



ASSOCIATION DES INGÉNIEURS
ET TECHNICIENS EN
CLIMATIQUE, VENTILATION ET FROID



PRIX JEUNES AICVF – GRDF

BAC+2 / BAC+3

Durée : 4 heures



Matériels et documents autorisés :

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique - à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout document, ouvrage et de tout autre matériel électronique est interdit.

Les téléphones mobiles, tablettes, montres « connectées » et autres appareils communicants doivent être éteints et rangés dans les sacs pendant toute la durée de l'épreuve.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc.

DOCUMENTS FOURNIS :

Sujet : Pages 2 à 9

Documents réponses à rendre sur copie anonymée :

COMPOSITION DU SUJET :

	Durée conseillée	Barème approximatif
Lecture du sujet	15 min	
Partie 1 : Etude technologique	50 min	20 points
Partie 2 : Etude de la production de chaleur	30 min	12 points
Partie 3 : Etude de la production de froid	45 min	18 points
Partie 4 : Etude du traitement d'air	40 min	16 points
Partie 5 : Etude de la GTC + régulation	25 min	10 points
Partie 6 : Etude acoustique de la salle de jazz	35 min	14 points

SOMMAIRE :

PRESENTATION DE L'ETUDE	2
TRAVAIL DEMANDE	4
PARTIE 1 Etude technologique	4
PARTIE 2 Etude de la production de chaleur	5
PARTIE 3 Etude de la production de froid	6
PARTIE 4 etude du traitement d'air	7
PARTIE 5 Etude de la GTC + Régulation.....	8
PARTIE 6 Etude Acoustique de la salle de jazz	9
DT 1 Schéma de principe de l'installation	10
DT 2 Schéma de principe de la CTA Auditorium	11
DT 3 rendement sur PCI d'une chaudière	12
DT 4 R1234ze properties and Efficiencies ratio.....	13
DT 5 Option Free Cooling sans glycol	14
DT 6 Fonctionnement a charge partielle	14
DT 7 Fiche de selection chiller	15
DT 8 Liste des points de la GTC	16
DT 9 Descriptif de la salle de JAZZ	17
DT 10 Simulation acoustique de la salle de JAZZ	18
DT 11 Formulaire acoustique	19
DT 12 NR : Noise Rating	20
DR 1 Nomenclature du schéma de principe.....	21
DR 2 Schéma de principe du groupe de production d'eau glacée.....	22
DR 3 Diagramme d'Oswald du gaz naturel	23
DR 4 Schéma de principe de la Production de chaleur	24
DR 5 Diagramme enthalpique R1234ze	25
DR 6 Etude de la CTA auditorium	26
DR 7 Diagramme de l'air humide-évolution hiver.....	27
DR 8 Diagramme de l'air humide-évolution été.....	28

AVIS AUX CANDIDATS :

Les références des questions doivent être clairement indiquées avant chaque réponse.

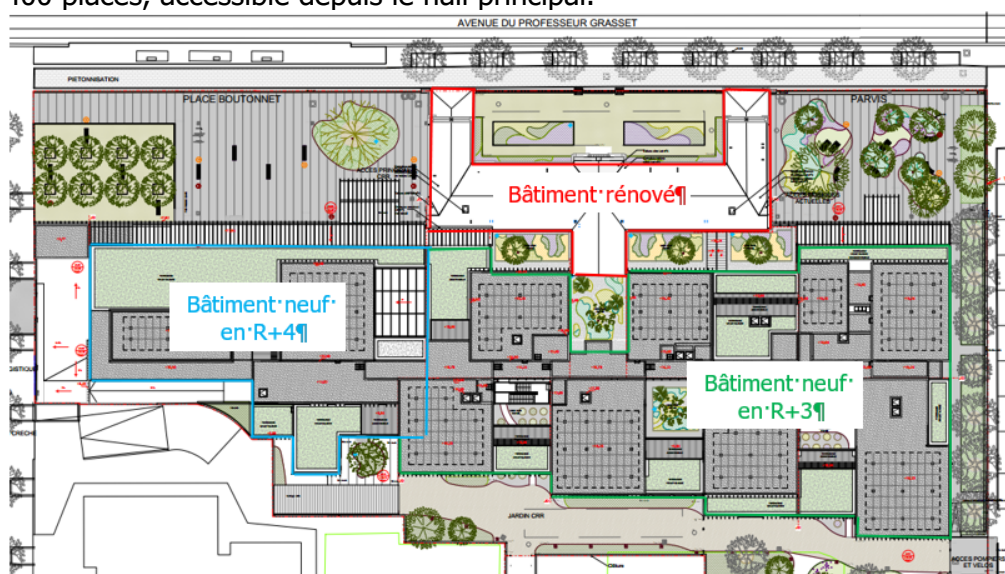
- ✓ Tout résultat doit être justifié.
- ✓ Les renseignements non fournis ou les données supposées manquantes sont laissés à l'initiative du candidat.
- ✓ Dans le cas où un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale très lisiblement dans sa copie, propose la correction envisagée et poursuit l'épreuve en conséquence.
- ✓ Il sera tenu compte dans la correction de la clarté des réponses, la présence des unités, ainsi que de la qualité graphique de la copie.
- ✓ Chaque partie sera composée sur une feuille distincte.

PRESENTATION DE L'ETUDE

Le projet porte sur le Conservatoire à Rayonnement Régional de Montpellier. C'est un bâtiment d'environ 10 000 m² dédié à l'enseignement des arts vivants : studios de danse et d'éveil corporel, plateaux de théâtre, auditorium, salles de formation à différents types de musiques. Le complexe permettra l'accueil de 2500 élèves.

Il peut être divisé en 3 parties :

- ✓ Un pavillon ancien rénové, occupé, au rez-de-chaussée et à l'étage, par le centre de ressources et l'administration. Au sous-sol sont regroupés des archives, des magasins et des locaux techniques.
- ✓ Deux bâtiments neufs (3 et 4 niveaux) qui comprennent des salles de formation musicale sur les trois premiers niveaux et neuf salles de danse au dernier niveau ainsi qu'un auditorium de 400 places, accessible depuis le hall principal.



Remarque : Pour les besoins du sujet, l'installation CVC a été modifiée.

Production d'énergie

- La production calorifique est assurée par une cascade de 2 chaudières à condensation Low Nox avec bruleur modulant, disposées dans une chaufferie située en toiture du bâtiment neuf (R+3).
- La production frigorifique est assurée par 2 groupes de production d'eau glacée situés dans un local technique en toiture du bâtiment neuf (R+3).

Les productions d'eau chaude sanitaire sont réalisées au plus près des besoins, par des ballons d'eau chaude électriques.

Réseau hydraulique

- Les circuits primaires chaud et froid alimentent une « sous-station » située en local technique au sous-sol du bâtiment neuf (R+3), ils sont équipés, chacun, de 2 circulateurs montés en parallèle. Chaque circulateur est dimensionné pour satisfaire les besoins d'un seul appareil (chaudière ou groupe de production d'eau glacée).
- Deux collecteurs, 1 pour les départs et 1 pour les retours sont raccordés aux réseaux primaires en chaud et en froid. Ils alimentent les réseaux secondaires de distribution.

Emission

Elle est assurée par :

- ✓ Des radiateurs et des poutres à induction en change over dans le bâtiment rénové.
- ✓ Des radiateurs, des planchers en change over, des poutres à induction, des batteries de CTA dans les bâtiments neufs.



DONNEES DE BASE :

Conditions climatiques extérieures :

ETE		HIVER	
θ en °C	34	θ en °C	-4
HR en %	33	HR en %	90

Bilan de puissance calorifique :

	Bâtiment Neuf	Bâtiment Existant	Auditorium
Déperditions Statiques (Kw)	178	37	4
Déperditions Dynamiques (Kw)	57	9	15
Surpuissance selon EN 12831 (Kw)	127	15	2
Puissance Totale (Kw)	362	61	21
Puissance Calorifique Production (Kw)	423		

Nota : Compte tenu du fonctionnement de l'auditorium, les puissances nécessaires aux besoins de chauffage de ce dernier ne sont pas cumulées avec les besoins du bâtiment neuf et existant.

Production de chaleur :

- Chaque chaudière est dimensionnée pour couvrir les 2/3 des besoins en "chaud".
- La régulation de la production de chaleur se fera en fonction de la température retour chaufferie.
- Le régime de température nominal est de 45/35°C.
- La température ambiante dans la chaufferie en hiver est de 14°C.
- La pression de gaz au compteur est de 300mbar.
- La pression atmosphérique en fonction de l'altitude est donnée dans le tableau ci-dessous :

Aliture > Niv. mer [m]	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
P _{atmo} [mbar]	1013	1001	990	978	966	955	943	932	921	910	899	888	877	866

- Le gaz utilisé est un gaz naturel H (G20) :
 - ✓ PCI = 10,2 kWh/(n)m³
 - ✓ PCS = 11,3 kWh/(n)m³

Production de froid :

- Les refroidisseurs de liquide sont à condensation par air
 - ✓ Le fluide frigorigène utilisé est du R1234ze
 - ✓ Puissance frigorifique dans les conditions nominales : 323 kW/ appareil
- Le régime de température nominal est de 7/12°C.

CTA de l'auditorium :

- Le volume est de 3320 m³.
- Les conditions climatiques intérieures :

Intérieure	ETE		HIVER	
	θ en °C	24	T en °C	19
	HR en %	NC	HR en %	NC

Rq : afin de pouvoir placer les points caractéristiques de l'air intérieur en été et en hiver on considérera une HR de 50%.

- L'occupation maximale est de 400 personnes. Le débit minium d'air neuf hygiénique est de 18 m³/h/personne.



TRAVAIL DEMANDE

Vous répondrez sur les Documents Réponses (DR) indiqués

PARTIE 1 ETUDE TECHNOLOGIQUE

Dans cette partie nous vous proposons de prendre connaissance d'une partie des installations énergétiques du conservatoire en répondant aux questions ci-dessous.

Question 1 Hydraulique

A partir du schéma de principe du **DT1**, répondre aux questions ci-dessous.

- Compléter le **DR1** en indiquant le nom et la fonction des éléments repérés de A à E.
- Explique de manière précise le principe de fonctionnement de l'élément A.
- Pourquoi le choix de l'élément A sur le réseau hydraulique « chaud » et du B sur le réseau hydraulique « froid » ?

Question 2 Etude technologique de la chaufferie

- Justifier le choix technologique de la production de chaleur. Vous commenterez chacun des termes en gras : chaudière à **condensation à bruleur modulant low NOx**.
- Le régime de température vous semble-t-il adapté ? Justifier ce choix.
- Pourquoi met-on en place une bouteille tampon sur l'alimentation en gaz de la chaudière (voir **DT1**) ?
- Enoncer 3 obligations à respecter pour que la chaufferie soit règlementaire.

Question 3 Etude technologique de la production d'eau glacée

A partir du schéma de principe du groupe de production d'eau glacée (**DR2**), répondre aux questions ci-dessous

- Compléter la nomenclature du schéma de principe.
- Surligner en rouge les canalisations HP, en bleu les BP et en vert les canalisations d'huile.
- Expliquer ce qu'apporte l'option C et dans quel(s) cas celle-ci peut être utile. Présente-t-elle un intérêt pour l'installation du conservatoire ?
- Expliquer le fonctionnement de l'option free cooling présentée dans le **DT5**. Présente-t-elle un intérêt pour l'installation du conservatoire ?



Question 1 Calcul du débit de gaz dans les CNTP

- a) D'après les besoins calorifiques et les règles de dimensionnement de la chaufferie, déterminer la puissance des chaudières à installer.
- b) Justifier le choix d'une pression d'alimentation des brûleurs de 300mbar.
- c) D'après le **DT3**, en faisant l'hypothèse que la température des fumées est supérieure de 5°C à celle du retour de l'eau, déterminer le rendement théorique de la chaudière.
- d) Calculer le débit de gaz dans les conditions normales de température et de pression.
- e) Après réglage du débit de gaz et paramétrage des chaudières, on relève au compteur, à pleine puissance, un volume de gaz consommé de 0,74 m³ en 2 minutes. Le débit réglé vous paraît-il correct ? Justifier.

Question 2 Analyse de combustion

Après mise en service de la chaudière on relève en faisant une analyse de combustion sur les fumées 9,1% de CO₂ et 10ppm de CO. Placer le point caractéristique de la combustion sur le diagramme d'Oswald (**DR3**) et conclure quant à la qualité de la combustion et au réglage de la chaudière.

Question 3 Etude de la régulation

- a) Sur le **DR4**, mettre en place les éléments de la régulation (capteur, régulateur, actionneur) qui vont permettre d'assurer :
 - La régulation de la cascade de chaudières.
 - La régulation de la puissance de la chaudière.
- b) Proposer un graphe de régulation de la production de chaleur.

Question 1 Réglementations et choix

- Que veulent dire les acronymes GWP, PRG et TEWI ? Expliquer.
- A l'aide du **DT4** et **DR5**, justifier le choix du R1234ze comme fluide frigorigène.
- A l'aide du **DT4**, expliquer la différence entre ESEER, SEER et $\eta_{s,c}$?

Question 2 Etude du fonctionnement sans options

- Réaliser une simulation du fonctionnement dans les conditions nominales à partir des données ci-contre. Pour cela :
 - Justifier les valeurs des températures de condensation et d'évaporation choisies.
 - Tracer le cycle sur le **DR5**. (On prendra une température de refoulement de compresseur de 70°C).
 - Nommez les points et indiquez les sens de circulation sur le **DR5**.

Parameters	Option	Unit	Value
Refrigerant	R1234ze(E)		
Project Description	Basic Cycle		
Compressor			
Volumetric Capacity	Cooling Load	W	322000
Isentropic Efficiency			0,6
Volumetric Efficiency			0,9
Discharge Line			
Temperature Change	Temperature Chang	°C	2
Pressure Change	Drop Of Saturation	°C	0,1
Condenser			
Condensing Parameter	Condensing Temper	°C	45
Temperature Setting	Outlet Subcooling	°C	5
Pressure Setting	Drop Of Saturation	°C	0,5
Liquid Line			
Temperature Change	Temperature Chang	°C	0
Pressure Change	Drop Of Saturation	°C	0
Evaporator			
Evaporating Parameter	Evaporating Temper	°C	3
Temperature Setting	Outlet SuperHeat	°C	5
Pressure Setting	Pressure Drop	kPa	0,5
Suction Line			
Temperature Change	Temperature Rise	°C	2
Pressure Change	Drop Of Saturation	°C	0,1

- Calculer l'EER sur le cycle tracé précédemment. Comparer cette valeur avec la fiche de sélection du groupe de production d'eau glacée à mettre en œuvre donnée dans le **DT7**.
- A partir du DT7 et du dernier tableau du **DT4**, vérifier la conformité des indicateurs SEER et $\eta_{s,c}$. Commenter.
- A l'aide du **DT 6**, indiquer dans quelle situation l'EER est maximal pour une température extérieure de 35 °C. Vous expliquerez comment cette situation de fonctionnement peut arriver pour l'installation du conservatoire.

Dans cette partie nous vous proposons de faire l'audit de conception d'une partie de la CTA de l'auditorium dont le schéma de principe est donné dans le **DT2**. L'ensemble des réponses seront synthétisées dans le document réponse **DR6**

Question 1 Détermination des débits

- Déterminer les débits volumiques d'air neuf et d'air soufflé nécessaires, sachant que l'on souhaite un taux de brassage minimum de 5 Vol/heure.
- Déterminer les caractéristiques de l'air neuf et de l'air repris en été et en hiver.
- Déterminer les débits massiques d'air neuf, d'air repris et d'air soufflé en hiver et en été. (On considérera que le volume massique de l'air soufflé est identique à celui de l'air intérieur).

Question 2 Etude du cas hiver

- D'après le bilan des charges hiver de l'auditorium indiqué dans le **DR6**, déterminer les charges sensible et latente à prendre en compte pour déterminer le point de soufflage. Justifier votre réponse. (Les charges dues au renouvellement d'air ne doivent pas être prises en compte, vous expliquerez pourquoi).
- Déterminer les caractéristiques du point de soufflage.
- En supposant que le récupérateur d'énergie est à récupération totale (échange de chaleur sensible et latente) avec une efficacité totale minimale de 80%, déterminer la température de l'air neuf préchauffé (ANp) en sortie de récupérateur.
- Vérifier les caractéristiques du point de mélange donné dans le **DR6**.
- Tracer l'évolution de l'air dans la CTA sur le diagramme de l'air humide **DR7**.
- Déterminer les caractéristiques du point de soufflage réel. Justifier votre réponse.
- Déterminer la puissance de la batterie chaude à mettre en œuvre. Sachant que le débit d'eau en circulation dans la batterie sera de 2,2 m³/h La puissance trouvée correspond-elle à celle de la batterie qui sera mise en œuvre ?

Question 3 Etude du cas été

- La puissance de la batterie froide qui doit être mise en œuvre est de 25 kW. D'après les caractéristiques du point de mélange données dans le document réponse **DR6**, déterminer les caractéristiques du point de soufflage. Placer le point correspondant dans le diagramme de l'air humide **DR8** et tracer l'évolution de l'air dans la CTA.
- Ce point de soufflage permet-il de combattre les charges en été indiquées dans le document **DR6** ? Commenter en analysant si nécessaire l'évolution de la température et de l'humidité intérieure, et le système de diffusion de l'air mis en œuvre.

Pour contrôler et piloter l'ensemble des installations du lot CVC une GTC (Gestion Technique Centralisée) va être mise en place. Sa liste de points vous est donnée en **DT8**.

Question 1

Il existe 6 types de points possibles. (TA, TS, etc...) A partir du **DT8**, donner pour chaque type de point un exemple de matériel pouvant être raccordé ; préciser s'il s'agit d'une entrée (information reçue) ou d'une sortie (ordre donné) et le type de signal qui va transiter (logique ou analogique).

La GTC devra, entre autres, satisfaire les contraintes suivantes :

- Apporter le meilleur confort thermique aux occupants des locaux.
- Faciliter l'exploitation des équipements techniques du bâtiment (Alarmes, historiques, réglages)
- Optimiser la consommation énergétique du bâtiment, (Enregistrement des consommations, établissement de bilans énergétiques).

Question 2

Nous allons maintenant nous intéresser plus particulièrement à l'automatisation des poutres à induction (appelées poutres froides dans le **DT8**)

- a) Enoncer l'ensemble des points préconisés par le bureau d'étude pour une poutre froide.

Le CCTP impose dans l'analyse fonctionnelle des poutres froides les contraintes suivantes :

- Fermeture des vannes deux voies (chaud et froid) sur ouverture des fenêtres (2 contacts).
- Fermeture des vannes deux voies (chaud et froid) sur détection de condensation. (3 sondes nécessaires)
- Régulation de la température d'ambiance par action sur les vannes suivant le paramétrage désiré (Une télécommande murale permet de régler une consigne, une programmation horaire, une marche forcée).

- b) Donner les matériels raccordés à chacun des points.

Le mode confort est activé sur programme horaire. Le régulateur fonctionne avec les consignes confort paramétrées par défaut : 19°C en hiver et 26°C en été.

- c) Proposer un paramétrage qui vous permet de tracer le graphe de température (diagramme fonctionnel) de la régulation de la température ambiante d'un local du conservatoire grâce aux poutres à induction.

Le conservatoire de Montpellier, en plus de l'auditorium, va posséder plusieurs pièces possédant des caractéristiques acoustiques permettant d'obtenir de bonnes conditions pour le travail et l'écoute des musiciens.

Dans cette partie nous allons nous intéresser tout particulièrement à la salle de Jazz.

Vous trouverez un descriptif complet de cette salle en **DT9**.

Une simulation acoustique vous est proposée en **DT10**.

Un formulaire d'acoustique donné en **DT11** peut vous aider.

Question 1

Rappeler la définition du temps de réverbération puis, à partir du **DT9** et de vos connaissances en traitement acoustique d'une pièce, décrire de manière qualitative l'utilité d'utiliser 4 matériaux différents pour obtenir les temps de réverbération désirés.

Quoiqu'il en soit, commenter l'importance de contrôler le temps de réverbération dans cette salle.

Question 2

A partir de la simulation acoustique du **DT10**.

- Donner un exemple possible de source sonore et de récepteur dans cette salle de jazz.
- Commenter le graphe incomplet qui synthétise la simulation et les objectifs fixés.

Question 3

Nous allons compléter la simulation acoustique pour la bande d'octave 125[Hz] à partir des données suivantes :

Seule la toile tendue peut absorber dans cette bande d'octave et son coefficient d'absorption vaut $\alpha=0.81$.

Les dimensions de la pièce sont 10x8x3.5.

- Calculer A : l'aire d'absorption équivalente puis R : la constante du local.
- En déduire son temps de réverbération.
- Conclure par rapport aux objectifs fixés (graphe du **DT10**).

Question 4

Le CCTP impose un niveau NR 30 dans la salle de jazz.

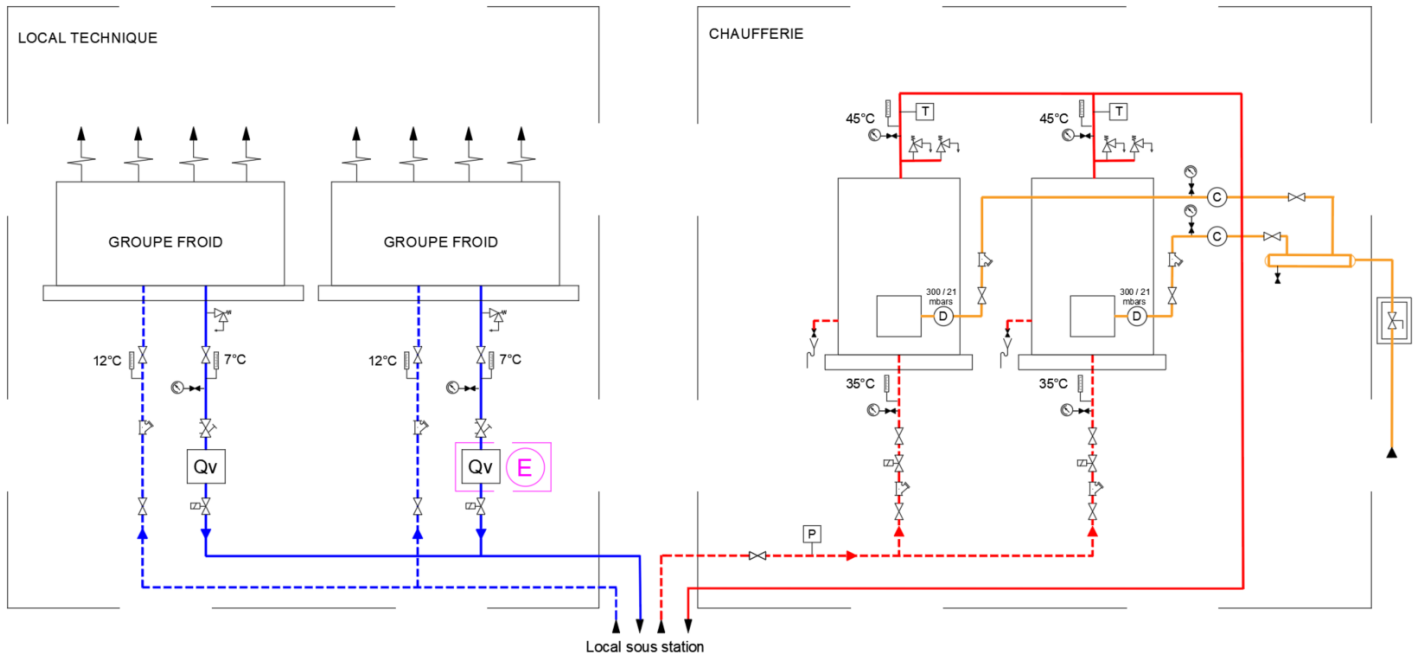
Les bouches de soufflage et de reprise ont un $L_w= 55,3$ dB et se situent toutes les deux à 3,4 m du point de mesure réglementaire.

Afin de simplifier l'étude acoustique les calculs ne se feront que pour la bande d'octave 125 Hz. (Il faudrait répéter l'opération pour toutes les autres bandes d'octave).

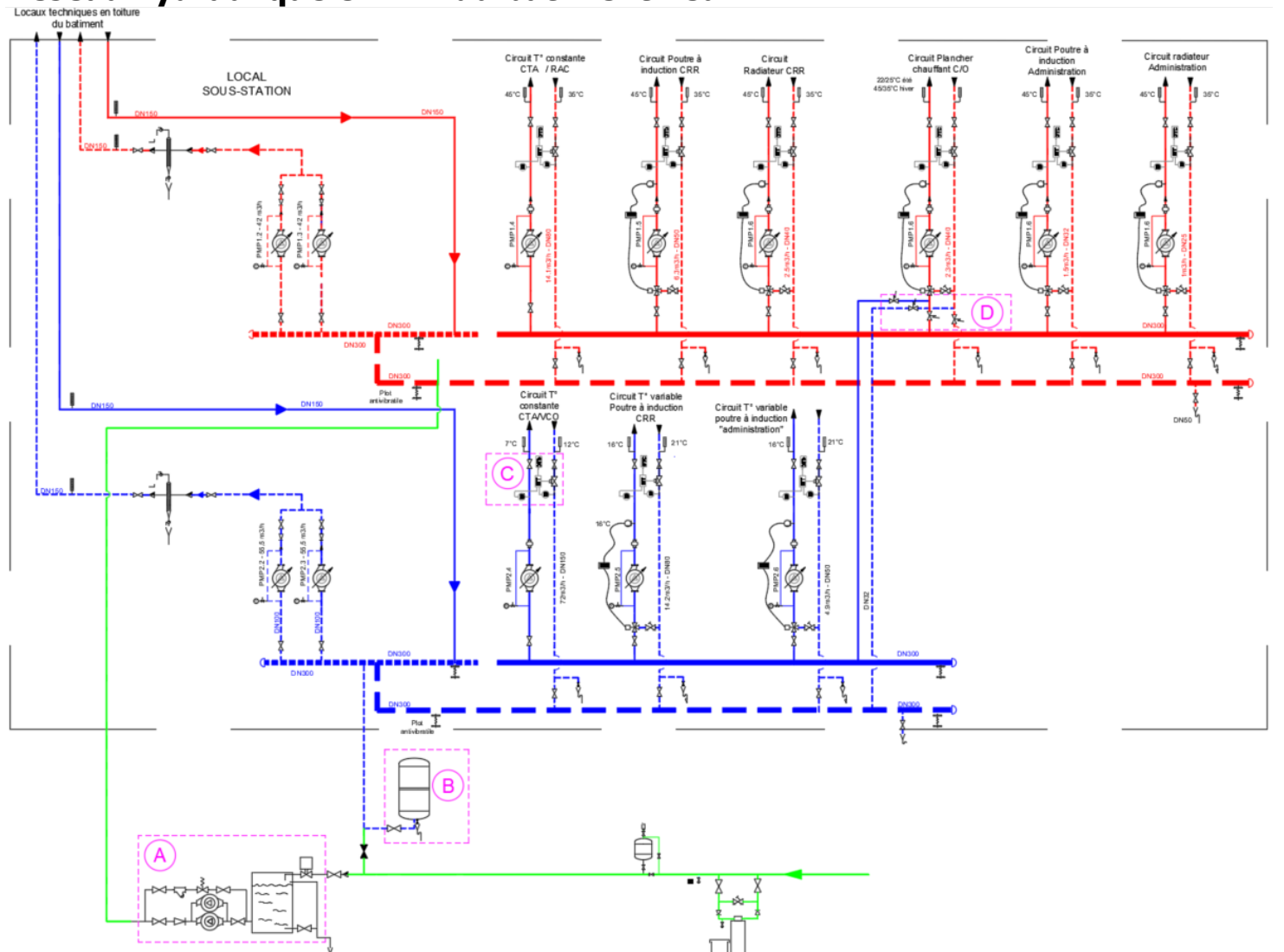
- Calculer le niveau de pression acoustique en champs direct provoqué par les 2 bouches. (On supposera qu'elles émettent de manière hémisphérique ; $Q=2$).
- Calculer le niveau de pression acoustique en champs réverbéré provoqué par les 2 bouches.
- Calculer le niveau de pression acoustique global et conclure. (**DT12**)
- Calculer le niveau de pression acoustique en dB(A). Pourquoi est-ce utile d'appliquer la pondération A ?

DT 1 SCHEMA DE PRINCIPE DE L'INSTALLATION

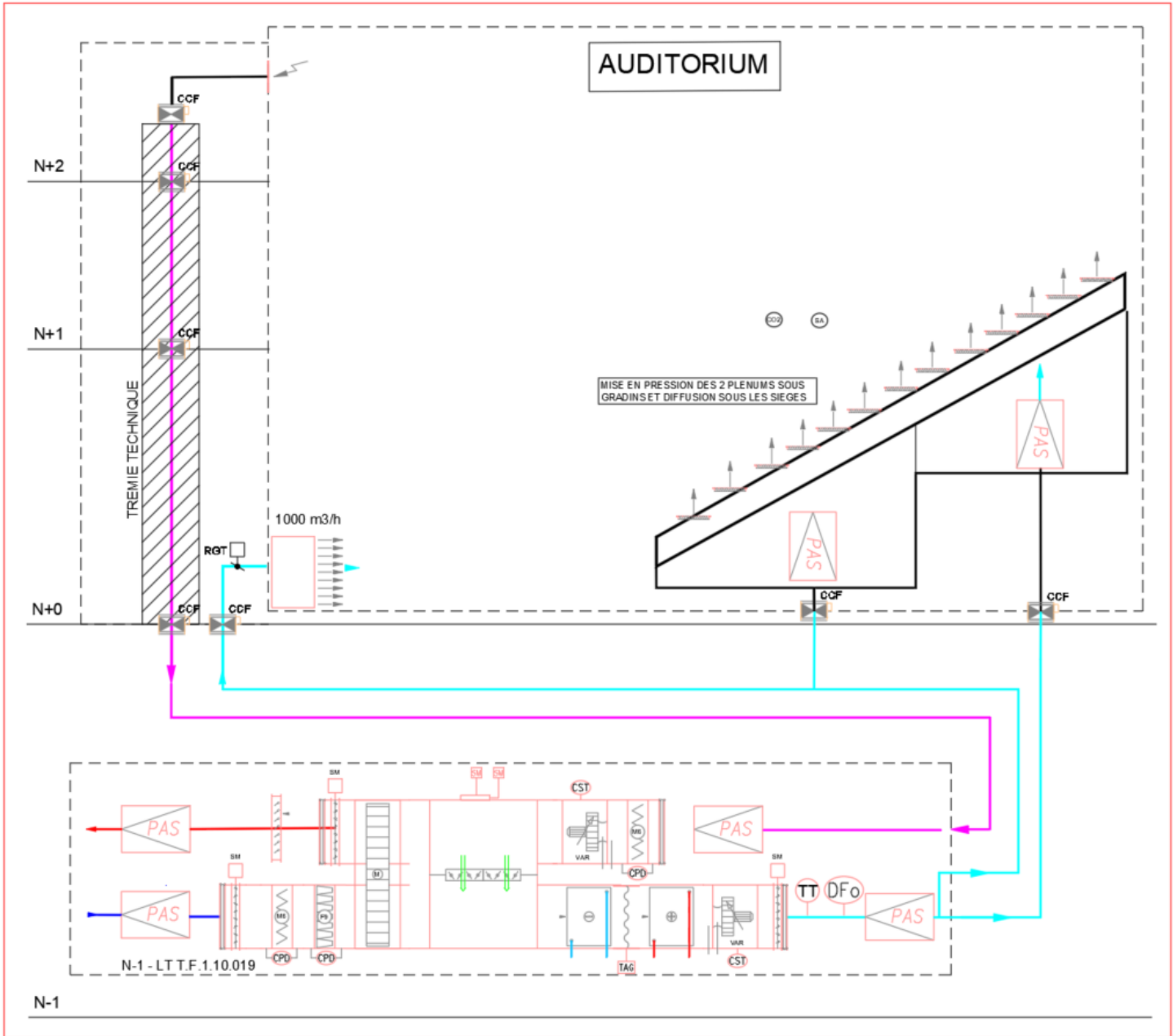
Production d'énergie en toiture du bâtiment neuf :



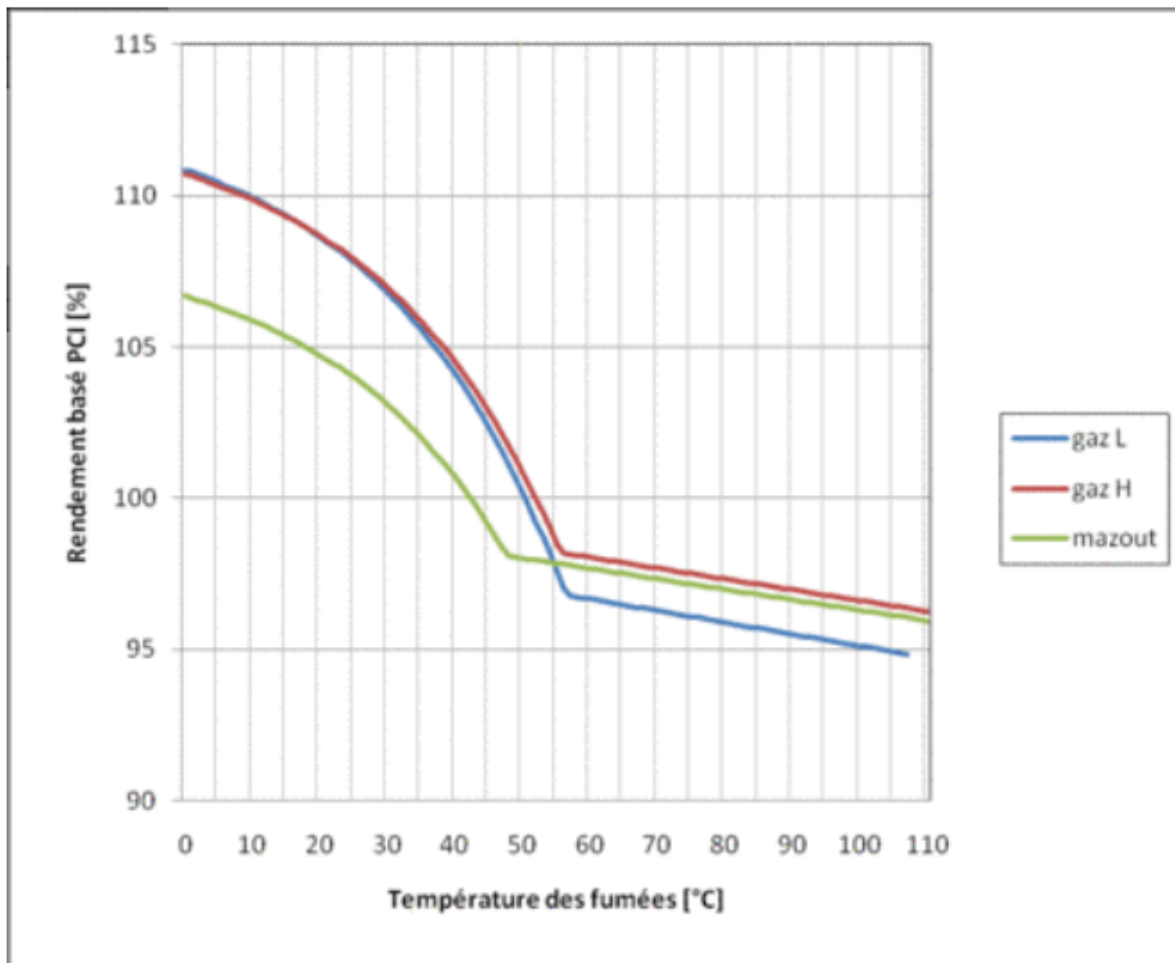
Réseau hydraulique en R-1 du bâtiment neuf :



DT 2 SCHEMA DE PRINCIPE DE LA CTA AUDITORIUM



DT 3 RENDEMENT SUR PCI D'UNE CHAUDIERE



DT 4 R1234ZE PROPERTIES AND EFFICIENCIES RATIO

Fluid Information: R1234ZE.FLD			
Molar Mass	Triple Pt Temperature	Normal Boiling Point	
114,041593 kg/kmol	-104,53 °C	-18,95 °C	
Critical Point			
Temperature	Pressure	Density	
109,37 °C	3636,25 kPa	489,238433 kg/m³	
Range of Applicability (Equation of State)			
Minimum Temperature	Maximum Temperature	Maximum Pressure	Maximum Density
-104,53 °C	146,85 °C	20000 kPa	1505,349025 kg/m³
GWP	ASHRAE Classification		
6	A2L		

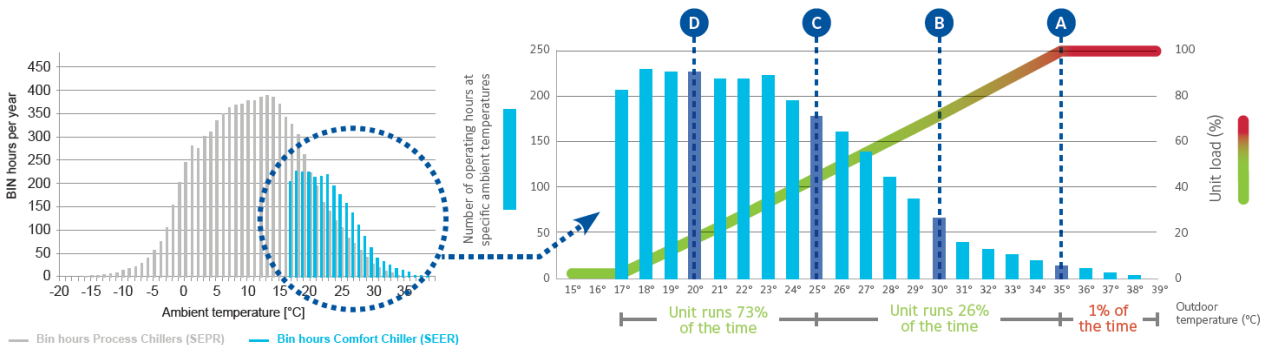
(Source : Genetron Properties (Honeywell))

L'European Seasonal Energy Efficiency Ratio est un coefficient d'efficacité frigorifique saisonnier. Il part du principe que la machine de froid fonctionne une certaine fraction de temps à charge partielle. L'ESEER est la somme de quatre valeurs basées sur un EER à puissance partielle :

$$ESEER = 0,03 \times EERA \text{ (à 100 \% de charge)} + 0,33 \times EERB \text{ (75 \% de charge)} + 0,41 \times EERC \text{ (50 \% de charge)} + 0,23 \times EERD \text{ (25 \% de charge)}$$

(Source ESEER - Energie Plus Le Site (energieplus-lesite.be))

SEER is a better performance indicators for cooling than former ESEER, as it takes into account temperature bins and hours based on weather data from a reference city (Strasbourg) and for a comfort cooling application.



According to the standard EN14825 the number of operating hours for a comfort chiller is 2602h (only 29.7% of the total year hours).

Efficiency requirements set by REGULATION 2016/2281 Comfort Cooling

Regulation 2016/2281 sets seasonal energy efficiency in $\eta_{s,c}$. This value expresses SEER in terms of primary energy and makes it possible to compare the energy efficiency of units using different energy sources. In Europe, on average 2.5 kW of primary energy is required to generate 1kW of electricity and therefore the next formulas and values are used for the conversion.

$$\eta_{s,c}(\%) = 1/CC \times SEER - \sum F_i$$

CC – Conversion Coefficient

European average coefficient that represents the amount of primary energy required to obtain electricity. CC is defined by the regulation with a constant value of 2,5.

$\sum F_i$ – Correction Factors

Air-cooled chillers $\sum F_i = 3\%$

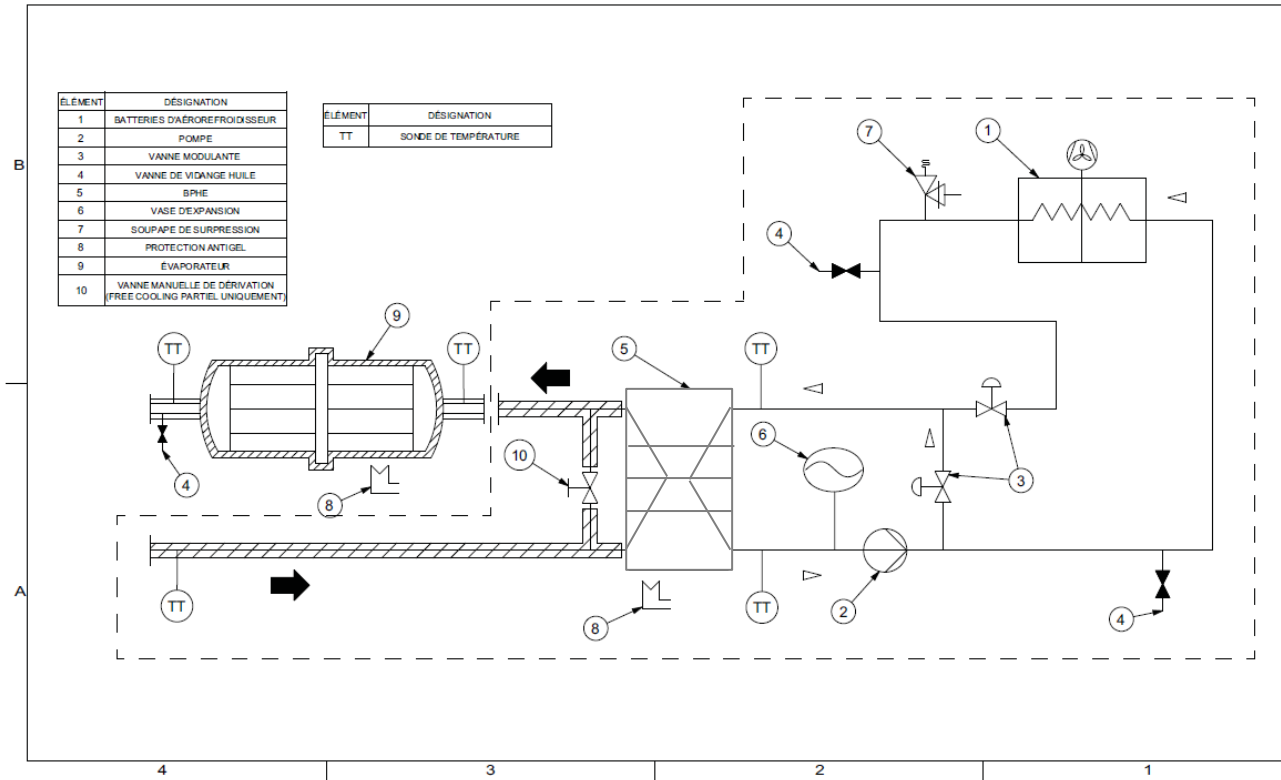
Water-cooled chillers $\sum F_i = 8\%$

COMFORT CHILLERS	TIER 1 (Jan 2018)		TIER 2 (Jan 2021)	
	η_{bc} %	SEER	η_{bc} %	SEER
Air cooled < 400 kW	149	3.80	161	4.10
Air cooled 400 to 2000 kW	161	4.10	179	4.55
Water cooled < 400 kW	196	5.10	200	5.20
Water cooled 400 to 1500 kW	227	5.88	252	6.50
Water cooled 1500 to 2000 kW	245	6.33	272	7.00

(Source : Ecodesign Directive for HVAC Chiller (York), issu de la réglementation européenne 2016/2281)



DT 5 OPTION FREE COOLING SANS GLYCOL



DT 6 FONCTIONNEMENT A CHARGE PARTIELLE

RTAF090 V

Part Load Performance

Load %	Gross Cap. kW	LWT Evap C	EWT Evap C	Flow Evap lps	WPD Evap kPa	Ambient C	Gross Power kW	Gross EER	Net Cap. kW	Net Power kW	Net EER
100	322.1	7.0	12.0	15.4	35.2	35.0	102.0	3.16	323.5	98.0	3.30
89	288.1	7.0	11.5	15.4	35.3	35.0	90.8	3.17	289.5	86.8	3.34
79	255.9	7.0	11.0	15.4	35.3	35.0	80.7	3.17	257.3	76.6	3.36
69	223.7	7.0	10.5	15.4	35.3	35.0	69.8	3.21	225.1	65.7	3.43
59	191.5	7.0	10.0	15.4	35.3	35.0	59.5	3.22	192.9	55.4	3.48
49	159.3	7.0	9.5	15.4	35.3	35.0	50.5	3.15	160.7	46.4	3.46
39	127.0	7.0	9.0	15.4	35.3	35.0	43.6	2.92	128.5	39.5	3.25
29	94.8	7.0	8.5	15.4	35.3	35.0	33.1	2.87	96.3	29.0	3.32
19	62.6	7.0	8.0	15.4	35.3	35.0	24.8	2.53	64.1	20.7	3.10

DT 7 FICHE DE SELECTION CHILLER



Sintesis RTAF, Refroidisseur de liquide à condensation par air, RTAF G 090 HSE XLN EC

Job Name Job01

Informations générales

Tonnage nominal unité - taille	090	EER brute	3.16 EER (kW/kW)
Type de l'unité	HSE - Avec un variateur sur un comp. par circuit	EER nette	3.30 EER (kW/kW)
Système d'atténuation sonore	Très bas niveau sonore (XLN), avec abaissement de	ESEER brute aux conditions Eurovent	4.57
Type de réfrigérant	HFO R1234ze	ESEER nette aux conditions	4.38
Puissance Froide Brute	322.19 kW	Puissance sonore	91 dBA
Puissance froide nette	323.63 kW	Pression sonore à 10m	58 dBA
		Number of circuits	2
		Number of compressors	2
		Number of VFD	2
		Version TOPSS	239

EcoDesign Compliance

SEER	4.53	SEPRHT	4.92
ETA _{sc}	178	SEPR HT Compliance 2018	
		SEPR HT Compliance 2021	
		SEPR MT Compliance 2018	

Données évaporateur

Plage temp. évap. & type application	Temp. sortie std (4,5°C à 20°C)	Point de gel évap.	0.0 C
Temp. entrée évap.	12.0 C	Configuration évaporateur	Passes standard
Temp. sortie évap.	7.0 C	Type fluide évap.	Eau
Débit évap.	15.43 L/s	Concentration fluide évap.	
Pertes de charge évap.	35.3 kPa	Facteur d'encrassement évap.	0.017615 m ² -deg C/kW

Données condenseur

Plage temp. condenseur	Temp. amb. std (-10°C / +46°C)	Nombre de ventilateurs condenseur	10
Température ambiante	35.0 C	Débit d'air total condenseur	41.48 m ³ /s
Type d'échangeur	Microcanaux Aluminium	Altitude	0.0 m

Données électriques

Alimentation	400 V/50 Hz/3 ph	Intensité maxi.	269.80 A
Puissance absorbée unité	102.05 kW	Intensité de démarrage de l'unité	269.80 A
Puissance totale compresseurs	89.52 kW		

Information module hydraulique

Type de pompe	Pompe double pression standard	Puissance du module hydraulique	6.09 kW
Pression statique disponible	143.1 kPa	Courant nominal du module hydraulique	11.00 A

Informations générales

Longueur	5645 mm	Charge fluide frigorigène circuit 1	44 kg
Largeur	2200 mm	Charge fluide frigorigène circuit 2	42 kg
Hauteur	2672 mm		
Poids de l'unité à l'expédition	4577 kg		
Poids en ordre de marche	4660 kg		



DT 8 LISTE DES POINTS DE LA GTC

Le bureau d'étude fluide qui a réalisé le CCTP fournit la liste des points suivantes qui va permettre la sélection des différents modules de la GTC

Nbre Equip.	Code	Désignation	REPORTS SUR GTB						Points Totaux
			TA	TS	TC	TR	TM	TK	
3	1.10	Groupe de production d'eau glacée air/eau	2	4	4	0	2	3	45
8	2.03	Ballon préparation ECS	1	0	0	1	2	1	40
3	3.01	Circuit Eau Chaude à Température Constante	2	2	2	2	2	1	33
5	3.02	Circuit Eau Chaude à Température Variable	2	2	2	1	2	1	50
1	3.03	Circuit Plancher Chauffant	3	2	2	1	2	1	11
11	4.02	CTA Double Flux vitesse variable	1	3	3	0	3	3	143
6	4.05	CTA Double Flux	1	3	5	2	4	3	108
5	4.06	Ventilo convecteur	1	1	2	1	1	0	30
1	4.07	Armoire Traitement d'Air	1	2	2	0	2	2	9
128	4.09	Poutre Froide	0	2	2	2	3	0	1280
2	4.11	Humidificateur vapeur	1	2	2	0	2	2	18
8	5.02	Ventilateur 1 vitesse	1	1	0	0	0	2	32
13	6.01	Armoire Electrique	1	1	0	0	0	1	39
9	6.03	Compteur Chaud ou Froid	1	1	0	0	0	1	27
50	6.05	Registre Motorisé Débit variable	0	2	2	1	0	0	250
85	6.06	Clapet Coupe-Feu	0	2	1	0	0	0	255
2	7.01	Branchement EF	2	0	0	0	0	0	4
1	7.02	Traitement d'eau	2	1	0	0	0	1	4
3	7.03	Compteur Débit	1	0	0	0	0	1	6
4	7.06	Station de Relevage	1	5	0	0	0	2	32
1	7.10	Suppresseur	1	3	0	0	2	3	9
25	10.01	Courant Fort	0	0	0	0	0	4	100

Le type de point est le suivant :

- TA : Alarme / TS : Signalisation Etat / TC : Commande / TR : Réglage / TM : Mesure / TK : Comptage

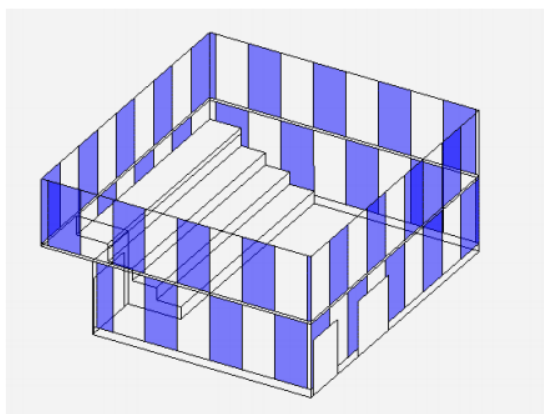
DT 9 DESCRIPTIF DE LA SALLE DE JAZZ

La salle de jazz et musiques actuelles sera utilisée pour des musiques amplifiées par des enceintes. La réverbération étant déjà introduite dans les bandes sonores, nous proposons donc une durée de réverbération beaucoup plus faible : $Tr = 0.5s$ aux fréquences moyennes 125-4000Hz avec les valeurs fréquentielles suivantes :

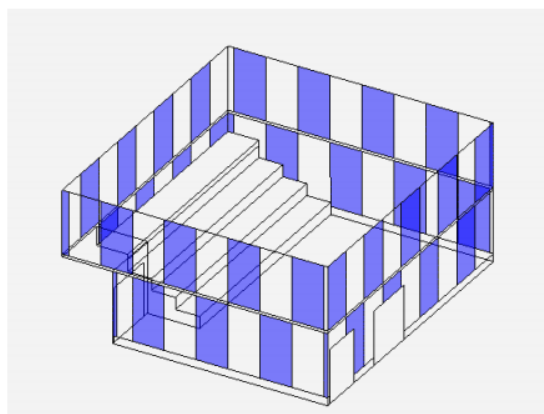
Freq (Hz)	125	250	500	1000	2000	40000
Tr (s)	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5

Cette durée de réverbération sera obtenue à l'aide d'un traitement mixte absorbant sur la surface totale des 6 parois :

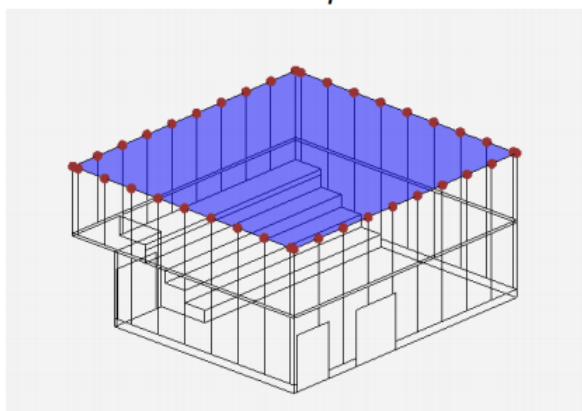
- Revêtements absorbant en fibres de bois de 25 mm d'épaisseur + 75 mm de laine minérale à $\alpha_w = 1$ du type Organic mineral de chez Knauf de 100 mm ou équivalent.
- Panneaux de contreplaqué à effet membrane de 8 mm d'épaisseur sur cadre avec plénum rempli de laine de chanvre et joint souple.
- D'une moquette absorbante placée sur le sol et les gradins.
- D'une toile tendue sur le plafond, qui peut se mettre en vibration au contact d'une onde acoustique à fréquences graves.



Répartition des modules absorbants
Medium-Aigus - Poreux



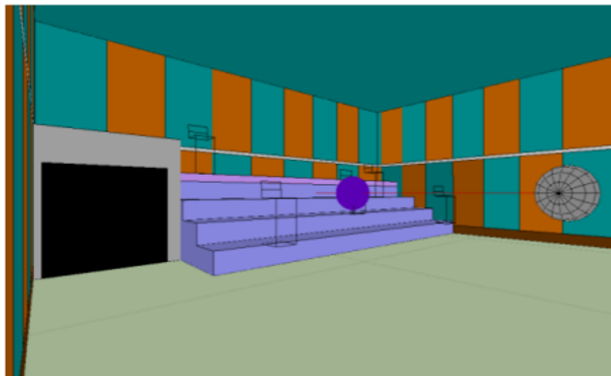
Répartition des modules absorbants
Basse fréquences – Effet membrane



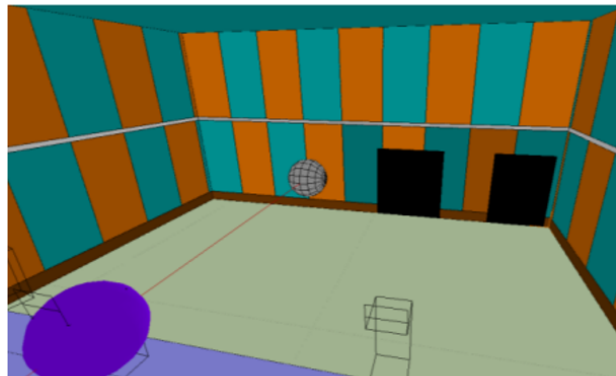
Toile tendue sur l'ensemble du plafond

DT 10 SIMULATION ACOUSTIQUE DE LA SALLE DE JAZZ

Une simulation informatique a été réalisée à l'aide du logiciel MODELER de chez BOSE.

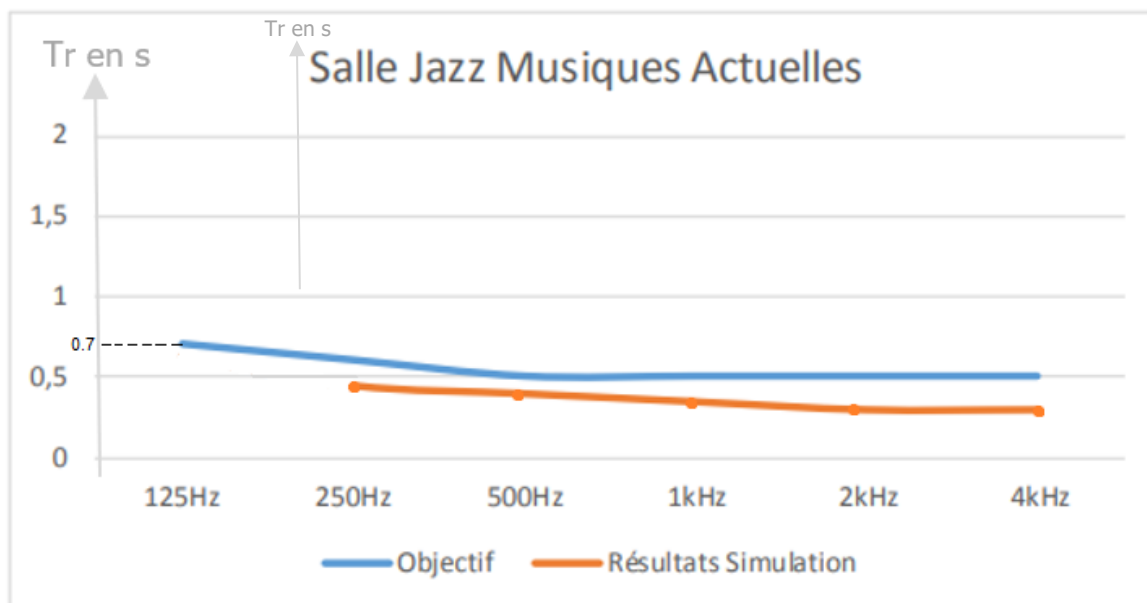


Vue de la modélisation
Depuis le fond de scène



Vue de la modélisation
Depuis les gradins

Les résultats de la simulation informatique sont donnés ci-dessous :



Remarque : Dans la simulation, la boule grise hachurée correspond à une source sonore et la boule violette unie correspond à un récepteur. Entre les deux, l'onde acoustique se propage en champs direct, et si elle s'est réfléchiée sur une paroi de la pièce avant d'atteindre le récepteur en champs diffus (ou réverbéré).

DT 11 FORMULAIRE ACOUSTIQUE

Somme de plusieurs niveaux acoustiques (de puissance ou de pression) :

$$L_{\text{global}} = 10 \log \sum_i 10^{\frac{L_i}{10}}$$

Niveau de pression acoustique en champ direct et en champs diffus prépondérant :

$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi \times r^2} \right)$$

$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{4}{R} \right)$$

L_p	Niveau de pression acoustique	dB
L_w	Niveau de puissance acoustique	dB
Q	Facteur de directivité de la source	-
r	Distance à la source	m

On définit la constante du local par les relations suivantes :

$$\alpha_m = \frac{\sum (\alpha_i \times S_i)}{\sum S_i}$$

$$A = \sum (\alpha_i \times S_i) = \alpha_m \times S$$

$$R = \frac{A}{1 - \alpha_m} = \frac{S \times A}{S - A}$$

A	Aire d'absorption équivalente	m²
R	Constante du local	m²
α_i	Coefficient d'absorption de la paroi (i)	-
α_m	Coefficient d'absorption moyen	-
S_i	Surface de la paroi (i)	m²
S	Surface totale des parois	m²

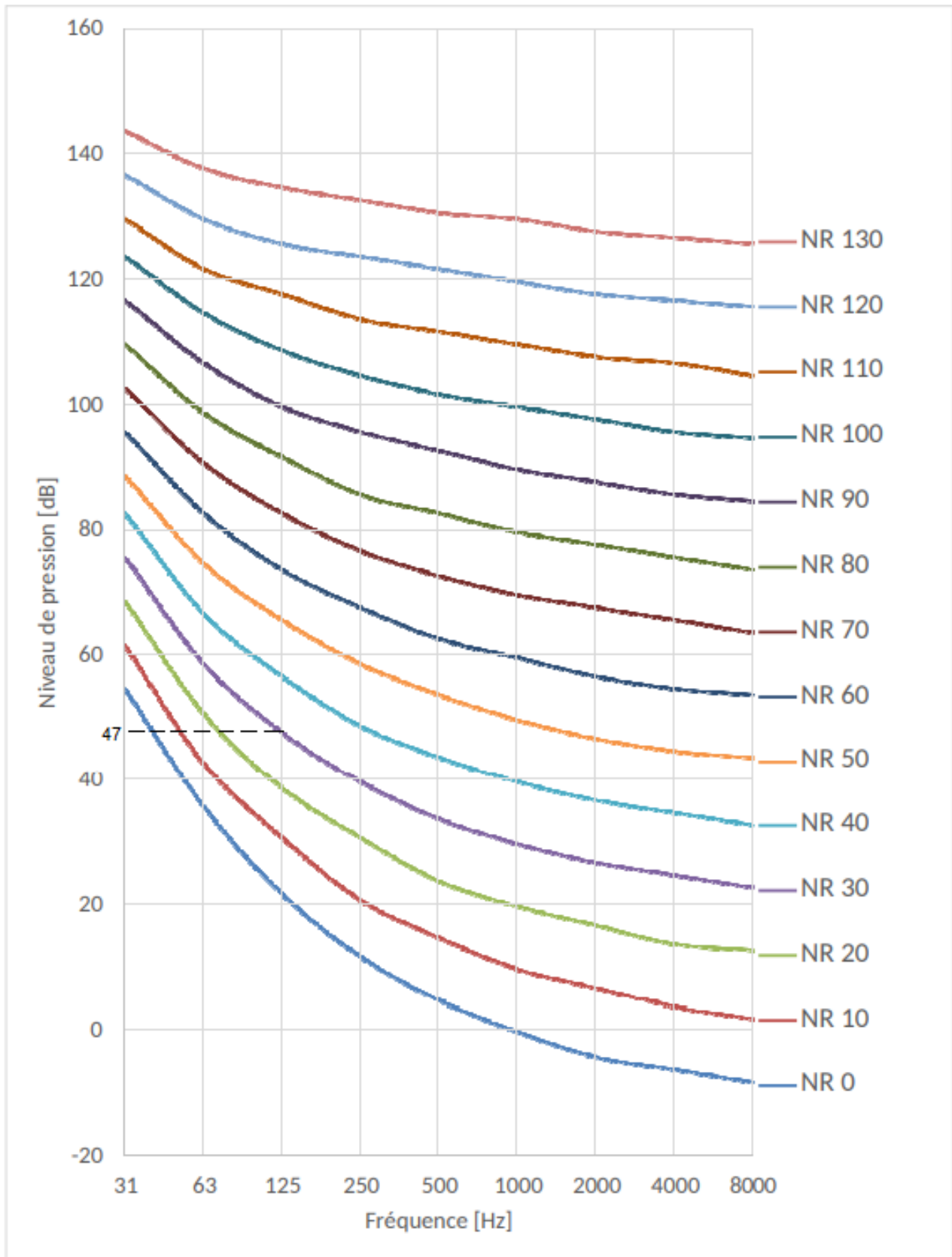
$$Tr = \frac{0,16 \times V}{A}$$

Tr	Temps de réverbération	s
V	Volume de la salle	m³
A	Aire d'absorption équivalente	m²

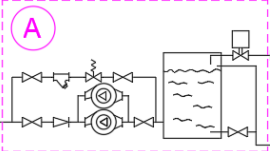
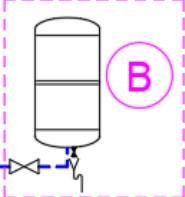
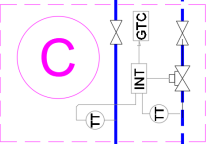
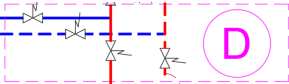
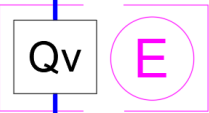
Pondération à appliquer pour obtenir le niveau de pression acoustique en dB(A) :

Bande d'octave [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Pondération A [dB]	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1

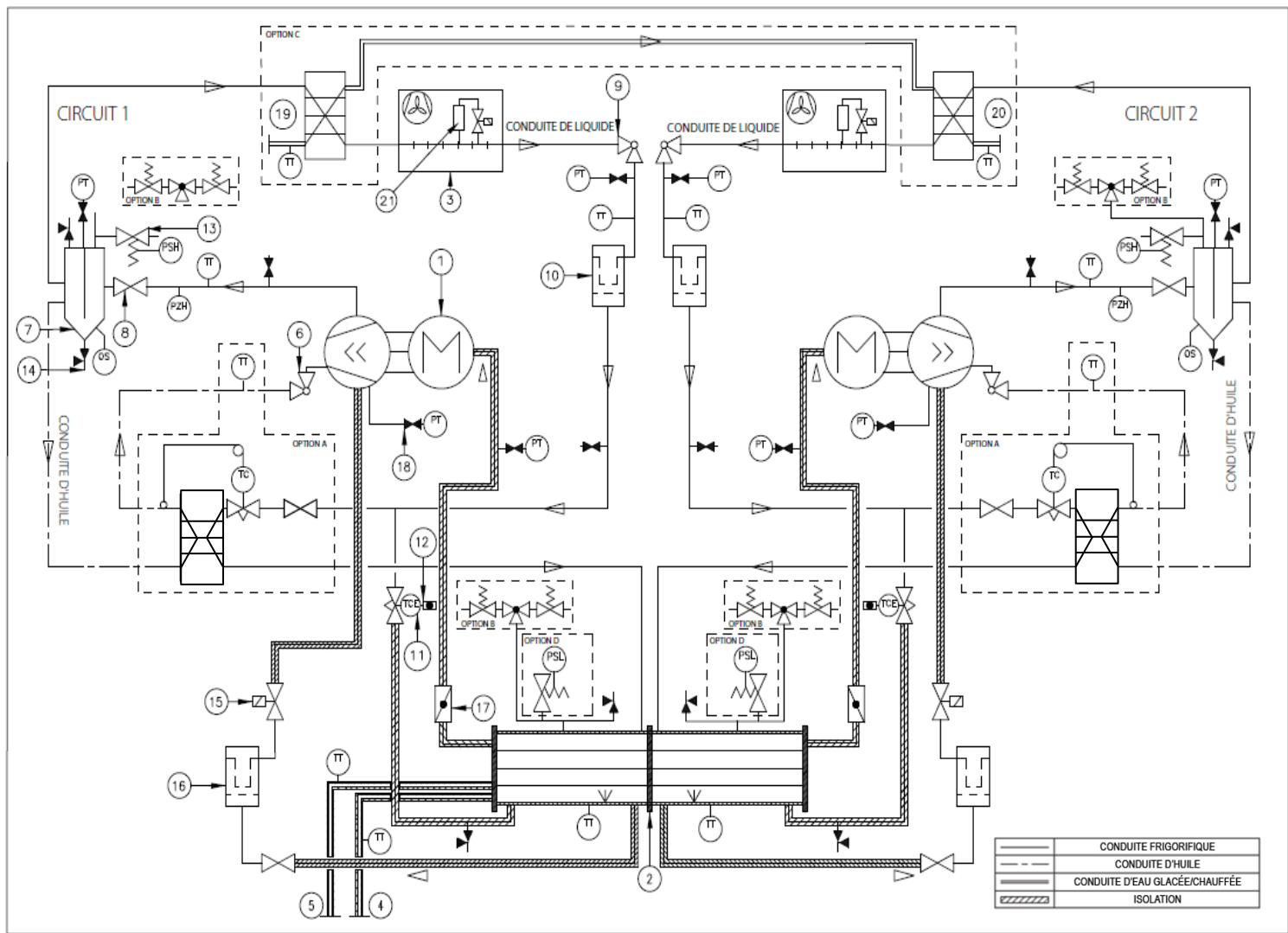
DT 12 NR : NOISE RATING



DR 1 NOMENCLATURE DU SCHEMA DE PRINCIPE

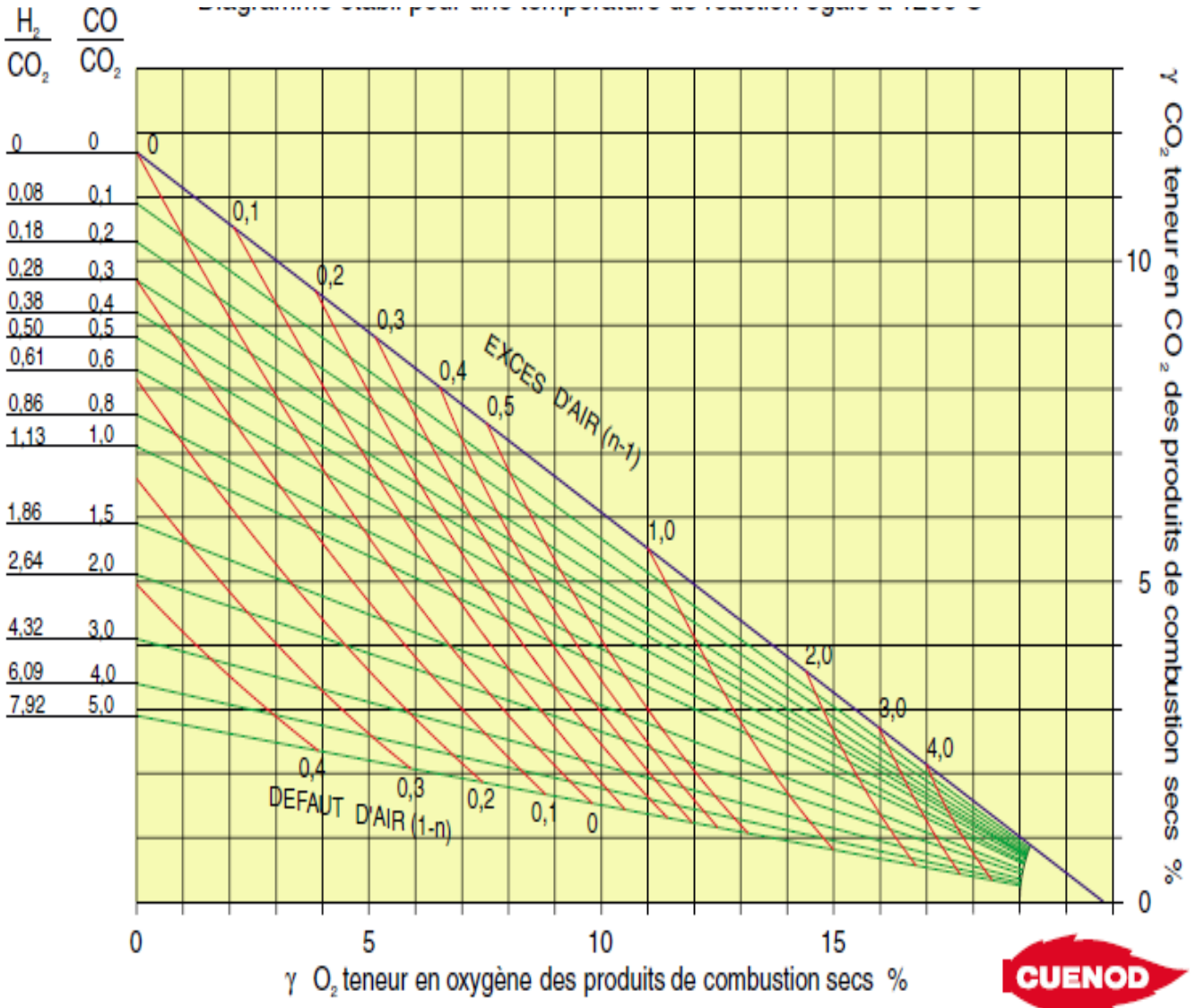
Rep	Nom	Fonction
		
		
		
		
		

DR 2 SCHEMA DE PRINCIPE DU GROUPE DE PRODUCTION D'EAU GLACEE



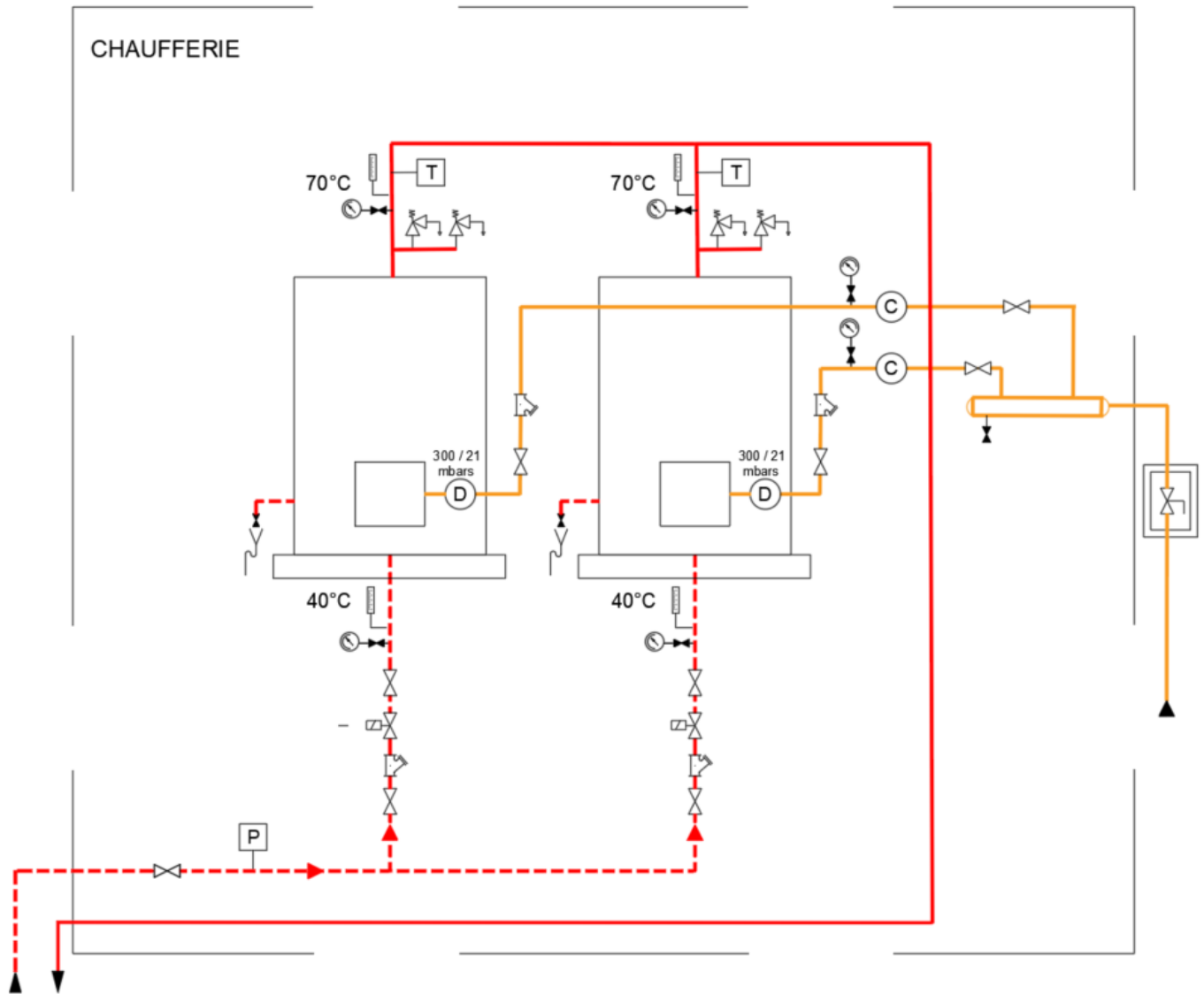
Repère	Désignation	Repère	Désignation
1	Évaporateur	18	Vanne Schraeder
2	Condenseur à air	19	Raccordement d'entrée d'eau PHR
3	Raccordement d'entrée d'eau de l'évaporateur	20	Raccordement de sortie d'eau PHR
4	Raccordement de sortie d'eau de l'évaporateur	21	Réservoir de fluide frigorigène
5	Vanne de vidange d'huile	PT	
6	Vanne de service de refoulement	PSH	Soupape de sécurité haute pression
7	Vanne d'arrêt de liquide	PSL	Soupape de sécurité basse pression
8	Filtre déshydrateur	PZH	Pressostat haute pression
9	Regard	TT	Capteur de température
10	Soupape de décharge	TCE	Détendeur électronique
11	Vanne de service	TC	Détendeur
12	Électrovanne de ligne d'huile	OS	Capteur optique
13	Filtre à huile	Option A	Refroidisseur d'huile auxiliaire
14	Vanne de service d'aspiration	Option B	Soupape de surpression double
15		Option C	
16		Option D	Réservoir de fluide frigorigène selon la taille
17			

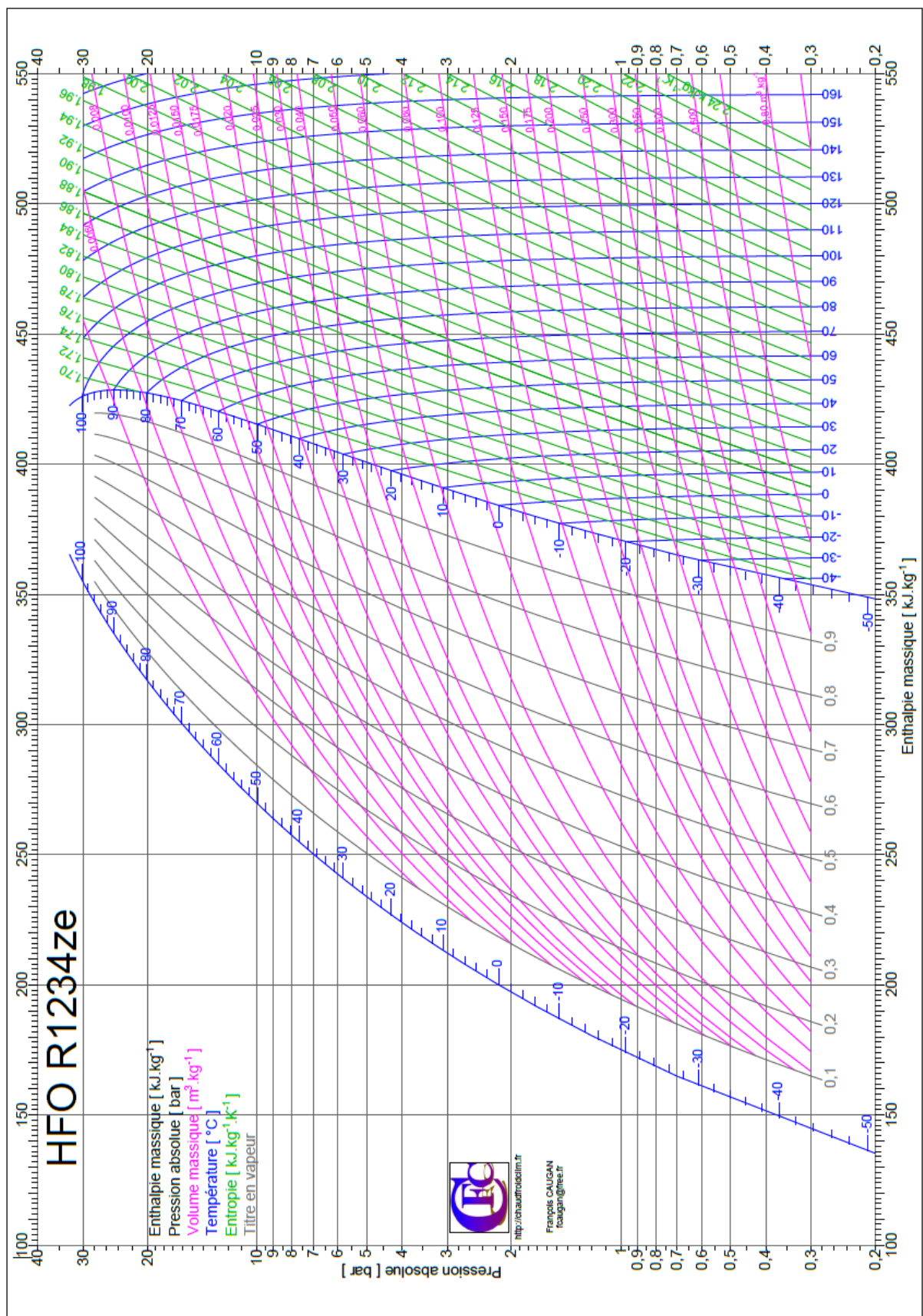




CHAUDIERE	CH ₁
% de CO ₂	
% de O ₂	
% CO	
Facteur d'air	
Type de combustion	

DR 4 SCHEMA DE PRINCIPE DE LA PRODUCTION DE CHALEUR.





DETERMINATION DES DEBITS

Debit	qm _{AS}	qm _{AN}	qm _{AR}
été			
hiver			

CALCUL DES CHARGES

	HIVER		ETE	
	H _s	H _L	H _s	H _L
Paroi (W)	-4000	x		
Renouvellement d'air (W)	-61700	-29600		
Occupation (W)	+28000	+14000		
Eclairage (W)	+9000	x		
Charges à prendre en compte pour la détermination du point de soufflage en kW			109	18

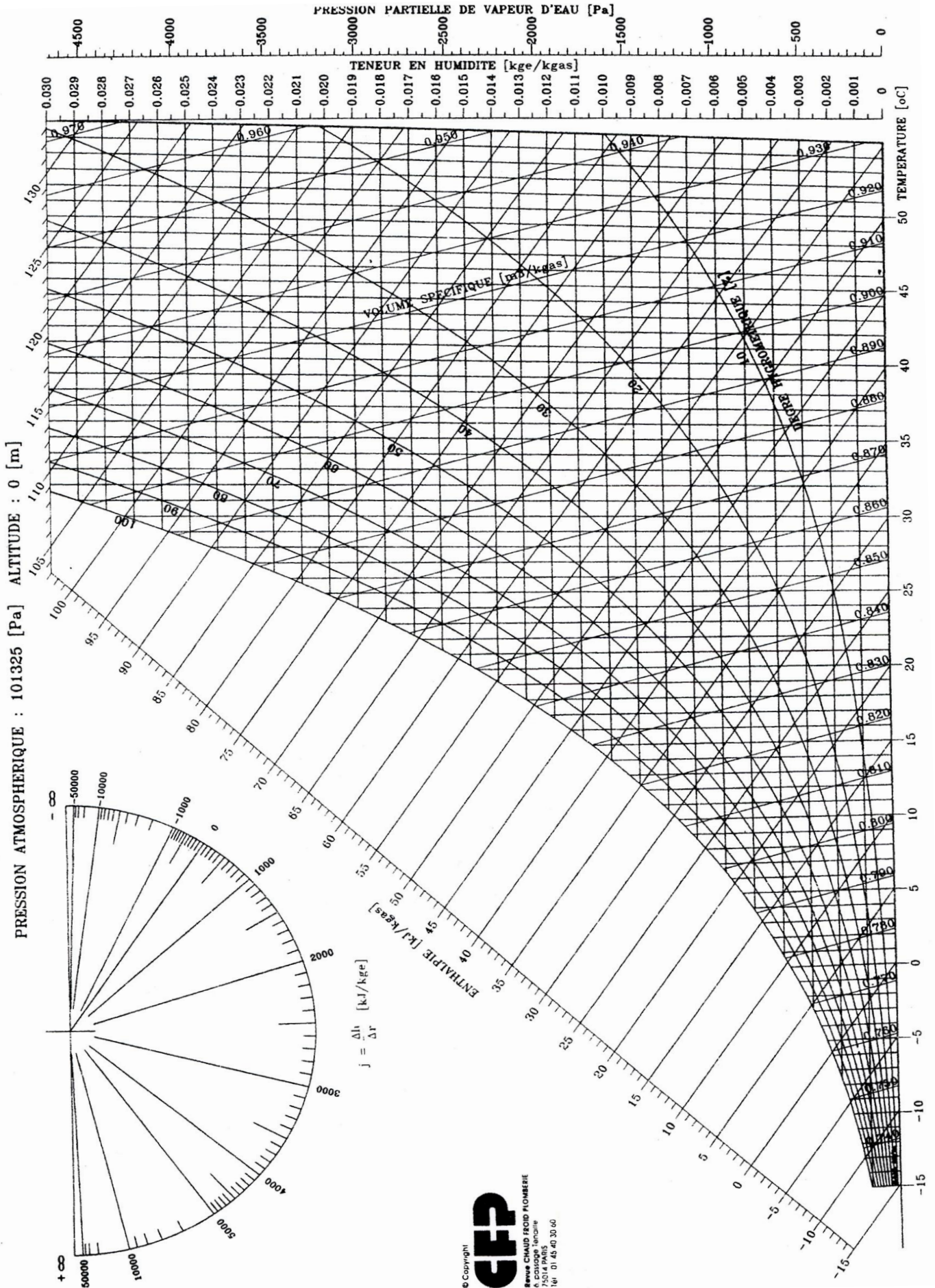
CAS HIVER

	T (°C)	HR (%)	h ^s (kJ/kg _{as})	r ^s (g/kg _{as})	V ^s (m ³ /kg _{as})
AN					
AR					
ANp					
M	16,8	54,5			
S					

CAS ETE

	T (°C)	HR (%)	h ^s (kJ/kg _{as})	r ^s (g/kg _{as})	V ^s (m ³ /kg _{as})
AN					
AR					
M	26,7	48			
S					





© Copyright
CFP
 Service CHAUD FROID CLIMATISERIE
 6, passage l'archaie
 75014 PARIS
 Tél. 01 45 40 30 60



