

Soumission

Construction des bâtiments H1 et J Quartier Les Cherpines – Plan-les-Ouates

CFC 242/246– Installations de chauffage et
refroidissement

Conditions particulières de l'ingénieur



Energy Management SA

Chemin du Pré-Fleuri 5
1228 Plan-les-Ouates (GE)

Ingénieur CVCSER



Bricks AG

Chemin du Faubourg-de-Cruseilles
1227 Carouge

Maitre d'Ouvrage

BRICKS^{AG}

LRS Architectes

Rue des Pâquis 35
1201 Genève

Architecte



Suivi des modifications

Version A : première version

Validation

A	31.11.2024	JVS	JGD	JVS
Version	Date	Établi par	Vérifié par	Approuvé par

Table des matières

1	Normes, prescription et règlement	6
2	Spécifications techniques	7
2.1	Echangeurs	7
2.1.1	Echangeurs à plaques brasées	7
2.1.2	Echangeurs à plaques démontables	7
2.2	Expansion statique	8
2.3	Expansion maintien de pression	8
2.3.1	Expansion par compresseur d'air	8
2.3.2	Expansion par transfert d'eau	9
2.3.3	Appoint d'eau	9
2.4	Pompes centrifuges	9
2.5	Circulateurs	10
2.6	Compteurs de chaleur	10
2.7	Robinets d'isolement	11
2.8	Robinets de réglage	12
2.9	Robinets d'équilibrage automatique	12
2.10	Vannes de régulation	12
2.11	Vannes 2 et 3 voies	13
2.12	Vannes 6 voies	13
2.13	Robinets de vidange	13
2.14	Clapets de retenue	13
2.15	Filtres à tamis	13
2.16	Soupapes de sécurité	14
2.17	Soupapes de pression différentielle	14
2.18	Amortisseur de vibrations	14
2.19	Compensateurs de dilatation	14
2.20	Séparateurs air et boues	15
2.21	Purgeurs	15
2.22	Métrologie	15
2.23	Prise de mesure	16
2.24	Tuyauteries	16
2.25	Isolation	17
2.25.1	Isolation des tuyauteries de chauffage	17
2.25.2	Isolation des tuyauteries d'eau glacée	18
2.25.3	Isolation des vannes et armatures	19
2.26	Etiquetage	19

2.27	Emetteurs de chaleur.....	20
2.27.1	Panneaux chauffants	20
2.27.2	Plancher chauffant	20
2.27.3	Plafonds et ilots actifs	21
3	Limite de prestations	22

Liste des tableaux

Tableau 1 : distance maximale entre supports	17
Tableau 2 : épaisseur isolation eau chaude chauffage	18
Tableau 3 : épaisseur isolation eau glacée	19

1 Normes, prescription et règlement

L'ensemble des lois, normes, prescriptions et recommandations ainsi que les règlements communaux, cantonaux et fédéraux en vigueur en Suisse lors de la réalisation sont à respecter et notamment :

- La norme SIA 181 concernant la protection contre le bruit,
- La norme SIA 205 concernant la pose de conduites et câbles souterrains,
- La norme SIA 180 concernant l'isolation thermique des bâtiments,
- La norme SIA 181 concernant la protection contre le bruit dans le bâtiment,
- La norme SIA 271 concernant l'étanchéité des bâtiments,
- La norme SIA 380 pour les calculs énergétiques des bâtiments,
- La norme SIA 380/1 concernant l'énergie dans le bâtiment,
- La norme SIA 380/2 pour les calculs énergétiques dynamiques des bâtiments,
- La norme SIA 380/3 pour les travaux d'isolation thermique des conduites,
- La norme SIA 381/3 concernant les degrés jours en Suisse,
- La norme SIA 384/1 concernant les performances requises à l'égard des installations thermiques dans les bâtiments,
- La norme SIA 384/2 concernant les systèmes de chauffage dans les bâtiments,
- La norme SIA 384/3 concernant les besoins en énergie dans les bâtiments,
- La norme SIA 384/201 concernant les besoins thermiques,
- Le cahier technique SIA 2024 concernant les données d'utilisation des locaux pour l'énergie et les installations du bâtiment,
- Le cahier technique SIA 2028 concernant les données climatiques pour la physique du bâtiment, l'énergie et les installations du bâtiments,
- Les directives SICC 93-1 « Dispositifs techniques de sécurité pour les installations de chauffage (volume principal et compléments N° 1 et 2) »,
- Les directives SICC 91-1-F « Ventilation et aération des chaufferies »,
- Les directives SICC BT 102-01 « Qualité de l'eau dans les installations »,
- Les prescriptions de l'AEAI,
- Les prescriptions MOPEC 2014,
- Les directives CFST, gaz liquéfiés, partie 2,
- Les éventuels documents établis par le soumissionnaire.

En cas de différence entre les normes précitées et les conditions du MO, ou de la soumission, ce sont ces dernières qui font foi.

2 Spécifications techniques

2.1 Echangeurs

2.1.1 Echangeurs à plaques brasées

Constitués d'un empilement de plaques ondulées en acier inoxydable (V4A) dont la soudure des points de contact et de la périphérie est obtenue par brasage dans un four à vide.

Exécution à contre-courant avec raccords filetés jusqu'au diamètre 1"1/2 et à brides au-delà.

Utilisation limitée à 200 kW de puissance du circuit secondaire.

Sans autres précisions du cahier des charges, la perte de charge est limitée à 10 kPa sur le circuit de débit le plus élevé. Elle sera toutefois optimisée pour l'obtention du meilleur rendement.

L'isolation est soigneusement collée sur toute la surface de l'échangeur pour l'utilisation en eau glacée.

2.1.2 Echangeurs à plaques démontables

Constitués de plaques embouties en standard inox V4A minimum serrées entre 2 plaques au moyen de tirants. L'étanchéité entre fluides est assurée par un système double joint nitrile pour fluide inférieur à 110 °C et selon précisions particulières pour autres conditions.

Exécution à contre-courant avec raccords à brides.

Sans autres précisions du cahier des charges, la perte de charge est limitée à 15 kPa sur le circuit de débit le plus élevé. Elle sera toutefois optimisée pour l'obtention du meilleur rendement.

Les tirants sont dimensionnés pour une réserve de plaques de 30%.

Proscrire l'isolement des fluides par vanne ¼ de tour.

Bâti en acier revêtu peinture époxy.

L'isolation est soigneusement collée sur toute la surface de l'échangeur pour l'utilisation en eau glacée.

2.2 Expansion statique

Vase d'expansion sous pression à charge de gaz fixe pour installations de chauffage, installations solaires et installations de refroidissement. Le vase est en acier soudé, avec revêtement extérieur. A l'intérieur de la vessie, l'eau d'expansion est protégée contre l'entrée d'oxygène.

Le dispositif d'expansion est monté côté aspiration des pompes et circulateurs. Il est muni d'un appareil de sectionnement protégé avec vidange pour vase d'expansion.

Vase intermédiaire pour température supérieure à 70 °C ou inférieure à 8 °C.

Conforme aux directives SICC 93-1, ENV 12977-1 pour installations solaires.

Calcul selon volume de l'installation et coefficient d'expansion pour température moyenne du fluide excepté en solaire où il est fonction de la température maximum. Le volume est augmenté d'au moins 1% pour tenir compte des pertes d'eau de purge ou autres.

La pression d'origine (PO) est égale à la hauteur statique + la pression d'évaporation + 0,3 bars minimum. Elle n'est jamais inférieure à la pression minimale de fonctionnement des appareils. PO est la pression de gonflage côté gaz.

La pression initiale (Pa) est au-moins égale à $PO + 0.3 \text{ bar}$.

La pression finale (Pe) sera d'au-moins 0,5 bar inférieur à la pression de tarage des soupapes.

2.3 Expansion maintien de pression

2.3.1 Expansion par compresseur d'air

Système de maintien de pression fermé pour installations de chauffage, installations solaires et installations de refroidissement avec 1 compresseur. Il est composé d'une unité de commande avec système pneumatique et commande par microprocesseur, d'un vase pilote et d'un ou plusieurs vases supplémentaires. Les vases sont des vases d'expansion avec vessie en butyle. L'unité de commande est raccordée de manière flexible côté air au vase pilote pour la compensation et la mesure de pression.

Les prescriptions du fournisseur priment sur toute autre recommandation.

L'unité de commande garantit une précision maximale. La pression varie au maximum de $\pm 0,1 \text{ bar}$ par rapport à la valeur de consigne. Des capteurs électroniques mesurent la pression de l'installation dans l'unité de contrôle ainsi que la contenance du vase pilote, et transmettent les valeurs sous forme d'un signal analogique 4-20 mA.

Le vase est cylindrique, en acier soudé, avec revêtement extérieur. Un dispositif de vidange de condensat est installé au fond. Ses trois pieds garantissent un montage stable. L'un d'eux est muni d'un pied vérin électronique pour mesurer la contenance. Un tuyau flexible permet le raccordement hydraulique, afin de ne pas influencer la mesure de contenance. Il est raccordé sous le vase. La conduite d'expansion avec vidange du vase et vanne à coiffe d'isolement sécurisée doit être raccordée ; son dimensionnement doit être suffisant selon les indications du manuel de montage et d'exploitation. A l'intérieur de la vessie, l'eau d'expansion est protégée contre l'apport d'oxygène. Elle peut être purgée à l'aide d'un purgeur situé sur la partie haute.

Il est possible de réaliser l'appoint d'eau à l'aide d'un appareil séparé. La commande par microprocesseur est activée lors de la mise en service. L'appoint d'eau assure une réserve d'eau dans le vase d'expansion.

2.3.2 Expansion par transfert d'eau

Système de maintien de pression fermé à pompe pour installations de chauffage, installations solaires et installations de refroidissement avec 1 pompe. Il est composé d'une unité de commande avec système hydraulique et commande par microprocesseur, d'un vase pilote et d'un ou plusieurs vases supplémentaires. Les vases sont des vases d'expansion pourvus d'une vessie en butyle étanche.

Les prescriptions du fournisseur priment sur toute autre recommandation.

L'unité de commande est raccordée côté eau de manière flexible avec le vase pilote à pression atmosphérique.

L'unité de commande garantit une précision maximale. La pression varie au maximum de $\pm 0,2$ bar par rapport à la valeur de consigne. Des capteurs électroniques mesurent la pression de l'installation dans l'unité de contrôle ainsi que la contenance du vase pilote, et transmettent les valeurs sous forme d'un signal analogique 4-20 mA.

Il est possible de réaliser l'appoint d'eau à l'aide d'un appareil séparé. La commande par microprocesseur est activée lors de la mise en service. L'appoint d'eau assure une réserve d'eau dans le vase d'expansion.

2.3.3 Appoint d'eau

Appoint d'eau avec ou sans pompe.

Vanne de remplissage DN 25 avec hydromètre à poussoir.

Cartouche de déminéralisation fonctionne comme échangeur d'ions sans additif chimique, débit 10 l/mn conforme aux Directives VDI 2035, SWIKI BT 102-01.

Raccordement en parallèle sur collecteur aller et retour avec pompe auxiliaire pour toute installation dont l'air ne peut être vidangé que par remplissage direct (chauffage de sol, plafond actif, etc).

L'alternative par dégazage à dépression par pulvérisation sous vide est acceptée.

Raccordé avec compteur d'eau avec contrôle de la quantité de minéraux dissous et alarme de valeur limite.

Disconnecteur BA certifié SSIGE si raccordement permanent.

Support mural de la cartouche, 10 ml tuyau caoutchouc avec 2 raccords, dévidoir mural.

2.4 Pompes centrifuges

Pompes centrifuges à moteur ventilé conforme directive européenne ErP et norme internationale CEI 60034-30. Les moteurs doivent correspondre à la classe énergétique IE3 ou à défaut IE2 et être équipés d'un dispositif de régulation de vitesse de rotation. Communication par bus en adéquateur directe ou par passerelle avec le bus « terrain » du système MCR.

Module de signalisation de panne.

Choix dans la plage de réglage optimum. Le point de sélection permettra une réserve débit pression de 10% minimum.

Corps en fonte grise, arbre et roue en acier inoxydable, palier inusable lubrifié par l'eau.

Raccordement démontable par brides, contre-brides et boulonnerie.

Montage In-line ou sur socle.

La garniture mécanique est adaptée au type et à la température du liquide pompé et à la pression de service.

Les pompes In-line doivent être montées sur des tuyauteries horizontales avec moteur vers le haut pour toutes puissances supérieures à 7.5 kW. En dessous, elles sont équipées de consoles ou plaques de base si la tuyauterie ne permet pas de la soutenir correctement et, d'une manière générale, si elles sont désolidarisées par des manchettes antivibratiles.

2.5 Circulateurs

Circulateurs haute efficacité conformes directive européenne ErP, soit classe d'efficienne A pour indice IEE < 0,23.

Communication par bus en adéquation directe ou par passerelle avec le bus « terrain » du système MCR.

Module de signalisation de panne.

3 à 6 modes de fonctionnement sélectionnable. Vitesse de rotation auto-adaptable.

Corps en fonte grise, arbre en acier inoxydable, palier inusable lubrifié par l'eau.

Protection du moteur intégrée.

Raccordement démontable par raccord 2 pièces ou brides.

Choix dans la plage de réglage optimum. Le point de sélection permettra une réserve débit pression de 10% minimum.

2.6 Compteurs de chaleur

Calculateur d'énergie homologué pour le chauffage ou refroidissement :

- Affichage LCD multifonctions ;
- Différence de température 0 à 150K minimum ;
- Niveau de coupure pour différence de température réglable ;
- Mesure de température avec thermosondes Pt100 appariées et agréées à 2/4-conducteurs ;
- Entrée débit par impulsions ;
- Calculateur échangeable sur place ;
- Module calculateur étalonné séparément ;
- Pour montage mural ou dans tableau électrique ;

- Carte de communication M-bus, BACnet ou MS-TP en fonction du protocole de communication choisi ;
- Fonction "historique" ;
- Sauvegarde des données > 10 ans par EEPROM ;
- Homologations pour chaleur et froid ;
- Alimentation :
 - 230 V
 - Ou par M-Bus
- Associé à débitmètre à jets multiples jusqu'à 1 m³/h ;
- Associé à débitmètre à ultrason de classe C au-delà ;
- Écart de mesure max. : $\pm 3 \%$ (classe 2) doit être atteinte dans les régimes de fonctionnement théorique ;
- Type de montage vertical ou horizontal sans incidence sur la mesure ;
- Résolution minimum de 1 kWh en lecture directe ou via la communication ;
- Compteur biénergie de préférence comptabilisant les inversions de température et inversion de débit ;
- Alarme en cas de mesure de débit inverse ;
- Calorifuge démontable exclusivement sur le débitmètre ;
- Vanne d'isolement en amont et en aval du débitmètre ;
- Homologation selon EN 1434 – Conformité selon MID.

La participation aux mises en service de l'installateur, du fabricant du compteur, de l'électricien et de l'entreprise en charge de l'AdB est requise.

L'installateur appliquera l'adressage M-Bus qui lui sera communiqué.

Si le bon fonctionnement du compteur ne peut être testé entièrement du fait de la date de mise en service (ex : en été pour un compteur de chaleur), l'installateur planifiera un test de bon fonctionnement saisonnier, après réception des compteurs.

2.7 Robinets d'isolement

Robinet à boisseau sphérique, passage intégral, sphère et axe en laiton, axe inéjectable, poignée ergonomique en acier avec butée, étanchéité à l'axe par presse-étoupe PTFE ou double joints toriques NBR, corps laiton nickelé intérieur et extérieur, siège en PTFE, filets longs. Les robinets en inox sont obligatoirement de construction 3 pièces à brides.

Exceptionnellement, pour raison d'encombrement, une manette papillon peut remplacer la poignée. Toutefois, ces manettes ne sont pas acceptables au-delà du DN 20.

Vanne papillon à oreilles de centrage, Corps en fonte ductile, revêtement Epoxy, tige et clapet en acier inoxydable, double étanchéification de l'arbre par joint torique manchette EPDM, poignée crantée, barrière de point de rosée, contact sphérique entre l'obturateur et la manchette.

Température de service et pression nominale adaptées à l'application et au fluide véhiculé.

Sauf indication contraire de la description d'ouvrage, les robinets à boisseau sphérique sont admis jusqu'au DN 50.

À partir du diamètre 150, les vannes papillons sont équipées de réducteur.

Toute vanne est munie d'une rehausse adaptée à l'épaisseur de l'isolant.

En bout de ligne pour attentes, les vannes BS sont munies d'une cape et les vannes papillon sont impérativement à oreilles taraudées fermées par un fond plat.

Tous les accessoires d'assemblage aux tuyauteries sont compris dans la fourniture.

2.8 Robinets de réglage

Robinet de réglage, avec graduation de préréglage et prises de pression, en alliage à siège incliné avec blocage de position à l'ouverture. La pose est conforme aux notices du fournisseur. Le diamètre est déterminé en fonction des débits à mesurer et de la pression minimum pour effectuer cette mesure. À cet effet, le ΔP de mesure est obtenu entre un nombre de tours d'ouverture égal à 10 % du nombre de tour totale de la vanne et l'ouverture maximale.

Chaque niveau de réglage (constitué de plusieurs antennes) doit posséder une vanne de tête apte à réaliser l'ajustement du débit exigé.

Les robinets sont à brides à partir du DN 65. Les accessoires de montage sur la tuyauterie sont compris.

Un relevé de position de toutes les vannes sera transmis à l'ingénieur après réglage définitif de l'installation. Au moins une des vannes de l'installation sera grande ouverte.

2.9 Robinets d'équilibrage automatique

Cette technologie demandant de forts écarts de pression, ne pourra être mise en œuvre qu'après comparaison du bilan énergétique (avec ou sans) des circulateurs du circuit sur lequel ils sont installés.

Ils seront obligatoirement motorisables pour faire office de régulation des terminaux sans l'ajout d'une nouvelle vanne de régulation.

Leurs caractéristiques constructives seront les mêmes que les robinets d'équilibrages manuels.

2.10 Vannes de régulation

Les vannes 2 voies sont privilégiées pour toutes variations de débit au contraire des vannes trois voies utilisées pour les variations de température.

Les vannes de régulation sont de type à siège. Les vannes boisseaux sphériques sont acceptées pour l'isolement « Tout ou Rien » ou la commutation et pour les régulations terminales de petits diamètres. Dans tous les cas, les servo-moteurs sont de type progressif.

Le signal de commutation est donné par l'adjudicataire du lot MCR. Par défaut, le signal est de type 0-10V.

Sauf indication contraire du devis quantitatif, l'alimentation électrique est de type AC/DC 24V avec indicateur de position.

Le temps de course est adapté à la réactivité nécessaire du circuit régulé.

La motorisation est débrayable manuellement. Montage avec tête en bas interdit.

2.11 Vannes 2 et 3 voies

Corps forgé en laiton nickelé, éléments de fermeture en acier inoxydable, joints EPDM à visser avec contre-écrous jusqu'au DN 40 et en fonte avec contre-bridés, joints et boulons au-delà. Exécution PN 16.

Pression différentielle inférieure à la pression différentielle maximum indiquée par le fournisseur et limitée en valeur pour fonctionnement silencieux.

Corps forgé en laiton nickelé, opercule de réglage en acier inoxydable, joints EPDM à visser.

Le sens du fluide indiqué sur le corps de vanne doit être respecté.

2.12 Vannes 6 voies

Régulation terminale de corps de chauffe en change over destinée à remplacer les vannes 2 voies de chaque circuit. De ce fait, le diamètre est sélectionné dans le tableau fournisseur combinant les 2 kvs.

Pression différentielle inférieure à la pression différentielle maximum indiquée par le fournisseur et limitée en valeur pour fonctionnement silencieux.

Séquence 1 (froid) 0 – 30°, zone neutre 30 – 60° et séquence 2 (chaud) 60 – 90°. En position fermée, la vanne comporte une compensation de pression intégrée.

Les sens de fluides indiqués sur le corps de vanne doivent être respectés.

L'entreprise valide en collaboration avec l'entreprise du MCR l'exactitude des 3 séquences lors du test de points.

2.13 Robinets de vidange

Robinet de vidange DN 15 en laiton nickelé avec bouchon à chaînette DN 20. Manœuvrable par l'empreinte du bouchon.

2.14 Clapets de retenue

Clapet toutes positions corps en laiton, clapet nylon, joint nitrile, ressort inox jusqu'au DN 20 inclus.

Clapet à battant laiton contact métal-métal caoutchouc taraudé jusqu'au DN 40.

Clapet fonte à double battants entre brides corps fonte GLS, battant inox 304, joint EPDM, PN 16 de DN 50 et au-delà.

2.15 Filtres à tamis

Filtre à tamis corps laiton PN 16, tamis inox maille 8/10e, taraudé jusqu'au DN 50.

Filtre à tamis PN16 corps fonte avec vanne de purge. Écartement suivant DIN 3202 – NF 29354, tamis inox démontable, chapeau boulonné à partir du DN 65. Son positionnement interdit toutes retombées dans le réseau des éléments filtrés lors du nettoyage.

2.16 Soupapes de sécurité

La pression d'ouverture est définie en fonction de l'expansion. Leur refoulement doit être réalisé de façon à interdire tous risques accidentels et éviter tous risques de rétention d'eau. La contre-pression admissible ne doit pas être dépassée.

Les diamètres entrée et sortie des tuyauteries ne doivent jamais être inférieurs aux diamètres de rejet de la soupape.

La perte de pression admissible de la tuyauterie d'arrivée ne doit pas dépasser 3 % de la pression d'ajustement de la soupape.

Dans le cas de circuit glycolé, le rejet de soupape est ramené au sol dans un récipient en PVC dont l'opacité permet encore la vision du liquide d'un volume de 3 litres minimum.

2.17 Soupapes de pression différentielle

De construction droite ou équerre, elles sont dimensionnées sur la valeur de débit minimum du circuit protégé et dans sa plage de pression induite. Raccord filetable jusqu'au Ø 1"1/4 et à brides au-delà. Installation impérative d'un filtre à tamis en amont sur le by-pass ou sur la conduite principale de départ.

Corps de vanne en laiton, joints EPDM et ressort en inox. Bouton de consigne rotatif, valeur de réglage visible, avec système de blocage ou manœuvre par clé spéciale.

Utilisation de régulateur de pression automoteur à partir de DN 40. La pression de décharge est contrôlée par une membrane autoéquilibrée avec compensation par ressorts et prises de mesure internes.

2.18 Amortisseur de vibrations

Manchon taraudé avec soufflet EPDM et raccords en fonte galvanisée jusqu'au DN 40.

Manchon à brides tournantes en acier zingué PN 16 et soufflet EPDM avec toile en fibres synthétiques, limiteurs d'élongation.

Manchon dit « sortie de pompe » en EPDM et bride insérée.

Points fixes sur les tuyauteries pour limiter les déplacements transversaux et axiaux.

2.19 Compensateurs de dilatation

Compensateur de dilatation axiale métallique avec soufflet extérieur et chemises intérieures coulissantes en inox. Assemblage soudé jusqu'au diamètre 50 et à brides au-delà.

Ils sont montés à proximité d'un point d'ancrage avec guidage immédiatement derrière le compensateur.

La dilatation totale du tronçon protégé ne doit pas dépasser 60% de la capacité maximale d'absorption du compensateur.

2.20 Séparateurs air et boues

Séparateurs à bulles avec cage à bagues à réserver aux installations de chauffage de petites et moyennes puissances.

Pour les installations de grosses puissances et les installations de rafraîchissement, ils seront remplacés par des séparateurs à dépression travaillant par pulvérisation sous vide en indépendant ou incorporé au maintien de pression par transfert d'eau.

Séparateurs à boues avec action magnétique à barreau combiné éventuellement avec séparateur à bulles. La vitesse dans les séparateurs ne dépassera pas 3 m/s.

2.21 Purgeurs

Purgeurs dits de première purge équipant tout point haut de l'installation. Modèle grand débit parfaitement isolable pour remplacement.

Implantation sur dérivation avec bouteille de diamètre suffisant pour ne pas augmenter la perte de charge du fluide dans le tronçon concerné.

À coupler au minimum avec dégazeur en fonctionnement de type séparateur à bulles.

2.22 Métrologie

Les mesures ne doivent pas dépasser les limites des plages de fonctionnement des instruments moins 10 % (haute) et plus 10 % (Basse). La précision de mesure est garantie à ± 2 %.

Les appareils indicateurs de température sont implantés en amont et aval de tous appareils modifiant les caractéristiques de l'eau. Ils sont à colonne de liquide ou bimétallique à cadran Ø 100 pour les thermomètres et à cadran de diamètre 63 mm à bain de glycérine pour les manomètres.

La longueur des doigts de gants des thermomètres et sondes est choisie pour que le point de mesure soit situé entre le 1/3 et les 2/3 de la canalisation.

Les indicateurs de pression différentielle sont implantés sur les appareils ou partie d'installation nécessitant une surveillance visuelle. Ils sont montés en parallèle des pressostats éventuels et raccordés par tube cuivre.

Thermomètre de classe 2 avec doigt de gant amovible en alliage vissé. Equipé d'une vis de maintien ou système équivalent.

La visualisation sur les modèles à colonne de liquide se fait à travers un verre prismatique grossissant.

Manomètre à bain de glycérine classe 1,6. Boîtier en acier inox et plongeur en alliage de cuivre. Ils sont protégés par robinet à poussoir en laiton pour lecture par piston enfoncé exception faite des circuits glycolés où ils sont remplacés par des robinets d'isolement.

Des prises de mesure, genre Twinlock, sont implantées en amont et aval des appareils.

Le tube d'expansion est muni d'un manomètre avec aiguille de repérage.

2.23 Prise de mesure

Mamelon pour mesure de pression et de température auto-étanche à l'introduction et au retrait des aiguilles de mesures, en laiton avec cape vissée solidaire du corps par collier plastique.

Plage de températures -10 à + 130 °C, pression maxi 35 bar.

Ils sont implantés en amont aval des échangeurs d'énergie, des pompes et circulateurs et des appareils de régulation et de sécurité supérieurs au diamètre 65 ainsi que sur les retours de secteurs si ceux-ci ne sont pas équipés de robinet à prise de pression.

2.24 Tuyauteries

Sauf spécifications particulières de la description d'ouvrage, les tubes à mettre en œuvre sont :

- Des tubes bouilleurs sans soudure en acier ST37 (DIN 2458/2448) ;
- Des tubes à eau, avec ou sans soudure, en acier ST33 (DIN 2442/2440) ;
- Des tubes inox sans soudure qualité EN1.4301 (AISI 304) pour V2A et EN1.4404 (AISI 316L) pour V4A ;
- Des tubes noirs sans soudure selon normes DIN2440/2448 pour les réseaux vapeur ;
- Des tubes acier carbone à sertir (1,0034) avec enrobé polypropylène ou acier inox 1.4401 à mettre en œuvre selon prescriptions fournisseur et équivalence des spécifications qui suivent ;
- Les tubes multicouches avec âme en aluminium à mettre en œuvre selon prescriptions fournisseur.

Cintrage des tubes admis jusqu'à DN15. Courbe sans soudure en acier carbone DIN 2605 nuance ST37.0 au-delà rayon minimum 3d.

Réduction excentrique DIN 2616 et té DIN 2615 en acier carbone nuance ST35.8.

La certification des soudeurs selon EN ISO 9606-1 et la qualification des modes opératoires de soudage selon ISO 15614-1 sont demandées pour tout fluide dont la pression de service est supérieure à 6 bars. Tous les autres points de la norme EN ISO 3834-3 sont à satisfaire.

Les purges et vidanges faisant partie des règles de l'art, elles sont de fait, prévues dans le devis.

Toutes les tuyauteries sont nettoyées, dégraissées et peintes avec une peinture antirouille adaptée au fluide véhiculé et compatible avec l'isolation thermique.

Les tubes sont livrés bouchonnés par des capes plastiques.

Les distances maximales entre supports sont les suivantes :

Jusqu'au diamètre	Distance entre supports (m)
DN 15	1.5
DN 25	2.0
DN 50	2.5
DN 100	3.5
DN 150	5.0
DN 200 et au-delà	6.0

Tableau 1 : distance maximale entre supports

Dans le doute, la Direction de Travaux pourra demander un calcul justificatif de résistance des supportages. Cette note de calcul est obligatoire au-delà du DN 200 et en cas de dispositions particulières antisismiques.

Dans la mesure du possible, la dilatation est compensée géométriquement. Les points fixes, guidage et compensateurs de dilatation sont à prévoir en conséquence.

Une coupure antivibratoire est prévue au plus près des tubes supportés. En cas de risque de condensation, les colliers sont équipés de coquille PIR de même épaisseur que l'isolation.

Une peinture de finition aux couleurs conventionnelles est appliquée sur toutes parties de canalisations apparentes selon SIA410/1 et norme VSM 18575.

Toutes les tuyauteries seront soumises à un test de pression avant la pose de l'isolation. Celui-ci sera fait à l'eau à une pression égale à $1,1 \times$ la pression de sécurité de l'installation (selon SICC 93-1F).

Les systèmes à sertir sont acceptés jusqu'au DN 65. Ils sont impérativement titulaires d'un avis technique et comportent des indicateurs de sertissage.

Les systèmes multicouches sont acceptés jusqu'au DN 20 en barre ou couronne. Ils sont impérativement titulaires d'un avis technique.

2.25 Isolation

Conforme aux normes SIA 380/3 et 382/1 mais également au guide de pose du fabricant. Certifiée ACERMI.

2.25.1 Isolation des tuyauteries de chauffage

Les conduites suivantes doivent être isolées :

- Toutes les conduites de chauffage se trouvant dans le sol, à l'extérieur ou dans des espaces ne faisant pas partie du volume chauffé du bâtiment (chaufferie, grenier, sous-sol, ...).
- Toutes les conduites de chauffage se trouvant dans les faux-plafonds, les locaux techniques ou les gaines techniques, même si ceux-ci font partie du volume chauffé du bâtiment.

- Toutes les conduites de chauffage traversant des locaux où un système de climatisation est prévu.
- Toutes les conduites de chauffage passant dans des locaux du volume chauffé mais desservant d'autres locaux et non le local où elles passent. Cette dernière exigence est valable si :
 - Le diamètre de la conduite est supérieur à DN 40 ;
 - Si la longueur totale des conduites de ce type est supérieure à 6 m et surtout si les déperditions des conduites sont telles qu'elles entraînent une surchauffe (donc une surconsommation) du local traversé.

Par défaut, une protection semi-rigide est obligatoire sur les isolations fibreuses (Laines minérales ou autres). Pour les autres, la protection est précisée dans la description d'ouvrage. Les protections exposées à toutes projections d'eau sont soigneusement jointoyées au silicone en prenant soin de disposer les joints côté abrité.

Les coquilles aux passages des dalles et des murs seront posées en temps voulu.

Dans le cas où d'autres corps de métier risqueraient, après montage, d'occasionner des dommages, des mesures de protection seront prises par l'entrepreneur.

L'isolation est arrêtée par des embouts rigides aux couleurs conventionnelles du fluide véhiculé.

Les épaisseurs de l'isolation thermique des conduites de chauffage sont les suivantes :

Jusqu'au diamètre	$0.03 < \lambda \leq 0.05 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	$\lambda \leq 0.03 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
DN 15	40 mm	30 mm
DN 25	50 mm	40 mm
DN 50	60 mm	50 mm
DN 80	80 mm	60 mm
DN 150	100 mm	80 mm
DN 200 et au-delà	120 mm	80 mm

Tableau 2 : épaisseur isolation eau chaude chauffage

Les traversées des parois des compartimentages coupe-feu sont réalisées en matériau RF1.

2.25.2 Isolation des tuyauteries d'eau glacée

Les conduites doivent être isolées pour éliminer tout risque de condensation. Pour toutes températures de service inférieures à 14°C ou en cas de fort taux d'hygrométrie ambiante, la continuité de la barrière vapeur est renforcée par l'adjonction d'un enduit continu.

Les isolants ayant une faible résistance à la diffusion de la vapeur d'eau sont proscrits.

Par défaut, une protection semi-rigide est obligatoire. Pour les cas particuliers, la nature de la protection est précisée dans le quantitatif de l'ouvrage. Les protections exposées à toutes

projections d'eau sont soigneusement jointoyées au silicone en prenant soin de disposer les joints côté abrité.

Les coquilles aux passages des dalles et des murs seront posées en temps voulu.

Dans le cas où d'autres corps de métier risqueraient, après montage, d'occasionner des dommages, des mesures de protection seront prises par l'entrepreneur.

L'isolation est arrêtée par des embouts rigides aux couleurs conventionnelles du fluide véhiculé.

Les tuyauteries de climatisation doivent, en fonction de la différence de température entre le fluide et l'ambiance, dans le cas de figure considéré ainsi que de la valeur λ du matériau isolant, être protégées contre les transferts thermiques conformément au tableau ci-dessous :

ΔT [K]	5	10	15 ou +
Épaisseur d'isolation [mm] $0.03 < \lambda \leq 0.05 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	30	60	100

Tableau 3 : épaisseur isolation eau glacée

Les traversées des parois des compartimentages coupe-feu sont réalisées en matériau RF1.

2.25.3 Isolation des vannes et armatures

Tous les robinets, filtres, clapets anti-retour, pièces d'assemblage (y compris les brides) de diamètre supérieur à DN50 seront isolés.

Les isolants ayant une faible résistance à la diffusion de la vapeur d'eau sont proscrits.

Les protections exposées à toutes projections d'eau sont soigneusement jointoyées au silicone.

Les boulons des brides devront rester facilement accessibles.

Particularité isolation des appareils, vannes et armatures eau glacée.

Un soin particulier est apporté au remplissage des vides et à la continuité du pare-vapeur et de l'isolation.

2.26 Etiquetage

L'identification sera conforme à la norme NF X 08-100.

Aux extrémités des conduites et à chaque traversée de murs (de chaque côté du mur) des manchettes en alu, aux couleurs conventionnelles, sont à fixer solidement à l'isolation, ainsi que des flèches indicatrices avec texte.

Tous les appareils et les différents secteurs sont équipés de plaquettes indicatrices, vissées, comportant les caractéristiques techniques principales (Débit, Hm, Puissance thermique).

Leur numérotation correspondra aux indications des schémas hydrauliques, électriques et des plans. Il en est de même pour tous les appareils de régulation et de commande qui seront identifiés suffisamment tôt pour permettre à l'électricien d'en effectuer le raccordement.

Le fléchage des tuyauteries est réalisé par étiquettes adhésives 15/3 cm avec pointe à couper, couleur selon nature du fluide et pression, insensible à la lumière et à l'humidité texte gravé environ 30 caractères hauteur 8 mm.

Elles sont collées sur plaquettes lisses rapportées lorsque le support ne permet pas le collage direct.

Identification des différents secteurs par plaquettes rigides montées sur support métallique avec texte gravé environ 30 caractères, hauteur 8 mm sur 2 lignes avec indication du débit d'origine.

Identification des appareils par plaquette 14/8 cm avec texte gravé environ 30 caractères hauteur 8 mm.

L'existence d'une charte graphique propre au client est prépondérante sur ces spécifications.

2.27 Emetteurs de chaleur

2.27.1 Panneaux chauffants

En acier double protection anticorrosion et finition par poudrage epoxy-polyester.

Puissance calorifique selon EN 442.

Pression de service 6 ou 10 bars selon hauteur statique du bâtiment. Température de service 110 °C.

Technique de fixation conforme à la norme VDI 6036

Raccordement bitube en 2 points en opposition pour longueur > 1,2 m. Les orifices sont soit livrés pré-équipés, soit bouchonnés.

Protection latérale dans la couleur du corps de chauffe en cas de modèles avec ailettes ou multi-panneaux.

Robinet de réglage micrométrique sur le retour et robinet de régulation sur l'aller, purge d'air et vidange par clé.

2.27.2 Plancher chauffant

Le système autorise tous les revêtements de sol commercialisés.

Les tubes posés sur une isolation avec quadrillage imprimé sont maintenus en place au moyen de rails de fixation. Ils sont imperméables à la diffusion de l'oxygène.

Le système de pose dit en escargot est exigé. La longueur des boucles ne doit pas excéder 100 m ou leurs pertes de charge ne pas excéder 15 kPa.

Les collecteurs sont installés dans des armoires métalliques verticales ou horizontales. Ils doivent comporter les éléments suivants :

- Console de portage ;
- Vanne d'isolement sur l'aller primaire ;
- Vanne d'équilibrage sur le retour primaire ;

- Purgeur à l'extrémité du collecteur le plus haut ;
- Robinet de vidange à l'extrémité du collecteur le plus bas ;
- Robinet d'isolement avec ou sans motorisation au départ de chaque boucle ;
- Robinet de réglage avec témoin de débit sur le retour de chaque boucle.

Protection thermique des tubes en sortie de collecteur pour éviter les surchauffes liées à la concentration de tubes.

2.27.3 Plafonds et ilots actifs

Les dimensions des ilots sont définies à la conception du projet et ne nécessitent pas de prises de côtes en exécution. La commande des plafonds actifs ne peut se faire sans que l'entreprise ait mesuré les dimensions exactes après montage des cloisons afin de s'adapter parfaitement aux surfaces des locaux.

Dans les 2 cas, les activations sont constituées de plaques en aluminium extrudé collées en usine dans lesquels sont sertis des tubes cuivre de diamètre 12 mm minimum.

La perforation des plaques est déterminée en fonction de l'absorption acoustique souhaitée. Elles sont revêtues d'un feutre et d'un tapis d'isolation d'épaisseur déterminée en fonction de l'absorption complémentaire nécessaire.

Les plaques peuvent être perforées ou lisse, revêtues d'une peinture thermopoudrée et pivotantes.

La diffusion de l'air est assurée soit par des canaux intégrés, soit par des diffuseurs ponctuels montés d'usine sur les plaques. Les canaux de liaisons sont intégrés jusqu'aux piquages de la gaine de distribution.

Fournir obligatoirement :

- Une documentation technique des produits ;
- L'étude technique comprenant les puissances par local et les pertes de charges par circuit ;
- Les plans d'activation à jour de tous les niveaux ;
- Le plan de thermographie sur lesquelles sont indiqués toutes les thermographies par numérotation ;
- Les thermographies reprenant les indications sur les plans ;
- Le détail technique des activations.

Présentés sous format électronique comprenant l'ensemble des documents précités.

3 Limite de prestations

Prestations dues au présent lot	Prestations dues aux autres lots
Lot chauffage et refroidissement - Démontage des appareils AdB - Fourniture des schémas de raccordement et caractéristiques électriques des appareils - Tests mécaniques et périphériques - Pose de doigts de gant et périphériques - Repérage provisoire des appareils et périphériques - Collaboration à la mise en service, essais et réglage - Numérotation provisoire	Lot AdB - Repérage des appareils AdB à démonter - Fourniture des schémas électriques complets - Test de points - Fourniture de doigts de gant et périphériques - Etiquetage définitif des appareils et périphériques - Etiquetage définitif - Mise en service et finalisation de fonctionnement
Lot chauffage et refroidissement - Fourniture des caractéristiques des équipements hydrauliques - Collaboration à la mise en service, essais et réglage des équipements si lien avec l'hydraulique (ex : monobloc)	Lot ventilation - Fourniture des caractéristiques des équipements de ventilation - Mise en service et finalisation de fonctionnement des équipements de ventilation
Lot chauffage et refroidissement - Démontage des appareils hydrauliques - Fourniture et montage des vannes de régulation et motorisation sur tuyauteries - Fourniture des caractéristiques électriques des appareils - Pose de doigts de gant et périphériques	Lot électricité - Désolidarisations électriques pour démontage - Raccordement électrique des motorisations - Raccordement électrique des appareils hydrauliques - Raccordement électrique des périphériques hydrauliques - Raccordement électrique des tableaux
Lot chauffage et refroidissement - Poste d'eau avec porte tuyau souple - Remplissage de l'installation avec poste de déminéralisation - Localisation et dimensionnement garde d'eau des siphons d'évacuation des condensats des appareils - Caractéristiques de l'alimentation en eau des appareils	Lot sanitaire - Alimentation du poste d'eau et robinet de puisage avec raccord au nez - Raccordement des appareils de remplissage avec traitement d'eau - Raccordement avec siphon des évacuations des condensats - Alimentation en eau traitée des appareils
Lot chauffage et refroidissement - Plan de réservations, carottage et sciage, traçage si nécessaire - Plan de socles - Protection et isolation thermiques des conduites en traversée de murs et dalles - Fourniture et pose de tubes plancher chauffant	Lot maçonnerie - Réalisation des ouvertures - Réalisation des socles - Rebouchages des traversées de murs et dalles - Coulage des chapes, fourniture et pose d'isolation sur dalle (phonique et acoustique) et polyane pare-vapeur

Lot chauffage et refroidissement - Traçage des percements si conduites réalisées après les cloisons - Protection et isolation thermique des conduites en traversée de cloisons et doublages	Lot cloisons doublages - Réalisation des percements et découpes - Rebouchage des traversées de cloisons et doublages
--	---

L'entreprise confirme avoir pris connaissance des conditions particulières de l'ingénieur et les accepte sans réserve.

Timbre et signature de l'entrepreneur :

Date et lieu :