EcoVitalis SAS
1149, La Pyrénéenne
Innopolis A
31 670 LABEGE
Tel : 05 19 08 19 37
contact@ecovitalis.com

Maître d'Ouvrage
IMT MINES D'ALBI
Allée des sciences
81 000 ALBI

REMPLACEMENT DE LA PRODUCTION DE CHAUD ET DE FROID RESTAURANT DE L'ECOLE DES MINES IMT D'ALBI (81)



LOT N°01 : GEOTHERMIE / VRD / GOE

Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)

DCE

Indice	Date	Rédaction	Vérification	Commentaire
C	02/10/2026	ADU	GBA	Diffusion DCE

SOMMAIRE

1 GENERALITES 4

1.1 Objet du présent document 4
1.2 Etendue des travaux 4
1.3 Description et phasage de l'opération 5
1.4 Classement des bâtiments 5
1.5 Liste des plans établis par la maîtrise d'œuvre 5
1.6 Normes et règlements 6
1.7 Planning 6
1.8 Dommage au tiers 6
1.9 Documents d'exécution et de chantier 6
1.10 Rapport avec l'administration 7
1.11 Choix du matériel 7
1.12 Documents soumis à VISA 8
1.13 Formation 8
1.14 Exigences d'assurance qualité 8
1.15 Dispositions d'hygiène et de sécurité 8
1.16 Responsabilité pour vol - dégradations 9
1.17 Protection, nettoyage 9
1.18 Liste des essais à réaliser par l'entreprise 9
1.19 Etiquetage - Repérage 12
1.20 Réception & Dossier de recollement 12
1.21 Garantie et entretien 13
1.22 Limite des prestations 13

2 NORMES, REGLEMENTS ET BASE DE CALCUL 15

2.1 Plomberie Sanitaires 15
2.2 Chauffage / Rafraîchissement / Ventilation/ Géothermie 16
2.3 Gros Œuvre 18
2.4 Travaux de Voies Réseaux & Divers (VRD) 19

3 PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES 23

3.1 Plomberie Sanitaires 23
3.2 Chauffage / Rafraîchissement / Géothermie 27

4 DESCRIPTION DES TRAVAUX DE DEPOSE & DE MAINTIEN 37

4.1 Travaux de dépose 37
4.2 Maintien en exploitation 37

5 DESCRIPTION DES TRAVAUX DE PLOMBERIE SANITAIRES 38

5.1 Remplissage eau froide sanitaire 38
5.2 Vidanges eaux usées 38

6 DESCRIPTION DES TRAVAUX DE GROS ŒUVRE 39

6.1 Travaux de dépose 39
6.2 Percements & pénétrations 39

7 DESCRIPTION DES TRAVAUX DE VRD 40

7.1 Installations de chantier 40
7.2 Barriérage de chantier 40
7.3 Tranchées géothermiques 40
7.4 Reprise des revêtements 41

8 DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS DE PRODUCTION GEOTHERMIQUE & CVC 43

8.1 Production calorifique géothermie 43
8.2 Production ECS 51
8.3 Production frigorifique 53
8.4 Canalisations hydrauliques 53
8.5 Sondes géothermiques 54

9 DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS DE REGULATION & DE GTC 63

9.1 Objectifs du système de GTC installé 63
9.2 Principes généraux 63
9.4 Liste de points GTC prévisionnelle 68
9.5 Architecture GTC existante et future du site IMT ALBI 70

10 ELECTRICITE 71

10.1 Alimentations électriques 71
10.2 Armoire de commande en local technique 72

11 COMPTAGE 74

11.1 Principe de comptage 74
11.2 Prescriptions techniques générales 74

12 TRAVAUX DIVERS 76

12.1 Etiquetage / Repérage 76
12.2 Schéma de principe 76
12.3 Désinfection des réseaux EF/ECS/BCL 76

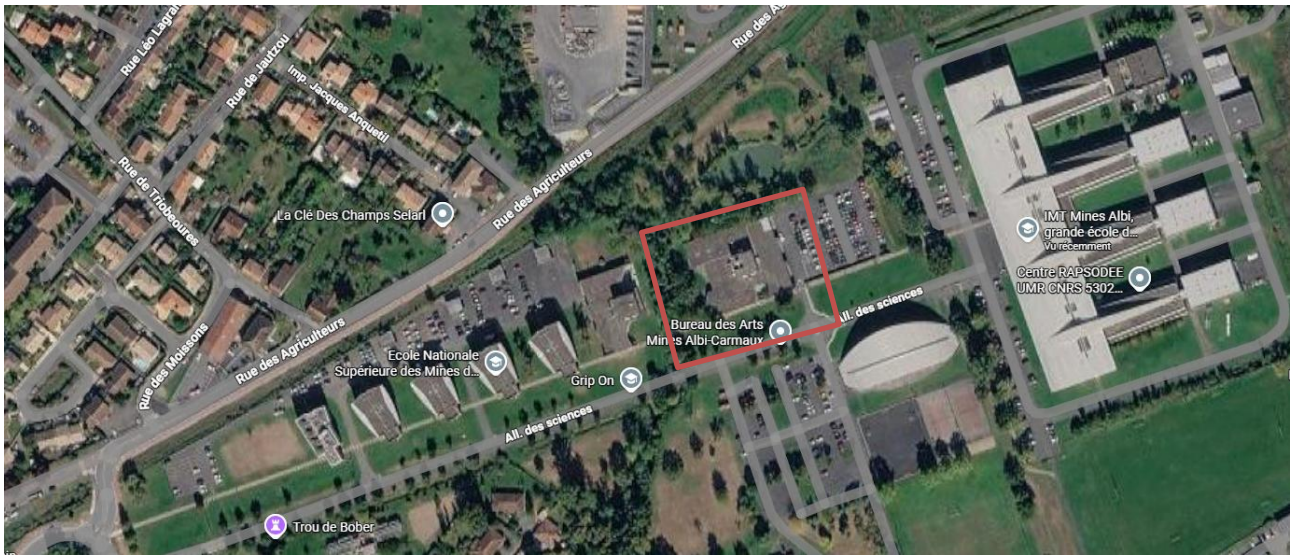
1 GENERALITES

1.1 Objet du présent document

Le présent CCTP a pour objet de définir les travaux à réaliser au titre du lot GEOTHERMIQUE / VRD / GOE pour le remplacement de la production de chaleur gaz existante par une production de chaleur géothermique sur sondes verticales sèches du restaurant de l'Ecole des Mines IMT d'ALBI (81).

Le restaurant est composé d'un simple RDC et de 2 étages ponctuels de locaux techniques. Le local technique au R+1 abrite les installations de ventilation tandis que le local technique au R+2 abrite la production de chaleur, de froid et d'Eau Chaude Sanitaire. L'accès aux locaux techniques se fait par un escalier simple volée débouchant directement en toiture.

Le bâtiment est situé sur le site de l'Ecole des Mines IMT d'ALBI (81). Le bâtiment est situé sur l'allée principale après les logements et en face le gymnase.



Les dates de visites seront inscrites au sein du règlement de consultation.

Il est à noter que le présent marché est composé de 2 lots distincts :

- Lot n°01 regroupant les travaux des installations techniques énergétiques et associés (géothermie, VRD et GOE)
- Lot n°02 regroupant les travaux d'étanchéité et de photovoltaïque

Le présent lot se veut « unique » pour les travaux énergétiques et regroupe donc l'intégralité des travaux à réaliser dans le cadre du remplacement de la production de chaleur.

1.2 Etendue des travaux

Les Prescriptions figurant au CCTP pourront être complétées ou modifiées suivant les observations du Contrôleur Technique.

Ce CCTP comprend les travaux suivants :

* Travaux de dépose :
  - La dépose et évacuation des équipements en chaufferie existante
  - La dépose et l'évacuation de tout équipement jugé nécessaire dans le cadre des travaux
* Plomberie sanitaire :
  - Le réseau de remplissage d'EF pour la nouvelle installation
  - La mise à jour des affichages de sécurité
* Production géothermique :
  - La réalisation des forages verticaux
  - La pose des sondes géothermiques verticales y compris poids de sonde
  - La cimentation des forages géothermiques
  - Les liaisons horizontales jusqu'au collecteur extérieur
  - Les liaisons en tube PE entre le collecteur et le local technique jusqu'aux PAC

- La production calorifique & frigorifique par PAC eau/eau associée à des ballons tampons pour le chauffage & le refroidissement
- Le circuit primaire de distribution hydraulique
- Le circuit de géocooling
- Les essais et la mise en service de l'installation
- La création du circuit de distribution de froid entre la production et le local CTA
- Le raccordement sur les circuits secondaires
- Les équipements de ventilation relatifs au R290
- Tous les raccordements électriques

* Electricité & régulation :
- Les modifications électriques depuis et sur le TGBT
- La nouvelle armoire électrique CVC dans le local technique
- Les éventuelles modifications électriques
- La dépose et/ou le déplacement des équipements électriques existants
- La mise en œuvre d'une régulation / GTC de la production & du PV

* Gros Œuvre :
- La pénétration dans le local technique GF cuisine des réseaux géothermiques
- La pénétration dans le local technique CVC au R+2
- Les divers percements et réservations des nouveaux réseaux & équipements

* VRD
- Les tranchées associées aux liaisons géothermiques horizontales jusqu'au collecteur
- La tranchée associée à la liaison géothermique depuis le collecteur jusqu'au local technique
- La remise en enrobé des zones impactées par les tranchées
- La remise en herbe des zones impactées
- La reprise des bordures
- Les différents fourreaux CFO & CFA en attente
- Le barriérage du chantier durant toute sa durée et ses phases

1.3 Description et phasage de l'opération

Les travaux seront réalisés en une tranche ferme.

Un phasage travaux sera cependant mis en œuvre afin de permettre le maintien en fonctionnement du site.

L'entreprise devra prendre connaissance du planning prévisionnel DCE notamment vis-à-vis des travaux de maintien et de VRD.

Le bâtiment devra être maintenu en exploitation durant toute la durée des travaux y compris pour la production d'Eau Chaude Sanitaire.

1.4 Classement des bâtiments

Le bâtiment est un Etablissement Recevant du Public (ERP) de type N et de 4ème catégorie.

1.5 Liste des plans établis par la maîtrise d'œuvre

Le présent CCTP est composé des pièces graphiques suivantes :

- GEO01 / Schéma de principe GEO de l'ensemble de la production ..... Sans échelle
- GEO02 / Plan de forages..... Echelle 1/100ème
- GEO03 / Plan des réseaux géothermiques ..... Echelle 1/100ème
- GEO04 / Plans des tranchées ..... Echelle 1/100ème
- GEO05 / Plans de l'aménagement du local technique ..... Echelle 1/50ème

1.6 Normes et règlements

Les matériaux, éléments ou ensembles traditionnels envisagés satisferont à tous les textes réglementaires en vigueur français et européens, ainsi que les dispositions des documents techniques unifiés, cahiers des charges et mémentos.

1.7 Planning

Les entreprises fourniront pendant la période de préparation du chantier un planning détaillé, daté à partir de l'ordre de service du Maître d'Ouvrage, de l'exécution de leurs travaux. Ils fourniront également, le nombre d'heures de travail du chantier correspondant à leur lot.

1.8 Dommage au tiers

Il est bien spécifié que l'entrepreneur du présent lot est entièrement responsable de tout dommage corporel et matériel occasionné à des tiers par des travaux de son lot, ainsi que tous dommages aux réseaux divers (apparents ou cachés) qui seraient en service.

Il fera son affaire de toute démarche auprès des riverains jouxtant le chantier, ainsi qu'auprès des services publics par les réseaux éventuels et démarches administratives.

L'entrepreneur prendra à sa charge, et sous sa seule responsabilité, toute disposition nécessaire de sécurité et de protection, ainsi que tous travaux confortatifs nécessaires au fait de l'exécution de son lot.

1.9 Documents d'exécution et de chantier

1.9.1 Mission du BET

La mission du BET est une mission de base selon le décret du 29/11/93 (loi MOP), ayant pour objet de déterminer l'implantation et l'encombrement des équipements techniques et de préciser les tracés des alimentations. Les plans d'exécution, de chantier et d'atelier ainsi que les notes de calculs de dimensionnement des sections de câble et des protections ne font pas partie du contenu de la mission du BET.

Le dossier remis aux entreprises est le dossier DCE détaillé en conséquence. L'ensemble des indications numéraires (puissances, sections, etc.) devra être vérifié par l'établissement de notes de calculs à la charge de l'entreprise. C'est pourquoi, en complément aux documents remis au DCE par la maîtrise d'œuvre, l'entreprise établira, avant toute réalisation, ses propres documents s'il décide de procéder à des modifications.

Avant le commencement des travaux, l'entreprise est tenue de vérifier les côtes des plans, coupes, etc., et de signaler au maître d'œuvre, toutes les erreurs ou omissions qu'elle pourrait constater ou de le rendre attentif à tout changement qui serait éventuellement à opérer.

L'entreprise devra également établir tous les plans de fabrication et les dessins de détails lui incombant dans le cadre de l'exécution de son marché, et que le maître d'œuvre jugera utile à la bonne exécution des ouvrages. Ces plans et dessins seront toujours établis à une échelle en rapport avec les dimensions des ouvrages afin de faire apparaître clairement tous les détails de l'exécution. Ils seront côtés et indiqueront toutes les dimensions, sections, diamètres, etc. utiles.

Les travaux ne pourront être commencés avant approbation de ces plans et dessins par le maître d'œuvre.

Cette approbation toutefois ne diminuera en rien la responsabilité de l'entreprise qui reste pleine et entière.

Tous les documents devront être remis dans des délais compatibles avec le planning des travaux établis.

1.9.2 Liste des documents à remettre par l'entreprise

* Les plans de réservations.
* Les schémas de principe hydrauliques modifiés indiquant l'ensemble des marques, modèles, puissances, des diamètres des réseaux, des débits, des pertes de charges, des niveaux de température, des références des équipements (pompes, production, etc.).
* L'analyse fonctionnelle des régulations de chauffage et de refroidissement avec leurs schémas de principe sur lequel seront repérés les capteurs et actionneurs permettant la mise en œuvre des boucles, asservissements, automatismes.
* Le bilan thermique pièce par pièce à l'aide d'un logiciel agréé par le CSTB et conforme aux calculs réglementés par EN 12831.
* Les schémas électriques des armoires et coffrets.
* Toutes notes de calculs justificatives.

* Les spécifications techniques détaillées du matériel proposé.
* L'ensemble des éléments constitutifs du dossier d'identité du SSI permettant au coordinateur de le constituer. Dans le cas d'absence d'un coordinateur SSI, l'ensemble devra fournir au minimum les éléments suivants :
  - Les schémas de principe,
  - La liste des matériels du SSI et la documentation technique correspondante,
  - Les certificats de conformité aux normes, fournis par le constructeur,
  - Les PV d'association des matériels,
  - Les plans d'exécution avec l'implantation des équipements,
  - Les notices techniques de chaque équipement avec, dans le cas d'une modification des références du CCTP, un dossier reprenant les fiches des équipements prévus au CCTP et celles proposées par l'entreprise,
  - Les procès-verbaux permettant de vérifier la conformité de certains équipements à la réglementation.
* L'entrepreneur devra également prendre en compte, dans son offre, les contraintes suivantes (liste non exhaustive) :
  - Toutes les démarches administratives,
  - Toutes les livraisons de matériel devront être réalisées en accord avec les autorités compétentes locales (maître d'œuvre, pilote du chantier, etc.),
  - Aucun matériel ne sera stocké en dehors des limites du chantier,
  - Les travaux seront exécutés dans le cadre du planning du dossier,
  - Prise en compte des dossiers Maîtrise d'Ouvrage ou Maîtrise d'œuvre et structure.

1.10 Rapport avec l'administration

L'entreprise aura, à sa charge, toutes les démarches administratives à la bonne exécution de ses travaux auprès de la maîtrise d'ouvrage. Toute demande devra être anticipée afin de permettre aux services concernés de se préparer.

1.11 Choix du matériel

Tous les matériaux et appareillages entrant dans la constitution des installations seront conformes aux Normes en vigueur et comporteront les estampilles NF ou CE. Les matériaux, fournitures et produits fabriqués devant être mis en œuvre seront toujours de première qualité suivant indications de provenance, type ou marque du présent CCTP.

Dans tous les cas où un matériau ou un produit est défini par le CCTP par une marque nommément désignée et la mention "ou équivalent", les entrepreneurs auront la faculté de faire agréer par le Maître d'Œuvre un produit d'une autre marque sous réserve que ce produit soit équivalent. En aucun cas, l'entrepreneur ne pourra substituer un matériau de son choix à ceux prévus au présent CCTP sans accord du Maître d'Œuvre et du Maître d'Ouvrage.

Les matériaux et produits étrangers sont autorisés sous réserve de répondre aux normes du REEF ou d'être équivalents aux produits français équivalents ou d'être agréés par le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage.

Tous les matériaux quels qu'ils soient, ne devront en aucun cas présenter des défauts susceptibles d'altérer l'aspect des ouvrages ou de compromettre l'usage de la construction. Dans le cadre des prescriptions du présent CCTP, le Maître d'Œuvre aura toujours le droit absolu de désigner la nature et la provenance des matériaux qu'il désire employer et d'accepter ou de refuser ceux qui lui sont proposés.

Avant tout commencement des travaux, l'entrepreneur devra présenter au Maître d'Œuvre pour acceptation, un échantillon des différents matériaux qu'il envisage de mettre en œuvre. Pour tous matériaux fabriqués soumis à un avis technique du CSTB, l'entrepreneur ne pourra mettre en œuvre que des matériaux titulaires de cet avis et il devra toujours être en mesure, à la demande du maître d'œuvre, d'apporter la preuve de cet avis technique. Tous les frais nécessaires à l'obtention de cet avis sont à prévoir dans le cadre de ce marché (notamment dans le cas d'un ATEX).

L'entrepreneur sera également tenu de produire à toutes demandes du Maître d'Œuvre les procès-verbaux d'essais ou d'analyses de matériaux établis par les organismes qualifiés. A défaut de production de ces procès-verbaux, le maître d'œuvre pourra prescrire des essais ou analyses sur prélèvements, qui seront entièrement à la charge de l'entrepreneur. Les avis techniques doivent avoir fait l'objet d'un avis favorable des assureurs.

Le titulaire du présent marché sera tenu pour responsable des délais supplémentaires qui pourraient découler du fait de la présentation du matériel ou appareillage qui ne serait pas accepté par le maître d'ouvrage ou son représentant. Il devra, en effet, proposer le matériel à l'acceptation suffisamment à l'avance pour éviter tout retard en ce sens.

NOTA : Les marques de fabricants sont données à titre indicatif. Cependant, la quantité, les caractéristiques et l'aspect sont impératifs et situent le niveau des prestations souhaitées.

1.12 Documents soumis à VISA

Une liste de documents attendus pour VISA du maître d'œuvre sera transmise à l'entreprise en début de chantier. Tous les documents seront parfaitement lisibles, identifiés et signés par leurs auteurs afin d'assurer leur traçabilité. L'inobservation de ces règles entraînera le refus des documents concernés.

Le Maître d'Œuvre et le Maître d'Ouvrage demeurant juges en chaque cas d'espèce, ont toute autorité et pouvoir de décision pour rejeter une proposition de matériel ou matériau qu'ils estiment ne pas répondre aux définitions caractéristiques minimales exigées.

Aucune entreprise ne peut s'élever contre leur arbitrage et en particulier faire état de critère d'ordre financier. L'entreprise est tenue de se soumettre au choix arrêté et de fournir dans le cadre de son marché les matériels ou matériaux retenus.

Cependant, si l'indication d'une marque ou d'un type est mentionnée sans être suivie des termes "ou similaire", "ou équivalent", etc., la définition ainsi exprimée précise soit l'absence de modèle correspondant en autres fournitures, soit le choix du Maître d'Œuvre d'un modèle ou d'une fourniture déterminée, pour des raisons esthétiques ou techniques.

1.13 Formation

Indépendamment des essais ci-dessus, l'entrepreneur sera tenu de mettre à la disposition du service technique du Maître d'Ouvrage sans rémunération spéciale, le personnel qualifié pour mettre en service, contrôler le bon fonctionnement des installations sous sa responsabilité pendant le temps nécessaire et instruire durant la même période le personnel désigné par le client pour assurer le fonctionnement et la maintenance des dites installations.

L'entrepreneur vérifiera que le dit personnel a assimilé ladite formation.

En outre, l'entrepreneur attributaire des travaux devra fournir avant la mise en service de l'installation en triples exemplaires, les consignes et instructions utiles pour la conduite des divers appareils.

Pour le présent lot, prévoir deux séances d'une journée de formation pour l'ensemble des installations techniques du bâtiment.

1.14 Exigences d'assurance qualité

Chaque entreprise devra au niveau de la réponse à l'appel d'offre présenter sa structure et sa démarche relative à l'assurance de la Qualité. Celles-ci devront être aussi proches que possibles des normes ISO 9001 (conception) et/ou ISO 9002 (fabrication).

Pendant la période de préparation, l'entreprise fera approuver par le maître d'œuvre un Plan d'Assurance de la Qualité qui définira l'organisation, les étapes clés (avec points de contrôle) des processus de fabrication, d'installation et d'essai en usine, sur site et d'ensemble des équipements ou sous-systèmes. Le titulaire formulera l'ensemble des dispositions spécifiques qu'il compte mettre en œuvre pour obtenir la qualité requise pour la fabrication et l'installation de ses matériels.

Le maître d'œuvre aura la possibilité d'assister à tous les points de contrôle définis pas le PAQ du marché. Le Maître d'Œuvre privilégiera les contrôles jugés importants pour le bon déroulement de l'ensemble du projet et aura la possibilité de procéder à toute vérification qu'il jugera utile.

Tous les matériaux mis en œuvre devront recevoir l'approbation du Maître d'Œuvre.

Par ailleurs, une attention particulière sera portée sur la circulation des documents :

- Présentation des documents,
- Numérotation des documents,
- Liste de diffusion,
- Gestion des modifications (indices de révision), etc.

L'ensemble des informations et documents provenant du titulaire devra obligatoirement transiter par le Maître d'Œuvre & le Maître d'Ouvrage.

1.15 Dispositions d'hygiène et de sécurité

Chacun des entrepreneurs chargés de la réalisation des travaux doit se conformer parfaitement à l'ensemble des dispositions prévues par le Code du Travail et par la réglementation en vigueur à la date d'exécution des travaux ; l'application desdites dispositions relevant totalement de la responsabilité de l'entrepreneur.

L'entreprise adjudicataire devra impérativement déclarer l'identité de toutes personnes travaillant sur le chantier. Tous les personnels de l'entreprise recevront un badge.

1.16 Responsabilité pour vol - dégradations

Il est ici formellement spécifié que chaque entrepreneur sera entièrement responsable de ses approvisionnements et de ses ouvrages jusqu'à la réception des travaux, qu'il s'agisse de détournements, dégradations ou détériorations.

1.17 Protection, nettoyage

Le présent projet est composé d'un lot unique, en ce sens, l'entreprise devra inclure dans son marché toutes les dépenses usuellement comprises dans le compte prorata.

1.17.1 Protection des ouvrages

L'entreprise devra assurer la protection de ses ouvrages par tout moyen de son choix, que ce soit contre les intempéries, la détérioration par la chute d'objets, le vol, etc.

Elle aura également à sa charge la remise en état au cours du chantier des moyens de protection.

L'entreprise devra, à ses frais, le remplacement de tout matériel détérioré ou disparu en cours de chantier. Ce remplacement pourra être effectué à la mise en service de l'installation.

1.17.2 Nettoyage

1.17.2.1 Nettoyage en cours de chantier

Chaque entrepreneur intervenant sur le chantier devra toujours, immédiatement après exécution de ses travaux, procéder à l'enlèvement des gravois de ses travaux et au balayage des locaux. Il sera formellement interdit de jeter des gravois par les ouvertures des façades ; mais ils devront toujours être sortis, soit par goulotte, soit en sacs ou par seaux.

En résumé, le chantier devra toujours être maintenu en parfait état de propreté, et chaque entrepreneur devra prendre ses dispositions à ce sujet.

1.17.2.2 Nettoyage de mise en service

Les nettoyages de mise en service pour la réception seront réalisés par l'entrepreneur.

1.17.2.3 Conditions d'exécution

Les nettoyages devront faire disparaître les taches de peinture, d'huile, de plâtre, de ciment, etc. Toutes les fournitures utiles à l'exécution des nettoyages seront à la charge de l'entrepreneur. Les produits employés (solvants, décapants, etc.), les procédés mis en œuvre (grattage, ponçage, etc.) devront être appropriés, afin de ne pas provoquer l'altération des ouvrages nettoyés eux-mêmes ou de leur état de surface (pli, brillant). Pour tous les revêtements non traditionnels (sols thermoplastiques, etc.) il y aura lieu de se référer aux indications données par le fabricant.

1.18 Liste des essais à réaliser par l'entreprise

En cours de travaux, chaque fois que cela sera nécessaire, le Maître d'Œuvre et la Maîtrise d'Ouvrage procèderont aux opérations de contrôle et aux essais en vue de la réception. L'entreprise sera tenue d'informer le bureau d'étude sur la date à laquelle celle-ci procédera à ces essais. Ces opérations ont, pour objet, la vérification de la conformité de l'exécution aux prescriptions des pièces du marché.

Cette vérification porte sur :

- La qualité du matériel et de l'appareillage.
- L'emploi en conformité aux Normes de Règlements et aux Spécifications du présent document.

Pour procéder aux OPR (Opérations Préalables à la Réception des travaux) dirigées par la maîtrise d'œuvre, l'entrepreneur établira et transmettra une lettre recommandée avec sa déclaration d'achèvement des travaux, des tests de bon fonctionnement, et de mise en service provisoire des installations.

Pour la réception des ouvrages, l'entreprise réalisera ses essais spécifiques définis par les normes en vigueur ainsi que les essais stipulés dans ce paragraphe. Les essais figurant dans les documents techniques COPREC seront transcrits par l'entrepreneur sur ces procès-verbaux suivant le modèle et seront transmis au contrôleur technique et au maître d'œuvre avant les opérations préalables à la réception des travaux.

De plus, les entreprises devront faire connaître au contrôleur technique et au Maître d'Œuvre les moyens qu'elle compte mettre en œuvre pour procéder aux vérifications techniques qui leur incombent et notamment :

- Le nom du responsable des vérifications techniques.
- Le nom du technicien et qualité.
- Les méthodes qui seront utilisées pour que les exécutants disposent des documents à jour.
- Type d'appareil, N° de série, Date d'étalonnage.
- Désignation du réseau.

Toutes ces données seront reportées sur chaque fiche de contrôle demandées ci-dessous.

Une fois les essais de l'entreprise réalisés, il sera effectué des essais et mesures concernant l'ensemble du matériel mis en œuvre qui sera dirigé par la Maîtrise d'Œuvre et le contrôleur technique. Ces essais sont exécutés sur l'ensemble du matériel et seront réalisés suivant une procédure établie par l'entreprise qui sera soumise à l'approbation du Maître d'Ouvrage et du Maître d'Œuvre 3 semaines (21 jours) avant la date des essais. L'entreprise doit fournir, à titre de prêt, tout le matériel nécessaire aux essais et, en particulier, les appareils de mesure ainsi que le personnel et la main d'œuvre nécessaires (préparation et exécution des essais).

La réception sera prononcée lorsque l'ensemble des travaux sera reconnu terminé conforme aux plans d'exécution en bon ordre de marche et répondant aux Normes.

Les travaux non reconnus terminés à la réception seront à la charge de l'entreprise y compris les frais annexes qui en découlent.

L'ensemble des essais ci-après devra être effectué par l'entreprise et répertorié sur un document d'autocontrôle à présenter au contrôleur technique et à la Maîtrise d'Œuvre. Cette liste n'est pas exhaustive et l'entreprise devra la compléter en fonction de la spécificité de l'installation.

Essais tableaux de protections :

- A la bonne exécution des dispositions réalisées selon les Règles de l'Art.
- A la vérification de l'étanchéité des installations et à la bonne mise en œuvre des appareils suivant les caractéristiques technologiques demandées.

Après calorifugeage et réglages :

- Aux contrôles des mesures des résultats imposés par le Cahier des Charges et définis au présent chapitre.

Seront notamment vérifiés par l'entreprise et communiqués au Bureau d'Etudes pour contrôle :

- Les débits et les températures.
- Les niveaux sonores.
- La précision et la bonne marche des appareils de contrôle et de sécurité.

Les fournitures manquantes devront être mises en place, les fournitures reconnues insuffisantes ou défectueuses remplacées et les défauts de montage rectifiés sous quinzaine.

Si, pour une raison quelconque, après leur constatation, il était décidé de conserver les fournitures ou dispositions non conformes au devis, il serait fait un abattement sur le montant du forfait. Cet abattement représentera 50 % de la fourniture qui aurait dû être mise en place.

Tous les essais pourront être différés tant qu'une part quelconque des fournitures, ou travaux, ou résultats d'essais, ne sera pas acceptée. Les conséquences qui en découleraient restent à la charge de l'entreprise.

1.18.1 Liste des essais à réaliser par l'entreprise

Les essais devront faire, systématiquement, l'objet d'un procès-verbal. Toutes les fournitures nécessaires à ces essais seront à la charge de l'entreprise.

La première série d'essais, en vue de la réception, sera à la charge du client du point de vue énergétique.

Si une autre (ou plusieurs) série était nécessaire, par suite de résultat non conforme au marché, les frais de combustible seraient à la charge entière de l'entreprise jusqu'à l'obtention des résultats concernant les caractéristiques principales (puissance, débit, niveau sonore, température primaire, sécurité, etc.).

Seront notamment vérifiés :

- Les essais à l'eau sous pression des sondes géothermiques de manières individuelles au niveau de la tête de forage directement après la descente de la sonde et après la pose des Y pour validation de la bonne circulation et de l'absence de fuites ou de pincements.
- Les essais à l'eau sous pression des liaisons géothermiques et du collecteur (pression d'épreuve : 1,5 fois la pression de service) avant rebouchage des tranchées pour validation de l'absence de fuites.

- Les essais à l'eau sous pression des différents circuits hydrauliques (pression d'épreuve : 1,5 fois la pression de service).
- Les essais de dilatation permettant de constater le bon fonctionnement des organes de dilatation et qu'il n'y a aucun arrachement ou déformation pouvant provoquer une rupture de canalisations.
- Les essais de précision de la régulation, dans les fourchettes mentionnées.
- Les températures des différents fluides. Ces données seront retranscrites dans un tableau faisant apparaître au minimum :
  - Désignation du réseau
  - Températures théoriques / Températures relevées
- Le niveau sonore des différentes installations au centre des locaux à 1,5 m du sol, ces données seront retranscrites dans un tableau faisant apparaitre au minimum :
  - Désignation du local
  - Niveau sonore théorique / Niveau sonore relevée
- La souplesse des installations et le bon fonctionnement des organes de régulation.
- Les débits des pompes. Ces données seront retranscrites dans un tableau faisant apparaître au minimum :
  - Désignation du réseau
  - Type de pompe / Marque / Désignation / N° de série
  - Hauteur manométrique
  - Débit théorique / Débit relevée
  - Vitesse de rotation
  - Nature du fluide
  - Température du fluide
  - Tension et intensité de chaque phase
  - Puissance absorbée
- L'équilibrage des différents circuits avec repérage des vannes et de leur débit suivant la Méthode Régis. Ces données seront retranscrites dans un tableau faisant apparaître au minimum :
  - Désignation du réseau
  - Désignation de la vanne avec repère
  - Débit théorique
  - Débit relevée
  - Marque / Modèle / Diamètre
  - Nombre de tours
  - Perte de charge de la vanne
- Kv de la vanne
- Le fonctionnement des différents systèmes de sécurité.
- Examen visuel des équipements.
- Contrôle de serrage de connexions (clef dynamométrique).
- Contrôle de l'isolation des circuits.
- Contrôle de fonctionnement des automatismes.
- Contrôle de fonctionnement des dispositifs de protection.
- Contrôle des contacts indirects.
- Vérification et étalonnage de tous les systèmes de mesures et de leurs capteurs.
- Vérification et paramétrage de l'environnement GTB relevant toutes les informations liées aux différents systèmes de mesures et de leurs capteurs.
- Contrôle de l'accessibilité et la maintenance de l'installation.

1.18.2 Matériels de mesure

L'entreprise devra l'ensemble des mesures indiquées ci-dessus pour chaque campagne une fiche de mise en route.

Chaque fiche indiquera le type et référence de l'appareil de mesure utilisé avec au minimum :

- Mesures électriques : Pince ampèremétrique
- Débit d'eau : Mallette d'équilibrage de la même marque que les vannes d'équilibrage.
- Température : Thermomètre de contact, thermomètre d'ambiance, thermomètre de gaine, contrôleur de température avec enregistreur et génération d'un rapport sous forme informatique.
- Débit d'air : Anémomètre à hélice pour prises de mesure sur gaine, cône de débit de type KIMO pour débit d'air sur bouche.
- Niveaux sonores : Sonomètre de classe A permettant la mesure globale de niveau sonore en dB(A) avec mini, maxi, valeur pondérée.

- Analyseur de combustion instantané avec affichage de CO2 et affichage de rendement instantané.
- Mallette physico-chimique pour mesure PH, TA, TAC de l'eau du réseau de chauffage.
- Contrôleur de vitesse de rotation des turbines des ventilateurs.

Tous les appareils de mesures auront fait l'objet d'un contrôle par un organisme agréé datant de moins d'un an.

1.19 Etiquetage - Repérage

Tous les réseaux d'alimentation eau froide, eau chaude sanitaire, chauffage seront repérés par une bande de couleur symbolisant la nature du fluide et le sens de circulation. Les couleurs conventionnelles seront choisies conformément à la norme AFNOR NF X 08.100.

Les équipements (tels que vannes, clapets etc.) seront repérés par une étiquette gravée indiquant leur fonction. Tous les symboles seront conformes aux normes et seront reportés sur les plans, les schémas et les notices d'entretien en version française.

1.20 Réception & Dossier de recollement

En fin de travaux et au plus tard le jour de la réception des travaux, l'entrepreneur transmettra les plans conformes à l'exécution (DOE).

Ce dossier comprend les pièces suivantes :

* Plans :
- Plans des ouvrages exécutés conformes à l'exécution, mentionnant à leurs emplacements réels tous les appareils, les réseaux, leurs robinetterie et accessoires, les points fixes, les organes d'absorption des dilatations, etc. (en format papier et fichiers informatiques au format REVIT et/ou DWG AUTOCAD version 2007 minimum sur support de type CD Rom et USB).
- L'ensemble des schémas de principe fluides (chauffage, réseaux hydrauliques, climatisation, etc.) et électriques conformes à l'exécution, indiquant l'ensemble des puissances, des diamètres des réseaux, des débits, des pertes de charges, des niveaux de température, des références des équipements (pompes, production, etc.), et avec repérage des capteurs et actionneurs permettant la mise en œuvre des boucles, asservissements, automatismes (format papier et fichiers informatiques au format REVIT et/ou DWG AUTOCAD version 2007 minimum sur support de type Clé USB).
- Un exemplaire de chaque schéma électrique, mis à jour en fin de chantier, est plastifié et laissé à proximité immédiate ou dans chaque armoire et/ou tableau concerné dans une pochette fixée sur la porte.
- Le repérage de toutes les vannes de réglage de débit d'eau et la valeur du débit d'eau en m³/h sur un seul document.
- Chaque plan sera également fourni au format PDF et natif dans le dossier DOE

* Documentations :
- Toutes les notes de calcul.
- Toutes les documentations techniques et non commerciales de l'ensemble des matériels et matériaux mis en œuvre, intégrant les spécifications techniques.
- La notice complète de fonctionnement des installations (guide des modes et procédures de mise en marche et d'arrêt des équipements, et ce sans omission ni erreur de manœuvres). Ces notices doivent pouvoir être utilisées par un personnel non spécialisé.
- La notice d'entretien et de maintenance des divers équipements comportant le tableau détaillé avec la périodicité d'interventions, dans le respect des dispositions concernées par les décrets 93-40 et 41 relatifs, notamment, à la sécurité d'exploitation et de maintenance des installations réalisées.
- La notice technique de conduite et d'entretien incluant l'ensemble des données concernant le réglage initial des installations et incluant un planning annuel d'interventions d'entretien et de maintenance.
- Le cas échéant, le tableau des consignes de sécurité d'exploitation (bois, hydraulique, électrique, danger immédiat, etc.).
- La liste complète de pièces détachées de première urgence à approvisionner en priorité (nomenclature référencée).
- Les caractéristiques hydrauliques et aérauliques des organes de réglages.
- Les consignes d'exploitation des équipements.
- La liste détaillée des points de télégestion.
- Programmation et analyse fonctionnelle des systèmes de régulation.
- Les documents techniques COPREC 1 et 2 (voir le §1.15).
- Compte rendu détaillé de tous les essais et relevés effectués (avec plans et schémas détaillant l'ensemble des points de réglage initiaux des installations).
- Tous les rapports complets de mises en service, mesures et relevés effectuées par l'entreprise et par les fabricants de matériel spécifique.
- PV de tenue au feu des équipements spécifiques.

- L'attestation de formation du personnel chargé de l'exploitation des équipements.
- L'analyse fonctionnelle de la régulation comprenant l'analyse dactylographiée en français accompagnée du schéma de principe hydraulique et/ou aéraulique des zones considérées avec repères des capteurs cités dans le texte de l'analyse fonctionnelle.
- Livrets de maintenance
- Toutes les documentations seront fournies en langue française et au format PDF

Ce dossier des ouvrages exécutés est remis en 1 exemplaire au cabinet d'ingénierie pour vérifications de conformité et validation par la MOE avant reproduction et transmission au Maître d'Ouvrage en 3 exemplaires papier y compris clé USB ou CD. Un exemplaire dématérialisé sera obligatoirement transmis au MOE et au MOA.

Un autre exemplaire sera mis en œuvre dans le local technique principal.

La réception qui aura lieu en fin de travaux portera sur :

- La vérification de la conformité des prestations et fournitures dues par le présent lot.
- L'analyse des procès-verbaux concernant les essais de l'installation.
- Le contrôle général du bon fonctionnement de l'installation.

1.21 Garantie et entretien

Le délai de garantie de parfait achèvement (GPA) des ouvrages et des équipements est de 12 mois à dater de la réception définie précédemment.

La garantie de bon fonctionnement (GBF) sera de 24 mois et concerne les équipements dissociables de l'installation.

La garantie décennale, quant à elle, devra être fournie par l'entreprise lors de sa réponse au marché.

Au titre de la garantie, l'entreprise doit la réparation et le remplacement (fourniture et pose) de tout ou partie du matériel qui serait reconnu défectueux.

Les défauts constatés seront notifiés à l'entreprise pour qu'elle puisse entreprendre les réparations dans les délais prévus et convenus avec le maître d'ouvrage. Passé ce délai et en cas de défaillance de l'entreprise, le Maître d'Ouvrage pourra faire procéder d'office aux réparations nécessaires aux frais et risques de l'entreprise.

Toutefois, la garantie ne s'applique ni aux pièces, qui par leur nature et leur fonction peuvent être sujettes à une usure normale rapide, ni aux détériorations et accidents résultant de négligences ou d'utilisation anormale de l'installation.

Par ailleurs, l'entreprise s'engage à ce que les pièces de rechange nécessaires au bon fonctionnement des équipements soient disponibles pendant une durée de 10 ans. Cela peut être composé soit de pièces d'origine, soit de pièces ou sous-ensembles remplissant la même fonction et susceptibles d'être employés avec le matériel d'origine.

L'entreprise reste aussi responsable des dommages et accidents causés par des tiers au cours ou après l'exécution des travaux et résultant de son propre fait ou de celui du personnel mis à disposition. Il doit prouver que son assurance peut couvrir les risques.

L'entreprise affirme, tant en ce qui la concerne, qu'en ce qui concerne ses sous-traitants et fournisseurs, qu'ils sont possession des licences nécessaires pour les systèmes, procédés ou objets employés garantissant le Maître d'Ouvrage contre le recours qui pourrait être exercé à ce sujet par des tiers.

1.21.1 Durant la période de parfait achèvement

L'entrepreneur assurera les interventions dans un délai inférieur à 24 heures (hors weekend et jours fériés).

Les interventions effectuées dans le cadre de la garantie ne pourront en aucun cas être l'objet de demande d'indemnité quelconque de la part de l'entreprise.

1.22 Limite des prestations

L'Entreprise adjudicataire prendra en compte toutes les sujétions de mise en place de son matériel : percements, saignées, carottages, renforts, rebouchages, etc.

- L'ensemble des grilles extérieures de ventilation des locaux techniques sont à la charge du présent lot. Les réservations sont également à la charge du présent lot.
- Les supports en béton en local technique sont à la charge du présent lot. Les dispositifs anti vibratiles sont également à la charge du présent lot.
- Le raccordement sur l'AEP depuis le réseau existant à proximité jusqu'au local technique est à la charge du présent lot.

- Les alimentations électriques des matériels sont à la charge du présent lot. L'alimentation électrique de l'armoire technique en chaufferie est à la charge du présent lot également.
- Les tranchées y compris le remblai pour les réseaux enterrés de la géothermie seront à la charge du présent lot. Le lit de sable sur lequel reposera les tubes, la sabline et le grillage avertisseur sont également à la charge du présent lot.
- Toutes les dispositions relatives à la protections des tranchées est à la charge du présent lot.
- Les supports des équipements de chauffage sont à la charge du présent lot.
- La modification de GTC ainsi que son raccordement au système existant sont à la charge du présent lot. Le titulaire du présent lot a à sa charge l'intégration du contact au niveau de l'armoire GTC et la remontée sur le serveur web ainsi que la vérification des bonnes unités de valeurs dans l'environnement utilisateur en lien avec la MOA (température, humidité, débit, énergie, etc.).
- Les travaux de GOE sont à la charge du présent lot.
- Les travaux d'adaptations électriques dans le local technique existant sont à la charge du présent lot.
- La dépose et l'évacuation des équipements déposés et non conservés sont à la charge du présent lot.
- Les réseaux secondaires de chauffage post ballon tampon sont hors lot et conservés en l'état y compris les circulateurs.
- Les dispositions nécessaires au maintien en fonctionnement de l'établissement, notamment pour l'ECS, sont à la charge du présent lot si nécessaire (ballon électrique avec flexibles, etc.).

Plus généralement, le présent lot doit l'ensemble des prestations décrites ou induites par ses interventions dans le cadre du marché.

2 NORMES, REGLEMENTS ET BASE DE CALCUL

2.1 Plomberie Sanitaires

2.1.1 Normes et règlements

Le titulaire du présent lot devra respecter l'ensemble des normes, textes réglementaires et règles de calculs à ses travaux, au jour de la signature du présent lot.

Et en particulier, les normes françaises suivantes :

- NFP 49.115: tubes en acier - tubes sans soudures filetables (dimensions - conditions techniques de livraison)
- NFP 49.111: tubes en acier - tubes sans soudures à extrémités lisses du commerce pour usages généraux à moyenne pression
- NFP 49.145: tubes en acier - tubes soudés filetables
- NFP 41.203: écartement des supports de canalisations
- NFX 08.100: teinte conventionnelle des tuyauteries
- NFP 91.201: Constructions et sanitaires handicapés physiques.

Les Documents Techniques Unifiés (D.T.U) suivants :

- DTU 60.1 et additifs : cahier des charges applicable aux travaux de plomberie et de ses additifs N° 1,2,4,5
- DTU 60.11 : règles de calculs des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation d'eaux pluviales
- DTU 60.5 : canalisation en cuivre - distribution d'eau froide et d'eau chaude sanitaire, évacuation d'eaux usées, d'eaux pluviales - installation de génie climatique
- DTU 60.33 : travaux de canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié. Évacuation d'eaux usées et d'eaux vannes.

Et tous les règlements suivants :

- Arrêtés Ministériels et interministériels
- Les divers CCTG
- Le REEF
- Prescriptions du CSTB
- Ordonnance N°70.15134 du 16.02.70 : fixation des mesures de sécurité à observer lors des opérations de soudure et de découpage par appareil thermique. Les matériaux ou matériels utilisés devront être agréés CSTB ou à défaut faire l'objet d'un agrément écrit par un Bureau de Contrôle.
- Règlements sanitaires départementaux
- Les recommandations du Service d'Hygiène Publique concernant la protection sanitaire des réseaux de distribution d'eau destinée à la consommation humaine, contenues dans le guide technique N°1 paru au Bulletin Officiel N° 87-14 bis et édité par le Ministère des Affaires Sociales et de l'Emploi et le Ministère chargé de la Santé
- Les règles de l'Art
- Toute autre réglementation applicable au moment de la réception des travaux
- La réglementation thermique 2012
- La réglementation thermique sur l'existant 2007
- Le décret tertiaire
- Le décret BACS

2.1.2 Alimentations Eau chaude / Eau froide / Eau mitigée

2.1.2.1 Caractéristiques et nature des fluides et énergie

- Pression réseau eau de ville :.....3 bars après réducteur de pression / A valider par le MOA
- Alimentation électrique :..... TR 400V - 50 Hz - REGIME TT

2.1.2.2 Vitesses maximales admissibles

* A l'intérieur des bâtiments, pour les canalisations de diamètre :

- Supérieur ou égal à 20mm :..... vitesse maxi : 1,00 m/s
- Compris entre 20 et 40mm : ..... vitesse maxi : 1,25 m/s
- Supérieur à 40mm : ..... vitesse maxi : 1,50 m/s

* A l'extérieur du bâtiment, la vitesse peut atteindre 2,00 m/s maximum quel que soit le diamètre.

2.2 Chauffage / Rafraîchissement / Ventilation/ Géothermie

2.2.1 Normes et règlements

Le titulaire du présent lot devra respecter l'ensemble des normes, textes réglementaires et règles de calculs à ses travaux, au jour de la signature du présent lot.

Et en particulier, les normes françaises suivantes :

- NFP 49.115 : tubes en acier - tubes sans soudures filetables (dimensions - conditions techniques de livraison)
- NFP 49.111 : tubes en acier - tubes sans soudures à extrémités lisses du commerce pour usages généraux à moyenne pression
- NFP 49.145 : tubes en acier - tubes soudés filetables
- NFP 41.203 : écartement des supports de canalisations
- NFX 08.100 : teinte conventionnelle des tuyauteries
- NFC 15.100 : relatif aux installations basse tension
- Les documents techniques unifiés (DTU) suivants :
- DTU 20 et 20.11 relatifs aux ouvrages en BA et mur maçonnerie

Et tous les règlements suivants :

- Arrêtés Ministériels et interministériels
- Prescriptions du CSTB
- Ordonnance N°70.15134 du 16.02.70 : fixation des mesures de sécurité à observer lors des opérations de soudure et de découpage par appareil thermique
- Les matériaux ou matériels utilisés devront être agréés CSTB ou à défaut faire l'objet d'un agrément écrit par un Bureau de Contrôle
- Règlements sanitaires départementaux
- Les règles de l'Art
- Toute autre réglementation applicable au moment de la réception des travaux
- La réglementation thermique 2012
- La réglementation thermique sur l'existant 2007
- Le décret tertiaire
- Le décret BACS
- Les normes NFX 10-960-1, 10-960-2, 10-960-3, 10-960-4 ainsi que la NFX 10-970 relatives à la mise en œuvre des sondes géothermiques
- Le respect du cahier des charges Fonds Chaleur de l'ADEME dans sa version 2026 pour les performances des équipements à savoir :

	Chauffage seul	ECS ou ECS et chauffage	Froid seul
PAC « électriques »	COP machine > 4*	COP machine > 4*	EER machine > 3,6***
Dans les conditions d'application du projet	SCOP annuel global** > 3	SCOP annuel global** > 2,8	SEER annuel global**** > 2,8

* mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 14511 en régimes de températures 0/-3°C et 30/35°C).

** inclut la consommation électrique du compresseur de la PAC et des auxiliaires de l'installation côté circuit primaire (cf. schémas en Annexe 4). N'inclut pas les consommations d'électricité des pompes de circulation côté distribution dans le bâtiment.

*** mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 14511 en régimes de températures 12/7°C à l'évaporateur et 30/35°C au condenseur.

**** Inclut la consommation électrique du compresseur de la PAC et des auxiliaires de l'installation telles que les pompes de circulation côté circuit primaire (cf schémas en Annexe 4). N'inclut pas les consommations d'électricité des pompes de circulation côté distribution dans le bâtiment.

2.2.2 Bases de calcul de Chauffage / Rafraîchissement / Ventilation

2.2.2.1 Situation géographique

- Lieu : ..... ALBI (81)
- Altitude : ..... 170 m
- Zone climatique : H2C

2.2.2.2 Températures - Hygrométries

* Conditions extérieures
- Hiver : ..... - 5°C / 90%
- Eté : ..... 34°C / 40%

* Conditions intérieures
- Hiver : ..... 19°C / Hygrométrie contrôlée
- Eté : ..... 28°C / Hygrométrie contrôlée

2.2.3 Déperditions et apports calorifiques

2.2.3.1 Nature des parois

Les valeurs des coefficients de déperdition, notés Up pour les parois opaques et Uw pour les parois vitrées en W/m².K, ainsi que les valeurs des facteurs solaires des parois vitrées noté Sw, seront à reprendre à partir de la note de calcul thermique réglementaire RT2012. L'entreprise devra, lors des études et calculs d'exécution, considérer les valeurs réelles correspondantes aux matériaux mis en place.

2.2.3.2 Déperditions calorifiques

Les règles de calcul de référence :

- Méthode de calcul Th-BCE
- Règles Th-Bât
- Recommandation AICVF 01-2003
- Norme NF EN 12831 (P52-612)

Les gains occasionnés par les occupants, l'éclairage, l'ensoleillement, ne devront pas être pris en compte dans l'estimation des besoins en chauffage. Le calcul devra être réalisé pièce par pièce et transmis à la maîtrise d'œuvre pour validation avec l'ensemble des hypothèses de calcul retenues.

2.2.4 Caractéristiques et natures des fluides

2.2.4.1 Températures

- Eau chaude : ..... 50°C jusqu'à 60°C
- Eau glacée : ..... 10/15°C
- Eau chaude sanitaire : ..... 60°C

2.2.4.2 Vitesses d'air résiduelles dans les zones d'occupation

Compte tenu de la diffusion d'air, elles seront comprises entre 0,10 et 0,20 m/s.

2.2.5 Règles de calcul et de dimensionnement des équipements

2.2.5.1 Calcul des tuyauteries

Les diamètres des canalisations seront déterminés à l'aide des tables couramment utilisées (RIETSCHEL, MISSENARD, etc.) :

- Diamètres jusqu'au 50/60 : la perte de charge linéaire ne dépassera pas 10 mmCE/ml.
- Diamètres de 50/60 à 108 x 3,6 : la vitesse de l'eau sera comprise entre 1 et 1,10 m/s.
- Diamètres supérieurs à 108 x 3,6 : la vitesse de l'eau évoluera entre 1,10 à 1,50 m/s.

Plus généralement, les pertes de charge des réseaux de chauffage devront être inférieures à 10 mmCE/ml.

2.2.6 Acoustique intérieure

Les appareils mis en œuvre ne devront entraîner aucun trouble de voisinage, conformément au décret n°95-408 du 18 Avril 1995 référence NFS.31.010. L'émergence du bruit des appareils devra être inférieure à 3 dB(A) (période nocturne) et à 5 dB(A) (période diurne) au-dessus du niveau extérieur ambiant moyen.

Ces valeurs sont données à titre de référence et devront être vérifiées en tenant compte du temps de réverbération de chaque pièce, de façon à déterminer la valeur des isolations à mettre en œuvre.

En ce qui concerne l'isolement phonique entre chacun des locaux, l'entreprise devra se référer aux normes acoustiques et devra prendre en charge toutes les études ou contrôles d'un acousticien, de façon à respecter la réglementation en vigueur.

Les dispositions à prendre en compte pour respecter ces niveaux sont énoncées ci-après :

- Chaque équipement (PAC, etc.) sera posé ou fixé avec des plots anti-vibratiles.
- Les canalisations seront suspendues par des colliers avec interposition d'un matériau résilient entre le collier et la gaine (ou canalisation). Pour les gaines aérauliques, le matériau résilient peut être remplacé par un plot anti-vibratile au niveau de la suspente.
- Manchettes souples sur raccordements de ventilateurs.
- Supportage élastique des ventilateurs.
- Coefficient de perte de charge des coudes à 90°, transformation et changement de direction inférieurs ou égal à 0,2.
- Accidents en amont ou aval de coudes à une distance minimale de 5 diamètres (dérivation, volet coupe-feu, etc.).
- Coudes brusques sur gaine souple à exclure.
- Longueurs droites en amont et aval de silencieux de 5 diamètres au minimum.
- Manchons souples entre tuyauteries d'eau et colliers (ou supports).
- Purges d'air aux endroits judicieux sur réseaux d'eau.

Plus généralement, toutes les études acoustiques relatives à la mise en œuvre des équipements sont à la charge du présent lot.

2.3 Gros Œuvre

Les ouvrages seront réalisés conformément aux prescriptions des textes réglementaires en vigueur à la date du marché, et à celles des textes rendus contractuels par les pièces écrites du présent marché.

Parmi ces textes, sont applicables, sans limitation ni exhaustivité, les documents suivants :

2.3.1 Les Eurocodes :

* NF EN 1990 Eurocode 0 : Base de calcul des structures + AN ;
* NF EN 1991 Eurocode 1 : Action sur les structures (toutes parties) + AN ;
* NF EN 1992 Eurocode 2 : Calcul des structures en béton (toutes parties) + AN ;
* NF EN 1995 Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois (toutes parties) +AN
* NF EN 1996 Eurocode 6 : Calcul des ouvrages en maçonnerie
* NF EN 1997 Eurocode 7 : Calcul géotechnique (toutes parties) + AN ;
* NF EN 1998 Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes (toutes parties) + AN.

2.3.2 Documents techniques unifiés :

Sont applicables les normes françaises, les documents techniques unifiés (D.T.U.) et leurs additifs publiés par le Groupe de coordination des Textes techniques. Ils comprennent :

- Cahier des clauses techniques ;
- Cahier des clauses spéciales ;
- Avis techniques, prescriptions et fascicules "Mémentos" ;
- Règles de calculs.

2.4 Travaux de Voies Réseaux & Divers (VRD)

2.4.1 Tranchées pour réseaux

Les prestations d'ouverture de tranchée selon plans techniques du projet pour pose de réseaux, et fourreaux pour une hauteur de couverture minimum au-dessus de la génératrice supérieure selon destination et terrain de toute nature, exécutée mécaniquement ou manuellement, comprendront :

- Toutes les sujétions liées aux découpages en phases de travaux
- La mise à disposition du personnel et des engins nécessaires
- Le piquetage et l'implantation
- L'amenée et le repliement du matériel
- L'extraction de déblais en terrain de toute nature, sauf rocher compact
- L'arrachage et le tronçonnage de racines diverses s'il y a lieu
- Les jets de pelle ou le montage sur berges et la mise en dépôt des déblais à réemployer, reprise, transport et évacuation des déblais en excès en décharge
- Les terrassements ponctuels réalisés à la main au droit des croisements et des raccordements de réseaux et fourreaux existants
- Les démolitions des surlargeurs d'épaulement des couches de forme, fondation et base de chaussée existante tombant dans la largeur de tranchée
- La réalisation des sur profondeurs et sur largeurs nécessaires aux ouvrages et points particuliers (passage sous longrines, collecteurs, regards, etc.),
- La réalisation des sur profondeurs et sur largeurs de blindage nécessaires pour l'approfondissement des réseaux veillant à respecter une pente de 1% pour la purge naturelle des réseaux
- L'approfondissement pour couverture minimum réglementaire au-dessus de la génératrice supérieure des réseaux d'eau, et des fourreaux de traversée sous chaussée
- La fourniture et mise en place des étaiements, blindage ou coffrage des fouilles avec planches de toute épaisseur, selon les nécessités du projet sans plus-value pour perte de bois en résultant
- La confection des ponts de service, cavaliers et planches de rouage provisoires sur la tranchée (notamment la voie pompiers)
- L'épuisement ou la dérivation d'eau de toute provenance nécessitant une installation de pompage d'une puissance inférieure à 50 m3/h, et toutes sujétions pour travail dans l'eau dans l'embarras des étais
- Le réglage du fonds et des parois de la fouille
- L'exécution du lit de pose constitué par 0,10 m de sable
- La mise en œuvre de 0,20 m de sable au-dessus de la génératrice supérieure
- Les dispositifs avertisseurs de couleur appropriée à chaque réseau, y compris fourniture et mise en place
- Le remblaiement en matériaux d'apport graveleux jusqu'au fond de forme des chaussées, stationnements, trottoirs et accès carrossables
- Le remblaiement par couches pilonnées et au besoin de 0,20 m d'épaisseur avec de la terre meuble, exempte de tout bloc de rocher sous accotements non carrossable
- Le nivellement et le réglage du remblai au sommet de la tranchée identique à l'état initial et son entretien jusqu'à réception des ouvrages
- L'évacuation en décharges sera réalisée conformément aux dispositions départementales
- La reprise et mise en place à l'identique de terre végétale, et ce après purge de tous détritus
- Le compactage par couche

2.4.2 Réfection de voirie légère

Les travaux de structure en enrobé et de couche de roulement sur les voiries concernent à la fois les créations de chaussée, les réfections et au droit des tranchées des réseaux se trouvant sur des chaussées conservées.

Les prestations comprendront :

- Caractérisation des matériaux, études de formulation, fiches techniques pour les enrobés, les granulats, bitume et agrégats
- Note de calculs Alizé LCPC justifications des couches de chaussées et de la tenue au gel
- Levé, implantation
- Rabotage sur une épaisseur variable et détourage des tampons dans le cas des travaux de réfection y compris évacuation des produits de démolition filière appropriée
- Sciage, engravure et chanfrein
- Réglage, reprofilage de la couche de forme si nécessaire dans le cas des travaux de création

- Nettoyage, le balayage nécessaires à l'application des couches supérieures
- Mise à niveau des tampons en phase provisoires et définitives
- Fourniture et mise en œuvre des couches d'accrochage
- Fourniture et mise en œuvre des enrobés (structure enrobé et couche de roulement)
- Réalisation des surlargeurs pour la mise en œuvre des couches supérieures
- Le décalage des joints pour limitation de le remontée de fissuration
- Réalisation de joint bitumineux
- Ancrage raccordements sur voiries existantes
- Les sujétions des redans au droit des tranchées et des zones de raccordement
- Contrôles et les essais

Les taux de recyclage pourront être proposés et justifiés par les entreprises dans le cadre de variantes techniques.

La structure de chaussée pour la circulation sera la suivante :

- Support couche de forme PF2
- BBME 0/10 classe 3 de 6 cm

Cette structure fera l'objet d'un contrôle et d'une validation par la maîtrise d'œuvre.

2.4.3 Mise en œuvre des canalisations

* Tolérances et objectif :
- Pente minimum de 1% pour permettre la purge naturelle des réseaux de géothermie
- Monotonie des pentes

2.4.3.1 Exécution des fouilles

Les tranchées ouvertes auront les dimensions minimales compatibles avec une bonne construction des ouvrages :

- Fond de fouille : 10 cm sous la génératrice supérieure
- Largeur de tranchée : diamètre extérieur de la canalisation + 0,60 m

Les engins mécaniques utilisés seront agréés par le maître d'œuvre.

Les fouilles d'une profondeur supérieure à 1,30 m seront blindées ou talutées. Les fonds de fouilles seront damés et réglés selon les prescriptions des plans d'exécution avec une tolérance de plus ou moins 3 centimètres et seront maintenus en permanence hors d'eau.

Les fouilles en tranchée seront de profondeur variable suivant les pentes longitudinales à obtenir ou les profondeurs minimales à respecter pour la mise hors gel ou la protection des différents types de réseaux.

Les fonds de fouille seront expurgés de tous cailloux ou affleurements rocheux susceptibles de venir au contact des canalisations.

Ils seront soigneusement réglés et nivelés suivant la profondeur et les pentes prévues au projet.

2.4.3.2 Stockage et manutention des tuyaux

L'Entrepreneur vérifiera avant la pose, sous sa responsabilité, l'état des tuyaux et des pièces de raccordement et prendra soin de les débarrasser de tous les corps étrangers qui pourraient s'y être introduits.

2.4.3.3 Pose des canalisations

A chaque arrêt du chantier, les extrémités des canalisations en cours de pose seront soigneusement obturées.

2.4.3.4 Pose en terrain sec

Les canalisations seront posées sur un lit de matériaux sableux énergiquement damé ayant une épaisseur minimale de 0,20 m.

2.4.3.5 Disposition à prendre en cas d'arrivée d'eau

La couche de pose et le berceau seront réalisés en matériaux graveleux compactés hydrauliquement.

Le maître d'œuvre pourra demander à l'Entrepreneur pour certaines canalisations un approfondissement de la fouille de manière à pouvoir augmenter l'épaisseur du lit de pose.

2.4.3.6 Remblaiement

* En terrain sec

Le remblaiement au-dessus du lit de pose sera exécuté à l'aide des matériaux sableux jusqu'à 20 centimètres en dessus du niveau de l'arête supérieure du tuyau Le reste du remblai sera exécuté par couche de 0,20 mètre d'épaisseur et compacté méthodiquement dans les conditions prescrites dans la norme NF P 98-331.

Les couches élémentaires sont soigneusement et méthodiquement compactées par bandes parallèles à l'axe longitudinal de la fouille.

Les performances à obtenir sont au minimum :

- Compacité du remblai .....> 95 % de l'OPN (q4)
- Portance du remblai à la plaque : ..... EV2 ≥ 30 Mpa avec K< 2
- Portance du remblai à la dynaplaque : .....R ≥ 0,49

Ces valeurs doivent être obtenues pour 95 % des points mesurés.

En cas d'arrivée d'eau

Le calage latéral et la couche de protection jusqu'au 0,20 m mini au-dessus de la génératrice supérieure des tuyaux devront se faire avec des matériaux graveleux 0/63 ou 0/31,5 compactés hydrauliquement.

2.4.3.7 Remblaiement sous chaussée

Grave béton concassé type GR2 ou grave hydraulique suivant implantation.

* Cas où la distance entre la génératrice supérieure de la buse et la chaussée finie est inférieure ou égal à 80 cm

La fouille a une largeur correspondant au diamètre extérieur de la buse augmenté de 30 cm.

Le lit de pose est réalisé en béton B 150 et a une épaisseur minimale de 10 cm par rapport à la génératrice inférieure de la buse et de 5 cm par rapport à la génératrice inférieure du collet La buse est encastrée de 5 cm dans le lit de pose en béton.

L'enrobage de la buse est réalisé en béton B 150 et a une épaisseur minimale de 15 cm au-dessus de la génératrice supérieure de la buse et de 10 cm par rapport à la génératrice supérieure du collet.

En phase de travaux (engins de 13 T à l'essieu), le cavalier de protection en matériaux du site a une épaisseur minimale de 0,80 m par rapport à la génératrice supérieure de la buse.

Sa portance doit être de :

- Compacité du remblai .....> 98,5 % de l'OPN (q3)
- Portance du remblai à la plaque : ..... EV2 ≥ 50 Mpa avec K< 2
- Portance du remblai à la dynaplaque : .....R ≥ 0,49

* Cas où la distance entre la génératrice supérieure de la buse et la chaussée finie est supérieure à 80 cm

La fouille a une largeur correspondant au diamètre extérieur de la buse augmenté de 1,40 m.

Le lit de pose des buses est réalisé soit en sable 0/8.

L'épaisseur minimale du lit de pose doit être de 10 cm par rapport à la génératrice inférieure de la buse et de 5 cm par rapport à la génératrice inférieure du collet.

L'enrobage des buses est réalisé en grave concassée 0/20 ou 0/315.

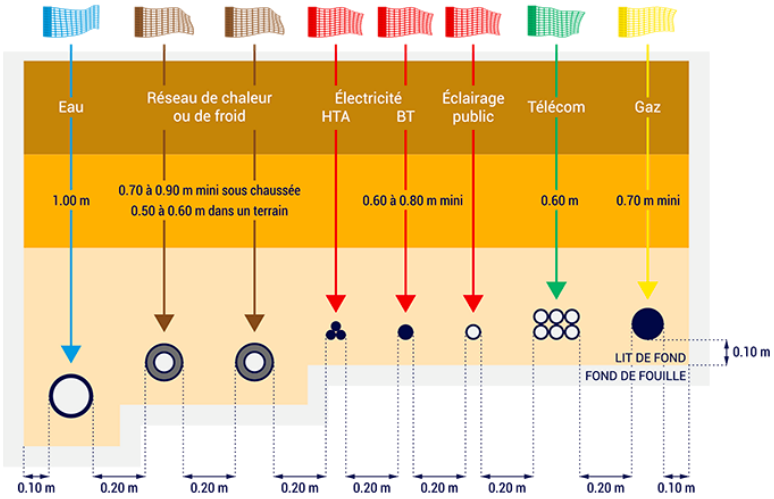
L'épaisseur minimale du remblai initial doit être de 15 cm au-dessus de la génératrice supérieure de la buse et de 10 cm par rapport à la génératrice supérieure du collet.

Sa portance doit être de :

- Compacité du remblai .....> 98,5 % de l'OPN (q3)
- Portance du remblai à la plaque : ..... EV2 ≥ 50 Mpa avec K< 2
- Portance du remblai à la dynaplaque : .....R ≥ 0,49

2.4.4 Distances entre réseaux enterrés

Les distances entre les principaux réseaux enterrés devront respecter le schéma ci-dessous :



Le respect des coloris des grillages avertisseurs, des profondeurs, de la qualité du fond de fouille et du lit de fond sera conforme aux conditions réglementaires selon toutes les règles de l'art en vigueur.

3 PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES

3.1 Plomberie Sanitaires

3.1.1 Tuyauteries

3.1.1.1 Tubes en cuivre

Tube cuivre (taux de carbone inférieur à 0,2 mg par dm² de surface intérieure pour le cuivre recuit). Conformes aux normes NFA 68.201, NFA 51.120, 51.122 et 51.124.

Les tubes utilisés normalement sont en cuivre écroui, assemblés par raccords et tés du commerce, brasés.

L'entreprise devra fournir un certificat attestant de la qualité anticorrosion du tube mis en œuvre.

Les épaisseurs exigées sont les suivantes :

- Diamètre 6 à 20 : .....1,0 mm
- Diamètre 25 à 33 : .....1,6 mm
- Diamètre 41 à 52 : .....2,0 mm
- Diamètre 65 à 70 : .....2,5 mm

Les canalisations apparentes sont posées sur colliers démontables en laiton, avec rosace conique d'écartement et bague protectrice électrique.

L'assemblage des canalisations pourra être réalisé soit par des raccords à braser par capillarité (NFE 29.591), soit par des raccords métalliques (NFE 29.511, 512, 513 et 29.532) ou par des raccords mixtes pour la liaison avec d'autres matériaux (laiton matricé pour acier cuivre). Les raccords seront en bronze, qualité 2UE6 suivant spécification du 13.4.51 du CTIF légèrement écrouis.

Les raccords destinés à être soudés ou brasés par capillarité seront calibrés et lissés et de section parfaitement circulaire. Ils seront réalisés par emboîture façonnée et brasure capillaire (la soudure d'étain est proscrite). Les métaux d'apport pour soudage (vidange) et brossage (alimentation) seront conformes à la norme NFA 81.362.

Les raccords mécaniques sont réalisés par collets battus, par raccords trois pièces à portée conique ou par joints américains.

Les raccords par collets battus sont réalisés directement jusqu'au 20/22, rapportés pour les diamètres supérieurs.

L'entrepreneur apportera une attention toute particulière aux possibilités de couples entre les tuyauteries en acier galvanisé et les tuyauteries en cuivre. Afin de les éviter, les raccordements seront réalisés par raccords mixtes, soit serrés sur collets battus avec interposition d'un joint isolant pour les tuyauteries sous pression, soit étamés et raccordés par un joint plastique, collant ou bitumineux, dans les emboîtures de réception pour les tuyauteries d'évacuation.

Les piquages seront façonnés selon les règles de l'art ou raccords pré-façonnés du commerce.

Les canalisations encastrées sont réalisées en tubes en cuivre recuit en couronne, sous fourreaux, ou tubes en cuivre recuit sous fourreaux. Celles-ci sont de longueur droite, sans raccord ni piquage encastré, les fourreaux de protection sont continus et non refendus.

Les tubes de diamètre inférieur à 10 mm intérieur sont interdits.

3.1.1.2 Tubes Polyéthylène

Tube en polyéthylène série 10 bars avec raccords mécaniques en bronze ou en laiton ou raccords en polyéthylène électro-soudables pour la distribution d'eau froide.

Aucune canalisation ne sera d'un diamètre nominal inférieur à 16 mm.

3.1.1.3 Tubes PVC

Les tubes seront conformes aux normes NF 54.003 et NF 54.017 et choisis parmi une fabrication bénéficiant de la marque de conformité NF.

Les installations de tube PVC doivent tenir compte des dilatations importantes que le tube peut subir.

D'une manière générale, la mise en œuvre et les raccordements sont réalisés suivant les directives du fabricant.

Conditions d'utilisation :

- Température de service pour emploi continu jusqu'à 100°C
- Pression de service 16 bar à 20°C (pour de l'eau)

- Jonction par collage
- Prévoir protection pour installation extérieure conformément aux prescriptions du fabricant.
- Classement au feu : A2, s1, d0

3.1.1.4 Supports et fixations des canalisations

Les supports et fixations doivent être non corrodables et facilement démontables.

Ils doivent être disposés à intervalles suffisamment rapprochés pour que les canalisations, sous l'effet de leur poids et des efforts auxquels elles peuvent être soumises, n'accusent pas de déformation anormale.

La fixation des supports et des appareils dans les cloisons en maçonnerie (parpaings) devra obligatoirement être effectuée par scellement au ciment, à l'exclusion de tout autre procédé. Chaque suspente sera fixée à l'ossature séparément.

Les suspensions, supports, points fixes des tuyauteries ainsi que les raccordements aux éléments susceptibles de provoquer des vibrations devront être réalisés par l'interposition manchons souples, colliers suspendus, éléments résilients, résistant à la température et évitant tout risque de condensation au niveau des supports (continuité du calorifuge et du pare-vapeur).

Les appareils ne pourront pas servir d'appuis aux tuyauteries, de même aucune tuyauterie ne devra en supporter une autre.

Les fixations utilisées seront soumises à l'approbation de la maîtrise d'œuvre.

Lorsque le tracé de la tuyauterie ne permet pas le rattrapage des dilatations, celles-ci devront être compensées par des lyres de dilatation, de préférence à tout autre dispositif.

3.1.2 Finition

Tous les réseaux apparents devront intégrer une finition type peinture en accord avec les exigences de la MOA.

3.1.2.1 Pentes

Les tuyauteries sont prévues dans la mesure du possible avec une pente continue vers les locaux techniques et les gaines techniques. A chaque point haut des canalisations, il sera placé un dispositif de purge d'air automatique et à chaque point bas, il sera placé un dispositif de vidange par vanne de vidange rapide ¼ de tour.

Les canalisations d'évacuation seront affectées d'une pente minimale de 1%.

3.1.2.2 Traversées de murs et planchers

Toutes les canalisations qui traversent des murs, cloisons ou plancher, doivent être protégées par des fourreaux en tube plastique rigide de diamètre approprié. Les fourreaux ne doivent ni être détruits, ni fluer sous l'action de la température ou des charges apportées par les canalisations. Les fourreaux doivent permettre la libre dilatation de celles-ci soit parallèlement, soit perpendiculairement à leur axe. A travers un joint de dilatation, les fourreaux doivent être distincts de part et d'autre du joint et avoir une section suffisante pour permettre le jeu des canalisations perpendiculairement à leur axe.

Dans les traversées horizontales, ils sont arasés aux nus des parois. Dans les traversées verticales, ils dépassent du plancher fini de 5cm, du plafond de 5mm.

L'espace entre le fourreau et la canalisation est à bourrer de laine de verre ou de matériau résilient (feutre ou matériau équivalent avec blocage nécessaire) afin d'éviter toute propagation de bruit.

Après rebouchage, l'étanchéité sera parachevée au mastic. Les conduites apparentes non calorifugées seront à poser entre 2 et 5 cm des murs ou cloisons, selon les diamètres de tubes utilisés.

3.1.2.3 Encastrées

Les canalisations encastrées dans les cloisons ou dans les dalles béton seront mises en place dans un fourreau plastique dont le diamètre permettra de retirer ces canalisations en cas de fuites. Aucun piquage ne sera toléré sur les canalisations en encastré.

3.1.2.4 Enterrées

Les canalisations en tube polyéthylène série 10 bars, seront mis en place sur un lit de sable et recouvertes par de la sabline et un grillage avertisseur de couleur conventionnelle à la charge du présent lot.

Le présent lot devra la réalisation de la fouille et son remblaiement à l'extérieur de l'emprise du bâtiment après la mise en place de la canalisation d'alimentation générale AEP par le présent lot sauf indications contraires mentionnées sur plans techniques ou dans les limites de prestations.

3.1.2.5 Visite des canalisations d'évacuation

Des bouchons de dégorgement et tampons hermétiques, suivant le cas, doivent être placés, aux changements de direction, aux raccordements, sur tous les parcours rectilignes de plus de 10 m, et en extrémité de tous les collecteurs.

3.1.2.6 Clapet de retenue et clapet antipollution

- Les clapets de retenue seront à membranes ou à ogive.
- Les clapets à battants sont à proscrire.
- Les clapets antipollution comporteront 2 robinets de contrôle, de purge et d'introduction de solution désinfectante.
- Cuve en laiton pour les diamètres inférieurs à 50 mm et en fonte pour les diamètres supérieurs.
- Conforme à la réglementation anti-pollution.
- Les clapets seront en laiton chromé

Ils seront installés après chaque pompe, compteur, vanne de by-pass, traitement d'eau et toutes autres dispositions particulières nécessitant un clapet.

Pour tous les raccordements d'appareils sanitaires en EF et ECS, un clapet antipollution sera mis en œuvre. Il sera en laiton chromé avec guide et obturateur en polycétal, joints à lèvres nitrile et ressort en acier inox. Ils seront de marque SOCLA type EB281C ou techniquement équivalent.

3.1.2.7 Robinet de vidange

Les robinets de vidange seront en bronze, d'un modèle auto-lubrifiable avec bouchon, joint caoutchouc et chaînette.

3.1.2.8 Filtre

Filtre à tamis incliné à 45 degrés, perforation 10/10, en acier inoxydable, corps et couvercle en fonte avec bouchon purgeur.

3.1.2.9 Détendeur régulateur

Dans le cas où la pression à l'entrée pour les alimentations d'eau froide et d'eau chaude sanitaire serait supérieure à 4 bars, des détendeurs devront être installés, en amont et aval des installations de surpression.

- Corps en fonte aciérée ou en bronze
- Clapet et joint caoutchouc.
- Plage de la pression aval réglable de 0,8 à 7,5 bars.

Il ouvre une pression constante à débit variable.

La mise en œuvre d'un filtre en amont est obligatoire avec manomètres amont et aval et by-pass.

Le montage est du type horizontal. Le calibrage de cet équipement est fait en fonction des besoins réels à traiter et non en rapport du diamètre de la tuyauterie correspondante de raccordement.

3.1.2.10 Compteur défalquant

- Agrément CEE
- Classe C toutes positions (Pour Eau Froide)
- Compteur volumétrique défalquant
- Température maxi : 30°C (eau froide)
- Avec couvercle
- Communicant Mbus
- Marque SAPPEL ou techniquement équivalent

3.1.2.11 Disconnecteur à zone de pression réduite contrôlable type BA

- Conforme aux normes NFP 43.010
- Corps bronze
- Clapets laiton/sièges Hostaform
- Joints clapets et membrane nitrile
- Ressorts avec inox
- Robinet de purge laiton
- Soupape laiton téflonné

- Siège de soupape laiton

Le disconnecteur devra être muni d'un filtre à tamis et de vannes d'arrêts en amont et en aval. La vidange devra être ramenée au plus près du siphon de sol ou du regard d'évacuation.

3.1.2.12 Purgeur automatique

Purgeur à flotteur avec robinet d'isolement, installé au niveau des points hauts de l'installation. Il sera obligatoirement accompagné d'une vanne d'isolement à presse étoupe.

3.1.2.13 Robinet de puisage

Robinet de puisage en acier chromé à poignet démontable avec raccord au nez Ø15/21 et soupape anti-siphonage vissée au nez type HA.

3.1.2.14 Implantations

3.1.2.14.1 Vannes d'arrêt à presse étoupe

- A l'origine des distributions principales de bâtiments ou réseaux particuliers.
- En amont et aval de tous matériels spécifiques tels que compteurs, ballons, traitement d'eau, etc.
- A chaque by-pass prévu pour tous les matériels spécifiques.
- En pied de colonne montante. Dans ce cas, un purgeur sera placé en aval de la vanne ou incorporé à celle-ci.

3.1.2.14.2 Robinets d'arrêt

À l'entrée, dans chaque bloc sanitaire ou dans les gaines techniques, après piquage, il sera prévu un robinet vanne d'isolement et un robinet de vidange. De plus, il sera prévu un purgeur à chaque point haut.

Les robinets d'arrêts seront placés à l'étage de l'utilisation et dans la gaine la plus proche.

Chaque groupe d'appareils de même nature, s'il est isolé, sera commandé par un robinet d'arrêt.

3.1.2.14.3 Anti-béliers

- En amont et aval d'installation de surpression,
- En extrémité de toutes les colonnes montantes et réseau défavorisé.

3.1.2.14.4 Robinets d'essais et de prélèvement à presse étoupe

Les robinets d'essais seront placés en amont et aval de tous les appareillages de traitement d'eau.

3.1.2.14.5 Manomètres

- A l'origine de toutes les distributions principales,
- En amont et aval d'installation de surpression, de traitement d'eau et de pompe de recirculation.

3.1.2.14.6 Thermomètres

- En amont et aval de toutes productions d'eau chaude et sur le circuit de recyclage de pompes.

3.1.2.14.7 Joints - raccords démontables - soudures

Aucun joint ou soudure ne devra être placé dans les traversées à l'exception des joints de pipe de raccordements des cuvettes de WC. Les joints de raccord des chutes verticales des EV avec les canalisations enterrées devront être situés au nu du dallage (collet du tuyau non apparent).

Quel que soit le type de joint, des raccords démontables (raccords union, brides, longues vis) devront être posés partout où un démontage facile sera nécessaire et en particulier au droit de chaque robinet d'arrêt.

Tous les joints et raccords devront rester facilement accessibles. Dans le cas d'une traversée de plancher, de mur ou de cloison, les joints seront à l'extérieur du fourreau.

Aucun système d'étanchéité liquide ne sera accepté.

3.1.2.14.8 Bouchons de dégorgement et tampons hermétiques

En pied et en tête de chaque chute, descente ou ventilation primaire, avant raccordement sur les réseaux externes, à chaque changement de direction et tous les 10 ml pour tous les collecteurs.

En partie droite, il sera posé un té à plaque hermétique afin de permettre la visite des collecteurs.

Les bouchons seront du type expansif, vissés.

Il sera également prévu, par le présent lot, tout dispositif adapté pour prendre en compte les effets mécaniques tels que définis à l'article 3.311 du DTU 60.2.

3.1.3 Calorifuge sanitaire

3.1.3.1 Matériel à calorifuger

Toutes les canalisations d'eau chaude sanitaire, de retour de boucle et d'eau froide en local technique et en cheminement aérien doivent être calorifugées.

3.1.3.2 Nature du calorifuge

Les niveaux d'isolation des canalisations seront au minimum de :

- **Classe 4**, (au sens de la norme EN 12828 / RT 2012) pour ceux situés hors volume chauffé,
- **Classe 3**, (au sens de la norme EN 12828 / RT 2012) pour ceux situés en volume chauffé.

Pour les réseaux d'eau froide sanitaire, une isolation anti-condensation sera mise en œuvre avec une isolation minimale de 9 mm jusqu'au diamètre DN32 puis 13 mm au-delà.

Les canalisations cheminant en faux-plafond et dans les gaines techniques seront calorifugées par isolant tubulaire type ARMAFLEX XG ou CLIMAFLEX ou équivalent, classé A2, s1, d0, et sera suspendu à l'aide de colliers ARMAFLIX AF ou techniquement équivalent.

Les canalisations cheminant en local technique seront calorifugées soit par isolant tubulaire type ARMAFLEX ou CLIMAFLEX, soit par coquille en polystyrène extrudé type STYROFOAM ou équivalent. L'isolant bénéficiera d'une protection en tôle Isoxal ou équivalent. L'isolation sera arrêtée aux extrémités par des embouts de finition en aluminium.

3.1.3.3 Mise en œuvre du calorifuge

Le calorifuge tubulaire sera non fendu et sera enfilé sur les canalisations avant la pose, avec encollage complet de la surface du tube. Chaque tuyauterie est calorifugée individuellement. Dans le cas où à titre exceptionnel, il serait mis en place après la pose des canalisations, son maintien sera assuré par un collage total sur tout le tube d'une part et par bande adhésive d'autre part.

Le calorifuge par coquilles sera fixé sur la canalisation par encapsulage. Il sera constitué de deux demi-coquilles solidaires sur une tranche et ouverte sur l'autre pour permettre de l'enfiler autour de la canalisation. Il sera fixé sur la tuyauterie au moyen de feuillards minces tendus. L'utilisation du fil de fer est interdite. Il sera muni d'une languette auto-adhésive de fermeture et présentera une forme bien calibrée réduisant au minimum les pertes au niveau des raccords.

NOTA : Après leur pose et avant calorifugeage, les tuyauteries devront subir les épreuves de résistance mécanique et d'étanchéité à une pression de 1,5 fois la pression de service maintenue pendant 24 heures consécutives. Le contrôle d'étanchéité à l'air se fera par manomètre.

3.2 Chauffage / Rafraîchissement / Géothermie

3.2.1 Tuyauteries

3.2.1.1 Tubes en acier noir

- Tube acier noir tarif 1 pour les Ø inférieurs ou égaux à 50/60.
- Tube acier noir tarif 10 pour les Ø supérieurs.

L'assemblage des tubes sera réalisé :

- Tarif 1 : par brides ou soudures autogènes par raccords en fonte malléable, de façon exceptionnelle
- Tarif 10 / entre eux : par soudure autogène ou électrique
- Tarif 10 / aux appareils : par brides avec collerettes à souder et joints métalloplastiques

Les coudes à souder doivent être du type 3 Ø minimum. Toute la boulonnerie doit être du type mécanique, décolleté avec têtes et écrous adaptés aux pièces à serrer. Le tronçonnage sur place des boulons trop longs est interdit. Lorsqu'une bride, ou une contre bride, suit immédiatement un coude, un tronçon de tube de même diamètre est intercalé pour permettre le passage des boulons et un arrêt facile du calorifuge sur une partie rectiligne. Les collecteurs et toutes canalisations ne doivent en aucun cas prendre appui sur les appareils.

Des "démontables" doivent être intercalés sur les canalisations et posés systématiquement aux branchements d'appareils en réservant les dévêtissements nécessaires à la dépose aisée de ceux-ci.

Les canalisations en acier doivent être supportées tous les :

- 1,50 mètre pour les diamètres inférieurs ou égaux à 20 mm.
- 2,25 mètres pour les diamètres compris entre 21 et 40 mm.
- 3,00 mètres pour les diamètres supérieurs à 40 mm. (Il s'agit des diamètres intérieurs).

Toutes les tuyauteries acier ainsi que les accessoires de supports métalliques seront soigneusement brossés et protégés contre la corrosion par deux couches de peinture antirouille de couleurs différentes.

L'ensemble du réseau sera mis à la terre.

3.2.1.2 Tubes en INOX

* Tubes :
- Acier inoxydable austénitique de type AISI 304L (1.4307) ou AISI 316L (1.4404) selon l'analyse de la qualité de l'eau et les prescriptions du projet
- Tubes conformes à la norme EN 10312
- État de surface adapté aux réseaux hydrauliques (lisse, propre, sans piqûres)
- Diamètres et épaisseurs conformes aux plans d'exécution

* Raccords :
- Raccords inox compatibles avec les tubes (sertis, soudés ou filetés selon choix technique)
- Joints adaptés aux températures et pressions du réseau (EPDM ou équivalent)

* Caractéristiques techniques
- Fluide véhiculé : ..... Eau chaude de chauffage / eau froide de refroidissement
- Température de service : ..... ≥ 110 °C
- Pression de service / Pression nominale minimale : ..... PN 10 (ou supérieure selon installation)
- Résistance à la corrosion adaptée aux réseaux fermés de chauffage et de froid

* Mise en œuvre

Pose conforme aux :
- DTU 65.10 / 65.14 (installations de chauffage à eau chaude)
- Règles de l'art et prescriptions des fabricants

Assemblage par :
- Sertissage
- Soudage TIG
- Raccords mécaniques
- Selon le système retenu

Respect des :
- Pentes nécessaires à la purge
- Jeux de dilatation et dispositifs de compensation
- Distances aux autres réseaux
- Fixations par colliers adaptés à l'inox, avec interposition d'isolant pour éviter les couples galvaniques

* Essais et contrôles
- Essais de pression avant calorifugeage : Pression d'essai ≥ 1,5 fois la pression de service
- Rinçage et nettoyage du réseau
- Vérification de l'étanchéité de l'ensemble des assemblages

L'ensemble du réseau sera mis à la terre.

3.2.1.3 Tube électrozingué

Les tubes seront en acier carbone conforme à la norme EN 10305-3/NEN 1982.

Les conduites des circuits fermés seront réalisées par assemblage à froid par procédé de sertissage, selon les prescriptions et méthodologie du fabricant des raccords. Les raccords à sertir seront de première qualité, de marque NF, avec avis technique du CSTB et seront équipés d'un système de contrôle de sécurité. Les raccords à sertir seront en acier électrozingué.

Les conduites seront posées avec des faibles pentes régulières permettant la vidange et la purge d'air. Un soin tout particulier sera apporté à la libre dilatation des tuyauteries sans nuire à la maçonnerie ni aux sertissages des branchements, soit avec des espacements suffisants entre raccords et cloisons ou planchers finis. Les conduites seront suffisamment espacées pour que chacune d'elle puisse être calorifugée séparément.

Les supports et suspensions des tubes recevront un revêtement de feutre ou de mousse destiné à empêcher la transmission des bruits et vibrations.

L'ensemble du réseau sera mis à la terre.

3.2.1.4 Tube PVC

Les tubes seront conformes aux normes NF 54.003 et NF 54.017 et choisis parmi une fabrication bénéficiant de la marque de conformité NF.

Les installations de tube PVC doivent tenir compte des dilatations importantes que le tube peut subir.

D'une manière générale, la mise en œuvre et les raccordements sont réalisés suivant les directives du fabricant.

Conditions d'utilisation :

- Température de service pour emploi continu jusqu'à 100°C
- Pression de service 16 bar à 20°C (pour de l'eau)
- Jonction par collage
- Prévoir protection pour installation extérieure conformément aux prescriptions du fabricant.
- Classement au feu M1

L'entreprise devra tenir compte des recommandations indiquées dans le guide de l'installateur de tuyauteries en PVC M1, édité par le Syndicat National des Fabricants de tubes et raccords en polychlorure de vinyle rigide, indiquant le nombre et répartition des supports, les épaisseurs et les joints de dilatation à prévoir en fonction des utilisations.

3.2.1.5 Supports et fixations des canalisations

Les supports et fixations doivent être non corrodables et facilement démontables.

Ils doivent être disposés à intervalles suffisamment rapprochés pour que les canalisations, sous l'effet de leur poids et des efforts auxquels elles peuvent être soumises, n'accusent pas de déformation anormale.

La fixation des supports et des appareils dans les cloisons en maçonnerie (parpaings) devra obligatoirement être effectuée par scellement au ciment, à l'exclusion de tout autre procédé. Chaque suspente sera fixée à l'ossature séparément.

Les suspensions, supports, points fixes des tuyauteries ainsi que les raccordements aux éléments susceptibles de provoquer des vibrations devront être réalisés par l'interposition manchons souples, colliers suspendus, éléments résilients, résistant à la température et évitant tout risque de condensation au niveau des supports (continuité du calorifuge et du pare-vapeur).

Les appareils ne pourront pas servir d'appuis aux tuyauteries, de même aucune tuyauterie ne devra en supporter une autre.

Les fixations utilisées seront soumises à l'approbation de la maîtrise d'œuvre.

3.2.1.6 Pentes

Les tuyauteries sont prévues dans la mesure du possible avec une pente continue vers les locaux techniques et les gaines techniques. A chaque point haut des canalisations, il sera placé un dispositif de purge d'air automatique et à chaque point bas, il sera placé un dispositif de vidange par vanne de vidange rapide ¼ de tour.

Les canalisations d'évacuation seront affectées d'une pente minimale de 2%.

3.2.1.7 Vidange et évacuation

Chaque réseau sera équipé d'un dispositif permettant de le vidanger tout en laissant le reste de l'installation en fonctionnement. Chaque vidange ou évacuation sera réalisée par l'intermédiaire d'un entonnoir à écoulement visible raccordé sur le réseau d'évacuation EU. Il sera prévu la mise en place d'un bouchon pour éviter les remontées d'odeurs.

3.2.1.8 Traversées de murs et planchers

Toutes les canalisations qui traversent des murs, cloisons ou plancher, doivent être protégées par des fourreaux en tube plastique rigide de diamètre approprié. Les fourreaux ne doivent ni être détruits, ni fluer sous l'action de la température ou des charges apportées par les canalisations. Les fourreaux doivent permettre la libre dilatation de celles-ci soit parallèlement, soit perpendiculairement à leur axe. A travers un joint de dilatation, les fourreaux doivent être distincts de part et d'autre du joint et avoir une section suffisante pour permettre le jeu des canalisations perpendiculairement à leur axe.

Dans les traversées horizontales, ils sont arasés aux nus des parois. Dans les traversées verticales, ils dépassent du plancher fini de 5cm, du plafond de 5mm.

L'espace entre le fourreau et la canalisation est à bourrer de laine de verre ou de matériau résilient (feutre ou matériau équivalent avec blocage nécessaire) afin d'éviter toute propagation de bruit.

Après rebouchage, l'étanchéité sera parachevée au mastic. Les conduites apparentes non calorifugées seront à poser entre 2 et 5 cm des murs ou cloisons, selon les diamètres de tubes utilisés.

3.2.1.9 Manchon élastique antivibratoire

Manchon taraudé. Partie élastique du manchon en polychloroprène avec toilage nylon. Extrémités équipées de raccords union fonte galva. Manchon à brides tournantes ISO PN 16. Elastomère en polypropylène, toilage nylon.

3.2.1.10 Nettoyage des installations

Les extrémités des tuyauteries seront bouchées pendant le montage, de manière à éviter l'encrassement des réseaux.

A la mise en route, les différents réseaux seront rincés à plusieurs reprises à grande eau, les filtres vérifiés.

A l'extrémité de chaque réseau, seront donc placées des vannes de purge appropriées, permettant ce rinçage.

3.2.1.11 Dilatation des circuits

Le dispositif de dilatation sera adapté suivant le parcours et l'importance des canalisations :

- La dilatation des canalisations horizontales de faible longueur qui ne nécessite pas la mise en œuvre d'un matériau particulier, mais simplement l'étude du tracé du réseau et le choix judicieux des supports de tuyauteries.
- La dilatation des canalisations verticales de faible hauteur ou qui ne comportent pas de branchements intermédiaires. Dans ce cas, il sera créé un point fixe de préférence au milieu du réseau. Il ne sera généralement pas nécessaire de prévoir de compensateur de dilatation, l'entrée et la sortie des tuyauteries seront utilisées pour servir de lyres de dilatation.
- Pour la dilatation d'une canalisation de grande longueur, comprenant de nombreux branchements, il sera mis en place des compensateurs de dilatation périodiquement, le long de la tuyauterie. Le rythme de ces compensateurs sera réglé par la possibilité de reprise des dilatations par les dérivations secondaires. Lorsque ces tuyauteries traversent des murs coupe-feu, on vérifiera que les dilatations n'altèrent pas la qualité de la protection contre l'incendie demandées. Les compensateurs de dilatation qui seront installés, seront adaptés pour résister à la pression statique de l'installation et aux éventuels coups de bélier qui peuvent s'y produire à la suite des fermetures des vannes des différents circuits. Les tracés des branchements des émetteurs seront étudiés pour éviter le déplacement des appareils sous l'effet des dilatations.

3.2.2 Calorifuge chauffage / froid

3.2.2.1 Matériel à calorifuger

Toutes les canalisations de distribution d'eau chaude et d'eau froide en extérieur, en chaufferie et en cheminement aérien doivent être calorifugées. Seules les distributions terminales apparentes dans les locaux nobles seront dépourvues de calorifuge

3.2.2.2 Nature du calorifuge

Les niveaux d'isolation des canalisations seront au minimum de :

- **Classe 6**, (au sens de la norme EN 12828 / RT 2012) pour ceux situés hors volume chauffé,
- **Classe 3,** (au sens de la norme EN12828 / RT 2012) pour ceux situés en volume chauffé.

Les canalisations cheminant en faux-plafond et dans les gaines techniques seront calorifugées par isolant tubulaire type ARMAFLEX XG ou CLIMAFLEX ou équivalent, classé A2, s1, d0, et sera suspendu à l'aide de colliers ARMAFLIX AF ou techniquement équivalent.

Les canalisations cheminant en local technique seront calorifugées soit par isolant tubulaire type ARMAFLEX ou CLIMAFLEX, soit par coquille en polystyrène extrudé type STYROFOAM ou équivalent. L'isolant bénéficiera d'une protection en tôle Isoxal ou équivalent. L'isolation sera arrêtée aux extrémités par des embouts de finition en aluminium.

3.2.2.3 Mise en œuvre du calorifuge

Le calorifuge tubulaire sera non fendu et sera enfilé sur les canalisations avant la pose, avec encollage complet de la surface du tube. Chaque tuyauterie est calorifugée individuellement. Dans le cas où à titre exceptionnel, il serait mis en place après la pose des canalisations, son maintien sera assuré par un collage total sur tout le tube d'une part et par bande adhésive d'autre part.

Le calorifuge par coquilles sera fixé sur la canalisation par encapsulage. Il sera constitué de deux demi-coquilles solidaires sur une tranche et ouverte sur l'autre pour permettre de l'enfiler autour de la canalisation. Il sera fixé sur la tuyauterie au moyen de feuillards minces tendus. L'utilisation du fil de fer est interdite. Il sera muni d'une languette auto-adhésive de fermeture et présentera une forme bien calibrée réduisant au minimum les pertes au niveau des raccords.

NOTA : Après leur pose et avant calorifugeage, les tuyauteries devront subir les épreuves de résistance mécanique et d'étanchéité à une pression de 1,5 fois la pression de service maintenue pendant 24 heures consécutives. Le contrôle d'étanchéité à l'air se fera par manomètre.

3.2.3 Robinetterie

3.2.3.1 Montage et dimensionnement

Le montage de toute robinetterie sera prévu pour permettre son démontage, sans intervention sur les tuyauteries et appareils sur lesquels la robinetterie est montée. Liaison entre conduite et vanne par vissage (orifice taraudé) avec raccord démontable supplémentaire permettant de démonter la vanne sans toucher aux tuyauteries.

Le diamètre nominal de la robinetterie doit être égal au diamètre du tube qu'elle équipe, et non au diamètre de l'orifice de l'appareil raccordé.

L'alimentation de chaque appareil est munie d'un arrêt par robinet ou dispositif équivalent placé à proximité du robinet d'utilisation, sauf pour les appareils identiques installés en batterie ou dans le même local pour lesquels l'arrêt est général.

3.2.3.2 Type de robinetterie

Toutes les vannes seront garanties étanches à 100% pour les conditions d'utilisation.

- Vannes de réglage : robinets à soupape, à portée conique large ; autorité hydraulique au moins égale à 1/2.
- Vanne d'isolement, d'alimentation, de vidange, de purge, etc. : vanne quart de tour, à passage intégral.

3.2.3.3 Vanne d'isolement

Les vannes d'isolement seront de marque EFFEBI type ASTER ACS ou techniquement équivalent :

- Limites de température : -15°C à +110°C
- Limite de pression : 40 bars
- Passage intégral et tige anti-explosion
- Joints latéraux PTFE vierge à haute résistance et joints toriques
- Levier en aluminium
- Conformes à la directive 97/23/CE et testé par un essai pneumatique à contrôle électronique

Jusqu'au diamètre 50/60 les vannes d'isolement seront de type boisseau sphérique, y compris brides, contre-brides ou raccords, joints d'étanchéité, boulons et tous accessoires.

Au-delà du diamètre 50/60 les vannes seront de type papillon à oreilles. Elles seront équipées d'une manchette élastomère EPDM vulcanisée sur le corps et d'un papillon inox. Cette vanne devra être garantie 5 ans.

En général, les organes d'isolement seront prévus aux endroits suivants :

- Toutes les antennes sur les canalisations principales et en pied de colonne,
- A l'aspiration et au refoulement des pompes,
- A l'amont et à l'aval de tous les appareils.

3.2.3.4 Purgeur d'air automatique

Corps et couvercle boulonné en fonte ou en bronze, siège, flotteur, mécanisme et visserie en acier inoxydable. Clapet d'étanchéité haute qualité en bronze. Orifice d'entrée et de sortie 15 x 21. Orifice supplémentaire 15x21 pour montage du casse vide. Garantie 5 ans. Ils seront obligatoirement installés avec une vanne d'isolement en aval.

3.2.3.5 Vannes motorisées

Les vannes motorisées posséderont les caractéristiques suivantes :

- Type 2 ou 3 voies de régulation
- Montage suivant schémas hydrauliques
- Diamètre nominal suivant débit assuré
- Servomoteur électrique progressif à course lente adapté à la pression différentielle

Leurs caractéristiques seront décrites sur les schémas d'installation.

3.2.3.6 Robinets de vidange

Robinet de vidange à boisseau sphérique 1/4 de tour y compris raccordement au réseau EU le plus proche.

3.2.3.7 Clapet anti-retour

Ils seront à soupape guidée avec ressort de rappel, corps en laiton taraudé jusqu'au DN50, corps en fonte à brides et siège à étanchéité nitrile au-delà ou à battant et corps en bronze taraudé jusqu'au DN 50, battant visitable en acier et corps à bride en fonte avec joint caoutchouc au-delà.

3.2.3.8 Filtre

Filtre à tamis incliné à 45 degrés, perforation 10/10, en acier inoxydable, corps et couvercle en fonte avec bouchon purgeur.

3.2.4 Appareils de mesure

3.2.4.1 Thermomètres

Un thermomètre est installé en amont et en aval de chaque point d'une installation où la température du fluide subit une variation régulée ou réglée, sauf aux appareils terminaux.

Les thermomètres seront bimétalliques et fabriqué en conformité avec la norme EN 13190. Ils auront un boîtier en acier inox et une classe de précision 1 pour les diamètres supérieurs à 60 mm. L'échelle de mesure sera de -30 à 500°C. Les thermomètres installés auront à minima un diamètre de 80 mm. Ils seront de marque WIKA type 52 série industrie ou techniquement équivalent.

Ils seront vissés sur doigts de gants et orifices normalement obturés sont réservés pour vérifications (température, pression, débits).

Les thermomètres seront mis au minimum aux endroits suivants :

- Départ et retour de chaque réseau
- Amont et aval de chaque organe de régulation

3.2.4.2 Manomètres fixes

Ils sont installés avec robinet type porte manomètre avec orifice de décompression, isolement amont/aval et aiguille réglée à la pression statique. Classe 1, à cadran de diamètre nominal mini : 160 mm, gradué selon la destination de manière à obtenir une valeur lisible, boîtier en acier inoxydable, équipé d'un robinet d'isolement.

Ils seront vissés sur doigts de gants et orifices normalement obturés sont réservés pour vérifications (température, pression, débits).

Un manomètre est installé :

- À chaque pompe
- À chaque filtre d'eau et chaque traitement d'eau en continu

3.2.5 Equilibrage

Afin de garantir les performances thermiques de l'installation, tous les réseaux devront être équipés d'organes de réglage et de contrôle.

Les calculs de dimensionnement des vannes d'équilibrage devront être réalisés avec un logiciel type TA Select 4 ou techniquement équivalent compatible et interactif avec l'appareil de réglage de l'installation.

L'installation devra être réglée avant réception conformément à la norme EN 14336. L'équilibrage sera réalisé avec appareil de mesure type TA Scope ou techniquement équivalent équipé d'un logiciel permettant le réglage en fonction de l'analyse globale du réseau, afin de garantir le coût minimum énergétique des pompes.

Afin d'éliminer les phénomènes d'érosion et de corrosion (principalement de dézingage), le matériel d'équilibrage sera de marque TA ou techniquement équivalent, avec des organes de réglage en AMETAL et devra détenir la certification ISO 9001 et ISO 14001.

En général, les robinets d'équilibrage seront prévus aux endroits suivants :

- Toutes les antennes horizontales,
- Tous les réseaux,
- Tous les bipasses des vannes 3 voies alimentant des batteries à débit variable.

3.2.5.1 Vannes de réglage

Les vannes d'équilibrage en AMETAL seront de marque IMI TA type STAD ou techniquement équivalent PN20 du DN 10 à 50 et STAF ou techniquement équivalent PN16 du DN 65 au DN 300 et garantiront les fonctions suivantes :

- Résistance aux phénomènes d'érosion et de dézingage avec alliage en AMETAL coulé sous pression.
- Réglage des débits à l'aide d'une poignée avec indication digitale en lecture directe au vingtième de tour.
- Mesure de la pression différentielle, du débit et de la température de fluide (150°C maximum) par prise auto étanche.
- Etanchéité métal/métal avec joint torique garantissant le point "0" de pour l'étalonnage la vanne et assurant l'isolation du circuit contrôlé.
- Clapet : équilibré du DN 65 au DN 300, à effort compensé par ressort du DN 10 au DN 50 pour : garantir la précision, éviter les risques de bruit et permettre une manœuvrabilité aisée quel que soit le DN.
- Verrouillage mécanique du réglage.
- Dispositif de vidange (raccord pour tuyau de vidange en DN 1/2 ou DN 3/4 en option) pour les vannes du DN 10 au DN 50.
- Dispositif de plombage des têtes (témoins d'inviolabilité du réglage).

Elles seront montées sur le retour des circuits d'alimentation pour chaque système d'émission, des distributions secondaires en local technique.

Afin d'obtenir des mesures précises du débit, les vannes seront montées avec une portion droite de tuyauterie d'au moins 5 fois le diamètre avant la vanne et 2 fois après la vanne. Dans le cas où la vanne serait à proximité d'un élément créant des turbulences (pompe, vanne motorisée, etc.), elles seront montées avec au moins 10 fois le diamètre de portion droite de tuyauterie entre la vanne et cet élément.

Elles seront installées avec l'étiquette d'identification portant indication des réglages effectués.

3.2.5.2 Mise en œuvre de la procédure d'équilibrage

Conformément à la norme EN 14336, afin de tenir compte des interactions hydrauliques et de ramener tous les excédents de pression vers les vannes générales dans le but d'optimisé les coûts énergétiques des pompes (RT2012), l'équilibrage devra se faire avec un appareil à microprocesseur équipé d'un logiciel permettant l'analyse du réseau, c'est-à-dire :

- ΔP des canalisations de liaison ;
- ΔP des unités à contrôler par les vannes d'équilibrage ;
- ΔP des vannes d'équilibrage ;
- Calcul des hauteurs manométriques disponibles à chaque vanne d'équilibrage ;
- Température du réseau ;
- Densité et viscosité du liquide du réseau.

L'installation devra être correctement purgée.

La vanne générale sera mise en ouverture maxi pour l'analyse du réseau.

3.2.5.2.1 Relevé des débits de l'installation avant l'opération d'équilibrage

L'entreprise qui aura la charge de l'équilibrage devra avec l'appareil à microprocesseur TA Scope ou techniquement équivalent réaliser un relevé sur la vanne la plus favorisée et la plus défavorisée de chaque module de l'installation ainsi que sur les vannes générales. Toutes les données stockées dans l'appareil de mesure seront transférées sur PC pour l'édition du relevé, celui-ci sera transmis au Bureau d'Etudes pour analyse avant l'opération d'équilibrage.

3.2.5.2.2 Equilibrage de l'installation

L'entreprise, après un passage de mesure sur chacune des vannes d'équilibrage avec l'appareil à microprocesseur équipé du programme REGIS ou techniquement équivalent, devra régler les vannes d'équilibrage dans les positions indiquées par le programme en fonction de l'analyse globale du réseau.

Le résultat des réglages devra être contrôlé avec la fonction VERIF afin de détecter toute anomalie et de stocker les informations d'équilibrage.

3.2.5.2.3 Rapport d'équilibrage

À la suite de l'équilibrage réalisé, les données stockées dans le matériel de mesure seront transférées sur PC pour :

* L'édition du rapport comportant les données suivantes :
  - Date de l'équilibrage ;
  - Référence de la vanne ;
  - Type de la vanne ;
  - Position de réglage ;
  - Δp obtenu ;
  - Débit désiré ;
  - Débit mesuré.
* Un rapport avec une photo par caméra thermique justifiant la parfaite irrigation de tous les terminaux de chauffage.
* La création d'une clé USB de sauvegarde contenant toutes les données, ceci :
  - Afin de pouvoir réutiliser et modifier un débit sans avoir à ré intervenir avec l'appareil
  - De réglage sur l'ensemble des vannes
* Les mesures obtenues devront être retranscrites sur l'étiquette fournie avec chaque vanne

L'entreprise qui aura en charge la réalisation de l'équilibrage hydraulique devra remettre un exemplaire du rapport d'équilibrage et le CD des données mémorisées au Bureau d'Etudes et au Maître d'Ouvrage.

Ces éléments conditionneront la réception de l'installation.

3.2.6 Pompes et circulateurs

3.2.6.1 Génie climatique // Circulateurs simples et doubles à rotor noyé et à vitesse variable

Il sera prévu des circulateurs de marque GRUNDFOS type Magna 3(N), conformes à la directive Européenne Eup 2009/125/EC, Indice d'Efficacité Energétique (EEI) inférieur ou égal à 0,23.

Ils seront à rotor noyés en néodyme et corps en fonte, équipé d'un moteur à aimant permanent avec chemise de refroidissement en composite (carbone renforcé fibre de verre).

Aucune protection moteur extérieure n'est nécessaire, les protections thermiques et manque d'eau sont intégrées.

Les caractéristiques des circulateurs sont les suivantes :

- Pression de service inférieure ou égale à 10 bars en standard, une version 16 bars est également disponible. Température de -10°C à +110°C
- Corps en fonte ou en inox (pour les réseaux ECS en version pompe simple)
- Moteur avec indice de performance énergétique EEI de 0,19. Alimentation électrique en monophasé 220V, avec écran LCD en façade permettant de visualiser les réglages et états de fonctionnement.
- Montage du moteur sur le corps de pompe par un collier de serrage pour un accès facile à la roue.

Les circulateurs Magna 3(D) régulent automatiquement et s'adaptent aux besoins de l'installation selon plusieurs modes de régulation en fonction du circuit desservi :

- Auto-Adapt
- Pression Proportionnelle
- Pression Constante
- Courbe Constante
- Température constante
- Flow Adapt

Les circulateurs incluent également les fonctionnalités suivantes :

- Comptage énergétique (ajout d'un capteur de température)
- Réglage d'une limitation de débit maxi (Flow limit)
- Fonctionnement réduit en régime de nuit
- Ecran LCD couleur avec journal de bord 3D

- Grundfos Eye (indicateur de fonctionnement et rotation)
- Différentes entrées et sorties seront disponibles :
  - 2 relais, sorties configurables (Alarme Défaut et marche)
  - 1 entrée analogique (0-10V/4-20 mA)
  - 3 entrées digitales (Marche à distance / Stop, courbe maxi, courbe mini)

Les variateurs GRUNDFOS assureront la gestion du basculement alternance/secours ou cascade, ainsi que la protection contre la cavitation.

Il sera prévu la fourniture de l'option GRUNDFOS GO permettant de bloquer les réglages du circulateur. Elle permettra aussi la programmation et la lecture des caractéristiques de fonctionnement et de défaut des pompes, par le biais d'une application compatible Apple et Androïd.

Une carte CIM GRUNDOFS sera installée pour établir la communication GTC vers les différents protocoles terrain (LON, Profibus, Modbus RTU, Modbus TCP, SMS/GSM/GPRS et BACnet. GENIbus).

Version double monobloc avec clapet anti-retour automatique de séparation au refoulement. Un couvercle d'obturation sera prévu à proximité.

Les pompes et circulateurs seront dimensionnés de manière à garantir une puissance inférieure à 15 W/m³.

3.2.7 Compteurs

Il sera mis en place un programme de comptage permettant de suivre par poste et par équipement les consommations en eau, en électricité et en gaz. Les compteurs seront mis en place par le présent lot conformément aux prescriptions des paragraphes précédents.

NOTA 1 : L'ensemble des compteurs seront livrés avec leurs certificats d'étalonnage qui seront remis au Maître d'Ouvrage.

NOTA 2 : L'ensemble des compteurs seront communicants par un protocole de communication Modbus IP et devront être remontés sur la GTB.

3.2.7.1 Comptage calorimétrique

Ces compteurs seront à ultrason afin de ne pas modifier les pertes de charge, d'être insensibles aux particules en suspension et d'avoir une grande précision même sur des faibles débits. Les compteurs mis en place sur les circuits de chauffage seront de type bidirectionnel.

Ils seront de marque SAPPEL type SHARKY 775 ou techniquement équivalent avec les caractéristiques suivantes :

- Toutes positions de montage ;
- Chauffage : IP 54 / Climatisation : IP 68 ;
- Alimentation 230V ;
- Cycle de mesure en volume : 1/8 s ;
- Plage de comptage : 5 - 105 °C ;
- Affichage LCD indiquant : Energie / Puissance / Volume / Débit / Température.

3.2.7.2 Comptage d'énergie électrique

Les compteurs électriques seront de marque SOCOMEC type DIRIS ou techniquement équivalent avec une lecture directe de l'énergie consommée ainsi qu'une communication ModBUS. Ils devront être remontés sur la GTB.

3.2.7.3 Comptage volumétrique

Les compteurs volumétriques à ultrasons seront de marque SAPPEL type HYDRUS ou techniquement équivalent. Cette technologie garantit une mesure stable. Ils seront obligatoirement ACS. Les compteurs devront pouvoir être installés sans contrainte de longueur droite et dans toutes les positions.

Caractéristiques :

- Classe métrologique MID LNE 14586, OIML R49, EN 14154, TVO, ACS, KTW ;
- Température de fluide : 0 - 50 °C ;
- Indication d'affichage : LCD - 8 caractères ;
- Indice de Protection : IP 68 ;
- Valeurs affichées : Volume / Débit / Température du média / Durée de vie restante de la pile / Jour de comptage ;

- Alimentation : deux piles Lithium 3,6 V DC (16 ans).

3.2.8 Acoustique

Dans certains cas particuliers (nécessité de réaliser une coupure acoustique), le matériau isolant pourra être disposé à l'intérieur de la gaine. Celui-ci devra alors être appliqué sous forme de panneaux de laine de verre haute densité classée M0 (incombustible). Un certificat du CSTB sera exigé. Les caractéristiques d'utilisation et la mise en œuvre devront être conformes aux recommandations du fabricant.

De manière générale, les réseaux ne devront pas être mis en contact direct avec les éléments de doublage (plaque de plâtre, ossatures, etc.).

4 DESCRIPTION DES TRAVAUX DE DEPOSE & DE MAINTIEN

NOTA IMPORTANT : Le restaurant devra fonctionner de manière normale et ininterrompue durant tout la phase de travaux. Le présent lot doit donc prévoir le maintien du système de climatisation, de chauffage ainsi que la production d'Eau Chaude Sanitaire pour toute la durée de son intervention, selon le phasage de travaux.

Le restaurant est ouvert toute l'année sans discontinuité. Durant les vacances scolaires, les effectifs sont réduits mais le restaurant reste en fonctionnement pour le personnel.

4.1 Travaux de dépose

L'ensemble des organes, réseaux et équipements de la chaufferie, à partir des vannes d'isolement existantes sur les départs de chauffage existants seront à déposer et à évacuer par le présent lot y compris la bouteille de purge.

Seuls les départs existants de chauffage et d'ECS (aux extrémités du local) seront conservés. L'ensemble des autres équipements seront à déposer et évacuer.

L'armoire électrique existante de commande et de régulation sera neutralisée, déposée et mise à disposition du Maître d'Ouvrage.

Le réseau gaz sera neutralisé, purgé et déposé jusqu'à la vanne pompiers au RDC.

Le groupe froid ainsi que sa panoplie seront conservés en vue du branchement sur la future production géothermique.

Un réseau de récupération de chaleur fatale des chambres froides sera également à déposer et évacuer. Cela comprend le réseau situé en toiture ainsi que la panoplie associée en local technique. Les supports seront également déposés et l'emprise du réseau remise au propre en l'état.





La gaine associée à la VB présente en chaufferie sera déposée et évacuée. Une nouvelle VB sera créée dans le cadre du projet.

4.2 Maintien en exploitation

Afin de maintenir le site en exploitation, le groupe froid existant sera conservé en fonctionnement durant toute la durée des travaux.

Ainsi pour les besoins d'ECS, il sera mis en œuvre un ballon ECS de 750 litres avec une résistance électrique de 12 kW. Ce ballon sera le ballon ECS définitif mis en œuvre en anticipation de phase. Le titulaire du présent lot devra donc prévoir :

- La fourniture et la pose d'un ballon ECS de 750 litres
- La fourniture et la pose d'une résistance électrique de 12 kW intégrée au ballon
- Les modifications hydrauliques avec mise en œuvre de flexibles de diamètres suffisants pour réalimentation des réseaux ECS, bouclage et eau froide existants
- Réalimentation électrique de la résistance depuis TGBT avec liaison provisoire
- Essais & remise en service de la production

Le titulaire du présent lot devra également prévoir les percements dans les murs existants y compris dans le bardage extérieur.

Les préconisations techniques relatives au ballon ECS sont décrites dans le chapitre dédié.

5 DESCRIPTION DES TRAVAUX DE PLOMBERIE SANITAIRES

5.1 Remplissage eau froide sanitaire



L'entreprise titulaire du présent lot devra le raccordement en eau froide de son installation depuis le réseau existant comme représenté sur la photo ci-contre.

La panoplie existante est composée des équipements suivants :

- Vanne de coupure
- Vannes sur réseau
- Compteur EF remonté sur GTC
- Disconnecteur hydraulique
- Filtre
- Adoucisseur avec bac à sel
- Robinet de prélèvement
- Vannes avec manchette témoin

Ces équipements étant en bon état, ils seront conservés dans le cadre des travaux.

A partir de la panoplie existante, l'entreprise devra prévoir le raccordement du remplissage de la nouvelle installation ainsi que la fourniture et la pose des équipements suivants :

- Une vanne sur le remplissage chauffage
- Une vanne sur le remplissage chauffage HTR
- Un vase d'expansion avec manomètre pour le réseau de chauffage
- Un vase d'expansion avec manomètre pour le réseau de chauffage HTR
- Un vase d'expansion avec manomètre pour le primaire forage (sans raccordement sur EF car remplissage eau glycolée)
- Un clapet anti-retour sur le remplissage chauffage
- Un clapet anti-retour sur le remplissage chauffage HTR

Les canalisations seront réalisées avec les matériaux suivants :

- Tubes cuivre ou multicouches uniquement en barre avec une isolation minimale de 13 mm.

Les saignées et leurs rebouchages s'il y a lieu seront à la charge du présent lot.

5.2 Vidanges eaux usées

L'entreprise titulaire du présent lot devra le raccordement des vidanges de son installation aux attentes EU du local.

Les réseaux EU seront exécutés en tube PVC série HOMETECH de marque Nicoll ou techniquement équivalent et devront comporter l'indication du diamètre et la marque en continu sur le tube. Les tubes seront conformes aux normes NFT 54.003 et 54.017 et présenteront une réaction au feu M1. Les raccords seront conformes aux Normes NFT 54.028-54.030-54.031 et 54.032.

6 DESCRIPTION DES TRAVAUX DE GROS ŒUVRE

6.1 Travaux de dépose

Le local technique existant est composé de socles bétons où sont implantées les chaudières gaz. Ces dernières seront également à déposer et évacuer par le présent lot.

6.2 Percements & pénétrations

Le titulaire du présent lot devra l'ensemble des percements et des pénétrations nécessaires aux travaux de remplacement de la production énergétique du restaurant et plus précisément (liste non exhaustive) :

- Création VB local géothermie y compris reprises sur bardage
- Agrandissement VH local géothermie y compris reprises sur bardage
- Réservation pour les réseaux de géothermie depuis l'extérieur
- Réservation pour la gaine du caisson VMC
- Réservation pour les liaisons électriques depuis le TGBT
- Pénétration en sol pour les réseaux de géothermie dans le local technique GF cuisine
- Pénétration en sol pour les fourreaux dans le local TGBT
- Rebouchage mural suite à la dépose des réseaux désurchauffeur
- Rebouchage mural de l'ancien VB en pied d'escalier

Plus généralement, le titulaire du présent lot devra prévoir tous les travaux de gros œuvre induit par le projet.

Les rebouchages sont également à la charge du présent lot. Les rebouchages seront réalisés avec des matériaux identiques aux parois traversées (mortier, enduit ou autre).

Pour la pénétration vers le TGBT, le titulaire du présent lot devra prévoir la remise en parfaite état des sols et murs après passage des réseaux.

7 DESCRIPTION DES TRAVAUX DE VRD

7.1 Installations de chantier

7.1.1 Coffret de chantier

L'entreprise titulaire du présent lot devra prévoir tous les travaux nécessaires à l'alimentation électrique du chantier pendant ses interventions et celles de ses partenaires.

Les entreprises répondant au maché s'entendent autonomes en électricité et en eau à l'exception de la cabane de chantier.

7.1.2 Cabane de chantier

L'entreprise devra une cabane de chantier type « Algéco » pourvue d'un WC chimique, d'un lavabo et d'un vestiaire. Cette cabane sera alimentée en électricité depuis l'attente laissée par la MOA. Il en est de même pour l'eau.

L'installation de chantier sera positionnée à côté du restaurant proche de la zone de chantier (emplacement à valider avec la MOA).

La MOA met à disposition une salle de réunion dans l'enceinte de l'IMT pour les réunions hebdomadaires.

7.1.3 Benne à déchets

L'entreprise devra la fourniture, la pose et la gestion d'une benne à déchets si jugée nécessaire pour le fonctionnement du chantier.

7.1.4 Attentes eau froide foreuses

Le titulaire du présent lot est réputé avoir pris toutes les dispositions nécessaires à l'alimentation en eau des différentes phases de foration (compteurs, réseaux, branchements, etc.). L'installation d'un comptage d'eau sera obligatoire afin de quantifier le volume de consommation d'eau généré par les travaux de forages. La fourniture en eau est à la charge et au frais du présent lot.

7.2 Barriérage de chantier

Le présent lot devra la mise en place du barriérage de chantier pour l'ensemble de la durée des travaux.

L'entreprise prévoira tous les équipements signalétiques nécessaires à la sécurité d'autrui : clôture, banderoles de chantier, etc.

Elle devra également le panneau de chantier compris fixation sur la clôture, faisant apparaître à minima la nature de l'opération et les coordonnées de l'ensemble des intervenants.

L'entreprise devra prévoir la fourniture d'une clôture en périphérie de l'installation de chantier afin d'interdire l'accès aux personnes non-autorisées. Cette dernière sera de type « héras » de hauteur suffisante (2 m de haut minimum) posé sur plot béton avec deux points de fixation. Des portails de fermeture seront également prévus (par panneaux plein de 2 m de haut minimum), ils devront pouvoir être fermé à clés et les clés (les clés seront transmises au Maître d'Ouvrage).

Les clôtures seront positionnées en fonction de la phase de chantier afin de toujours pouvoir interdire l'accès à la zone de chantier et ceci même pendant les week-ends et vacances scolaires. Elles seront retirées à la fin du chantier lorsque que tout le matériel aura été évacué et lorsque la totalité des tranchées sera rebouchée.

Les déplacements dans le cadre du phasage des travaux devront être prévus par le titulaire du présent lot.

NOTA IMPORTANT : le barriérage devra permettre de conserver les issues de secours du bâtiment ainsi que les flux « poubelles » des cuisines.

7.3 Tranchées géothermiques

NOTA IMPORTANT : La réalisation des tranchées nécessite probablement le franchissement de plusieurs réseaux existants. L'entreprise mandataire et son sous-traitant ne pourront pas faire preuve de méconnaissance concernant la technicité à engager.

Le présent lot devra la mise en place des éléments ci-dessous conformément aux prescriptions techniques générales :

* Ouverture de tranchée, comprenant :
  - Les terrassements en déblais dans terrain de toutes natures
  - La mise en berge des déblais
  - Le pompage nécessaire

- Le talutage à partir de 1,30 m de profondeur
- La pente de 1% pour permettre la purge des réseaux
- Toutes sujétions de réalisation

* Enrobage en sable 0/6, comprenant :
  - La fourniture et la mise en œuvre d'un lit de pose en sable 0/6 sur une épaisseur de 0,10 m sous les canalisations
  - La fourniture et l'enrobage en sable 0/6 sur une épaisseur de 0,20 m au-dessus des canalisations
  - Le compactage pour obtenir un objectif de densification q4
  - Le respect de la pente de 1% pour permettre la purge des réseaux
  - Toutes sujétions de réalisation

* Fourniture et pose de grillage avertisseur de couleur marron ou violet, comprenant :
  - La fourniture et la pose à 0,30 m des canalisations de grillage avertisseur détectable, de couleur violet, de largeur 0,40 m, conforme à la norme NF EN 12613
  - Toutes sujétions de réalisation.

* Remblais en grave D21 avec D≤20 mm, comprenant :
  - La fourniture et la mise en œuvre de grave naturelle D21 (suivant GTR 2000) avec D≤20mm, par couche de 0,30 m
  - Le compactage pour obtenir un objectif de densification q3 ; toutes sujétions de réalisation

* Evacuation des déblais excédentaires, comprenant :
  - La reprise des déblais mis en berge
  - Le chargement
  - Le transport jusqu'à la décharge
  - Le déchargement
  - Les droits de décharge éventuel
  - Toutes sujétions de réalisation

Le titulaire du présent lot devra également prévoir les fourreaux nécessaires à de futures mises en œuvre de bornes IRVE à savoir :

- 4 fourreaux Ø160 entre le TGBT et le dernier forage dans l'espace enherbé
- 4 fourreaux Ø63 entre le TGBT et le dernier forage dans l'espace enherbé

Les grillages avertisseurs seront adaptés en fonction des réseaux mis en œuvre.

Tous les équipements et matériaux déposés ou impactés dans le cadre des travaux devront être repris dans le cadre du projet et inclus dans la prestation du titulaire du présent lot.

7.4 Reprise des revêtements

7.4.1 Reprise des enrobés

Le présent lot devra la reprise des enrobés après réalisation des tranchées afin de restituer le cheminement à l'identique de son état à la prise du marché. Les raccordements entre voirie existante et voirie reprise devront être nets et correctement réalisés.

La totalité des surfaces touchées par les travaux de tranchées seront à reprendre.

Les enrobés seront proposés de couleur identique à l'existant.

Enfin, et si nécessaire, un nettoyage complet de la voirie sera réalisé afin d'évacuer les résidus de terre et de laitance de ciment post réalisation des forages et des liaisons.

Les travaux d'enrobés seront conformes aux prescriptions techniques générales cf. chapitre 2.4 du présent CCTP.

7.4.2 Reprise des bordures

Les travaux de reprise des bordures déposés dans le cadre des travaux de VRD et plus spécifiquement des tranchées réalisées pour les liaisons et la pose du collecteur seront prévus par le titulaire du présent lot.

Les bordures devront être reprises conformément à l'état existant.

7.4.3 Remise en herbe

Après réalisation des travaux de géothermie et de VRD, les espaces verts touchés par les travaux seront engazonnés.

L'entreprise procèdera à la :

- Purification, au griffage et au nivellement de la parcelle
- Fourniture et la mise en œuvre d'amendements et d'engrais
- Fourniture et la mise en œuvre des semences
- Protection des semis à l'aide d'un balisage d'un ruban de signalisation plastique

8 DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS DE PRODUCTION GEOTHERMIQUE & CVC

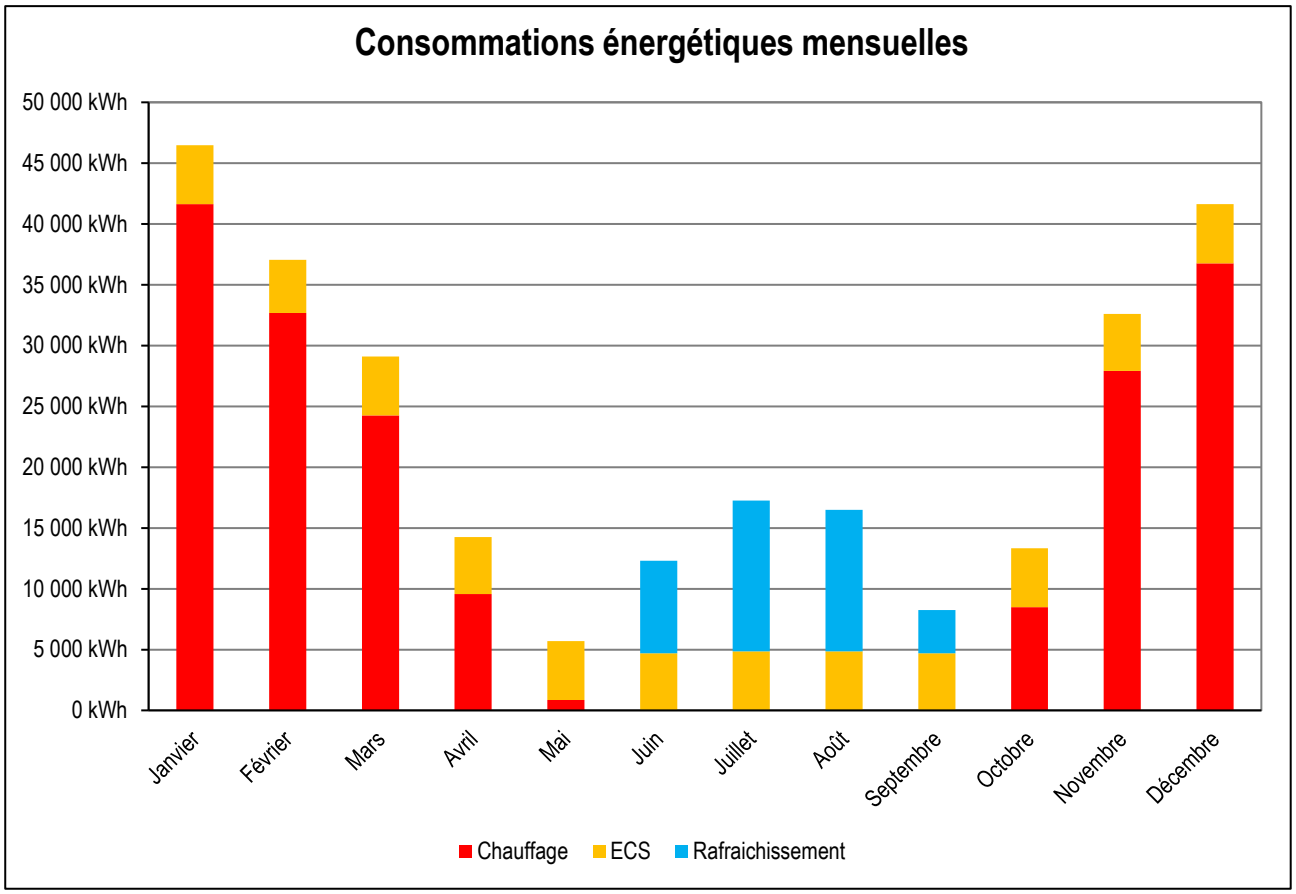
8.1 Production calorifique géothermie

8.1.1 Pompe à chaleur

La production de chaleur nécessaire au chauffage et au refroidissement du bâtiment, sera réalisée par une production géothermique eau/eau, puisant et rejetant ses calories sur des forages géothermiques type sondes sèches.

L'analyse énergétique du restaurant nous donne les besoins réels suivants :

	Chauffage	ECS	Rafraichissement
Janvier	41 634 kWh	4 848 kWh	0 kWh
Février	32 666 kWh	4 379 kWh	0 kWh
Mars	24 261 kWh	4 848 kWh	0 kWh
Avril	9 571 kWh	4 692 kWh	0 kWh
Mai	858 kWh	4 848 kWh	0 kWh
Juin	0 kWh	4 692 kWh	7 600 kWh
Juillet	0 kWh	4 848 kWh	12 402 kWh
Août	0 kWh	4 848 kWh	11 633 kWh
Septembre	0 kWh	4 692 kWh	3 559 kWh
Octobre	8 493 kWh	4 848 kWh	0 kWh
Novembre	27 909 kWh	4 692 kWh	0 kWh
Décembre	36 769 kWh	4 848 kWh	0 kWh
TOTAL	**182 162 kWh**	**57 086 kWh**	**35 194 kWh**



La puissance installée sera décomposée comme suit :

- 2 x 69,3 kW pour la cascade de PAC soit 138,6 kW
- Une chaudière électrique murale de 156 kW pour l'appoint chauffage

- Résistance électrique de 20 kW pour le chauffage directement dans le ballon tampon chaud
- 1 PAC dédiée pour l'ECS
- Résistance électrique de 12 kW pour l'ECS directement dans le préparateur
- Secours avec le groupe froid existant pour les besoins de froid

Afin de couvrir les besoins de chauffage, et d'avoir une modulation optimale, une cascade de deux pompes à chaleur eau/eau sera mise en œuvre. Les PAC seront installées en local technique et reposeront sur des plots anti-vibratiles à la charge du présent lot.

Les appareils seront équipés de tous les accessoires et équipements optionnels permettant d'abaisser son émissivité sonore.

Les caractéristiques dimensionnelles des PAC sont les suivantes :

* PAC n°01 & n°2 de marque ECOFOREST type ecoGEO+ HP 15-70 PRO ou techniquement équivalent :
- Module récupération de chaleur intégré
- Stratégies de contrôle Ecoforest intégrées ;
- Contrôle modulant de la puissance thermique (25-100%) et contrôle modulant du débit du circuit primaire et secondaire (20-100%). Technologie Inverter et compresseur scroll.
- Vannes à 3 voies déviatrices et échangeur à plaques pour la production de rafraichissement passif. Rafraichissement actif par inversion de cycle.
- Gestion de plusieurs types de systèmes de captage : géothermie / nappe phréatique / aérothermique / hybride.
- Système exclusif de dégivrage ecoGEO^{+} au compresseur à l´arrêt et sans activation de résistances.
- Gestion intégrée de systèmes de support auxiliaires externes tout/rien ou modulants (résistances électriques, chaudières tout/rien, chaudières modulantes ...).
- Gestion intégrée de cascade de jusqu´à 3 unités.
- Gestion intégrée de : jusqu´à 4 températures de production différentes (chauffage et rafraichissement), 2 accumulateurs (chauffage et rafraichissement), réservoir ECS, contrôle horaire de bouclage d´ECS. Hybridation PV intégrée.
- Compteurs énergétiques intégrés : consommation électrique, production thermique chaud/froid et rendements instantanés, mensuels et annuels.

Spécifications :

- Réfrigérant : ..... R290 - Charge de réfrigérant : 3,7 kg
- Débit d'air minimum d'évacuation pour ventilation externe : ..... 123,3 m³/h
- Dimensions (hauteur x largeur x profondeur) : ..... 1074x1009x916 mm
- Poids : ..... 465 kg
- Régulation : ..... 1/N/PE 230 V / 50-60 Hz
- Protection externe maximale conseillée : C16A
- Pompe à chaleur : ..... 3/N/PE 400 V / 50-60 Hz
- Protection externe maximale conseillée : C50A
- Consommation maximale B0W35 : ..... 18,8 kW
- Consommation maximale B0W55 : ..... 25,0 kW

* Prestations :
- Puissance / COP de chauffage B0W35 : ..... 15,8 kW à 69,3 kW / 5,0
- Puissance de chauffage B0W55 : ..... 15,0 kW à 66,5 kW
- Puissance de rafraichissement actif B30W7 : ..... 12,9 kW à 53,4 kW
- Label énergétiqueW35 contrôle climat moyen : ..... A^{+++}
- Label énergétique W55 contrôle climat moyen : ..... A^{++}
- Plage de température départ / consigne chauffage : ..... 10°C à 70°C / 20°C à 70°C
- Plage de température de départ / consigne rafraîchissement : ..... 5°C à 35°C / 7°C à 25°C
- Plage de température externe : ..... -20°C à 35°C
- Température maximale ECS avec/sans appoint : ..... 75°C / 80°C

Les PAC seront garanties 2 ans minimum. La mise en service sera effectuée par le fabricant avec remise d'un rapport détaillé à l'issue de celle-ci.

Tous les départs existants seront raccordés en aval du ballon tampon de chauffage pour un fonctionnement en chauffage. Le départ alimentant le réseau froid sera également repris et un circulateur sera mis en œuvre pour le fonctionnement en froid ou en géocooling depuis l'installation géothermique.

8.1.2 Dispositifs de sécurité pour l'installation

Les PAC présentées ci-dessus fonctionnent au propane (R290), fluide frigorigène avec un faible GWP mais hautement inflammable (classement A3). Les articles suivants regroupent les différents dispositifs de sécurité à mettre en place dans le cadre d'une installation géothermique impliquant le R290.

L'entreprise s'engage à fournir une **analyse de risque** conforme à la norme EN378 qui justifiera les points suivants :

- Charge maximale admissible en R290
- Volume du local
- Débits de ventilation de base et de sécurité
- Implantation des détecteurs de gaz
- Zone de rejet des soupapes de sécurité
- Automatismes de sécurité
- Mesures de prévention des risques d'ignition

* L'unité R290 possède un circuit frigorifique contenu dans un compartiment : une zone potentiellement inflammable peut s'étendre au-delà des limites de l'équipement, en particulier lorsque les portes ou les panneaux de l'unité sont ouverts à la suite d'une fuite. Une évaluation des risques doit être effectuée pour déterminer les exigences relatives à l'emplacement de l'unité à installer.

* Selon la norme EN 378-1:2016+A1:2021, §5.5.2.3, cette unité de réfrigération est classée comme un « système à détente indirecte ventilé » et est destinée à être placée dans une salle des machines (classification d'installation III). Un « système ventilé » signifie que les circuits hydrauliques sont équipés de soupapes régulatrices de pression (PRV). En cas de rupture des échangeurs de chaleur, le réfrigérant peut s'écouler dans le circuit hydraulique et donc être libéré par les PRV.

* La salle des machines dans laquelle l'unité est installée doit répondre aux exigences de la norme EN 378-3:2016+A1:2021, §5 (détection de gaz, ventilation, système d'alarme, etc.).

* Les salles des machines ne doivent pas être utilisées comme des espaces occupés et il est absolument obligatoire que la catégorie d'accès à l'unité soit de type « c », conformément à la norme EN 378-1:2016+A1:2021, §5.1.1, ce qui signifie que l'accès n'est permis qu'au personnel autorisé, qui est au courant des règles de sécurité générales et spéciales.

* Le réfrigérant R290 est plus lourd que l'air et peut stagner, par exemple sous terre ou au niveau du sol, en atteignant des concentrations inflammables. Pour éviter l'amorçage, maintenir un environnement sécurisé à l'aide d'une ventilation adéquate.

* La ventilation des salles des machines (à la charge de l'utilisateur final) doit être suffisante pour les conditions de fonctionnement normales et les conditions d'urgence, conformément aux exigences de la norme EN 378-3:2016+A1:2021 (en particulier, les points 5.13 et 5.14). La ventilation des salles des machines doit être conçue de manière à assurer une bonne disponibilité et à fournir :
  - En conditions de fonctionnement normales, quand l'unité reçoit une alimentation électrique : au moins 4 renouvellements par heure / Dans notre cas 900 m³/h.
  - Dans des conditions d'urgence, au moins 15 renouvellements d'air par heure / Dans notre cas 3 400 m³/h.

* Une zone d'exclusion selon la norme CH35 sera respectée entre tout générateur susceptible de produire une flamme ou une étincelle et une unité contenant des fluides frigorigènes inflammables. Le rayon de la zone d'exclusion est calculé comme suit :

Diamètre intérieur (D) de la tuyauterie faisant circuler la phase liquide alimentant l'unité (en mm)	Rayon de la zone d'exclusion (en m)			
	Installations extérieures	Installations intérieures		
	LII < 0,1 kg/m³	LII ≥ 0,1 kg/m³		LII < 0,1 kg/m³
		Rapport LII sur M ≥ 4 et P ≤ 25 bar	Rapport LII sur M < 4 et P > 25 bar	
D ≤ 4,76	1	0,1	0,25	1
4,76 < D ≤ 8	1,5	0,2	0,5	1,5
8 < D ≤ 20	3	0,6	1,5	3
20 < D ≤ 50	3	2	4	8

LII : Limite inférieure d'inflammabilité en kg par m3 du fluide

M : Masse molaire en kg par mole du fluide

P : Pression absolue maximale admissible en sortie du condenseur

* **Dans le cadre du R290 et de ce projet, le rayon de la zone d'exclusion est de 8 m.**

* Aucune restriction de charge en fluide frigorigène inflammable n'est imposée au système utilisant ces fluides s'il est placé dans une salle des machines et si cette salle est équipée :
  - d'un dispositif de détection qui, en cas de fuite, déclenche l'extracteur d'air mécanique et coupe la circulation du fluide dans le circuit afin de limiter la durée de la fuite, soit par arrêt complet du système thermodynamique, soit par activation d'une électrovanne. Ce dispositif de détection est composé d'une centrale de détection et de deux capteurs adaptés à la nature du fluide utilisé. Un dispositif d'avertissement automatique signale toute défaillance du système de détection et d'extraction d'air ; Ce dispositif devra communiquer les défaillances à la GTC école en mode Modbus RS 485.
  - d'un extracteur d'air mécanique garantissant un taux horaire de renouvellement d'air suffisant pour être en deçà de la limite inférieure d'inflammabilité en sortie d'extraction. Ce dispositif est de catégorie 3 au sens de la directive 2014/34/UE concernant les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles.

* Le respect des dispositions de la norme EN 378 relatives aux débits de renouvellement d'air est présumé satisfaire à ces exigences

* Le système d'extraction est spécifique et ne peut pas être raccordé sur un système visé aux articles CH28 à CH43. A l'intérieur du bâtiment et en dehors du volume du local, les conduits et leurs gaines éventuelles doivent assurer un degré coupe-feu de traversée équivalent au degré coupe-feu des parois traversées avec un minimum de une heure. L'extracteur d'air mécanique est de catégorie 3 au sens de la directive 2014/34/UE concernant les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles.

* Les raccords de sortie des soupapes doivent être acheminés de l'unité vers l'air libre, à l'extérieur et dans un endroit sûr, loin du sol (à au moins 1 m au-dessus du sol et avec la sortie dirigée vers le haut pour augmenter la dilution) ou de sources d'inflammation potentielles (équipement électrique pouvant créer des arcs ou des étincelles, surfaces chaudes, flammes,etc.). Les conduites d'évacuation des dispositifs de surpression doivent être calculées conformément à la norme EN 13136.

* L'évacuation des dispositifs de surpression doit s'effectuer de manière à ce que les personnes, les animaux et les biens ne soient pas mis en danger par le réfrigérant libéré.

* En cas de fuite, le réfrigérant ne doit pas pouvoir s'écouler dans une ouverture de ventilation, une porte, une trappe ou une ouverture similaire.

* L'évaluation globale du risque d'incendie sur le site d'installation (par exemple, le calcul de la charge d'incendie) relève de la responsabilité de l'utilisateur, conformément aux réglementations ou normes locales et/ou nationales ou aux codes de la construction.

* Le tableau électrique est conçu pour empêcher l'entrée directe du réfrigérant dans le compartiment frigorifique en cas de fuite. Le boîtier électrique ne doit pas être modifié par l'ajout de trous ou le retrait de presse-étoupes. Les opérations de câblage doivent respecter les règles suivantes : pour le passage des câbles, utiliser la plaque prévue à cet effet, qui doit être percée et équipée de presse-étoupes adaptés au diamètre du câble d'alimentation de l'unité.

* La machine doit être installée conformément au manuel d'installation et aux exigences des normes EN 378-1 / EN 378-3. D'autres exigences sont spécifiées dans les clauses de la norme EN 378-3 : 5 Salles des machines, 7 Installations électriques, 8 Alarmes de sécurité, 9 Détecteurs.

* Le réfrigérant étant plus lourd que l'air, au moins un détecteur doit être installé dans les points les plus bas de la salle des machines.

* L'installateur doit fournir une documentation adéquatement protégée qui doit être conservée à proximité du lieu d'utilisation de l'unité et être clairement lisible. Elle doit contenir au moins les informations sur l'inflammabilité du réfrigérant inflammable (voir EN 378-2, 6.4.3.3)

* L'utilisateur final doit procéder à l'entretien et à l'étalonnage périodiques du DÉTECTEUR DE FUITES DE GAZ, en fonction du modèle de détecteur installé sur l'unité. Les instructions et procédures de sécurité pertinentes sont spécifiées dans le manuel d'instructions du modèle de détecteur fourni. La fréquence d'étalonnage et de remplacement est résumée ci-dessous :
  - Détecteur de fuites de gaz MSR :

    Un intervalle d'étalonnage est normalement recommandé par le fabricant et la courbe du capteur ne peut être garantie que si des étalonnages sont effectués régulièrement. L'intervalle d'étalonnage de 12 mois est défini en usine et est contrôlé pendant le fonctionnement normal. Ce paramètre peut être surveillé via RS485 en lisant le registre Modbus approprié à l'aide d'un PLC de supervision. Pendant la phase d'étalonnage, si la sensibilité calculée est inférieure à 30 %, le capteur ne peut plus être réétalonné et doit être remplacé.
  - Détecteur de fuites de gaz CAREL

    La procédure d'étalonnage périodique recommandée par le fabricant doit être effectuée tous les 12 mois. La procédure d'étalonnage est effectuée périodiquement et consiste à introduire une concentration de gaz connue à l'entrée du capteur, à l'aide du kit d'étalonnage. La durée de vie du capteur est fixée à 5 ans et il est nécessaire de remplacer le capteur, car l'étalonnage n'est plus suffisant pour garantir la fiabilité de la mesure effectuée.

* Les détecteurs de fuite seront de marque CAREL type GLD SMALL ou techniquement équivalent :
  - Détecteur de gaz réfrigérant

- Connexion avec le contrôle CAREL via série RS485
- Signal sonore et visuel avec relais SPDT vers contrôleur
- Tension d'alimentation 24V

8.1.3 Circuit primaire commun de captage

Sur le réseau de captage commun aux PAC, il sera mis en œuvre :

- Un robinet de vidange raccordé sur une évacuation
- 2 thermomètres de marque WIKA type A52 Ø80 ou équivalent
- 1 pressostat manque d'eau installé sur le retour en point bas, pression 0,4 à 3,5 bars, résistant aux fluides corrosifs. En cas de manque d'eau, celui-ci devra couper l'alimentation électrique des PAC et des circulateurs et remonter une alerte sur la GTB
- 1 manomètre
- 1 compteurs de calories remonté sur la GTC côté forages
- 2 soupapes de sécurité tarées en fonction de la pression statique de l'installation et raccordées au collecteur général de vidange par l'intermédiaire d'un entonnoir
- 1 doigt de gant Ø6/8 mm sur le départ et le retour de forages
- 2 purgeurs d'air automatiques
- Les vannes d'isolement
- 1 pot à boues (cf. chapitre dédié)
- Un réservoir d'eau glycolée

8.1.4 Circuit primaire PAC

Sur le réseau de captage de chaque PAC, il sera mis en œuvre :

- Un filtre à tamis
- Circulateur simple entre vannes d'isolement, à haute performance énergétique, de classe A, avec écran LCD indiquant le débit ainsi que le mode de régulation, les heures de fonctionnement, la consommation électrique, etc. Il sera de marque GRUNDFOS type MAGNA 3 N ou techniquement équivalent. Il sera monté sans manomètre amont/aval
- Un débistat
- Un clapet anti-retour
- Des vannes d'isolement

8.1.5 Circuit secondaire commun

Sur le réseau de chauffage en sortie de la cascade de PAC, il sera mis en œuvre :

- 2 thermomètres de marque WIKA type A52 Ø80 ou équivalent
- 2 soupapes de sécurité tarées en fonction de la pression statique de l'installation et raccordées au collecteur général de vidange par l'intermédiaire d'un entonnoir
- 1 compteur de calories communicant, remonté sur la GTB (protocole Modbus)
- 2 sondes de température (départ et retour)
- 2 purgeurs d'air automatiques
- Les vannes d'isolement
- 1 pot d'introduction de produits de traitement de 15 litres

8.1.6 Circuit secondaire PAC

Sur le réseau de chauffage de chaque PAC, il sera mis en œuvre :

- Un filtre à tamis
- Circulateur simple entre vannes d'isolement, à haute performance énergétique, de classe A, avec écran LCD indiquant le débit ainsi que le mode de régulation, les heures de fonctionnement, la consommation électrique, etc. Il sera de marque GRUNDFOS type MAGNA 3 ou techniquement équivalent. Il sera monté sans manomètre amont/aval
- Un clapet anti-retour
- Des vannes d'isolement

8.1.7 Ballon tampon chauffage

Il sera installé sur le circuit de chauffage une capacité tampon, de marque LAPESA ou techniquement équivalent. La capacité tampon sera dimensionné pour assurer une suffisance d'énergie afin de subvenir aux appels de puissances manquants. Il aura une capacité de 1500 litres, à confirmer par les études d'exécution.

Il présentera les caractéristiques techniques suivantes :

- Ballon vertical en acier
- Pieds supports
- Trou d'homme de 400 mm calorifugé
- Pression de service : 7 bar
- Pression d'épreuve : 10 bar
- Peinture extérieure antirouille
- Calorifuge par mousse de polyuréthane sans CFC d'épaisseur 40 mm, projetée, rigide, haute densité et classée au feu B2 – DIN 4102
- Jaquette en tôle Isoxal
- Température d'utilisation minimale de -8°C
- Constante de refroidissement : 0,168 Wh/24h par litre et par K

Il sera équipé des accessoires complémentaires suivants :

- Trappe de visite
- Thermomètres
- Dispositif de vidange pour l'élimination des boues
- Purgeur d'air
- Dégazeur
- Vannes d'isolement en aval et en amont
- Résistance électrique de 20 kW

Cette réserve tampon sera installée en découplage sur le circuit de chauffage. Elle sera alimentée directement en sortie de la PAC sur le départ chauffage, puis alimentera en sortie les circuits de distribution de chauffage. Le retour des circuits de distribution de chauffage sera bouclé sur le ballon tampon avant de se raccorder sur le retour chauffage de la PAC. Au niveau de chacun des raccordements sur le ballon tampon il sera mis en œuvre des clapets de non-retour et des vannes d'isolement.

L'installation permettra donc :

- De réchauffer l'eau contenue dans le ballon dans un premier temps et constituer ainsi une réserve de calories pour le réseau de chauffage, indépendamment de la demande de chaud
- De prélever les calories directement sur la réserve tampon, sans faire fonctionner la PAC, lorsque la demande en chaud sera inférieure à la puissance minimale de la PAC.

8.1.8 Fonctionnement en géocooling

Il est prévu d'utiliser les SGV afin de procéder en mi-saison et en période estivale à un rafraîchissement des différents locaux par l'intermédiaire du réseau froid alimentant les CTA existantes. Ainsi, il sera réalisé un échange thermique direct entre le circuit de captage et le circuit de chauffage. Cet échange sera assuré par les circulateurs du circuit secondaire qui devront donc absorber la perte de charge des circuits de captage.

Le réseau de géocooling sera équipé des équipements suivants :

- Un échangeur de chaleur de 150 kW dimensionné avec un pincement de 1°C avec vannes d'isolement
- 4 thermomètres de marque WIKA type A52 Ø80 ou équivalent, amont et aval
- 1 clapet anti-retour
- 1 compteur de calories communicant, remonté sur la GTB (protocole Modbus)
- 1 vannes 3 voies motorisée pilotées par les PAC avec remontée sur la GTC
- Les vannes d'isolement

8.1.9 Chaudière électrique

Afin de répondre aux forts appels de puissance, il sera mis en place une chaudière électrique murale de marque GRETEL, modèle CYLAE SOL 156 ou techniquement équivalent.

La chaudière présentera les caractéristiques suivantes :

- Puissance nominale : 156 kW
- Alimentation électrique : 400 V triphasé
- Corps de chauffe en acier calorifugé
- Thermoplongeurs en alliage INCOLOY sur bride
- Régulation électronique PID modulante avec affichage digital
- Puissance ajustable par paliers
- Contrôleur de débit intégré
- Pressostat de sécurité manque d'eau
- Soupape de sécurité 4 bars
- Purgeur automatique
- Sécurité thermique à réarmement manuel
- Bornier de délestage et pilotage analogique de série, compatible avec une communication Modbus RS485 en option

L'installation sera réalisée conformément aux DTU, aux normes NF et européennes en vigueur, aux prescriptions du fabricant ainsi qu'aux règles de l'art.

L'entreprise devra notamment :

- La fourniture de l'ensemble des matériels nécessaires
- La pose et la fixation de la chaudière
- Les raccordements hydrauliques sur le réseau de chauffage existant, y compris tous accessoires de montage (vannes d'isolement, raccords, joints, supports, etc.)
- La vanne 3 voies motorisée mélangeuse pour le fonctionnement en appoint des PAC géothermiques sur le réseau de distribution
- Le raccordement électrique
- Le raccordement des organes de régulation et de commande
- Le remplissage, la purge et les essais hydrauliques
- Les réglages, essais de fonctionnement et mise en service
- La fourniture des notices d'utilisation, certificats, DOE et procès-verbaux d'essais.

La mise en service comprendra les essais de sécurité, le paramétrage de la régulation, les contrôles de bon fonctionnement et la formation de l'exploitant.

8.1.10 Ventilation du local technique

Conformément à la norme EN378 et aux prescriptions décrites ci-avant, une ventilation mécanique du local technique sera mise en œuvre.

Le caisson sera de marque FRANCE AIR type RECTIL'AIR ATEX ou techniquement équivalent :

- Caisson en acier galvanisé
- Virole d'aspiration en cuivre
- Turbine à action en acier galvanisé
- Moteur classe F, Ip44, 50 Hz, 400V TRI / CE II2G / Protection thermique intégrée
- Taille 600x350
- Débit à 900 m^3/h en fonctionnement nominal et 3 400 m^3/h en fonctionnement « urgence »
- Régulation par contact GTC pour enclenchement du débit « urgence »
- Y compris station de mesure de débit type TROX ou équivalent
- Implantation sur plots sur toiture terrasse
- Protection en tôle pour implantation extérieure

Les conduits seront réalisés en tôle d'acier galvanisé spiralée dont l'épaisseur sera au moins de :

- 5/10 mm pour Ø160 mm
- 6/10 mm pour Ø 200 à 355 mm
- 8/10 mm pour Ø 400 mm

Les assemblages se feront par emboîtement avec joint d'étanchéité par masticage. La prise d'air dans le local se fera en vrac directement dans la gaine derrière les PAC en partie basse.

La gaine de rejet d'air sera prolongée en toiture puis rejoindra par l'extérieure la zone technique du groupe froid où se situera le caisson d'extraction.

La prise d'air (VB) et le rejet d'air se feront en façade par une grille de marque ATLANTIC type GAE 50 ou techniquement équivalent et toujours en respectant les distances prévues dans la norme EN 378 :

- Grille aluminium avec grillage anti volatile
- Ailettes fixes, montées avec un pas de 50 mm
- Finition aluminium anodisé avec coloris au choix de l'architecte
- Support avec RAL identique à la grille
- Fixation par vis apparentes
- Dimensions : 800 x 500 mm

A la traversée du mur, la grille VB sera pourvue d'un clapet coupe-feu auto-commandé. Il sera installé suivant la réglementation en vigueur, des clapets coupe-feu titulaires de PV d'essais de laboratoires agréés et conformes à la norme NFS 61.937 concernant le DAS. Il sera constitué de volet et tunnel en matériau réfractaire exempt d'amiante de marque ATLANTIC ou équivalent. Ils seront actionnés par un dispositif de déclenchement thermique à 70°C. Le mécanisme possédera une commande manuelle de réarmement et sera sous capot de protection. Ils auront une étanchéité de classe C. Ils disposeront d'un contact fin de course. Il sera mis en œuvre par le présent lot qui s'assurera de l'accessibilité pour les travaux de vérification et les actions de réarmement, notamment dans les passages ou les conduits reçoivent une protection coupe-feu.

8.1.11 Filtre à boues

Le désembouage des réseaux côté forages sera réalisé par la mise en place d'un pot à boues sur le retour. Il sera de marque JUDO type HEIFI-TOP ou techniquement équivalent, admettant une pression de service jusqu'à 10 bars :

- Corps de filtre en laiton
- Système intégré hydro dynamiquement optimisé pour la rétention des boues et micros-bulles avec brosse ronde ondulée en acier inoxydable
- Dégazeur
- Grand volant manuel avec robinet à boisseau sphérique pour l'activation du rétro lavage avec nettoyage mécanique simultané de la brosse par raclage
- Bride de montage rotative en laiton à baïonnette
- Coque d'isolation thermique en EPP
- Vannes d'isolement

Il sera équipé en amont et en aval d'une vanne d'isolement ¼ de tour pour l'entretien et la maintenance.

8.1.12 Désembouteur magnétique

Le désembouage des réseaux en continu sera réalisé par la mise en place d'un désembouteur magnétique au niveau du circuit de retour. Il sera de marque PNEUMATEX type ZIO ou techniquement équivalent, admettant une pression de service jusqu'à 10 bars :

- Un corps en acier traité
- Un récipient à faible turbulences avec séparateur
- Un barreau magnétique polyphasé à sec monté sur doigt de gant
- 2 manomètres en inox
- Une vanne de vidange
- Un purgeur d'air automatique à gros débit
- Raccords à brides

Il sera équipé en amont et en aval d'une vanne d'isolement ¼ de tour pour l'entretien et la maintenance.

Il sera monté en dérivation du circuit de retour et il sera mis en place sur la branche principale une vanne de réglage de type TA permettant de faire passer 10% du débit en continu.

8.1.13 Dégazeur d'air

Après le ballon tampon de chauffage, en dérivation du circuit aller et en amont des départs du circuit secondaire, il sera mis en œuvre un dégazeur par dépression de la marque Flamco type FLAMCOVENT SMART 80 F ou techniquement équivalent :

- Avec raccord par bride conformément à EN 1092-1 PN16.
- Pression de service maximale : 10 bar.
- Pression de service de maximale de 25 bar sont disponibles sur demande.

- Température de départ maximale de 110 °C.
- Conviennent pour des solutions glycol jusqu'à 50%.
- Conviennent pour des solutions éthanol jusqu'à 30%.
- Conformes à la directive PED 2014/68/EU.

8.2 Production ECS

La production ECS de la zone « Restauration » est assurée par l'intermédiaire d'un ballon à accumulation alimenté par une des PAC eau/eau dédiée à cette production. La récupération de chaleur via le HTR sera la couverture principale du besoin.

8.2.1 Pompe à chaleur

La production d'eau chaude sanitaire de la restauration sera réalisée par l'intermédiaire d'un ballon à accumulation dimensionné pour couvrir une partie du besoin journalier en ECS de la restauration.

Le ballon à accumulation présentera un volume de stockage de 750 litres, lequel sera desservi par un ballon de stockage en eau morte de 1000 litres avec préparateur instantané intégré.

Il sera mis en place un régime de température 60°C pour l'ECS, 70°C en HTR et 50°C pour le chauffage en sortie de la PAC.

Un des 2 PAC sera dédiée de manière prioritaire à la couverture du besoin ECS.

8.2.2 Circuit d'eau chaude stockage primaire & HTR

Sur le réseau en sortie de la PAC, il sera mis en œuvre :

- 2 thermomètres de marque WIKA type A52 Ø80 ou équivalent
- 1 manomètre
- 2 soupapes de sécurité tarées en fonction de la pression statique de l'installation et raccordées au collecteur général de vidange par l'intermédiaire d'un entonnoir
- 1 compteur de calories communicant, remonté sur la GTB (protocole Mod BUS)
- 2 sondes de température (départ et retour)
- 1 clapet anti-retour
- Des vannes d'isolement

Sur le réseau HTR en sortie de la PAC, il sera mis en œuvre :

- Circulateur simple entre vannes d'isolement, à haute performance énergétique, de classe A, avec écran LCD indiquant le débit ainsi que le mode de régulation, les heures de fonctionnement, la consommation électrique, etc. Il sera de marque GRUNDFOS type MAGNA 3 ou techniquement équivalent. Il sera monté sans manomètre amont/aval
- 1 compteur de calories communicant, remonté sur la GTB (protocole Mod BUS)
- 1 filtre à tamis
- 1 clapet anti-retour
- 2 vannes 3 voies pour la bascule ECS PAC vs HTR
- Des vannes d'isolement

8.2.3 Ballon de stockage en eau morte

Dans le local technique, il sera installé sur le circuit de chauffage une capacité tampon, VIESSMAN VITOCELL-E ou techniquement équivalent. La capacité tampon sera dimensionné pour assurer une suffisance d'énergie pour le réchauffage instantanée de l'eau chaude sanitaire.

- Volume tampon ECS : ..... 1 000 litres
- Appoint :.....Sans objet

Il présentera les caractéristiques techniques suivantes :

- Ballon vertical en acier
- Pieds supports
- Trou d'homme de 110 mm, 260 mm et 400 mm
- Calorifuge en laine minérale de 100 mm
- Pression de service : 6 bars
- Pression d'épreuve : 10 bars

- Peinture extérieure antirouille
- Jaquette en tôle aluminium
- Température d'utilisation minimale de - 8°C
- Constante de refroidissement : 3,70 Wh/24h

Il sera équipé des accessoires complémentaires suivants :

- Trappe de visite
- Thermomètres
- Dispositif de vidange pour l'élimination des boues
- Purgeur d'air
- Dégazeur
- Vannes d'isolement en aval et en amont

8.2.4 Système de charge ECS

Cette réserve tampon sera adossée un module de production d'ECS instantanée de marque VIESSMANN type VITOTRANS 353 d'une puissance de 73 kW. Cette station compacte et entièrement préfabriquée sera adaptée pour montage sur ballon et aura les caractéristiques suivantes :

- Avec régulation intégrée, précâblée et pré paramétrée pour le réglage de la température d'eau chaude souhaitée et couplage thermostatique de la vanne directionnelle de retour.
- Avec échangeur de chaleur à plaques à haute efficacité énergétique surdimensionné pour une faible température de retour.
- Avec indicateur de débit volumique pour une mesure précise dans le circuit d'eau chaude sanitaire.
- Avec circulateur à haute efficacité énergétique à asservissement de vitesse pour le circuit primaire.
- Avec vannes d'arrêt munies d'un clapet de retenue intégré. • Avec fixation murale et isolation.
- Possibilité de cascade de 4 modules identiques.
- Débit de soutirage jusqu'à 68 l/min (Débit de soutirage pour une température d'eau primaire de 60°C, une température de soutirage de 45°C et une température d'arrivée d'eau froide de 10°C)
- Pression de service primaire 10 bar / secondaire 10 bar
- Température maximale primaire 95 °C / secondaire 95 °C
- Raccordements primaire G 1 ¼ / secondaire G1 ½
- Longueur 342 mm
- Largeur 410 mm
- Hauteur 990 mm
- Poids 36 kg

L'entreprise titulaire du présent lot prévoira toutes les sujétions de fourniture et de pose.

8.2.5 Ballon ECS

Le ballon de stockage ECS de 750 L assurera l'accumulation de l'ensemble des besoin ECS. Le ballon sera de marque VIESMANN type CVB ou techniquement équivalent :

- Préparateur ECS en acier émaillé vitrifié
- Isolation thermique en PU rigide injecté dans le moule
- Jaquette extérieure en PVC avec fermeture éclair
- Échangeur type serpentin immergé en acier émaillé proposant une grande surface d'échange en position basse
- Protection cathodique avec anode de magnésium
- Orifice d'inspection latéral
- Pression de service maxi (primaire / secondaire) : 25 / 8 bar
- Température maximale (primaire / secondaire) : 200 / 90°C
- Pertes de chaleur statiques selon la norme EN 12897 : 115 W
- Diamètre Ø859 mm
- Hauteur 1 948 mm
- Appoint électrique de 12 kW pour l'appoint et les chocs thermiques

Il sera équipé des accessoires complémentaires suivants :

- 2 thermomètres de marque WIKA type A52 Ø80 ou équivalent, un en partie haute et un en partie basse, montés sur doigt de gant
- 1 dispositif de vidange en point bas par vanne à boisseau sphérique pour l'élimination des boues
- 1 purgeur d'air / dégazeur automatique en point haut
- Les vannes d'isolement en aval et en amont
- 1 clapet anti-retour

8.3 Production frigorifique

Aujourd'hui, la production de froid est réalisée par un groupe froid mis en œuvre dans la cour tropézienne adossée au local technique.

Dans le cadre du projet et afin de valoriser l'énergie du sous-sol, le rafraichissement est envisagé par géocooling puis par froid actif, lorsque le géocooling n'est plus suffisant, directement via la production géothermique. Le groupe froid existant sera cependant conservé en appoint/secours.

Le titulaire du présent lot devra prévoir toutes les dispositions nécessaires au bon fonctionnement de l'installation en froid actif avec secours automatique depuis l'installation existante.

L'installation existante étant glycolée, le titulaire du présent lot devra prévoir la vidange et l'évacuation de l'eau glycolée puis le remplissage en eau claire. Les réseaux extérieurs étant tracés électriquement, il n'y a pas de risques de gel.

L'installation existante sera conservée jusqu'aux vannes en sortie du ballon tampon froid existant.

8.3.1 Réseau froid

Le titulaire du présent lot devra la création d'un réseau de distribution d'eau glacée entre le ballon tampon géothermique et les réseaux froids existant.

Le réseau sera dimensionné, études d'exécution à l'appui, pour fournir 100% des besoins froid.

Le réseau sera composé comme suit :

- Circulateur simple entre vannes d'isolement, à haute performance énergétique, de classe A, avec écran LCD indiquant le débit ainsi que le mode de régulation, les heures de fonctionnement, la consommation électrique, etc. Il sera de marque GRUNDFOS type MAGNA 3 N ou techniquement équivalent. Il sera monté sans manomètre amont/aval.
- Vannes d'isolement
- Thermomètres
- Compteur d'énergie
- Vannes 3 voies motorisées en sortie du ballon tampon
- Vannes 3 voies motorisées pour secours groupe froid

8.3.2 Essais et mise en service

Les prestations incluront :

- Les essais fonctionnels,
- Les réglages hydrauliques et aérauliques,
- La mise en service complète, avec :
  - La priorité à la géothermie
  - Appoint par le groupe froid

8.4 Canalisations hydrauliques

Les canalisations de distribution de chauffage et de froid seront réalisées en tubes acier inox à sertir avec une isolation par coquilles Styrofoam ou Armaflex en local technique et finition tôle isoxal en extérieur, et par mousse de caoutchouc non fendue en dehors de la chaufferie, épaisseur minimale selon chapitre calorifuge.

Le titulaire du présent lot devra prévoir toutes les reprises de réseaux jugées nécessaires dans le cadre du projet.

8.5 Sondes géothermiques

L'installation des capteurs enterrés (forage + insertion tubes verticaux + remplissage) sera impérativement réalisée par un professionnel du forage formé aux techniques des capteurs enterrés. Ce professionnel devra confirmer le principe retenu ainsi que l'hydraulique en amont de la pompe à chaleur.

L'entreprise adjudicataire du présent lot devra disposer de la certification CertiForage « Forage module sonde ».

L'entreprise devra prendre connaissance et intégrer l'ensemble des contraintes d'accès, de besoins en eau et en électricité du site, nécessaires pour la réalisation des forages et plus largement des travaux. Si l'élargissement d'un portail d'accès doit être réalisé, il devra être prévu dans l'offre du présent lot y compris remise en état après travaux.

8.5.1 Types de capteurs

Les capteurs verticaux seront de type double U en polyéthylène haute densité 100% matière vierge (PEHD). Les dimensions des tubes utilisés pour ces sondes sont DN 40. Les liaisons seront calculées pour réduire au maximum les pertes de charges et équilibrer les débits entre les différents forages. Le DN des liaisons selon l'architecture retenue seront en 50 à minima.

Le diamètre devra être sélectionné de manière à limiter la perte de charge du réseau géothermique à 2 mCE.

Les sondes seront de marque GEOTEC, HAKAGERODUR ou REHAU.

Tous les raccords (éventuels) des liaisons seront effectués avec les raccords électro-soudés.

8.5.2 Espacement des capteurs

L'implantation sera réalisée de sorte que les capteurs ne s'influencent pas mutuellement et que le sol puisse se régénérer correctement. Elle respectera les prescriptions suivantes :

- Ecartement entre 2 forages : .....8,0 m
- Ecartement entre les forages et les constructions : .....3,0 m
- Ecartement entre les forages et des réseaux enterrés non hydrauliques :.....1,5 m
- Diamètre de forage : .....Ø 115 à 160 mm

8.5.3 Cheminement

Le cheminement des capteurs verticaux doit se faire en fonction :

- Des obstacles (autres réseaux enterrés, puits)
- De la localisation des fondations des bâtiments
- De la position du local où se trouvent les PAC
- De l'accessibilité aux engins de forage

Les tuyauteries de liaisons horizontales seront posées dans les fouilles prévues au présent lot.

On évitera dans la mesure du possible les coudes afin de réduire les pertes de charges hydrauliques. Une pente continue sera prévue entre la sonde et le collecteur afin de pouvoir opérer des purges.

Nature du sol

L'entrepreneur devra prendre connaissance avant le début des travaux de la nature du sol.

La connaissance du sol sera affinée au fur et à mesure de l'avancement du forage (changement de nature de sol) afin de procéder à l'estimation de la conductivité thermique des différentes strates rencontrées et de déterminer de manière rigoureuse les paramètres de dimensionnement.

Le foreur aura en charge la déclaration auprès de la DREAL dont il fournira une copie au Maître d'Ouvrage.

Il fournira également une coupe lithologique des sols rencontrés.

8.5.4 Dimensionnement des capteurs

Le dimensionnement doit être déterminé de façon rigoureuse. En effet, un sous-dimensionnement entraînera un appauvrissement du sol irréversible et une dégradation des performances et des puissances soutirées au cours du temps.

Le dimensionnement des forages respectera la géomodélisation réalisée dans le cadre de l'étude de faisabilité.

Afin de couvrir les besoins géothermiques, il sera donc installé 14 forages de 150 ml soit 2 100 ml de captage.

8.5.5 Installation des capteurs enterrés

Installation et raccordement des tubes collecteurs horizontaux

Les fouilles et remblais entre les têtes de forages et le local technique sont à la charge du présent lot.

Les tuyauteries seront posées dans un lit de sable, grillage avertisseur et remblaiement tout venant.

Les tubes à utiliser doivent être en matériaux de synthèse comme décrit ci-avant, être équipés d'un dispositif de filtration pour éviter l'usure prématurée des sondes par d'éventuels corps solides et être :

- Inertes par rapport au sol
- Inertes par rapport aux liquides antigel
- Inertes par rapport aux matériaux de remplissage (bentonite)

Dans les tuyauteries, la vitesse de l'eau sera déterminée de manière à respecter une perte de charge linéaire maximale de 10 mmCE/ml.

Les liaisons horizontales seront réalisées en tube PE de diamètre DN50.

Quelle que soit la méthode employée par l'entreprise, celle-ci fournir une note de calculs pour valider son choix.

NOTA :	Le dimensionnement de la pompe de circulation pour l'alimentation du circuit des capteurs enterrés doit être effectué à partir des puissances thermiques extraites du sol en hiver. La puissance maximale de cette pompe sera de 15 W/kW soutirés au sol. Le circulateur devra être également asservi à la PAC et apte à véhiculer l'eau froide sans risque de courts circuits électriques.

Mise en œuvre du captage vertical

Aucun raccord ne doit être effectué sur les capteurs enterrés.

Les extrémités en U des capteurs verticaux doivent être préfabriquées et éprouvées en usine.

La liaison entre les sondes à la sortie du forage et les tubes de liaisons au collecteur devra être réalisée au moyen de raccords soudables ou électro soudables. A défaut, si des raccords mécaniques sont utilisés, ceux-ci seront placés dans un regard en tête de forage. Afin de pouvoir intervenir sur ces collecteurs, ceux-ci doivent être installés dans un regard facilement accessible muni d'un bac de rétention.

Les raccordements avec les équipements doivent être réalisés soit au moyen de raccords mécaniques à compression, à douille à sertir ou bague à glisse, soit par des raccords sertis (sertissage mécanique).

Quelques soit la méthode employée par l'entreprise, celle-ci fournir une note de calculs pour valider son choix.

NOTA :	**La cimentation devra obligatoirement intervenir dans les 5 jours suivant le forage afin de limiter les phénomènes de « rejet de tube ». Le cas échéant, le maître d'œuvre se laisse le droit d'exiger un nouveau forage respectant ses contraintes majeures.**

Remblaiement

Le remblaiement ne pourra débuter qu'après les essais de mise en pression indiqués plus loin dans ce document.

Après forage, le capteur est introduit et le forage est ensuite rempli, généralement par un mélange de ciment et de bentonite. En cas de présence d'eau importante, l'injection de gravier permettra de positionner la sonde dans le forage.

La résistivité thermique du mélange de remplissage devra être égale ou supérieure à la résistivité moyenne du forage.

Dans tous les cas, il sera préféré la technique du 5ème tube permettant l'injection de Bentonite ou de ciment spécial qui permet de garantir le bon remplissage des vides et d'assurer la meilleure transmission thermique possible.

Ce remplissage sera réalisé jusqu'au sommet de la sonde et aura également pour but d'éviter la contamination du sous-sol par les eaux de ruissellement.

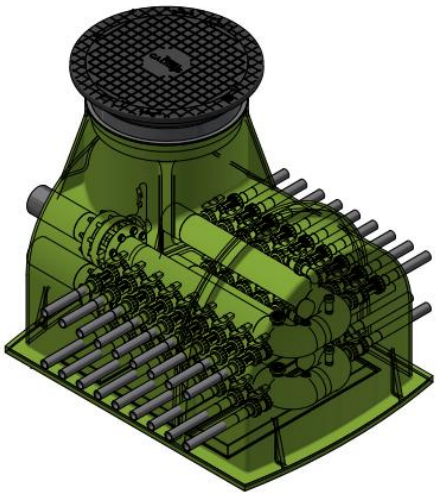
Un plan de recollement sera fourni au Maître d'Ouvrage et dans les DOE indiquant précisément la position des sondes verticales.

8.5.6 Collecteur de forage

Le titulaire du présent lot aura à sa charge la fourniture d'un regard extérieur intégrant d'usine des collecteurs de raccordement des liaisons horizontales. La pose de ces regards sera à la charge du présent lot, le raccordement des liaisons de forages sera à la charge du titulaire du présent lot. Il sera mis en œuvre dans un espace enherbé conformément aux plans DCE.

Il sera de marque GRATEC type GT-1500-HU ou techniquement équivalent :

- Principe de raccordement : ..... 2 nappes aller et 2 nappes retour
- Dimensions (H x L) : ..... 1700 x 1650 mm (hors tampon)
- Tampon : ..... Ø600 en fonte
- Orientation des collecteurs : ..... Horizontale avec raccordement sur la face avant
- Raccordement à destination des locaux techniques : ..... Piquage perpendiculaire
- Nombre de raccordement de forages : ..... 28 piquages aller/retour (ou plus)



En aval du collecteur, le raccordement au local technique sera réalisé par l'intermédiaire d'une canalisation en PEHD100 ou techniquement équivalent. Les réseaux seront dimensionnés afin d'avoir la perte de charge la plus faible (< 10 mmCE/ml) jusqu'aux productions de chaleur. Les réseaux seront isolés dès la remontée dans le local technique. Les réseaux en pleine terre ne seront en revanche pas isolés.

Le collecteur sera équilibré de manière à avoir un débit identique sur chaque forage et ce afin de ne pas défavoriser des forages vis-à-vis des autres. L'entreprise devra fournir un rapport d'équilibrage complet avec mention des équilibrages et des débits.

8.5.7 Réseaux entre collecteur et local technique

Les réseaux depuis le collecteur central vers le local technique seront réalisés par des tubes PE100 de diamètres adaptés afin de limiter au maximum les pertes de charges (< 10 mmCE/ml).

Les réseaux ne seront pas calorifugés dans leur parcours enterré en revanche ils seront calorifugés dès la sortie de terre jusqu'au local technique et plus généralement jusqu'aux PAC par une coquille de 100 mm.

Les réseaux étant extérieur sur une partie du cheminement, ils seront protégés contre le gel par le remplissage en eau glycolée.

Pour la protection mécanique et aux UV du calorifuge, il sera prévu un revêtement en tôle Isoxal sur l'ensemble du parcours extérieur des canalisations hydrauliques.

8.5.8 Évacuation des boues de forages

Les boues de forages seront évacuées par le présent lot au fur et à mesure de l'avancée des travaux. L'entreprise aura à sa charge la localisation de la benne de récupération ainsi que le traitement de ses boues de forages.

8.5.9 Remplissage

Le remplissage du réseau géothermique se fera en local technique par le biais d'une bouteille de remplissage. Le glycol sera injecté dans le réseau par pompe sous pression.

Le mélange d'eau glycolée sera réalisé en usine pour garantir la qualité de l'eau utilisée et sa compatibilité avec les additifs anticorrosifs. Le mélange sera de marque TYFOCOR ou équivalent.

8.5.10 Cause d'abandon

En cas d'apparition lors du forage d'un élément non prévisible (puits artésien trop important, couche géologique instable ou tout autre aléa) empêchant l'aboutissement du chantier tel que décrit dans le présent document, une concertation entre les parties permettra de décider de l'arrêt sans frais du chantier ou de la continuation de celui-ci après accord sur la méthode et signature éventuelle d'un avenant.

En cas de décision d'abandon de la géothermie. Un autre système de chauffage devra alors être envisagé.

8.5.11 Contrôles et essais

Vérifications en cours de travaux par la MOE

Elles auront lieu avant le rebouchage des fouilles. Elles s'effectueront en présence du maître d'œuvre, du bureau d'études, de l'installateur et du Maître d'Ouvrage et/ou de son AMO.

Il sera procédé à la vérification :

- De la mise en œuvre du matériel,
- De la conformité des installations en fonction des prestations figurant au cahier des charges et selon les modifications approuvées en cours de chantier,
- De l'état du matériel,
- Tous les essais pourront être différés tant qu'une partie quelconque des fournitures ou de leur mise en oeuvre ne sera pas acceptée,
- Un test de pression sera réalisé pour chaque sonde. Ce test sera réalisé à une pression de 3 bars sera effectué avant remplissage du forage,
- Un test de pression pour chaque circuit (jusqu'au collecteur) avant rebouchage des tranchées.

Les conséquences en découlant restent à la charge de l'entreprise.

Essais COPREC suivant réglementation actuelle.

8.5.12 Test de réponse thermique

Un Test de Réponse Thermique devra être prévu dans le cadre du projet afin de quantifier la réponse thermique du sol.

Ce dernier devra être réalisé dès la finalisation du premier forage et devra permettre d'adapter le champ de forage afin que ce dernier ne soit totalement terminé.

Un premier dossier de subvention sera déposé auprès de l'ADEME par l'équipe de maîtrise d'œuvre. L'entreprise adjudicataire du présent lot devra veiller à transmettre les photos et documents réglementaires afin que le maître d'œuvre puisse procéder aux démarches requises par l'ADEME.

L'étude devra respecter les critères suivants :

CRITERE	EXIGENCE
Longueur de la sonde test :	150 ml
Type de sonde :	PE 100 PN16 (4 tubes de dimensions Ø32x2,9 mm)
Protocole d'essai préalable :	Test de pression sur les sondes à 3 bars pendant 30 minutes avant la mise début des tests
Délai entre la cimentation et le test :	7 jours à minima
Mise en température initiale	
Méthode de définition de la température T_0 :	Relevé par circulation, réchauffeur à l'arrêt
Durée du test :	2 heures minimum
Test de réponse thermique	
Méthode du TRT :	Circulation du fluide dans la sonde à débit et puissance constante
Puissance à injecter :	50 W/ml
Intervalles d'enregistrement :	Enregistrement de T_e et T_s toutes les minutes
Durée de l'enregistrement :	72 heures

8.5.12.1 Composants du TRT

8.5.12.1.1 SGV test

La SGV doit être représentative des SGV prévues dans le futur chantier. Lorsque la théorie de la source linéaire de chaleur est appliquée, la SGV test doit être conforme au modèle retenu, c'est-à-dire présenter des caractéristiques telles que son diamètre puisse être considéré comme négligeable par rapport à sa longueur (cf. section « Interprétation »). De ce fait, les SGV de type simple U, double U, coaxiale ou spiralée dans des forages de diamètres usuels (de 100 mm à 200 mm) sont acceptables. Par contre, l'utilisation de corbeilles (faible profondeur, diamètre élevé) est proscrite.

8.5.12.1.2 Appareil type

L'appareil de TRT fonctionnera en mode chauffage, afin de contrôler la puissance de chauffe plus aisément qu'en mode refroidissement. L'appareil devra comporter à minima :

- Un organe de chauffage permettant de réguler, ou à défaut de calibrer, la puissance injectée dans le sol,
- Une pompe de circulation permettant de réguler, ou à défaut de calibrer, le débit de circulation dans la SGV,
- Des capteurs de température platine, minimum Pt100 classe B ou équivalent, permettant de relever :
  - La température en sortie de l'appareil (entrée de SGV)
  - La température en entrée de l'appareil (sortie de SGV)
- Un système de mesure d'énergie : soit par relevé direct de la puissance thermique injectée, ou par mesure du débit associée aux températures entrée/sortie qui permettra un calcul plus précis de la puissance injectée,
- Un système d'enregistrement à intervalles réguliers des grandeurs mesurées décrites précédemment. La période d'enregistrement des mesures est au maximum de 10 minutes et peut descendre jusqu'à 30 secondes.

L'appareil doit de plus intégrer les sécurités nécessaires à la protection des personnes (protection contre la surchauffe notamment) et de manière générale être conçu selon les normes en vigueur.

L'utilisateur doit pouvoir justifier de la précision des capteurs de mesure utilisés dans l'appareil. Lorsque la puissance injectée est mesurée par le biais du relevé de la consommation électrique ou primaire consommée, le comptage ne doit concerner que l'énergie consommée par l'organe de chauffage et non par l'appareil dans son ensemble, ce qui conduirait à surestimer la puissance effectivement apportée au terrain.

8.5.12.1.3 Précision de l'appareil de TRT

Outre la précision des capteurs servant à la mesure, deux facteurs influent sur la précision de celle-ci :

- La présence ou non de régulation de la puissance injectée,
- Les pertes thermiques sur la chaîne de mesure.
- Régulation

La régulation consiste à maintenir la puissance injectée dans la SGV test aussi stable que possible. Etant donné que la puissance injectée est fonction du débit de circulation et des températures entrée et sortie de la SGV test, la régulation concerne simultanément :

- Le maintien d'un débit de circulation Q_m constant,
- Le maintien d'un écart de température constant T_e-T_s. Ceci peut être fait soit en régulant l'écart de température voulu (régulation directe), soit en régulant la puissance électrique consommée par le dispositif de chauffage (régulation indirecte).

L'appareil régulé permettra l'ajustement précis des consignes de débit et de chauffage afin de s'adapter à tous les cas de figure.

* Erreur due à l'absence de régulation

Lorsque l'appareil est alimenté par le réseau électrique, l'absence de régulation entachera la mesure d'une erreur inhérente à la variation de tension de celui-ci. La source de chaleur devra donc être stable pour éviter ce phénomène (groupe électrogène régulé ou autre).

* Pertes et apports thermiques, isolation

Les pertes thermiques concernent :

- La dissipation thermique parasite lorsque l'appareil fonctionne par température ambiante froide,
- Les apports thermiques parasites lorsque l'appareil fonctionne par température ambiante chaude.

Une distance pouvant atteindre la dizaine de mètres sépare généralement l'appareil de la SGV test, le raccordement entre les deux étant réalisé par des canalisations (aller/retour).

- Lorsque les capteurs de température sont solidaires de l'appareil, la mesure des régimes de température ne devra pas être perturbée par les déperditions au niveau des canalisations : celles-ci devront impérativement être calorifugées (appareil régulé ou non régulé).
- Lorsque les capteurs de température sont placés directement sur la SGV test à distance de l'appareil :
  - Soit l'appareil n'est pas régulé, dans ce cas, la mesure des régimes de température ne devra pas être perturbée par les déperditions au niveau des canalisations : celles-ci devront être impérativement calorifugées.
  - Soit l'appareil est régulé et la régulation s'effectue sur les températures mesurées sur la SGV test ; dans ce cas, les déperditions sont prises en compte par la régulation, le calorifugeage des canalisations n'est alors pas indispensable.

8.5.12.2 Procédure de mise en œuvre

8.5.12.2.1 Délai entre la pose et la mesure

Une fois la SGV test posée et la cimentation effectuée, **un délai minimum de 7 jours** devra être respecté entre la fin de la cimentation et le début du test. Ce dernier permettra de s'assurer que la cimentation admette un niveau de performance (conductivité) stable et, d'éviter que la prise de la cimentation exothermique n'interfère avec les mesures en cours.

8.5.12.2.2 Mesure de la température stabilisée du sous-sol

La mesure de la température stabilisée du sous-sol T_0 nécessite que la SGV test soit au repos et en équilibre thermique avec le sous-sol. La mesure devra donc impérativement être réalisée avant l'injection de chaleur. La relève de la température non perturbée du sous-sol se fera selon une des deux méthodes au choix : le relevé du log thermique ou la mesure par circulation.

* Cas du relevé du log thermique

Le relevé du log thermique se fera en introduisant dans la SGV test un capteur de température relié à la surface par un câble, par lequel on relèvera la température mesurée. Le capteur est descendu doucement par palier. A chaque palier, l'opérateur devra attendre que la mesure soit stabilisée et l'enregistrera. La délicatesse devra être de rigueur afin de créer le moins de mélange possible du fluide dans la SGV test pendant la descente du capteur et obtenir les mesures les plus précises.

L'enregistrement devra faire apparaître l'augmentation de la température en fonction de la profondeur.

Le déplacement du fluide dans la SGV test, lorsque le capteur de température y est introduit, devra être minimisé. Pour cela, les extrémités de la SGV test seront bouchées en surface.

* Cas du relevé par circulation

La température de stabilité sera obtenue par circulation de l'eau dans la SGV test, avec chauffage à l'arrêt. La mesure s'effectuera sur T_e et T_s. La mesure devra être stable pour calculer la température moyenne du fluide, correspondant à la température moyenne du sous-sol.

La durée de la circulation sera de 30 minutes pour une SGV de 100 m de profondeur. Pour des sondes plus profondes, la durée de la circulation devra être suffisante pour obtenir une température stable.

* Influence de la pompe de circulation

Afin de limiter l'influence de l'émission de chaleur de la pompe, les mesures devront être rapides lorsque la température est stable.

* Influence de la mise en eau de l'appareil de test

Le volume d'eau additionnel introduit dans le circuit lors de la mise en eau de l'équipement de test sera minimisé tant que possible. Le volume additionnel ainsi que sa température seront relevés avant remplissage afin de corriger la valeur mesurée.

8.5.12.2.3 Choix des paramètres du test

Pour la mesure de la conductivité et le calcul de la résistance thermique de la SGV test, **la puissance injectée dans le sol sera de 50 W/m**.

La différence de température entre l'entrée et la sortie de la SGV test devra être comprise entre 3°C et 7°C.

Le débit de fluide caloporteur dans la SGV test devra garantir un régime d'écoulement turbulent dans les tubes. Le débit sera donc de l'ordre de :

- 0,5 à 1 m³/h pour une SGV double U DN25,
- 0,7 à 1,4 m³/h pour une SGV double U DN32,
- 0,9 à 1,6 m³/h pour une SGV double U DN40.

Ces valeurs peuvent être revues à la hausse en fonction de la puissance injectée et de la profondeur de la SGV test.

Le choix de la puissance d'injection résultera d'un compromis entre le débit et la différence de température qui sera appliquée entre l'entrée et la sortie de la SGV test.

8.5.12.2.4 Durée du test

La durée du test sera de **72 heures à minima**.

8.5.12.2.5 Interruption involontaire du test

Lorsqu'un test est interrompu, par suite d'un défaut d'alimentation par exemple, il devra être relancé dans le délai le plus court possible.

Lorsqu'un test est avorté pour une raison quelconque et qu'il n'est pas relancé dans l'immédiat, il sera nécessaire de reprogrammer une nouvelle mesure. Afin que le test avorté n'impacte pas la nouvelle mesure, un délai minimum de 10 jours entre les deux tentatives sera respecté. La température stabilisée du sous-sol retenue, en tout état de cause, sera celle relevée lors de la première tentative.

8.5.12.3 Interprétation du TRT

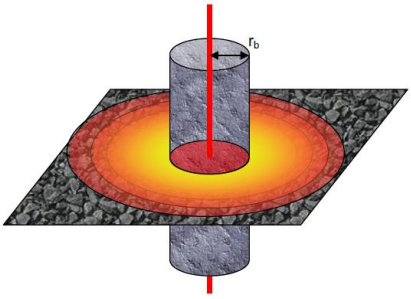
La conductivité thermique moyenne du terrain et la résistance thermique de la SGV test sont déterminées à partir de trois grandeurs mesurées pendant la phase de circulation à puissance constante :

- Le débit effectif dans la SGV test, noté Qm (m³/s ou kg/s) ou, au minimum, l'énergie injectée P (W),
- Les températures Te et Ts (°C),
- La puissance injectée P (W).

Quelle que soit la méthode retenue, le principe général de l'interprétation du TRT consiste à ajuster les paramètres que sont la conductivité thermique moyenne du terrain et la résistivité thermique de la SGV test de manière à ce que le modèle choisi reproduise l'évolution observée de la température moyenne du fluide.

La détermination de la conductivité sera réalisée par application de la théorie de la source linéaire infinie (LSI) de chaleur, où l'évolution de la température du fluide est reliée aux paramètres thermo-physiques du terrain et de la SGV test par une équation. Ce modèle repose sur les hypothèses suivantes :

- Le milieu est homogène, isotrope / Il n'y a pas d'écoulements souterrains,
- La SGV test est assimilée à une ligne infinie qui émet de la chaleur sur toute sa hauteur (puissance échangée constante sur toute la hauteur du forage).



Modèle de la ligne infinie
(Source : Rapport BRGM/RP-60816-FR)

La température T_f moyenne du fluide caloporteur estimée par le modèle LSI est donnée par :

$$T_f(t) = T_0 + \frac{p}{4\pi\lambda_m} \ln(t) + p\left(R_f + \frac{1}{4\pi\lambda_m}\left(\ln\left(\frac{4a_m}{r_f^2}\right) - 0{,}5772\right)\right)$$

Avec :

- $T_f(t) = \frac{T_e(t)+T_s(t)}{2}$ la température moyenne entrée/sortie de la SGV test,
- T0 : la température initiale du terrain (°C),
- p : la puissance linéique par mètre de SGV (W/m) où p = P / H avec P la puissance apportée par le réchauffeur (W) et H la profondeur de la SGV test (m),
- Rf : la résistance de la SGV test (m.K/W),
- λm : la conductivité thermique du terrain (W/m.K),
- am : la diffusivité thermique du terrain (m²/s) où am = λm / (ρ.Cp)m avec (ρ.Cp)m la capacité calorifique massique moyenne du terrain (J/K.m³),
- rf : le rayon du forage (m),
- ln : le log népérien.

L'interprétation du TRT consiste à ajuster les valeurs de conductivité thermique du terrain λ_m et de résistance de la SGV test R_f de manière à ce que le modèle reproduise les températures moyennes de fluide mesurées. Le modèle de la ligne source infinie peut être utilisé si, après un régime transitoire, la température moyenne du fluide caloporteur en fonction du logarithme du temps résulte en une droite.

L'intervalle pour l'interprétation du TRT est compris entre une durée minimale t_{min} et la durée du TRT. La durée minimale peut être donnée par le critère suivant :

$$t_{min} = 5\frac{r_f^2}{a_m}$$

Hypothèse sur la diffusivité thermique a_m et donc la conductivité thermique λ_m

Si l'évaluation de la conductivité thermique λ_m au moyen de l'équation s'éloigne significativement de la valeur prise en hypothèse, il sera nécessaire de recalculer t_{min} et de recommencer l'interprétation.

8.5.12.4 Résultats & contenu du rapport

Le rapport doit permettre à un tiers de pouvoir interpréter la qualité du travail effectué. Il doit contenir toutes les informations nécessaires pour :

- Vérifier l'ensemble des calculs,

- Lever les incertitudes sur les résultats, ou à minima apporter des éléments de réponse en cas d'anomalies relevées, sur les régimes de température notamment.

8.5.12.4.1 Données du projet

- Localisation exacte du projet,
- Identité des intervenants (forage, mesure, contrôle).

8.5.12.4.2 Dispositif de mesure

Le rapport de test doit présenter :

- Le dispositif de mesure utilisé, précisant notamment :
  - La présence ou l'absence de régulation,
  - La position des capteurs de température sur l'appareil.
- L'emplacement de l'appareil vis-à-vis de la SGV testée lors de la mesure.

8.5.12.4.3 SGV test

Le rapport de test doit présenter les données relatives à la SGV test :

- Profondeur du forage, diamètre de forage, méthode de forage utilisée,
- Type de SGV (marque, modèle), profondeur effective de la SGV test,
- Type de cimentation utilisée (marque, conductivité),
- Coupe géologique obtenue, avec indication des arrivées d'eau constatées et éventuellement les débits estimés.

8.5.12.4.4 Analyse bibliographique

Le rapport doit contenir l'estimation de la capacité calorifique du sol, évaluée sur la base de la coupe géologique pondérée par les valeurs moyennes obtenues dans la littérature (cf. SIA 386-6).

Le rapport doit contenir l'estimation de la conductivité thermique du sol évaluée sur la base de la coupe géologique pondérée par les valeurs moyennes obtenues dans la littérature.

Les calculs estimatifs de la capacité calorifique et de la conductivité thermique doivent prendre en compte l'épaisseur des couches géologiques rencontrées (moyenne pondérée par l'épaisseur de chaque couche).

8.5.12.4.5 Paramètres de test

Le rapport doit contenir une description des paramètres utilisés pendant le test, à savoir :

- La durée du test,
- La nature du fluide utilisé, ainsi que sa chaleur spécifique (J/kg.K),
- La puissance injectée (en W) et injectée par mètre (W/m),
- Le débit appliqué (m^3/h),
- La différence de température appliquée entre l'entrée et la sortie de la SGV test.

Le rapport doit présenter l'évolution des paramètres du test sur la durée de celui-ci, afin de pouvoir juger de la stabilité de la puissance effectivement injectée.

8.5.12.4.6 Courbes obtenues

Le rapport doit présenter les courbes des régimes de température obtenus pendant le test :

- La température en entrée et sortie de la SGV test en fonction du temps,
- La température moyenne du fluide en fonction du logarithme népérien du temps (ln(t)) sur la durée servant au calcul de la conductivité,
- La régression linéaire obtenue sur la température moyenne en fonction du logarithme népérien du temps sur la durée servant au calcul de la conductivité.

8.5.12.4.7 Résultats

Le rapport doit présenter :

- La température stabilisée du sol relevée soit par mesure du gradient thermique soit par circulation,
- La capacité calorifique estimée ainsi que les fourchettes de conductivité thermique tirées des abaques pour le type de lithologie identifiée à partir de la coupe géologique,
- La conductivité thermique calculée sur la base de la régression linéaire obtenue,
- La résistance thermique de la SGV test obtenue.

Le rapport doit présenter en outre la valeur obtenue pour : $\frac{t_{min} \, a_m}{r_f^2}$

8.5.12.4.8 Interprétation

Lorsque cela est nécessaire, le rapport doit tenter d'apporter des éléments de réponse permettant d'expliquer :

- Une conductivité anormalement élevée ou anormalement faible pour la géologie rencontrée,
- Une résistance de la SGV test anormalement élevée ou anormalement faible pour le type de SGV utilisée.

8.5.12.4.9 Documents attendus

Le bureau d'études devra remettre un rapport final au format dématérialisé ainsi qu'une fiche de synthèse de son étude.

9 DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS DE REGULATION & DE GTC

9.1 Objectifs du système de GTC installé

Le titulaire du présent lot prévoira une installation de GTC complète de la totalité de l'installation de production : production géothermique, chauffage, froid, photovoltaïque et départs régulés. Il prévoira donc une armoire électrique dédiée avec son propre automate. En revanche, l'installation de GTC devra être interopérable avec l'installation existante déjà présente sur site. **La GTC sera de marque Johnson Controls** obligatoire pour s'interfacer avec la GTC déjà existante du site.

Plus précisément, le titulaire du présent lot devra prévoir :

- Une armoire électrique et de régulation dédiée
- L'espace nécessaire pour l'intégration du ou des automates dans le local technique voire dans l'armoire électrique production.
- Les dispositions nécessaires pour permettre l'hébergement de l'imagerie de la production sur l'automate
- L'automate production
- La mise en service de la GTC avec rattachement à l'existante
- L'écran tactile en façade d'armoire
- L'installation sera prévue avec une réserve de 20 points physiques GTC

NOTA IMPORTANT : La régulation/GTC existante devra être conservée dans le cadre du projet. La nouvelle installation devra permettre de communiquer avec l'installation existante tout en assurant le suivi actuel des autres installations de CVC

9.2 Principes généraux

Au niveau de l'armoire de commande, il sera mis en place une installation de régulation permettant d'assurer les fonctions suivantes :

- Centralisation des données de comptage calorimétrique, volumétrique et électrique avec archivage des données
- Gestion de la production calorifique (loi d'eau, circulateurs, circuits régulés par vanne 3 voies, etc.)
- Gestion de la cascade des PAC (remontée de la PAC)
- Remonté des températures fluides des différentes réseaux (chauffage, eau chaude sanitaire, rafraîchissement, etc.)
- Gestion du change-over et du mode été/hiver (remontée de la PAC)
- Gestion planning horaires et températures dans les pièces
- Exploitation/Pilotage à distance sur un ordinateur

L'installation sera composée de régulateurs paramétrables avec module entrées/sorties, de périphériques et actionneurs permettant l'asservissement des systèmes, d'un réseau bus et d'un terminal local d'exploitation LCD et tactile positionné en local technique.

L'installation sera équipée d'un serveur web embarqué permettant de générer des pages HTML pour le suivi d'exploitation. Les interfaces proposées seront intuitives et graphiques, de telle sorte qu'une personne non spécialisée dans le domaine puisse intervenir sur l'installation. Ces pages seront accessibles depuis n'importe quel poste informatique sans nécessité l'installation d'un logiciel, par le biais d'une adresse IP. Il pourra être mis en place différents niveaux d'accès au niveau de ces pages HTML permettant d'agir sur toute ou partie de l'installation avec des paramètres plus ou moins techniques.

La GTC de la production géothermique sera mise en œuvre par le titulaire du présent lot :

- L'automate production
- L'écran tactile en façade de l'armoire dédiée

L'entreprise devra également demander l'ensemble des comptages nécessaires à l'obtention des subventions du Fonds Chaleur de l'ADEME & de la Région avec notamment :

- Le comptage thermique de chauffage
- Le comptage thermique de froid
- Le comptage thermique des forages
- Le comptage thermique des réseaux secondaires
- Le comptage électrique des PAC
- Le comptage électrique de la chaudière de chauffage
- Le comptage électrique des résistances électriques d'ECS
- Le comptage volumétrique d'eau froide
- Le comptage électrique des auxiliaires (circulateurs, vannes motorisées, etc.)

L'installation devra permettre une GTC centrale à l'échelle du site avec accès sur l'ensemble des productions énergétiques futures mises en œuvre dans chaque bâtiment. Elle devra également être conforme au décret BACS et aux futurs travaux à réaliser par le Maître d'Ouvrage, afin de se conformer au décret.

9.3 Généralités de l'installation de GTC

Le système de GTB (Gestion Centralisée du Bâtiment) a pour but de fédérer les équipements hydrauliques et aérauliques installés dans les locaux techniques et d'aider à l'exploitation.

La solution de Gestion Technique et Énergétique sera de marque Johnson Controls ou techniquement équivalent.

Le système devra gérer l'ensemble des lots : réseaux de chauffage, froid, particulièrement les automatismes de régulation, le suivi des installations et l'exploitation des données correspondantes.

L'architecture du système devra assurer trois niveaux de gestion de l'information :

* **Acquisition**

L'acquisition concerne tous les moyens techniques de comptage, de mesure et de détection du système. Elle est constituée de compteurs, sondes et capteurs (filaires ou sans fils) capables de relever tous types de données :

- Énergétiques : électricité, gaz, eau …
- Techniques : défaut, alarme, pression, niveau …
- Environnementales : température, humidité, CO2 …

Tous les équipements d'acquisition seront conformes aux normes en vigueur.

* **Traitement**

Les capteurs et actionneurs seront gérés par des régulateurs locaux, Unités Locales Intelligentes, qui collecteront et traiteront localement les informations en provenance des différentes zones. L'ensemble de ces équipements sera fédéré par un réseau de terrain. Ils permettront :

- Le pilotage des consommations
- La détection de défauts (surconsommations, fuites…)
- La mise en œuvre d'actions correctives

* **Restitution et Exploitation**

Plusieurs niveaux d'exploitation seront possibles :

- Accès local ou distant à l'installation via un navigateur permettant de :
- Consulter l'état des process en temps réel de manière conviviale
- Suivre l'évolution des mesures grâce aux graphiques
- La mise en forme de journal des alarmes, synoptiques, historiques, courbes graphiques, comparaison de valeurs, bilans et tableaux de bord…
- Alerter et surveiller
- Analyser la répartition des consommations grâce aux bilans

Remontée des données sur un superviseur afin de :

- Utiliser la puissance d'un PC au niveau archivage et outils graphiques
- Restituer les informations sous forme de tableaux de bord.
- Mettre en place un second niveau de process et d'alerte.

Exporter et imprimer sous différentes formes la donnée.

La solution de Smart Building Management sera de marque Johnson Controls ou techniquement équivalent.

L'Unité Locale Intelligente (ULI) sera constituée d'un bloc de base assurant les fonctions communes (bloc d'alimentation délivrant les diverses tensions internes, micro-processeur, mémoire, interface de transmission, etc.) et d'un fond de panier précâblé permettant de recevoir indifféremment diverses Extensions d'entrées/sorties ou de communication avec un système de détrompage.

L'ULI constituera une intelligence répartie et décentralisée afin d'offrir un fonctionnement de haute sécurité capable d'assumer des tâches de mesure, de traitement, d'enregistrement, d'asservissement (process et régulation), d'optimisation, de contrôle et d'aide à la maintenance.

L'ULI aura à minima les caractéristiques suivantes :

- Processeur : ARM - 792 MHz
- Mémoire vive (RAM) : 512 Mo.
- Stockage (Flash) : 8 Go.
- Chargeur de batterie intégré
- OpenVPN intégré
- Horloge : temps réel, synchronisé par NTP.
- Ethernet : 10/100 Mbits/s.
- Modem GSM : 3G ou 4G, GPRS, SMS Connectique SMA femelle
- Wi-Fi : norme IEEE 802.11b/g/n, bande de fréquences 2,4GHz.
- Ports série : RS232 (x1) – RS485 (x2).
- USB : USB 2.0 – ports pour périphériques (x2) – port console (x1).
- Protocoles natifs : BACnet (IP, MS/TP), EnOcean, M-Bus, Modbus (TCP, RTU), DALI, TIC, EURIDIS, LoRaWAN.

La compatibilité web sera native et embarquée dans l'ULI, tant au niveau de l'exploitation que du paramétrage. Hormis un navigateur internet, aucun autre logiciel ne sera nécessaire. L'ULI pourra également se programmer sans y être connectée (off-line) à l'aide d'un logiciel disponible gratuitement.

La garantie fabricant sera de 2 ans sur les U.T.L. et garantie à vie sur les interfaces d'entrées/sorties de dernière génération

Tout dysfonctionnement ou anomalie sera pris en compte gratuitement pendant toute la durée de vie de l'installation (conseil, diagnostic, prise en main à distance, …) par le support technique du fabricant, joignable du lundi au vendredi.

* **Automate Local technique chauffage**

L'entreprise devra :

- Fourniture et pose d'un nouveau coffret électrique
- Ensemble de modules « intelligents » et interfaces associées pour une Gestion Technique Centralisée pour assurer la régulation du chauffage.
- Fourniture des sondes et capteurs. Ces matériels seront posés par le présent lot
- Liaisons « électriques » entre les modules, les interfaces et les organes de régulation y compris les ensembles de relayage et asservissements éventuels au niveau de l'armoire électrique ; le type de câble et la section seront conformes aux recommandations des constructeurs et aux normes en vigueur
- Liaisons avec l'automate existant
- Une réserve libre de 10% sur le nombre d'entrée/Sortie analogique (AI/AO) et entrée/Sortie Digitale (DI/DO) sera obligatoirement prévue.

* **Gestion local technique chauffage :**

Une Unité Centrale en format Connect DIN sera présente dans l'armoire électrique de la chaufferie. Automate de type METASYS avec Processeur : x86, 32 bits, 300 Mhz, mémoire vive (RAM) : 512 Mo ; Stockage (Flash) : 8 Go. Cette unité possèdera un port RJ 45 en façade et un serveur web embarqué permettant une exploitation, un pilotage et un paramétrage.

Des relais avec dérogation manuelle devront être mis en place sur les sorties TOR

Un modem 3G / 4G devra être intégré dans l'automate dans le but éventuel de pouvoir être remonté par un futur exploitant

Un chargeur batterie devra être intégré dans l'automate dans le but que si une coupure de courant intervienne, la maitrise d'ouvrage ou exploitant soit au courant de la panne et qu'ils aient la capacité de se connecter à distance. La batterie externe devra être posée en fond d'armoire

Un écran d'exploitant local de 10 pouces minimum sera mis en place

Pour chaque automate, les prestations suivantes seront à réalisées :

- Fourniture, pose et raccordement d'un câble réseau selon les caractéristiques et les recommandations du constructeur entre l'unité centrale et l'attente à proximité avec prise RJ45 à la charge du présent lot.

Le câble de liaison Ethernet entre le local et baie de brassage de l'établissement est à la charge du présent lot.

Compatibilité native avec les protocoles suivants :

- Modbus série ou TCP
- Modbus (compteurs de chaleur)

Les systèmes avec passerelles seront exclus.

* **Raccordements électriques :**

L'entreprise devra assurer le raccordement électrique avec protection de tête selon les recommandations du constructeur de l'ensemble des unités centrales et des différentes extensions.

Tous les appareils seront équipés de parasurtenseur et batterie de secours. Les switchs avec batterie de secours pour permettre le raccordement entre afficheur et unités centrales ou entre unités centrales entre-elles sont à la charge du présent lot.

* **Switch industriel Ethernet 5 ports Gigabit - Rail DIN**

L'entreprise devra la fourniture d'un switch industriel Ethernet 5 ports Gigabits à boitier en métal, montage sur rail DIN, robuste. Le switch sera positionné dans l'armoire de régulation.

Le plan d'adressage sera fourni par les services de l'IMT.

Écrans tactiles industriels d'exploitation locale Il sera prévu :

- En façade d'armoire électrique un écran tactile industriel de 10''. Écran tactile avec PC intégré. Communication IP, kit de fixation

Les écrans devront permettre l'exploitation facilitée en local via les fonctions suivantes :

- Consultation de l'état des points et process
- Consultation du Journal des évènements
- Saisie de consignes
- Dérogation et marche-forcée
- Consultations des graphiques
- Tableaux de bord
- Consultation des plannings et agenda
- Modifications et consultations des courbes de chauffe

* **Relai avec dérogation manuelle**

Les commandes digitales du type DO,

Elles seront interfacées par des modules bornes relais en montage RAIL DIN

(Avec dérogation Auto/0/1)

Une synthèse par armoire permettra de surveiller l'état de la position

* **Régulation de la production générale :**

PAC :

La PAC décide seule de son mode de fonctionnement en fonction de la température extérieure qui remonte via la sonde de température extérieure (sur la façade nord du bâtiment). La GTC n'a aucune action de commande, elle ne fait que récupérer les informations.

- Raccordement de l'automate pour remonter les informations de fonctionnements et défaut disponibles (Mode en cours, défaut). Les types de points à remonter seront déterminer en cours de chantier.
- En mode thermofrigopompe, les V3V de décharge (chaud et froid) seront pilotées directement par les PAC avec des remontées de position sur la GTC

Comptage Elec :

Dans le but de visualiser les consommations énergétiques mais également de bénéficier d'un suivi, il sera mis en place des compteurs d'énergies électrique.

Compteur compact d'énergie électrique de marque LETTEL Communicant en Modbus RS485.

Il permettra à la GTC de récupérer les différentes informations contenues dans celui-ci, à savoir :

- Energie active exprimée en kWh
- Puissance active exprimée en kW

Localisation : Alimentation PAC

Le titulaire du présent lot devra prévoir toutes les passerelles nécessaires à la communication avec la GTC existante de marque JOHNSON CONTROLS.

Comptage énergie thermique :

Le comptage se fera au travers d'un compteur d'énergie thermique. La GTB permettra de récupérer les différentes informations contenues dans celui-ci au travers le protocole Modbus, à savoir :

- Energie chaude (exprimée en kWh)
- Energie froide (exprimée en kWh)
- Température aller (exprimée en °C)
- Température retour (exprimée en °C)
- Delta T (exprimée en °C)
- Débit (exprimée en m3/h)
- Volume (exprimée en m3)
- Puissance (exprimée en kW)

Localisation : Réseau primaire et secondaire

Le titulaire du présent lot devra prévoir toutes les passerelles nécessaires à la communication avec la GTC existante de marque JOHNSON CONTROLS.

9.4 Liste de points GTC prévisionnelle

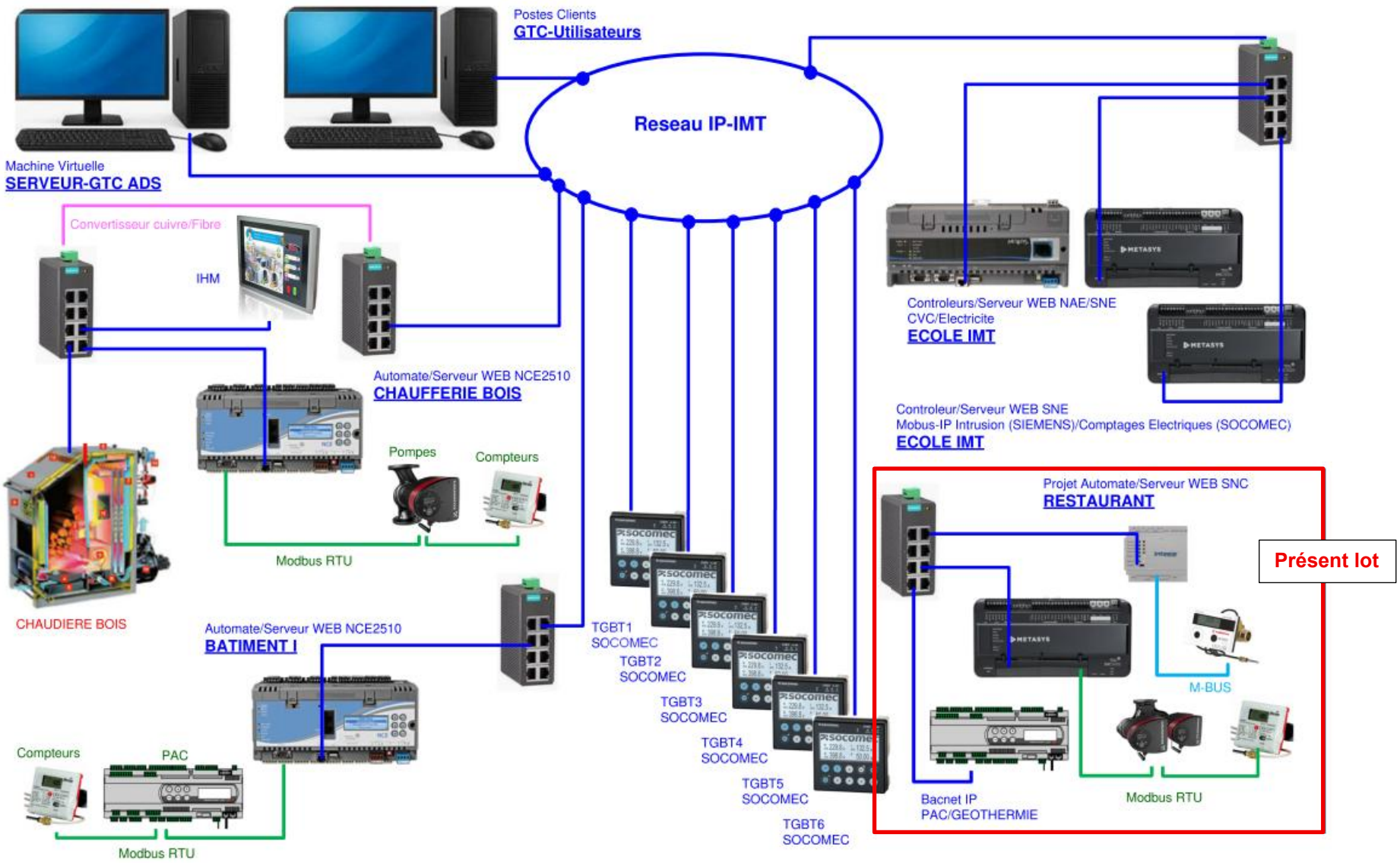
N°	DESIGNATION DES POINTS	EN			SN	EA	SA	Pts	Equip Mbus	Equip Modbus	Observation - Localisation
		TS	TA	TCP	TC	TM	TR	Com			
	PRODUCTION CH / FR										
	Température extérieure					1					
	Défaut PAC		2								
	Mode été	2									
	Mode hiver	2									
	Température avant ballon tampon CH					1					
	Température avant ballon tampon FR					1					
	Température sortie ballon tampon FR					1					
	Température sortie ballon tampon CH					1					
	Température sortie préparateur préchauffe ECS					1					
	Température sortie préparateur ECS					1					
	Défaut résistances électriques		1								
	Comptage volumétrique eau froide :								1		
	Température aller							1			
	Débit							1			
	Comptage énergie thermique primaire :								1		
	Température aller							1			
	Température retour							1			
	Débit							1			
	Energie chaude							1			
	Comptage énergie thermique FR primaire :						1				

	Température aller					1					
	Température retour					1					
	Débit					1					
	Energie froide					1					
	Comptage énergie thermique secondaire :								1		
	Température aller							1			
	Température retour							1			
	Débit							1			
	Energie chaude							1			
	Comptage électrique PACS :									1	
	Energie active							1			
	Puissance active							1			
	Comptage électrique Appoints électriques :									1	
	Energie active							2			
	Puissance active							2			
	Comptage électrique distribution :									1	
	Energie active							1			
	Puissance active							1			
	Photovoltaïque									1	
	Consommations							1			
	Remontés de défauts							1			
	TOTAL	**4**	**4**			**14**	**2**	**14**	**2**	**3**	

Légende :

TA : Téléalarme, Signal Entrée Digital / **TS** : Télésignalisation, Signal Entrée Digitale / **TCP** : Télécomptage, Signal Entrée Digital / **TM** : Télémesure, Signal Entrée Analogique / **TC** : Télécommande, Signal Sortie Digitale / **TR** : Téléréglage, Signal Sortie Analogique

9.5 Architecture GTC existante et future du site IMT ALBI



10 ELECTRICITE

10.1 Alimentations électriques

L'installation sera réalisée dans le respect de la norme NF C 15.100, édition juillet 2025, relative à la protection des travailleurs et des règles de l'art usuelles de la profession.

Le titulaire du présent lot devra l'alimentation électrique de son armoire depuis le TGBT du site. Toutes sujétions étant à sa charge.

Une préférence sera faite pour l'installation de la marque SCHNEIDER déjà présente sur site en raison de la sélectivité.

Le titulaire du présent lot devra les raccordements suivants :

- De l'armoire de commande en local technique qui alimentera :
  - Des 2 PAC eau /eau
  - De la chaudière électrique
  - Des résistances électriques
  - Les circulateurs primaires et secondaires PAC
  - Des circulateurs des départs secondaires
  - Les régulations et ensemble des organes nécessitant une alimentation électrique
- Des vannes motorisées
- Etc.

Cette liste n'est pas exhaustive. Plus généralement, le titulaire du présent lot devra l'intégralité des raccordements électriques de ces matériels.

10.1.1 Principe d'alimentation

L'alimentation sera réalisée :

- Depuis un départ dédié créé dans le TGBT,
- Par un câble de puissance adapté, dimensionné selon la puissance installée et les longueurs de liaison, estimé à 4x50², dimensionnement à vérifier par l'entreprise
- Cheminant en chemin de câble carrossé en toiture terrasse.

10.1.2 Cheminement et pose des réseaux

Le câble d'alimentation sera posé :

- Sur un chemin de câble capoté en toiture terrasse

10.1.3 Protection et raccordement au TGBT

Le mandataire du lot devra :

- Créer un départ protégé dans le TGBT existant,
- Fournir et installer le disjoncteur de protection adapté (calibre, courbe, pouvoir de coupure),
- Assurer le raccordement électrique complet jusqu'à l'armoire géothermie,
- Repérer clairement le départ et le disjoncteur au TGBT (étiquetage normalisé).
- Fournir les schémas au format DWG et PDF

L'ensemble des protections devra être conforme aux prescriptions du constructeur des équipements et aux normes en vigueur.

10.1.4 Contraintes d'exploitation

Le restaurant étant un bâtiment existant en exploitation, l'ensemble des interventions impactant l'alimentation électrique ou les cheminements devra impérativement être réalisé lorsque ce dernier ne sera pas en activité, afin de ne pas gêner les occupants ni perturber le fonctionnement du site.

Le mandataire du lot devra :

- Se coordonner avec le maître d'ouvrage et/ou l'exploitant,
- Proposer un planning d'intervention compatible avec les contraintes d'exploitation,
- Prendre toutes les dispositions nécessaires pour garantir la sécurité des personnes et des installations.

10.1.5 Dépose équipements existants

Conformément à l'article CH35 et du fait de l'utilisation du fluide frigorigène R290, aucun appareillage électrique (interrupteur, prise et luminaires) ne devra être situé à moins de 8,00 m des pompes à chaleur et des raccords des conduits transportant le gaz R290.

Le titulaire du présent devra donc prévoir le déplacement des équipements électriques, boîtes de dérivation, réseaux électriques, etc. à proximité de l'emplacement des futures PAC.

L'entreprise est réputée avoir connaissance de l'ensemble des équipements à déplacer suite à la visite sur site.

10.2 Armoire de commande en local technique

Toutes les commandes, protections et automatismes des équipements installés en local technique seront regroupés dans l'armoire électrique à la charge du présent lot. Il sera également prévu un report par le présent lot du contact Marche / Arrêt dans des locaux accessibles au personnel, après consultation du Maître d'ouvrage en phase EXE.

Les coffrets seront réalisés en tôle rigide et indéformable. La face avant faisant porte, donnera un accès total et aisé au matériel. Il sera prévu la mise à la terre des serrureries et de la porte par des tresses cuivre. Le volume de l'enveloppe de ces coffrets sera calculé de telle manière que la température inférieure soit inférieure à 35°C.

Ce coffret comportera :

- Un interrupteur général
- Les protections et commandes des moteurs par disjoncteurs sectionneurs-fusibles (avec contact de pré-coupure)
- Les protections par disjoncteurs
- Les voyants de signalisation marche / défaut / arrêt par diodes ou lampes de couleurs différentes pour les équipements suivants :
  - PAC eau/eau
  - Circulateurs
  - Résistances électriques
- Les commutateurs 3 positions rotatifs marche / arrêt / automatique
- Asservissements électriques pour permutation automatique d'un circulateur à l'autre par compteur horaire dans le cas des circulateurs doubles
- Un dispositif essais lampes
- Les transformateurs d'isolement 230V/24V ou 230V pour alimenter les régulateurs, périphériques et actionneurs
- Le raccordement force, commande, signalisation, ramené sur bornes en partie haute de l'armoire
- Une prise de courant avec terre 230V protégée par disjoncteur 30mA

Tous les matériels et appareillages entrant dans la constitution des installations seront conformes aux Normes UTE et à la Norme NFC 15.100.

Les conducteurs seront en cuivre. Il ne sera pas admis de conducteur en aluminium. Les liaisons seront exécutées en câbles FR-N1X6G3 (Cca) pour les alimentations de puissance des différents équipements et en câbles AO7.RN-F pour les circuits de signalisations et de télécommande n'aboutissant pas sur des circuits électroniques de détection.

Le conducteur de protection sera toujours incorporé aux câbles et les raccordements s'effectueront, exclusivement, sur les équipements ou dans l'armoire de commande. Le raccordement des câbles s'opérera de telle sorte que l'on puisse passer une pince ampèremétrique sur chacun des conducteurs et autour des conducteurs actifs.

Tous les appareils mis en place dans l'armoire seront convenablement repérés par étiquettes gravées sur les portes au-dessus des dispositifs de commande à l'intérieur sur les appareils eux-mêmes.

Le régime du neutre des alimentations de puissance électrique fournies est du type TT.

Les polarités de commande, signalisations, asservissements, etc. sont obtenues à partir d'un transformateur de contrôle (230/24V).

Des comptages seront mis en place dans l'armoire conformément à l'arrêté du 28 décembre 2012, relatif à la RT2012, afin de mesurer les consommations électriques liées à la production d'eau chaude, à la ventilation, aux auxiliaires de chauffage, etc.

10.2.1 Reprise des départs existants

L'armoire électrique existante sera déposée et mise à disposition de la maîtrise d'ouvrage, néanmoins certains départs devront être repris dans la nouvelle armoire électrique. La liste suivante donne les départs principaux mais n'a pas vocation à être exhaustive. L'entreprise devra repérer et reprendre toutes les alimentations nécessaires au bon fonctionnement de la production. Les principaux points sont les suivants :

- Adoucisseurs
- Traçage ECS
- Circulateur S.A.M élèves et V3V associée
- Circulateur cuisine et V3V associée
- Circulateur central et V3V associée
- 2 Circulateurs GF
- Eclairages
- Prises
- Etc.

11 COMPTAGE

11.1 Principe de comptage

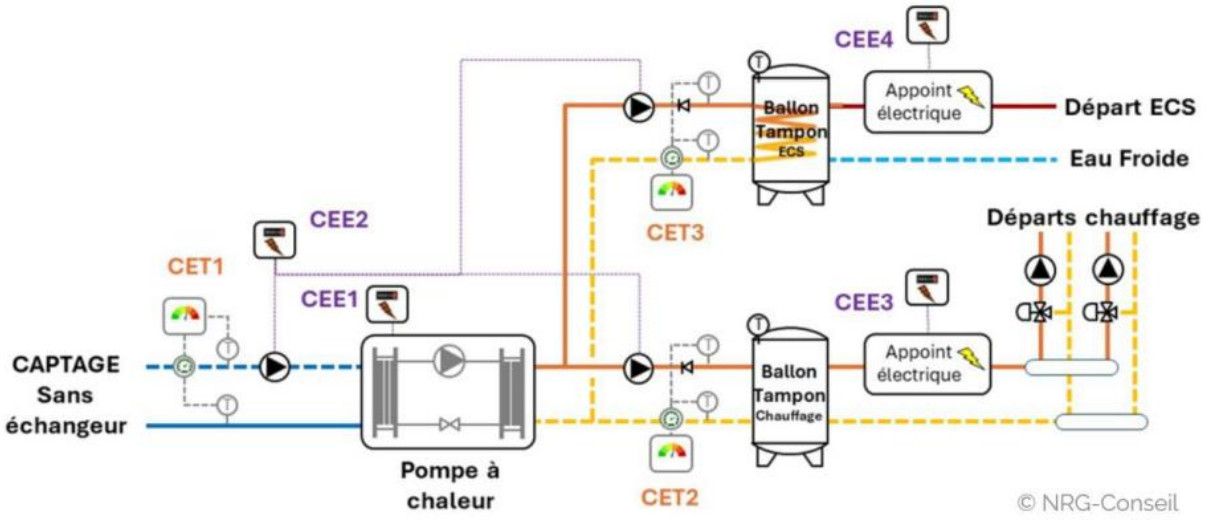
Il sera mis en place un programme de comptage permettant de suivre par poste et par équipement les consommations en eau, en électricité et en gaz.

Les compteurs seront mis en place par le présent lot conformément aux prescriptions des paragraphes précédents.

NOTA 1 : L'ensemble des compteurs seront livrés avec leurs certificats d'étalonnage qui seront remis au Maître d'Ouvrage.

NOTA 2 : L'ensemble des compteurs seront communicants par un protocole de communication Modbus IP et devront être remontés sur la GTC.

Une partie des compteurs mis en place permettra, entre autres, de compter l'énergie par poste issue de la géothermie conformément au plan de comptage suivant nécessaire dans le cadre de demande subvention fond chaleur ADEME géothermie :



11.2 Prescriptions techniques générales

11.2.1 Comptage calorimétrique

Ces compteurs seront à ultrason afin de ne pas modifier les pertes de charge, d'être insensibles aux particules en suspension et d'avoir une grande précision même sur des faibles débits. Les compteurs mis en place sur les circuits de chauffage seront de type bidirectionnel.

Ils seront de marque SAPPEL type SHARKY 775 ou techniquement équivalent avec les caractéristiques suivantes :

- Toutes positions de montage ;
- Chauffage : IP 54 / Climatisation : IP 68 ;
- Alimentation 230V ;
- Cycle de mesure en volume : 1/8 s ;
- Plage de comptage : 5 - 105 °C ;
- Affichage LCD indiquant : Energie / Puissance / Volume / Débit / Température.

11.2.2 Comptage d'énergie électrique

Les compteurs électriques seront de marque SOCOMEC type DIRIS ou équivalent avec une lecture directe de l'énergie consommée ainsi qu'une communication ModBUS. Ils devront être remontés sur la GTB.

11.2.3 Comptage volumétrique

Les compteurs volumétriques à ultrasons seront de marque SAPPEL type HYDRUS ou techniquement équivalent. Cette technologie garantit une mesure stable. Ils seront obligatoirement ACS. Les compteurs devront pouvoir être installés sans contrainte de longueur droite et dans toutes les positions.

Caractéristiques :

- Classe métrologique MID LNE 14586, OIML R49, EN 14154, TVO, ACS, KTW ;
- Température de fluide : 0 - 50 °C ;
- Indication d'affichage : LCD - 8 caractères ;
- Indice de Protection : IP 68 ;
- Valeurs affichées : Volume / Débit / Température du média / Durée de vie restante de la pile / Jour de comptage ;
- Alimentation : deux piles Lithium 3,6 V DC (16 ans).
- Compatible Modbus

12 TRAVAUX DIVERS

12.1 Etiquetage / Repérage

Tous les réseaux d'alimentation eau froide, froid, chauffage seront repérés par une bande de couleur symbolisant la nature du fluide et le sens de circulation. Les couleurs conventionnelles seront choisies conformément à la norme AFNOR NF X 08.100.

Les équipements (vannes, clapets, etc.) seront repérés par une étiquette gravée indiquant leur fonction. Tous les symboles seront conformes aux normes et seront reportés sur les plans, les schémas et les notices d'entretien.

12.2 Schéma de principe

Le schéma de principe en local production sera remplacé par le schéma de principe version DOE. Il sera fourni en version DWG et PDF également.

Ce dernier sera imprimé en A1 et plastifié pour le rendre inaltérable.

12.3 Désinfection des réseaux EF/ECS/BCL

Avant toute mise en service des réseaux de plomberie, une désinfection des réseaux d'EF, d'ECS et de BOUCLAGE sera réalisée. Il sera réalisé une analyse d'eau par un prestataire agréé COFRAC afin de valider la qualité de l'eau et des réseaux.