RÉGION ACADÉMIQUE
PROVENCE-ALPES-
CÔTE D'AZUR

Liberté
Égalité
Fraternité

Cahier des Charges

Travaux de remplacement de la pompe à chaleur réversible du bâtiment A



Table des matières

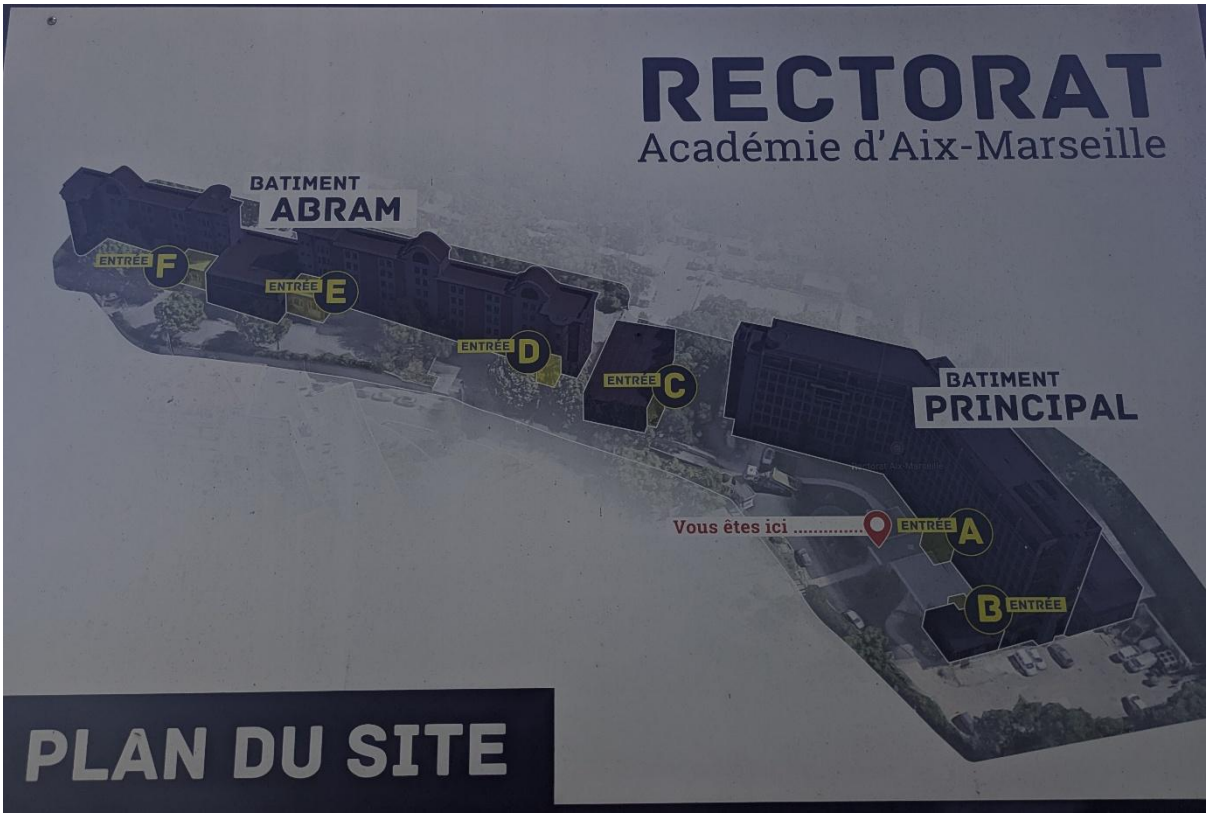
1. PRESENTATION DU PROJET 3
1.1. Introduction et contexte du projet 3
1.2. Planning du projet 4
2. INSTALLATION EXISTANTE 4
2.1. Site en activité 4
2.2. Descriptif des installations 5
2.2.1. Production d'eau chaude 5
2.2.2. Production d'eau glacée 6
2.2.3. Poste de transformation 7
3. DESCRIPTIF DES TRAVAUX 8
3.1. Généralités 8
3.1.1. Prescriptions générales 8
3.1.2. Normes et réglementations 9
3.2. Descriptif du projet 11
3.2.1. Solutions proposées 11
3.2.2. Critères de conception 12
3.2.3. Critères de performance technique 12
3.2.4. Exigences d'installation 12
3.2.5. Limites de fournitures 13
3.3. Spécifications techniques 13
3.3.1. PAC 13
3.3.2. Raccordements électriques 14
4. ANNEXE 1 – COURBE DE CHARGE 15

1. PRESENTATION DU PROJET

1.1. Introduction et contexte du projet

Le site objet des travaux est le site du Rectorat situé à Aix-en-Provence, Place Lucien Paye. Le site est composé des bâtiments suivants :

- Bâtiment A et B, construits en 1973
- Bâtiments C et D E F (ABRAM), construits en 1930



Plan du site

Le circuit Ventilo-convecteurs des bâtiment A/B est alimenté par une PAC réversible air-eau, de la marque Carrier, datant de 2009 et d'une puissance thermique de 276 kW, afin d'assurer les besoins de chauffage en mi-saison. Cette PAC assure également la climatisation de ces bâtiments en été.

La PAC Carrier est actuellement en panne suite à une défaillance de plusieurs compresseurs et ne permet plus d'assurer les besoins de climatisation en été et de chauffage en mi-saison.

Le Rectorat souhaite remplacer cette PAC tout en ayant une vision de performance énergétique et de décarbonation globale du site.

1.2. Planning du projet

Les travaux s'effectuent conformément à un planning détaillé qui sera proposé par les candidats et validé par la maitrise d'ouvrage.

Afin d'adapter l'offre aux besoins réels du site, les Candidats devront réaliser une visite du site. Cette visite préalable doit permettre aux Candidats d'appréhender tous les éléments de leurs prestations. Afin de programmer une visite de site, les candidats peuvent prendre contact par mail ou téléphone avec :

Florent Castel
Energy Manager
Florent.Castel@region-academique-paca.fr
04.42.91.70.94

2. INSTALLATION EXISTANTE

2.1. Site en activité

L'opération de travaux envisagée sera réalisée sur un site occupé. Les travaux seront donc organisés de façon à occasionner le moins de gêne possible pour les occupants. Il sera porté également une attention particulière à ne pas générer d'inconfort durant la période de transition. Le contractant veillera à ce que les bruits de chantier ne dépassent en aucun cas les limites fixées par la réglementation.

Les horaires d'occupation peuvent varier selon les bâtiments/zones. Le planning actuel du site, qui sera à faire confirmer avant le démarrage des travaux, est le suivant :

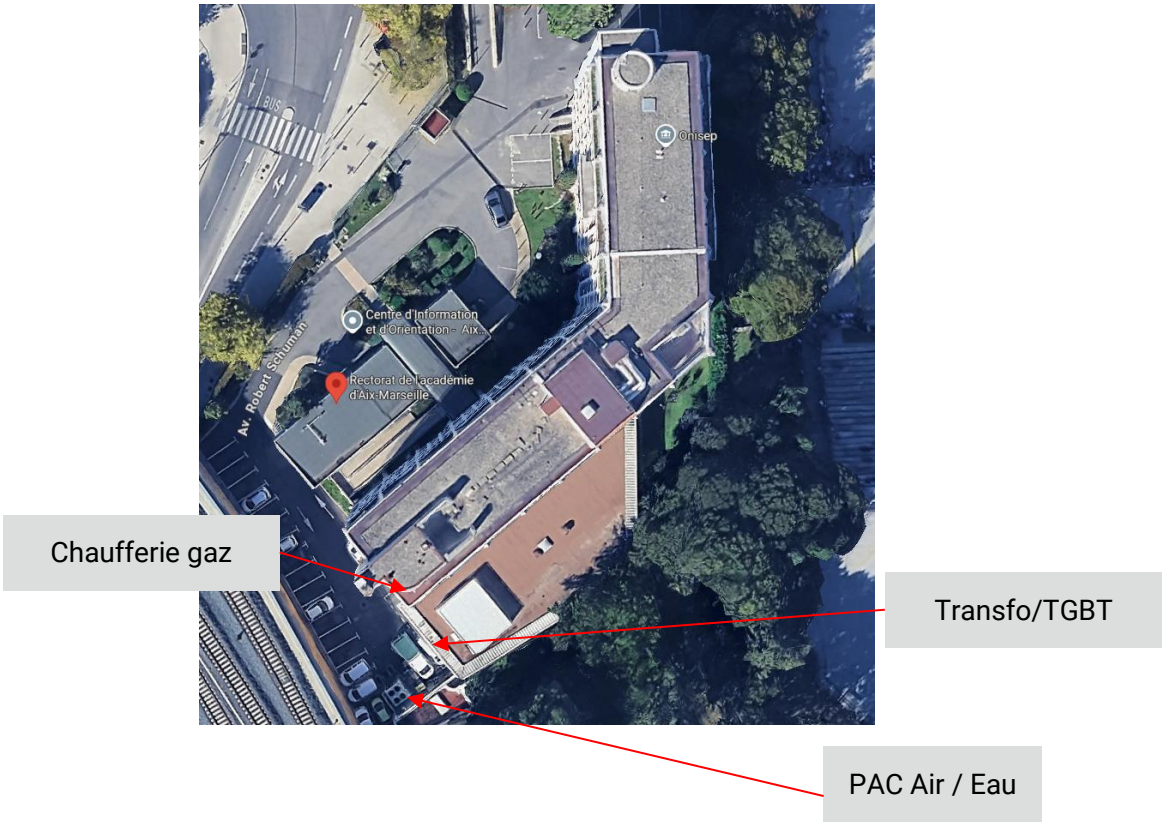
- Occupation : Du lundi au vendredi – de 6h à 20h ;

Toutes les dispositions seront à prendre par le contractant pour garantir, dans tous les cas, la sécurité des travailleurs. Les matériels et outillages, dès lors qu'ils présentent un risque, devront être entreposés et protégés de telle sorte qu'ils n'engendrent aucun danger.

2.2. Descriptif des installations

2.2.1. Production d'eau chaude

Voici le bilan des équipements de production d'eau chaude installés sur le bâtiment, objet des travaux, actuellement :



Installation technique du bâtiment A – vue Google Maps

Production thermique :

- 2 chaudières gaz condensation Viessmann VITOCROSSAL 200 avec fonctionnement en alternance en fonction du nombre d'heures. Température de consigne de production de la chaudière réglable sur aquastat chaudière.
- 1 PAC Carrier réversible (permettant d'assurer également la production de climatisation en été) 30 RQ0262 alimentant le réseau VCV en chauffage en mi-saison (bascule manuelle à partir du 1er avril) avec arrêt de la production gaz. Température de consigne de production fixe à 40°C.
- Arrêt du chauffage lorsque Text > 20°C

Distribution :

- 4 réseaux de distribution de chauffage : ECS/Sous-Station CDEF/ Radiateur bât A/ Ventilo-convecteur bât A/B/Restaurant
- Pompes de distribution équipées de variateur de vitesse ou circulateur multi-vitesse. Débit fixe actuellement sur l'ensemble des pompes de distribution.
- Mise en place d'une loi d'eau sur réseau radiateur et VCV
- Mise en place de réduit de température sur les départs radiateurs et ventilo-convecteurs en inoccupation

Eau chaude sanitaire :

- A mi-saison, la production d'eau chaude sanitaire est assurée par un ballon électrique équipé de 2 résistances électriques de 9kW et de 6kW
- La consigne de température ECS est fixée à 55°C de 3h à 15h et 50°C en mode réduit

Le schéma de principe de l'installation existante est présenté ci-dessous :

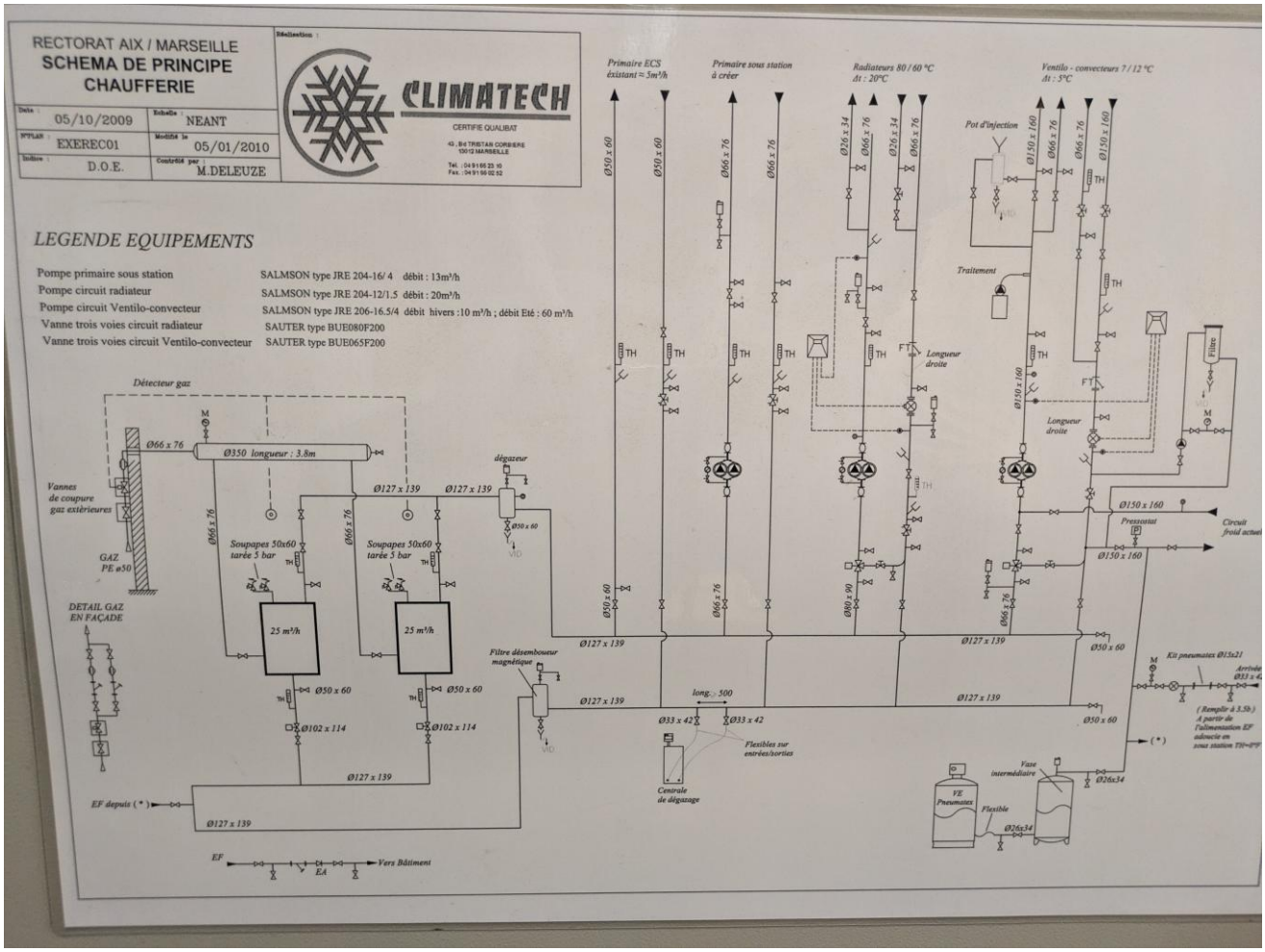


Schéma de principe – chaufferie

2.2.2. Production d'eau glacée

Voici le bilan des équipements de production d'eau glacée installés sur le bâtiment, objet des travaux, actuellement :

- Production :
  - 1 GF Carrier réversible (permettant d'assurer également la production de chauffage en mi-saison) 30RQ0262 alimentant le réseau VCV en eau glacée. Température de consigne de production fixe à 6°C (vu en GTC à confirmer) avec 1 pompe double au primaire à débit fixe.
  - 1 ballon tampon permettant de limiter les courts-cycles (non régulé actuellement)
- Distribution :
  - Réseau change-over VCV : alimentant les Ventilo-convecteurs des bât A/B et Restaurant
  - Pompes de distribution équipées de variateur de vitesse, débit fixe actuellement car absence de vanne de régulation sur terminaux.





Production d'eau glacée bâtiment A/B et restaurant

2.2.3. Poste de transformation

Le site est équipé de 3 postes de livraison.

Un point de livraison se situe dans le TGBT du bâtiment A, à proximité de la PAC. Il est équipé d'un transformateur d'une puissance de 630 kVA.



Transformateur bâtiment A – Puissance 630 kVA

L’armoire TGBT se situe dans ce local, elle est alimentée depuis ce transformateur.



Armoire TGBT bâtiment A

La PAC du bâtiment A est raccordée sur ce TGBT. La puissance maximale appelé sur le TGBT est de 230 kW.

3. DESCRIPTIF DES TRAVAUX

3.1. Généralités

3.1.1. Prescriptions générales

Le soumissionnaire est entièrement responsable de la fourniture, de l’installation, de l’intégration, de la mise en service, des essais et de la livraison de tous les systèmes et équipements nécessaires à la réalisation d’une installation complète, pleinement fonctionnelle et conforme aux normes et réglementations en vigueur. Ses obligations comprennent non seulement les systèmes expressément décrits dans le cahier des charges, mais également tous travaux, équipements, matériaux, évaluations structurelles et activités de coordination supplémentaires raisonnablement nécessaires à la réalisation du fonctionnement, des performances et de la sécurité prévus pour l’installation.

Le soumissionnaire évaluera comment échelonner efficacement les travaux afin de minimiser les perturbations. Si des mesures temporaires doivent être mises en œuvre pour assurer le fonctionnement normal du bâtiment, il est attendu un plan complet visant à minimiser les perturbations opérationnelles, incluant une coordination préalable avec la direction des installations et une communication claire concernant les interruptions prévues.

L'installation de barrières anti-poussière temporaires, avec des protocoles de confinement des poussières spécifiques pour les procédés de fabrication sensibles et les opérations de soudage, la protection des équipements et finitions existants et la coordination des travaux bruyants.

3.1.2. Normes et réglementations

L'ensemble des travaux seront réalisés en conformité avec les normes, règlements, décrets en vigueur. Le soumissionnaire s'assurera d'une parfaite conformité réglementaire, énergétique et fonctionnelle des systèmes et notamment (liste non exhaustive)

Systèmes CVC

Installations frigorifiques & PAC
Toutes les productions thermiques respectent :
▪ NF EN 14511 pour les performances (COP/SCOP),
▪ NF EN 378 pour la sécurité : limitation de charge, ventilation, détection fuite si nécessaire,
▪ Exigences de calcul des charges limites de fluide en locaux occupés.

Les unités extérieures et intérieures doivent être certifiées Eurovent, équipées de protections anticorrosion adaptées (C3 à C5 selon localisation).

Distribution hydraulique
Les réseaux seront exécutés selon :
▪ Normes acier NFA 49 140, NFA 49 115, AF A 49 111/112,
▪ Vitesses : 0,8 à 1,0 m/s et pertes de charge 10–15 mmCE/m,
▪ Pentes de 3 mm/m,
▪ Brasure cuivre sous azote (5–15% argent),
▪ Joints accessibles hors des traversées, purges haute/basse à chaque extrémité.

Calorifuge et protection anti-condensation
Calorifugeage conforme SNI :
▪ λ ≤ 0,033 W/m°C,
▪ Épaisseurs 25 à 50 mm selon DN et pose,
▪ Continuité absolue (sauf organes prévus),
▪ Protections aluminium, PVC ou tôles Isoxal selon zones,
▪ Protection anti UV et anti rongeurs en extérieur.

Acoustique règlementaire
Conformité :
▪ Bureaux : ≤40–45 dB(A),
▪ Ateliers : ≤70–75 dB(A),
▪ Extérieur : ≤50 dB(A) nuit, ≤60 dB(A) jour (normes Eurovent),
Applications du décret 2006 892 pour l'exposition au bruit des travailleurs.

Gestion technique, supervision et comptages
Les installations seront intégralement communicantes :
▪ Protocole BacNet TCP/IP, LonWorks ou ModBus,
▪ Comptages électriques et thermiques (ultrasons) sur CTA, PAC et réseaux,
▪ AEL complètes avec automates, capteurs, actionneurs,
▪ Synoptiques, liste de points et analyse fonctionnelle fournis.

Protection anticorrosion – NF en iso 14713
▪ Extérieurs : C4,
▪ Intérieur Tertiaire : C1,
▪ Intérieur Process : C3.

Les équipements recevront finition époxy/thermolaquage adaptée (CTA, PAC, gaines, supports, batteries, fixations).

Electricité

- Les lois, règlement nationaux et départementaux, règles d'hygiène et de sécurité, D.T.U, Normes, prescriptions du C.S.T.B, prescriptions de l'inspection du travail, etc
- Les prescriptions et servitudes imposées par les services techniques concessionnaires
- Les règles de l'art
- Les décrets 2010-1016/1017/1018/1118 sur les obligations pour lutter contre les risques électriques ou dans leur voisinage
- Le Répertoire des Eléments et Ensembles Fabriqués du bâtiment (R.E.E.F.)
- Les décrets arrêtés et circulaires en vigueur
- Les Normes Françaises et publications de l'UTE
- NF C 13-100 : Relatif aux postes de livraison alimentés par un réseau de distribution publique HTA (jusqu'à 33 kV)
- NF C 13-200 : Relatif aux installations électriques à haute tension
- NF C 15-100 : Relatif aux installations électriques à basse tension
- UTE C15 105 - juil. 03 : guide pratique - détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection - méthodes pratiques
- UTE C15 103 - mars 04 : installations électriques à basse tension - guide pratique - choix des matériels électriques (y compris les canalisations) en fonction des influences externes
- UTE C15 413 - mars 00 : guide pratique - protection contre les contacts indirects - coupure automatique de l'alimentation
- UTE C 15 443 - juil. 96 : Installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique. Choix et installation des parafoudres + A1 (avril 2001)
- UTE C 15 520 - juil. 07 : Installations électriques à basse tension. Guide pratique : canalisations - modes de pose – connexions
- Les normes de fabrication : matériels estampillés NF – AFNOR
- Norme NFC 15.100 : Installations électriques à basse tension : règles
- Norme NFC 17.100 et 17 102 : Protection contre la foudre
- Norme NFC 17.200 : Eclairage public
- Norme NFC 15.105 et 15 106 : Section des conducteurs
- Norme C 63 410 : Ensembles préfabriqués basse tension
- Norme C 68 101 : Pose des canalisations
- Décret n°83.721 du 2 août 1983 : Eclairage des lieux de travail
- Décret 92.332 du 31 mars 1992 : Dispositions concernant la sécurité et la santé que doivent observer les Maîtres d'Ouvrage
- Décret 2002-1553 et 1554 : Transposition au droit Français de la directive 2014/34/UE (ATEX)
- Conforme à la directive CEM 89/336/ce
- Autres documents (Rapports du bureau de contrôle, Rapports du coordonnateur SPS , Notices et rapports de la maîtrise d'ouvrage, Notices et prescriptions d'emploi des fabricants de matériel …)

Ces règlements ne sont pas nommés dans le présent cahier des charges, étant considérés parfaitement connus par les soumissionnaires qui s'engagent à les appliquer en tout point et à livrer des installations conformes ; toute imprécision du présent cahier des charges à ce sujet ne pourra être allégué par le soumissionnaire pour se dérober à ses obligations contractuelles.

Les installations électriques sont réalisées conformément aux règles en vigueur, notamment par l'application du décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988 relatif à la réglementation du travail ou par l'application des articles de la quatrième partie du code du travail en ce qui concerne la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.

3.2. Descriptif du projet

Le projet a pour objectif le remplacement de la PAC AIR/EAU Carrier du bâtiment A par un équipement équivalent ainsi que l'amélioration de la régulation existante afin de maximiser le fonctionnement de la PAC en mode chaud l'hiver.

3.2.1. Solutions proposées

- Remplacement de la PAC existante par une PAC AIR/EAU réversible avec un régime de température variable avec panoplie de distribution
    - Prise en compte de la conformité des supports et des dégagements de maintenance
    - Adaptation et raccordement des réseaux hydrauliques au réseau existant
    - Raccordement électrique et fourniture d'une armoire dédiée en local
    - Fourniture et pose d'un compte d'énergie communiquant permettant d'être remonté en GTC

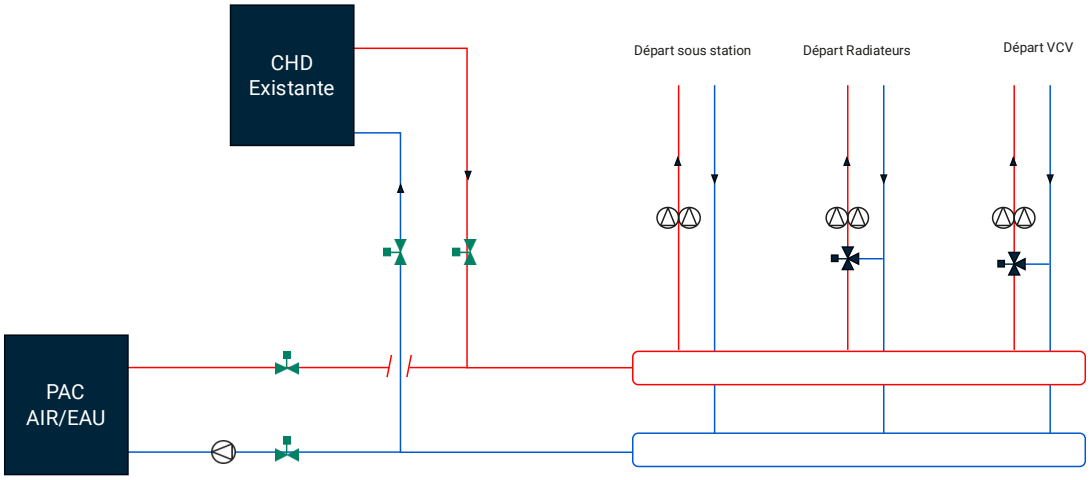
    - Modification hydraulique : Reprise des réseaux hydrauliques en chaufferie permettant d'alimenter l'ensemble des départs à partir de la production PAC

- Reprise de la régulation existante :

    - Ajout de vannes motorisées permettant la bascule entre chaufferie gaz et PAC
    - Fourniture d'une armoire dédiée en local regroupant la commande, la protection et la signalisation du fonctionnement des installations et permettant :
        - le pilotage automatique de la cascade chaufferie/PAC en fonction d'un seuil de température extérieure (consigne modifiable) et notamment le pilotage des vannes motorisées
        - le pilotage de la production PAC et distribution associée

Le schéma de principe de la solution envisagée est présenté ci-dessous :

Schéma de principe simplifié



PID Simplifié de la production de chaleur

3.2.2. Critères de conception

Les critères de conception retenus sont les suivants :

- Fonctionnement en hiver

Puissance thermique	Régime de température	Température extérieure de dimensionnement	Température de consigne intérieure
275 kW	50°C/40°C	0°C	20°C

- Fonctionnement en été

Puissance thermique	Régime de température	Température extérieure de dimensionnement	Température de consigne intérieure
254 kW	7°C/12°C	35°C	26°C

L'analyse des courbes de charge est disponible en annexe 1 du document.

3.2.3. Critères de performance technique

L'installation devra respecter les critères techniques suivants :

- L'installation devra être conformes aux spécifications techniques décrites dans le présent cahier des charges
- L'installation devra respecter les niveaux minimums de performance (COP/EER) permettant l'éligibilité aux aides type Certificats d'Économies d'Énergie (CEE)
- L'installation devra être équipée d'un fluide frigorigène conforme à la réglementation F-gaz
- L'installation devra permettre de faire varier la température de production en mode chaud (HP Flottante) ou en mode froid (BP flottante) en fonction de la température extérieure
- Les moteurs seront choisis afin de maximiser la performance énergétique de l'installation (compresseurs, pompes, ventilateurs)

3.2.4. Exigences d'installation

- Le contractant a à sa charge l'ensemble des travaux de manutention des nouveaux équipements ainsi que la dépose et le traitement des équipements plus utilisés. Ces travaux devront effectués en toute sécurité.
- Les tuyauteries doivent éviter les risques de gels. Le contractant devra vérifier que les épaisseurs d'isolation respectent les limites maximales de pertes d'énergie spécifiées dans la norme.
- Les équipements retenus doivent être équipés d'une interface de communication ouverte (BACnet, Modbus…) permettant un raccordement et un pilotage à distance à partir d'un poste de supervision (GTB du site).
- Dans le cadre de son offre, l'entreprise devra étudier l'éligibilité des travaux au dispositif des Certificats d'Économies d'Énergie (CEE) et préciser le montant des CEE valorisable.
- Une fois les travaux terminés, le contractant devra effectuer un test de pression, une purge, un remplissage et un équilibrage du système hydraulique. Il devra également tester et mettre en service l'ensemble des systèmes, en vérifiant tous les modes de fonctionnement, et fournir des rapports de mise en service certifiés pour chaque système, la mise à jour de l'analyse fonctionnelle et le DOE de l'installation.

3.2.5. Limites de fournitures

- CVC
  - Ensembles des équipements de production et de distribution, capteurs, robinetteries, tuyauteries, calorifuges, supports et autres nécessaires au bon fonctionnement

- Electricité
  - Armoires électriques avec alimentation et raccordements de celles-ci.

- Génie civil
  - Vérification et adaptation si nécessaire du supportage existant et de la dalle béton

3.3. Spécifications techniques

3.3.1. PAC

Caractéristiques générales

- Pompe à chaleur Air/Eau Monobloc (Type Carrier RQP 230R ou équivalent) avec sa pompe de distribution
- Fluide frigorigène conforme à la réglementation F-Gaz en vigueur.
- Fonctionnement en chauffage et rafraîchissement
- Châssis acier galvanisé ou aluminium traité anticorrosion.
- Protection adaptée aux conditions extérieures.
- Pression acoustique compatible avec la réglementation locale.
- Installation par entreprise titulaire de l'attestation de capacité fluides frigorigènes.
- Respect des DTU et recommandations fabricants.
- Mise en œuvre selon les règles de l'art.

Implantation

- Support antivibratile.
- Massif béton ou console métallique galvanisée.
- Distances minimales de maintenance :
  - Avant : ≥ 1 m.
  - Arrière et côtés : selon préconisations constructeur.

Hydraulique

La prestation comprend le raccordement au réseau existant et la reprise des réseaux en chaufferie :

- Réseau aller-retour
- Vannes motorisées
- Vannes d'isolement
- Filtre à tamis ou pot à boues magnétique.
- Soupape de sécurité.
- Vase d'expansion correctement dimensionné.
- Purgeurs automatiques.
- Pompe de distribution à haut rendement énergétique
- Compteur d’énergie connecté
- Isolation thermique de toutes les canalisations extérieures
- Gestion des condensats : Évacuation des condensats de dégivrage

3.3.2. Raccordements électriques

Une armoire électrique métallique, estampillée C.E. permettant le pilotage de l'installation et comprenant :

- Alimentation conforme à la réglementation
- Protection dédiée : Disjoncteur, Interrupteur différentiel, Sectionneur de proximité
- Un commutateur principal en façade,
- Un régulateur électronique communicant avec capteurs et actionneurs permettant le pilotage de l'installation avec
    - reprise de la température extérieure
    - reprise et modification de la consigne de départ
    - reprise et modification du seuil de bascule chaufferie/PAC
    - action sur les vannes motorisées en chaufferie permettant la bascule production chaufferie/production PAC
- Compteur électrique reprenant la consommation de la PAC

4. ANNEXE 1 – COURBE DE CHARGE

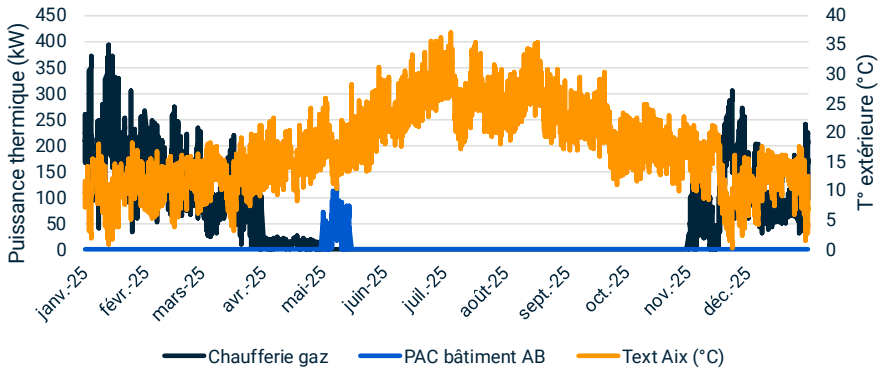
Chauffage bât AB

Situation de référence - Année 2025

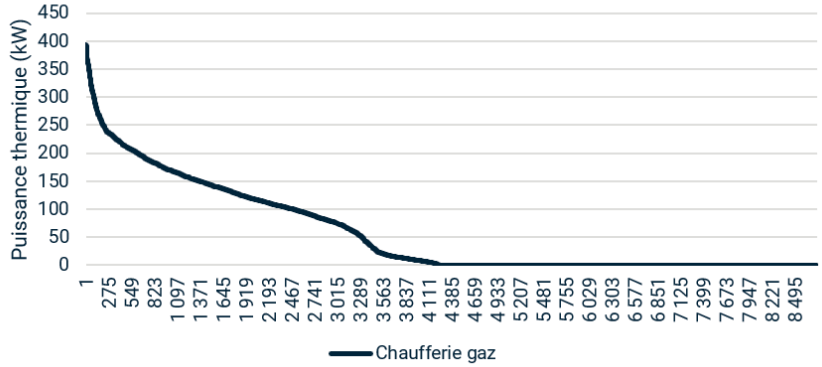
Hypothèse du modèle :

- Estimation du profil à partir de la consommation gaz mensuelle 2025
- Température de consigne intérieure = 20 °C

Profil de charge chaud



Monotone de chauffage



Constat :

- Consommation de gaz : 499 MWhPCS
- Consommation PAC : 13 MWhth soit 5 MWhélec
- Puissance thermique max atteinte chaufferie : 393 kW pour T°ext ≈ 0°C
- Puissance thermique max atteinte PAC : 125 kW pour T°ext ≈ 10°C
- 99% du temps Pchaufferie < 270 kW
- 99% du temps T° départ radiateur bât AB < 48°C
- 97% du temps T° départ VCV bât AB < 48°C

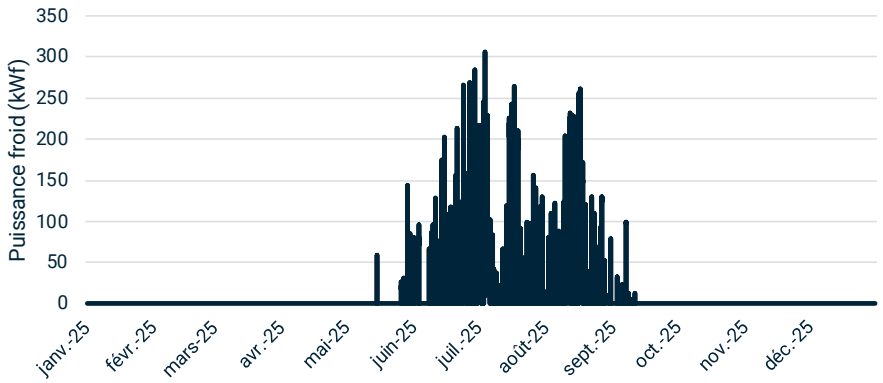
Climatisation bât AB

Situation de référence - Année 2025

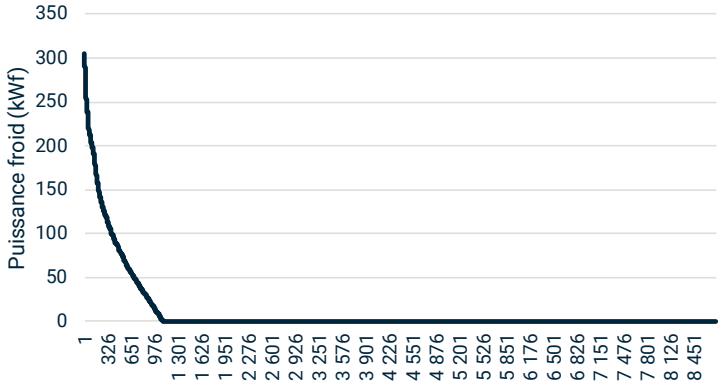
Hypothèse du modèle :

- Estimation du profil à partir de la puissance froide installée : 250 kW
- Température de consigne intérieure = 26 °C

Profil de charge froid



Monotone de froid



Constat :

- La consommation de froid du GF Carrier est de 94.4 MWhfroid sur l'année 2025.
- La consommation de froid du GF Carrier représente **12% de la consommation électrique du bâtiment AB**
- 98% du temps la puissance froide du bâtiment AB < 150 kWf
- **Régime de température du GF : 7/12°C**