

---

**REMPLACEMENT ET ADAPTATION D'AUTOMATES DE  
REGULATION DES INSTALLATIONS CVC ET POUR LA  
REMONTÉE ET L'INTÉGRATION DES DONNÉES SUR LA  
SUPERVISION GTC**

Esp. de la Paix,

14000 Caen

---



UNIVERSITÉ  
CAEN  
NORMANDIE

**CAHIER TECHNIQUE  
SYSTEME ET SOLUTION GTC**

**RESO  
Ingénierie électrique**

4, rue Irène Joliot Currie  
14460 COLOMBELLES  
02 31 71 18 02 - [contact@reso-ing.fr](mailto:contact@reso-ing.fr)

**AFCE  
BET CVC**

7, promenade du Fort  
14000 CAEN  
02 31 94 01 99 - [afce@afce.eu](mailto:afce@afce.eu)

Dossier n° 25\_0018 – FL/MR  
Document : 25\_0018 - UNICAEN - Cahier technique GTC

**Suivi des indices :**

Indice	Date	Modification	Rédacteur
V0	16/09/2025	Validation du principe	M.Rault
V1	15/10/2025	Avancement des objectifs et principes des domaines métiers	M.Rault
V2	30/10/2025	Mise à jour suivant mon premier cahier spécifique	M.Rault
V3	12/11/2025	Mise à jour	M.Rault
V4	21/11/2025	Mise à jour suite au retour d'UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE	M.Rault
V5	08/12/2025	Mise à jour - Supervision	M.Rault
V6	20/01/2026	Ajout Clause Générales	M.Rault
V7	28/01/2026	Mise à jour globale	M.Rault
V8	10/02/2026	DCE	M.Rault

## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>3</b>
<b>CLAUSES GENERALES .....</b>	<b>5</b>
GTC.1. PRESENTATION DU PROJET ET CONTEXTE .....	5
A. Objet du document .....	5
B. Périmètre géographique .....	7
C. Diagnostics amiante avant travaux .....	9
D. Objectifs généraux du projet GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE .....	10
GTC.2. REMISE DE PRIX .....	10
GTC.3. CONNAISSANCE DU SITE .....	10
GTC.4. PROGRAMME .....	10
GTC.5. LIMITES DES PRESTATIONS .....	11
GTC.6. REGLEMENTATION .....	11
A. Électricité et sécurité électrique .....	11
B. CVC (Chauffage, Ventilation, Climatisation) et instrumentation .....	11
C. Automates, régulation numérique et communications .....	11
D. Réseaux IP, précâblage et architecture de communication .....	11
E. Cybersécurité des systèmes de contrôle industriels (ICS) .....	12
F. Accessibilité, maintenance et ergonomie du système .....	12
GTC.7. INSTALLATION PROVISoire DE CHANTIER .....	13
A. Base vie de chantier .....	13
B. Installation d'un container de chantier .....	14
GTC.8. CÂBLAGES – PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES .....	15
A. Généralités .....	15
B. Classement de réaction au feu – Euroclasses .....	15
C. Câblage de communication et de supervision .....	15
GTC.9. PRESTATIONS ANNEXES DUES AU PRESENT LOT .....	15
GTC.10. CARACTÈRE INDICATIF DU PRESENT DOCUMENT .....	16
GTC.11. DÉMARCHES ADMINISTRATIVES ET GESTION DES ACCES .....	16
GTC.12. CONTROLE ET ESSAIS .....	16
GTC.13. FORMATION DU PERSONNEL D'EXPLOITATION .....	17
GTC.14. PROTECTION DES OUVRAGES .....	17
GTC.15. RÉCEPTION DE L'INSTALLATION .....	18
GTC.16. DOCUMENTS A FOURNIR .....	18
GTC.17. AVANT LES TRAVAUX : .....	18
GTC.18. A LA FIN DES TRAVAUX : .....	18
GTC.19. GARANTIE .....	19
GTC.20. MAINTENANCE ANNUELLE DU SYSTEME DE SUPERVISION ET DES LOGICIELS GTC .....	19
A. Objet de la maintenance .....	19
B. Périmètre couvert par la maintenance .....	19
C. Modalités d'intervention .....	20
GTC.21. MATÉRIELS RÉGLEMENTAIRES .....	20
<b>CLAUSES PARTICULIERES .....</b>	<b>21</b>

GTC.22.	DOMAINES TECHNIQUES .....	21
A.	Chauffage .....	21
B.	Ventilation et traitement d'air .....	33
C.	Climatisation .....	53
D.	Eau chaude sanitaire (ECS) : .....	58
E.	Gestion technique du bâtiment : .....	62
F.	Equipements LoraWan.....	67
G.	Automates CVC.....	70
H.	Création et intégration de nouvelles armoires GTC .....	76
GTC.23.	SUPERVISION PC VUE – PRINCIPES D'IMAGERIE MULTI-SITES ET MULTI-CAMPUS.....	77
A.	Objet .....	77
B.	Principes généraux d'ergonomie.....	78
C.	En-tête commune.....	79
D.	Vue Réseau – Architecture des serveurs, base de données et automates.....	80
E.	Panneau de navigation latérale gauche.....	84
F.	Hiérarchie des vues cartographiques.....	84
G.	Vues fonctionnelles campus.....	88
H.	Vues bâtiment – Vue générale .....	93
I.	Vues en plan par niveau .....	96
J.	Imagerie CTA – Attendus minimum et cible idéale.....	99
K.	Imagerie – Ventilation Simple Flux (VMC / Extracteurs) .....	101
L.	Imagerie chauffage – Chaufferie et générateurs .....	103
M.	Imagerie chauffage – Sous-stations (échangeurs primaires).....	107
N.	Imagerie chauffage – Réseaux secondaires de chauffage .....	110
O.	Imagerie climatisation – Groupes froids .....	114
P.	Imagerie climatisation – Systèmes de type splits / détente directe .....	118
Q.	Comportements attendus.....	122
R.	Réseau et précâblage informatique :.....	123
GTC.24.	PERIMETRE ET OBJECTIFS DE L'INTEGRATION DES SYSTEMES RESEAUX A LA GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE .....	125
A.	Objectifs de l'intégration .....	125
B.	RESPECT DE L'ARCHITECTURE EXISTANTE .....	125
C.	Cybersécurité .....	126
D.	Fondamentaux d'interopérabilité .....	127
E.	Nomenclature et codification UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE - Automate.....	127



## CLAUSES GENERALES

### GTC.1. Présentation du projet et contexte

#### A. Objet du document

Le présent **Cahier Technique GTC – UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE** définit les **principes de conception, d'intégration et de fonctionnement** des installations techniques supervisées dans le cadre de la mise en place ou de la rénovation des systèmes de **Gestion Technique Centralisée (GTC)** sur les différents sites de l'Université de Caen Normandie.

Ce document constitue la **référence technique commune** à l'ensemble des projets de modernisation des infrastructures CVC, GTC et supervision.

Il précise les exigences générales à respecter lors de la conception, de la rénovation ou de l'extension des installations, afin d'assurer :

- > La **cohérence technique** entre les différents campus,
- > La **compatibilité** avec la GTC existante et son évolution vers une architecture unifiée,
- > La **pérennité** des équipements et des interfaces,
- > La **simplicité d'exploitation et de maintenance** pour les services techniques de l'Université de Caen Normandie

Les prescriptions énoncées dans ce cahier s'appliquent à tous les bâtiments concernés par le projet de migration et d'évolution GTC.

Les exigences minimales attendues par type de système sont définies dans le présent cahier technique. Les cahiers spécifiques bâtiments ainsi que l'analyse des équipements existants devront **adapter au mieux ces prescriptions afin de tendre vers ce socle minimal**, sans imposer systématiquement une remise à niveau complète de chaque installation.

Le présent cahier est structuré par **domaines métiers** :

1. Chauffage
2. Ventilation
3. Climatisation
4. Eau Chaude Sanitaire
5. Gestion du bâtiment
6. Automates GTC
7. Supervision et imagerie (Il inclut tous les attendus d'imagerie pour chaque domaine et chaque équipement.)
8. Précâblage et réseaux informatiques
9. Base de données
10. Cybersécurité

Chaque domaine décrit :

- > Les **objectifs et principes généraux**,
- > Les **prescriptions techniques minimales**,
- > Et les **améliorations ou solutions types** pouvant être mises en œuvre.

#### **\* Annexes au document :**

- > **Annexe 01** : ANX\_01\_UCN\_PRESCRIPTIONS GENERALES PROJET GTC CVC
- > **Annexe 02** : ANX\_02\_REGLES DE NOMMAGE POINTS GTC UCN
- > **Annexe 03** : ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC
- > **Annexe 04** : ANX\_04\_PRECABLAGE INFORMATIQUE
- > **Annexe 05** : ANX\_05\_LIMITE DE PRESTATION
- > **Annexe 06** : ANX\_06\_EXTRAITS IMAGERIES PCVUE CAMPUS 01
- > **Annexe 07** : ANX\_07\_EXEMPLE\_ANALYSE FONCTIONNELLE\_CTA-SST
- > **Annexe 08** : ANX\_08\_NOMENCLATURE DES DOCUMENTS

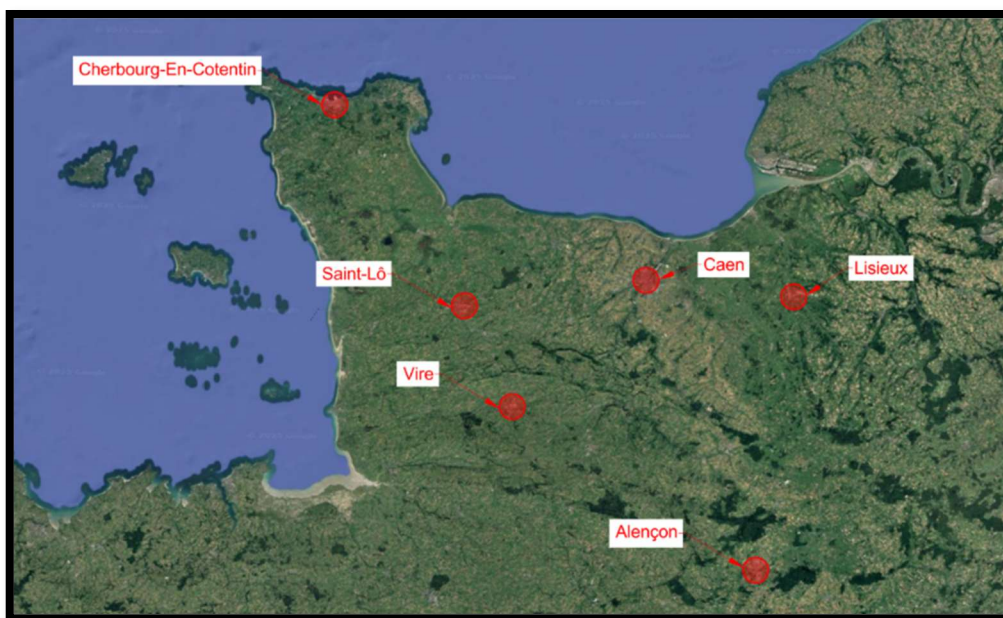
- > **Annexe 09** : ANX\_09\_Rapport audit HRB\_CURB
- > **Annexe 10** : ANX\_10\_Rapport audit HGM\_GMPC
- > **Annexe 11** : ANX\_11\_Rapport audit 4EG-CB-IT\_ClaudeBloch
- > **Annexe 12** : ANX\_12\_Rapport audit 4IA\_IAE
- > **Annexe 13** : ANX\_13\_Rapport audit 5CM\_CERMN
- > **Annexe 14** : ANX\_14\_Rapport audit 5PH\_PHARMA

## **B. Périmètre géographique**

UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE est implantée sur l'ensemble de la région Normandie, avec des campus répartis dans plusieurs villes :

- > Caen : six campus principaux
  - ✓ Campus 2 – 12 bâtiments
  - ✓ Campus 3 – 2 bâtiments
  - ✓ Campus 4 – 2 bâtiments
  - ✓ Campus 5 – 2 bâtiments
  - ✓ Campus 6 – 8 bâtiments
  - ✓ Campus Horowitz – 2 bâtiments
- > Cherbourg-en-Cotentin : 1 campus regroupant 8 bâtiments
- > Saint-Lô : l'IUT de Saint-Lô
- > Vire : l'IUT de Vire
- > Alençon : 1 campus avec 5 bâtiments
- > Lisieux : l'IUT de Lisieux

Chaque site comprend des bâtiments aux usages variés (enseignement, recherche, vie étudiante, administration). L'ensemble constitue le périmètre de la mission de migration des installations CVC vers une Gestion Technique Centralisée (GTC).



**Veillez consulter l'annexe 08 pour les règles de nommage et de nomenclature des documents et bâtiments.**

### **\* Rappel Nommage**

La codification des bâtiments vise à uniformiser la désignation des sites et des structures sur l'ensemble des campus d'UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE.

Chaque bâtiment est identifié par un **code unique à trois caractères**, composé du **numéro de campus** suivi d'un **code bâtiment** en deux lettres majuscules.

Ce système de codification sera et devra être utilisé dans tous les documents techniques du projet.

### **\* Règles obligatoires :**

- > Utiliser **uniquement des underscores ( \_ )** comme séparateur entre rubriques
- > **Pas de tirets ( - )** dans la codification
- > Respecter strictement la **casse** (majuscules/minuscules)
- > Pour les noms composés : utiliser la notation **CamelCase**
  - ✓ Exemple zone : AmpDeBouard, SalleDuConseil
  - ✓ Exemple équipement : EchanPlaqEauEau, ChaudGazMur

**\* RAPPEL : CODIFICATION DES CAMPUS ET BÂTIMENTS**CAMPUS 2 – IUT CAEN

Code	Désignation Bâtiment
<b>2VA</b>	Amphi Varignon
<b>2LO</b>	IUT Logements
<b>2AM</b>	IUT Amphithéâtres
<b>2AD</b>	IUT Administration
<b>2EN</b>	IUT Enseignement
<b>2GB</b>	IUT Génie Biologique
<b>2GC</b>	IUT Génie Chimique
<b>2MP</b>	IUT Mesures Physiques
<b>2CH</b>	IUT Chimie
<b>2AT</b>	IUT Atelier MP
<b>2TE</b>	IUT Tertiaire - Chaufferie Centrale
<b>2GY</b>	Plateau Technique - Gymnase
<b>2BS</b>	SCD BU Caen Sciences-STAPS
<b>2S1</b>	Sciences 1
<b>2S2</b>	Sciences 2
<b>2S3</b>	Sciences 3

CAMPUS 3 – IFS

Code	Désignation Bâtiment
<b>3MU</b>	CEMU
<b>3UT</b>	IUT IFS

CAMPUS 4 – CAEN

Code	Désignation Bâtiment
<b>4CB</b>	Claude Bloch
<b>4IA</b>	IAE

CAMPUS 5 – MÉDECINE/PHARMACIE

Code	Désignation Bâtiment
<b>5CM</b>	CERMN
<b>5PH</b>	UFR Pharmacie

CAMPUS 6 – SITE INSPE CAEN

Code	Désignation Bâtiment
<b>6EA</b>	Bâtiment accueil - administration
<b>6EE</b>	Bâtiment enseignement
<b>6ER</b>	Bâtiment résidence
<b>615</b>	Bâtiment ateliers garages
<b>616</b>	Bâtiment gymnase
<b>619</b>	Bâtiment logements crèche
<b>6EP</b>	Bâtiment école primaire

CAMPUS HOROWITZ – CAEN

Code	Désignation Bâtiment
<b>HRB</b>	CURB
<b>HCY</b>	GIP CYCERON
<b>HGM</b>	GMPC

CAMPUS CHERBOURG MANCHE

Code	Désignation Bâtiment
<b>MMM</b>	Atelier Métallurgie et Mécanique
<b>MBM</b>	Bibliothèque
<b>MME</b>	Maison de l'étudiant
<b>MCS</b>	Complexe sportif
<b>MEI</b>	E.S.I.X Normandie
<b>MUF</b>	Antenne UFR
<b>MH1</b>	Hall technologie 1
<b>MH2</b>	Hall technologie 2
<b>MIU</b>	IUT

SITE DE SAINT-LÔ

Code	Désignation Bâtiment
<b>SS0</b>	IUT

SITE IUT VIRE

Code	Désignation Bâtiment
<b>VHS</b>	IUT

CAMPUS DAMIGNY (ALENÇON)

Code	Désignation Bâtiment
<b>DBA</b>	Bibliothèque Universitaire (SCD)
<b>DDE</b>	DEUG Droit
<b>DIU</b>	INSPE
<b>DGA</b>	Garage
<b>DUA</b>	IUT – Bâtiments A
<b>DUB</b>	IUT – Bâtiments B
<b>DLO</b>	Logement Fonction

SITE IUT LISIEUX

Code	Désignation Bâtiment
<b>LXA</b>	Bâtiment A
<b>LXB</b>	Bâtiment B
<b>LXC</b>	Bâtiment C

**C. Diagnostics amiante avant travaux**

Certains bâtiments ou parties de bâtiments concernés par la présente opération sont susceptibles de contenir des matériaux ou produits contenant de l'amiante, compte tenu notamment de leur date de construction. Conformément à la réglementation en vigueur, le Maître d'Ouvrage s'engage à faire réaliser, préalablement au démarrage des travaux, les diagnostics amiante avant travaux (DAAT) nécessaires.

Ces diagnostics seront établis sur la base des plans et documents, et en particulier des cheminements, zones d'intervention, percements, passages de câbles et implantations d'équipements définis par la Maîtrise d'Œuvre.

Les résultats des diagnostics amiante avant travaux seront communiqués aux entreprises concernées avant toute intervention sur site, afin de permettre la prise en compte des contraintes sanitaires, techniques et organisationnelles associées.

En l'absence de diagnostic communiqué sur une zone donnée, aucune intervention susceptible d'altérer les matériaux existants ne pourra être engagée sans accord préalable du Maître d'Ouvrage et de la Maîtrise d'Œuvre.

## **D. Objectifs généraux du projet GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE**

Le projet de centralisation de la GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE a pour objectif principal **d'harmoniser et centraliser** la gestion des systèmes techniques des bâtiments universitaires, tout en améliorant la performance énergétique et la qualité de service.

Les objectifs poursuivis sont les suivants :

- **Garantir la continuité de service** et la fiabilité des systèmes.
- **Uniformiser les interfaces de supervision** et les protocoles de communication.
- **Faciliter la maintenance** grâce à une visibilité centralisée des alarmes et états techniques.
- **Améliorer le confort et la qualité d'air intérieur** pour les usagers.
- **Favoriser l'évolutivité** des équipements par une architecture ouverte et interopérable (BACnet, Modbus, LoRaWAN, IP).

### **GTC.2. Remise de prix**

Au stade de la consultation, les entreprises établiront leur offre sur la base du ou des cadres de décompositions fournis (se référer à liste des annexes du présent CCTG) par la Maîtrise d'œuvre. Ce ou ces cadres de bordereaux seront obligatoirement complétés avec les marques et les références des produits, les quantités, les prix unitaires et les montants totaux par poste.

La signature du marché sans observation préalable formulée par écrit, vaudra acceptation sans réserve.

Les métrés sont établis "nets en œuvre" à l'exclusion de toutes pertes et chutes.

### **GTC.3. Connaissance du site**

Il est rappelé que les entreprises sont réputées avoir pris connaissance de l'ensemble des informations nécessaires à la bonne exécution des travaux, notamment en ce qui concerne :

- Les obligations et impératifs de fonctionnement du site (accès, zones de stockage, approvisionnement, etc.) ;
- L'origine et l'état des installations existantes ;
- Les installations à déposer et leurs incidences éventuelles sur d'autres équipements ;
- L'implantation des locaux et les moyens d'accès pour les matériels ;
- La composition des planchers et des parois ;
- L'état et les possibilités d'adaptation des équipements existants susceptibles d'être conservés ;
- Les conditions ultérieures de travail et les sujétions diverses.

### **GTC.4. Programme**

Les installations techniques à mettre en œuvre dans le cadre de la présente opération comprennent :

- Les installations provisoires de chantier
- La dépose des systèmes d'automate/régulateur existants
- Modification des systèmes d'automate/régulateur existants
- Création des systèmes d'automate/régulateur
- Ajouts de capteurs/actionneurs pour améliorer l'efficacité énergétique
- Refonte complète des programmations automates
- Incrémentation et mise à jour de la supervision déjà mis en place
- Contrat de maintenance annuel (logiciel : PC vue)

Les installations électriques listées ci-dessous ne sont pas à prévoir au titre du présent lot :

- L'alarme anti-intrusion
- L'équipement téléphone
- Le contrôle d'accès
- La distribution TV/RD

- > La sonorisation
- > Les caméras de vidéosurveillance

L'entreprise s'engage à mettre à la disposition du chantier les moyens matériels, la main-d'œuvre qualifiée et tout l'outillage nécessaire à la réalisation de ses travaux dans les délais du planning général.

## GTC.5. Limites des prestations

Tableau des limites des prestations : Voir Annexe 5

## GTC.6. Réglementation

### A. Électricité et sécurité électrique

Norme	Contexte
<b>NF C 15-100</b>	Installations électriques basse tension : conception, sécurité et protection contre les chocs, surintensités et défauts d'isolement dans les bâtiments (jusqu'à 1000 V AC).
<b>NF C 18-510</b>	Opérations sur les ouvrages électriques : prescriptions de sécurité pour les travaux et interventions en environnement électrique, incluant habilitations et consignation.
<b>NF EN 60204-1</b>	Sécurité des machines : exigences pour les coffrets et armoires de contrôle des machines, incluant protections et accessibilité.
<b>NF EN 61439</b>	Ensembles d'appareillage basse tension : règles pour les tableaux électriques et coffrets, garantissant la sécurité et la responsabilité des fabricants.

### B. CVC (Chauffage, Ventilation, Climatisation) et instrumentation

Norme	Contexte
<b>NF EN 12098-1</b>	Régulation pour les systèmes de chauffage : exigences pour les dispositifs de régulation automatique des chaudières et circuits de chauffage.
<b>NF EN 15500-1</b>	Contrôleurs de zone pour applications CVC : règles pour les appareils de régulation individuelle (ex. thermostats programmables).
<b>NF EN 12241 &amp; NF EN 12263</b>	Instrumentation des systèmes CVC : exigences de performance pour les capteurs (température, pression, débit d'air).
<b>NF EN 378</b>	Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur : sécurité des installations frigorifiques et gestion des fluides frigorigènes.
<b>NF E 29-531 / EN 13445</b>	Codes de couleurs et marquage des tuyauteries : identification normalisée des canalisations et instruments pour faciliter la maintenance.

### C. Automates, régulation numérique et communications

Norme	Contexte
<b>CEI/ISO 16484</b>	Systèmes de Gestion Technique du Bâtiment (GTB) : référentiel pour les équipements de contrôle et protocoles de communication (ex. BACnet).
<b>NF EN ISO 16484-5</b>	Protocole BACnet : communication standardisée pour les automatismes du bâtiment.
<b>CEI 61131</b>	Automates programmables : exigences matérielles et langages de programmation pour les automates industriels.
<b>NF EN ISO 52120-1:2022</b>	Performance énergétique des bâtiments : évaluation des systèmes d'automatisation et de contrôle.

### D. Réseaux IP, précâblage et architecture de communication

Norme	Contexte
<b>NF EN 50173</b>	Systèmes de câblage générique : architecture et performances des réseaux cuivre et fibre optique.

Norme	Contexte
<b>NF EN 50174</b>	Installation des câblages de communication : règles de mise en œuvre pour les réseaux VDI.
<b>IEEE 802.3</b>	Norme Ethernet : caractéristiques des liaisons filaires (RJ45, fibre) pour les réseaux IP.
<b>NF C 15-100 – Section 7-715</b>	Réseaux de communication dans les bâtiments : sécurité et continuité de service pour les infrastructures VDI.

### **E. Cybersécurité des systèmes de contrôle industriels (ICS)**

Norme	Contexte
<b>IEC 62443</b>	Sécurité des systèmes industriels : cadre pour la protection des systèmes SCADA, DCS et GTB.
<b>ANSSI Recommandations</b>	– Mesures minimales pour la cybersécurité des systèmes d'automatisation du bâtiment.
<b>RFC 4787 / IEC 62351</b>	Chiffrement TLS/SSL et sécurisation des protocoles industriels (ex. Modbus sécurisé).

### **F. Accessibilité, maintenance et ergonomie du système**

Norme	Contexte
<b>ISO 11064</b>	Conception ergonomique des centres de contrôle et salles de supervision.
<b>NF EN 60447 / NF EN 61310</b>	Principes d'ergonomie et d'indication visuelle sur les équipements.
<b>EN 13306</b>	Maintenance : terminologie et méthodologie pour la planification et la traçabilité.
<b>Accessibilité Handicap)</b>	(loi Exigences pour l'accessibilité des interfaces et locaux techniques.

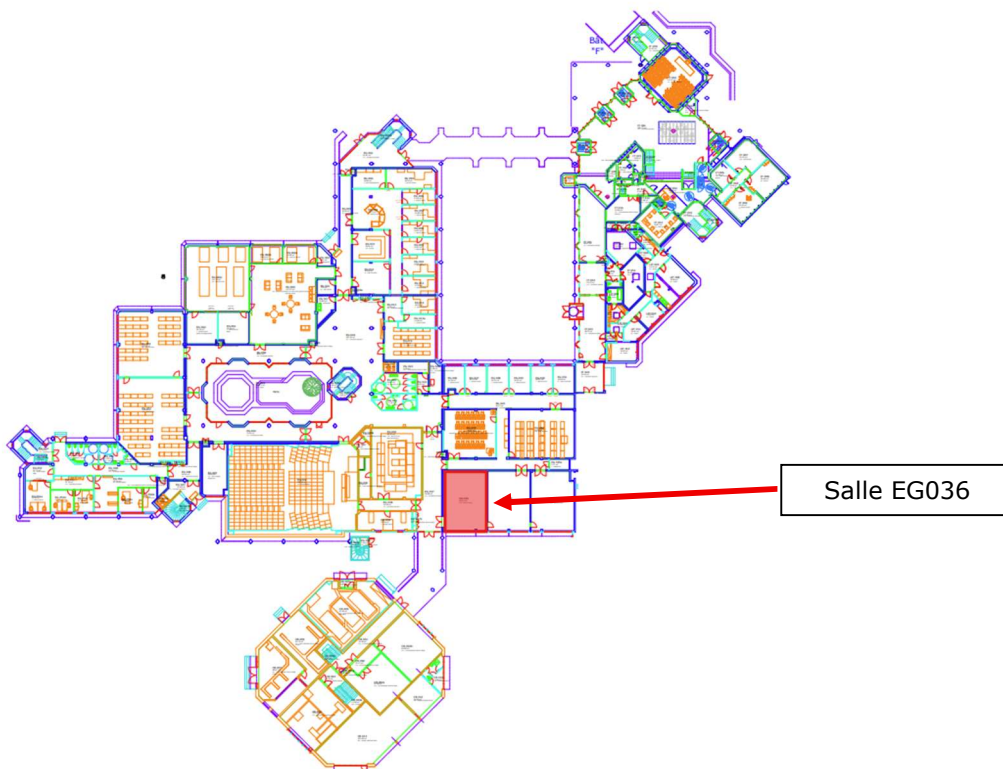


## GTC.7. Installation provisoire de chantier

Dans le cadre de la présente opération, l'entreprise titulaire devra disposer des installations provisoires nécessaires à la bonne organisation du chantier, dans le respect des règles d'hygiène, de sécurité et de fonctionnement du site, lequel demeure occupé pendant la durée des travaux.

### **A. Base vie de chantier**

Le Maître d'Ouvrage mettra à disposition de l'entreprise **un local situé dans le bâtiment Claude Bloch**, identifié comme suit :



Ce local sera destiné à l'aménagement :

- > des vestiaires du personnel de chantier,
- > d'une salle de repas pour l'équipe intervenante.

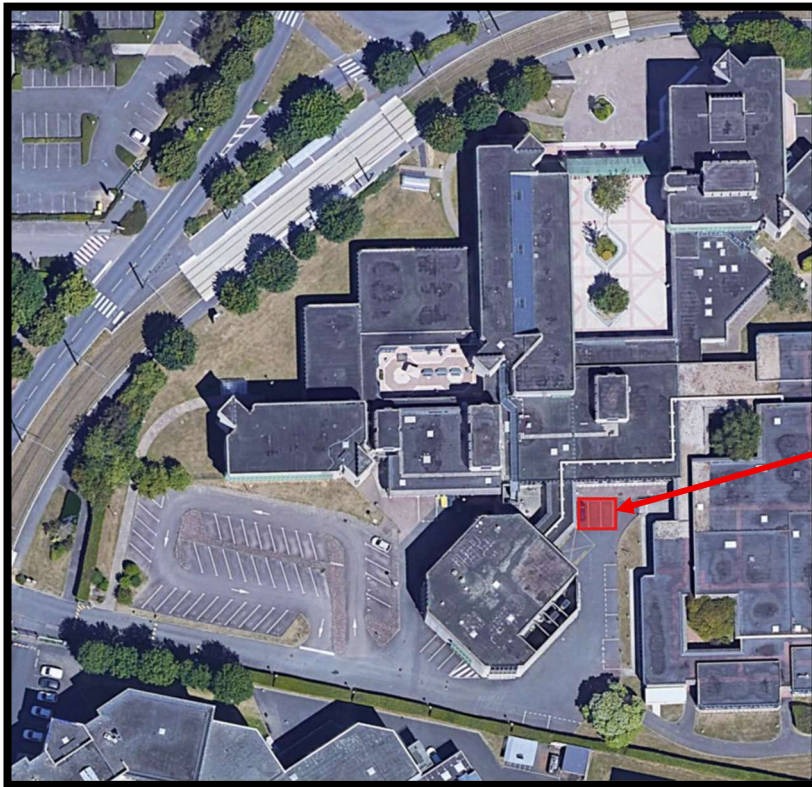
Le local devra être accessible pendant les horaires de chantier et permettre une utilisation conforme aux prescriptions réglementaires en matière d'hygiène et de sécurité.

L'entreprise assurera l'aménagement intérieur nécessaire (mobilier, propreté, maintien en bon état), sans modification structurelle du local.

L'entreprise est autorisée à utiliser les sanitaires existants des bâtiments mis à disposition, dans le respect des règles d'hygiène, de propreté et du bon usage des installations pendant toute la durée du chantier.

## **B. Installation d'un container de chantier**

Pour les besoins de stockage du matériel, de l'outillage et des équipements liés au chantier, l'installation d'un **demi-container de chantier d'environ 6 mètres de longueur** est autorisée pour la durée des travaux. À cet effet, **une place de stationnement sera neutralisée**, située :



Emplacement  
du container

L'implantation du container devra respecter les contraintes d'accessibilité, de sécurité et de circulation du site. L'entreprise sera responsable de la stabilité, de la signalisation et du maintien en bon état de la zone occupée pendant toute la durée du chantier.

### **Caractère provisoire et restitution**

Les installations provisoires de chantier sont strictement limitées à la durée des travaux. À l'issue du chantier, l'entreprise procédera à :

- > la dépose complète du container,
- > la remise en état du stationnement neutralisé,
- > la restitution du local mis à disposition dans son état initial, hors usure normale.

## **GTC.8. CÂBLAGES – PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES**

### **A. Généralités**

Le présent chapitre définit les prescriptions relatives aux câbles à utiliser pour toute nouvelle liaison créée dans le cadre du marché, qu'il s'agisse de câbles d'alimentation (CFO) ou de câbles de courants faibles (CFA).

Les câbles existants conservés en lieux et place ne sont pas concernés.

De manière générale, la prolongation des câbles n'est pas autorisée. En cas de difficulté technique importante, la prolongation d'un câble pourra être envisagée. Toutefois, elle devra préalablement être soumise au Maître d'Œuvre pour validation.

Tous les câbles fournis et mis en œuvre devront être neufs, conformes aux normes en vigueur et adaptés aux conditions d'exploitation des installations.

### **B. Classement de réaction au feu – Euroclasses**

Pour l'ensemble des nouvelles liaisons créées, les câbles devront obligatoirement être de type Euroclass, avec une exigence minimale de réaction au feu correspondant à la classe européenne suivante :

- **Cca-s2,d2,a2** (équivalent exigence minimale de type **C2**)

Cette exigence s'applique sans distinction courants forts (CFO), courants faibles (CFA) et aux câbles souples (automatisme). Aucun câble de classe inférieure ne sera accepté.

### **C. Câblage de communication et de supervision**

Pour les liaisons Ethernet, supervision, réseaux d'automates ou communication IP, les câbles devront être de Les câbles F/UTP 4 paires 100 ohms de catégorie 6a. Voir annexe 04 « ANX\_04\_PRECABLAGE INFORMATIQUE »

## **GTC.9. PRESTATIONS ANNEXES DUES AU PRESENT LOT**

- Les installations nécessaires au bon fonctionnement des équipements situés en dehors de la zone d'intervention, qui ne seraient plus alimentés suite aux travaux de démontage
- Les fixations aux structures porteuses du bâtiment, de tous les appareils, supports de câbles et de boîtes de raccordements, qui ne doivent jamais être supportés par les plafonds suspendus ou leurs suspentes
- Tous les percements, encastrement, scellements, et raccords
- Le montage et le démontage de tous les engins et échafaudages nécessaires à la réalisation des ouvrages
- Les protections des sols contre les risques de chute d'objets et contre les marques de roues ou de pieds des engins et échafaudages
- Les crosses de sortie des câblages en terrasse
- La protection et le nettoyage des locaux

NB TRES IMPORTANT : il est rappelé à l'entreprise que le chantier se déroulera en site occupé. De ce fait, il conviendra d'être très vigilant sur la qualité du personnel affecté à ce chantier, il devra être parfaitement habitué à travailler en site occupé et gardera en mémoire de limiter les nuisances pour les occupants.

Enfin les zones de travaux devront être nettoyées impérativement tous les soirs, y compris les accès à ces zones.

## **GTC.10. CARACTÈRE INDICATIF DU PRESENT DOCUMENT**

Les marques qui peuvent être prescrites le sont pour leurs performances, leur qualité et pour des raisons d'optimisation de la maintenance et d'uniformité du patrimoine du Maître d'ouvrage. Tout matériel présentant des caractéristiques strictement équivalentes pourra être admis sous réserve de l'avoir précisé dans le bordereau estimatif et avec l'accord préalable du Maître d'ouvrage, à défaut de quoi, le matériel installé sera celui stipulé au descriptif au prix indiqué. En fonction des automates choisis, l'entreprise devra s'assurer que les encombrements de ces derniers soient compatibles avec les armoires existantes. Dans le cas contraire, il devra prévoir une nouvelle enveloppe suivant ce qui a été décrit dans le cahier spécifique. En aucun cas, l'entreprise ne pourra pas revendiquer une plus-value.

Les dispositions techniques, la liste des points, les configurations automates, dispositifs de protection, indiqués dans le présent document et sur les plans constituent le Dossier de Consultation. Les travaux devront être réalisés suivant le programme prévu et aboutir à leur entier achèvement, en parfait état de fonctionnement sur les points d'utilisation désignés. En conséquence, il ne pourra être invoqué une erreur, omission ou imprécision aux présents documents pour justifier d'un défaut de fourniture ou de mise en œuvre, étant entendu que l'entrepreneur s'est rendu compte des travaux à effectuer, de leur importance et de leur nature, et qu'il a suppléé par ses connaissances professionnelles aux détails qui pourraient être omis.

## **GTC.11. DÉMARCHES ADMINISTRATIVES ET GESTION DES ACCES**

Le titulaire du présent marché devra faire toutes les démarches nécessaires, avant l'exécution de ses travaux, auprès des services techniques intéressés :

- Le bureau de Contrôle
- Les services techniques d'université de Caen Normandie
  - ✓ Electrique
  - ✓ CVC
  - ✓ Informatique

Le personnel intervenant sur le site devra obligatoirement être identifié (nom de l'entreprise et de la personne). Toute personne non identifiée sera immédiatement priée de quitter l'établissement.

L'entreprise devra fournir les titres d'habilitation de son personnel, avant toute intervention sur les installations électriques, même hors tension.

Afin de garantir le bon déroulement du chantier en site occupé, le Maître d'Ouvrage s'engage à assurer une gestion adaptée et coordonnée des accès aux bâtiments et aux locaux concernés par les travaux.

A ce titre, le Maître d'Ouvrage mettra à disposition des équipes intervenantes, selon les besoins du chantier, les trousseaux de clés nécessaires par équipe, permettant l'accès aux zones d'intervention définies.

Le Maître d'Ouvrage assurera également, par l'intermédiaire de ses services exploitants, une organisation interne des accès et des interventions, incluant la coordination avec les occupants du site, afin de permettre la réalisation des travaux dans des conditions compatibles avec l'exploitation normale des bâtiments et la sécurité des usagers.

Les entreprises seront réputées avoir pris en compte dans leurs propositions l'ensemble des obligations auxquelles elles sont soumises dans le cadre de la sécurité et de protection de la santé.

## **GTC.12. CONTROLE ET ESSAIS**

Avant la réception, l'entreprise procédera sous sa responsabilité à l'autocontrôle de ses installations et aux essais et mesures :

- Contrôle de conformité et essais de continuité du précâblage informatique et des liaisons de communication
- Vérification de la continuité de service des installations CVC pendant et après la migration
- Vérification de la bonne communication entre les équipements de terrain, les automates et la supervision existante
- Contrôle de la remontée exhaustive, cohérente et correctement horodatée des informations des équipements terminaux dans la supervision et la base de données
- Vérification des unités, échelles, libellés et fréquences d'acquisition des points supervisés

- Essais de pilotage des équipements de régulation depuis la supervision (commandes, consignes, forçages)
- Essais de fonctionnement des boucles de régulation et des sécurités associées
- Essais des différents modes de fonctionnement des installations (automatique, manuel, arrêt, confort, réduit, horaires, saisonnier)
- Essais de gestion des défauts et alarmes (déclenchement, affichage, acquittement, retour à l'état normal)
- Essai global de cohérence et de fonctionnement des vues, synoptiques et tableaux de supervision
- Vérification du bon comportement des installations en cas de perte et de reprise de communication ou d'alimentation
- Validation de la stabilité de fonctionnement de l'ensemble du système sur une période représentative
- Vérification de la couverture radio LoRaWan
- Auto-contrôle de performance logiciels/programmations des automates

Dans le cadre du présent projet l'entreprise devra fournir au Maître d'Ouvrage et au Maître d'Œuvre la procédure de « Contrôle et essais » des installations pour validation. Cette procédure devra soumise à l'issue de la période de préparation.

Le titulaire du présent marché mettra à la disposition du Maître d'Œuvre ou à son représentant, les appareils de mesure et le personnel nécessaire aux contrôles et essais des installations, aussi bien pendant l'exécution des travaux qu'à la réception.

### **GTC.13. FORMATION DU PERSONNEL D'EXPLOITATION**

L'entrepreneur sera tenu de mettre à la disposition du Maître d'Ouvrage, le personnel qualifié pour mettre en service, contrôler le bon fonctionnement des installations, et instruire le personnel désigné par le Maître d'Ouvrage pour en assurer l'exploitation et la maintenance.

Dans le cadre du présent marché, la formation du personnel d'exploitation comprendra deux journées complètes de formation, organisées comme suit :

- Journée 1 – Formation terrain et visite des installations réalisées :
  - ✓ Présenter les équipements installés ou modifiés dans le cadre du projet,
  - ✓ Expliciter les principes de fonctionnement des installations CVC et GTC mises en œuvre,
  - ✓ Localiser les équipements, armoires, capteurs et organes principaux,
  - ✓ Expliquer les points de vigilance liés à l'exploitation, à la maintenance et à la sécurité,
- Journée 2 – Formation à la supervision GTC mise à jour
  - ✓ La présentation de l'architecture de supervision mise en place,
  - ✓ L'utilisation des nouvelles vues, synoptiques et imageries,
  - ✓ Les principes fonctionnels de la supervision (navigation, commandes, consignes),
  - ✓ La gestion des alarmes, acquittements et historiques,
  - ✓ L'exploitation courante de la GTC et les bonnes pratiques associées.

L'entrepreneur devra fournir en 3 exemplaires, les consignes et instructions en français pour la conduite et la maintenance des installations.

Une fiche de formation établie par l'entreprise indiquera pour chaque système la date de la formation, sa durée, le nom du formateur et l'émargement des personnes l'ayant reçue. Cette fiche sera incluse dans le D.O.E.

### **GTC.14. PROTECTION DES OUVRAGES**

L'entreprise sera responsable, jusqu'à la réception, de la protection de ses ouvrages. A cet effet, elle devra prendre toutes les mesures nécessaires pour éviter tous vols et toutes dégradations. Au cas où il en serait constaté, elle devra remettre son installation en état sans pouvoir prétendre à une indemnité, les ouvrages détériorés ou volés.



## **GTC.15. RÉCEPTION DE L'INSTALLATION**

La réception sera subordonnée à un examen technique de l'installation et aux essais tels que définis. Il sera procédé à une minutieuse inspection de la pose des équipements, tout ouvrage qui serait négligé serait insuffisant, sera systématiquement refusé.

Si les vérifications et essais qu'elle comporte ont donné satisfaction, cette réception pourra être prononcée ; sinon, elle sera ajournée jusqu'à ce que l'entrepreneur ait apporté à l'installation les retouches nécessaires.

Jusqu'à ce que la réception soit prononcée, l'entrepreneur conservera la responsabilité de son installation, même si celle-ci est conduite par le Personnel de l'Établissement.

La réception comportera :

- La vérification contradictoire du parfait achèvement des travaux et de la conformité des installations réalisées avec le projet retenu
- Les essais de l'installation
- La fourniture des documents prévus aux conditions générales et au présent CCTG

## **GTC.16. DOCUMENTS A FOURNIR**

Tous les plans d'exécution seront établis par l'entreprise sur la base des plans mis à jour par le Maître d'Œuvre lors de la signature des marchés. Ils seront mis à jour au fur et à mesure des modifications des plans du bâtiment et/ou des installations électriques et CVC.

La vérification et la mise au point avec le Maître d'Œuvre des documents présentés par l'entreprise lui en laisse l'entière responsabilité ; cette vérification ayant pour seul objet de constater qu'ils ne sont pas contraires aux prescriptions du devis descriptif et aux plans de définition. Toute exécution prématurée, faute d'avoir soumis en temps utiles les plans à l'approbation du Maître d'Œuvre, s'effectuerait sous la seule responsabilité de l'entreprise et les modifications qui pourraient lui être demandées seraient entièrement à sa charge, y compris les conséquences du retard sur le planning des travaux.

## **GTC.17. Avant les travaux :**

Le titulaire du présent marché devra fournir au Maître d'œuvre pour accord, les pièces suivantes :

- Les documentations techniques des matériels prévus
- Analyse fonctionnel (Une par automate) suivant exemple fournis en annexe
- Les plans d'implantation de tous les équipements
- Les schémas électriques des coffrets automates (compris façade et implantation)
- Les plans de détail de mise en œuvre
- Les carnets de câbles
- Les synoptiques GTC détaillés des différents bâtiments
- Procédure de contrôle et essais des installations (CF § GTC.12)
- Une fiche de formation, établie par l'entreprise, précisera pour chaque session :
  - ✓ la date de la formation,
  - ✓ sa durée,
  - ✓ le contenu abordé,
  - ✓ le nom du ou des formateurs,
  - ✓ l'émargement des personnes formées.

## **GTC.18. A la fin des travaux :**

Les dossiers des ouvrages exécutés DOE sera établi à partir des derniers plans. Le DOE sera sur rendu sur 3 supports informatiques (Clés USB).

Ils devront inclure les documents "certifiés conformes à l'exécution" suivants :

- Les documents listés ci-dessus mis à jour, représentant l'installation tel que construite
- Les plans de l'installation telle que construite, avec des équipements
- Les plans « informatique » de l'installation telle que construite, avec repérage des canalisations, des équipements et des boîtes de raccordement

- Les schémas des tableaux électriques tels que construits avec repérage du câblage des appareils, de l'étiquetage et de la façade et des références des matériel
- Le certificat de conformité des installations
- Les fiches des essais et d'autocontrôles
- Les notices de montage des matériels installés nécessitant d'être entièrement ou partiellement démontés pour la maintenance
- Les notices d'exploitation et d'entretien (en français) de tous les équipements
- La nomenclature du matériel installé, avec indication du constructeur et de la référence
- La liste des pièces de rechange
- Les fiches de recette du précâblage informatique
- La fiche de suivi des formations

Tous ces documents devront être fournis au Maître d'œuvre avant la réception des travaux. Le support informatique devra inclure la totalité des documents, listés ci-dessus, en version PDF lisibles par le Maître d'ouvrage et en version modifiable DWG pour les futures mises à jour.

## **GTC.19. GARANTIE**

Le matériel tel qu'il est spécifié devra donner le maximum de sécurité pour un service continu de 24 heures par jour et de 365 jours par an. Tout le matériel qui aura été livré sera neuf et garanti pendant 1 an à dater de la fin de garantie de parfait achèvement. Cette garantie portera sur tous les défauts visibles ou non des matériaux employés, contre tous les vices de construction ou de conception et sur le bon fonctionnement de l'installation, tant dans l'ensemble que dans les détails. La responsabilité de L'entreprise couvrira également, et dans les mêmes conditions, toutes les fournitures qu'elle sous-traitera. Le Maître d'Ouvrage se réserve le droit, après un an de fonctionnement, de constater l'état du matériel, contrairement avec les services de l'installateur pour en vérifier l'usure. Si celle-ci était anormale, L'entreprise s'engage au remplacement de celui-ci.

L'Entrepreneur restera responsable de tous les accidents, matériels ou corporels, qui pourraient résulter de la fabrication ou de l'installation des appareils, ainsi que les dommages et intérêts qui pourraient être réclamés à la suite de ces accidents. S'il négligeait de faire les réparations dans les délais qui lui sont impartis, celles-ci seraient effectuées d'office, après mise en demeure, et tous les frais lui en seraient imputés. Cette garantie sera totale : matériel et main d'œuvre s'y rattachant.

L'Entrepreneur ne sera pas rendu responsable des bris de matériel ou du fonctionnement défectueux des équipements, qui seraient la conséquence de fausses manœuvres de la part du personnel du Maître d'Ouvrage.

## **GTC.20. Maintenance annuelle du système de supervision et des logiciels GTC**

### **A. Objet de la maintenance**

Dans le cadre du présent marché, le titulaire devra assurer la maintenance annuelle du système de supervision GTC, en lien avec l'éditeur du logiciel de supervision et les services techniques de l'Université de Caen Normandie.

Cette maintenance a pour objectif de garantir :

- la pérennité, la disponibilité et la stabilité de la supervision GTC,
- la continuité de service pour l'exploitation des bâtiments,
- la compatibilité du système avec les évolutions logicielles, matérielles et de cybersécurité,
- l'assistance aux services techniques UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE dans l'usage quotidien de la supervision.

La maintenance concerne exclusivement le périmètre logiciel, applicatif et fonctionnel de la GTC, à l'exclusion de la maintenance des équipements CVC de terrain (chaudières, CTA, pompes, vannes, capteurs, etc.).

### **B. Périmètre couvert par la maintenance**

La maintenance annuelle comprend a minima les prestations suivantes :

➤ **Supervision et logiciels :**

- ✓ Maintenance du logiciel de supervision GTC type PCVue,
- ✓ Accès aux mises à jour correctives et évolutives de l'éditeur (patches, correctifs de sécurité, mises à jour mineures),
- ✓ Maintien de la compatibilité avec les systèmes d'exploitation, bases de données et environnements serveurs existants,
- ✓ Vérification du bon fonctionnement des vues, synoptiques, alarmes, historiques et bases de données.

➤ **Support technique et assistance :**

- ✓ Assistance technique aux services exploitants UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE en cas de dysfonctionnement logiciel,
- ✓ Aide au diagnostic des anomalies de supervision (perte de communication, alarmes incohérentes, défaut d'affichage),
- ✓ Support en lien avec l'éditeur du logiciel lorsque l'anomalie relève du cœur applicatif,
- ✓ Conseils d'exploitation et bonnes pratiques d'usage de la GTC.

### **C. Modalités d'intervention**

La maintenance sera assurée selon les modalités suivantes :

- Interventions **à distance** privilégiées (télémaintenance sécurisée),
- Interventions **sur site**, uniquement lorsque le diagnostic à distance s'avère insuffisant,
- Prise en compte des contraintes de **site occupé**, en coordination avec les services techniques UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE.

Les délais d'intervention et de traitement des incidents seront définis contractuellement (niveaux de priorité, délais de réponse et de rétablissement).

## **GTC.21. MATÉRIELS RÉGLEMENTAIRES**

L'entrepreneur sera tenu de fournir du matériel de première qualité portant la marque nationale de conformité NF et CE.

Les matériaux et matériels utilisés devront être neufs, avoir les caractéristiques correspondantes aux influences externes auxquelles ils pourront être soumis et répondre exactement aux conditions nécessaires à une parfaite exécution des travaux demandés et au fonctionnement des installations, la présente spécification n'étant pas restrictive.

L'entreprise devra remettre au Maître d'Œuvre ou à son représentant tous les procès-verbaux d'essais ou de référence que celui-ci demandera. Le Maître d'Œuvre pourra demander, s'il le juge utile de nouveaux essais et restera seul décisionnaire de l'acceptation de ce matériel, sans atténuer pour autant la responsabilité de l'entreprise.



## CLAUSES PARTICULIERES

### GTC.22. Domaines techniques

#### A. Chauffage

##### Chaudières :

###### **\* Objectifs du système**

L'objectif est de permettre un suivi fiable et cohérent de chaque chaudière, quel que soit le bâtiment, afin de :

- > connaître son état de fonctionnement,
- > identifier rapidement un défaut brûleur ou une mise en sécurité,
- > permettre son pilotage à distance lorsque c'est possible,
- > garantir un niveau de supervision minimum commun à tout le patrimoine.

Ce socle doit faciliter l'exploitation et la maintenance, sans imposer de modifications lourdes sur les installations existantes.

###### **\* Besoins fonctionnels**

La GTC doit permettre au minimum de :

- > visualiser si la chaudière est **en marche**, à **l'arrêt** ou **en défaut**,
- > piloter la chaudière

Ces besoins constituent la base du suivi technique de l'équipement.

###### **\* Principes de supervision et d'intégration GTC**

Les chaudières doivent disposer d'un niveau d'intégration GTC cohérent avec leurs capacités techniques. Les points suivants définissent le principe minimal attendu pour assurer une supervision correcte :

- > **Remontée de l'état chaudière** : marche, arrêt, défaut, sécurité.
- > **Commande Marche/Arrêt** :

Ce principe doit être appliqué à tous les bâtiments, avec un niveau d'intégration variable selon l'âge et le type de chaudière. Pour les équipements neufs ou remplacés, il est attendu que la chaudière permette :

- > une intégration simple à la GTC en place
- > une remontée claire des défauts principaux,
- > un raccordement compatible avec le système mise en place sur site.

Pour les chaudières anciennes, certains signaux peuvent ne pas être disponibles. Dans ce cas, la GTC se limite aux informations accessibles, sans imposer de transformation importante de l'installation.

Ces principes permettent de garantir une base commune à tout le patrimoine, tout en respectant les limites techniques des équipements existants.

###### **\* Exigences minimales de supervision – Chaudières**

Pour ne plus rester au niveau "généraliste", le présent paragraphe définit le socle minimal de points GTC associés aux chaudières. Le présent paragraphe en extrait ce qui est obligatoire a minima pour caractériser les réseaux dans la GTC.

Les typologies détaillées des points (AI, AO, DI, DO) et leur codification sont décrites dans :

#### **Annexe 03 – ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**



### Instrumentation minimale à prévoir :

Pour tout réseau principal, le socle minimal d'intégration GTC est le suivant :

- > **Commande (DO) :**
  - ✓ **Commande Marche/Arrêt** chaudière
- > **États / alarmes (DI) :**
  - ✓ **Etat de Marche/Arrêt** chaudière
  - ✓ **Défaut** chaudière

#### *\* Tableau type des points minimaux – Réseaux hydrauliques*

Famille	Point GTC	Type (indicatif)
Commande	Commande Marche/Arrêt chaudière	DO
Signalisation	Etat de Marche/Arrêt chaudière	DI
Sécurité	Défaut chaudière	DI

## **Chaudière à condensation / Récupérateur de condensation :**

### ***Principes généraux de fonctionnement : Récupérateur de condensation***

L'objectif du système de condensation est de récupérer la chaleur latente des fumées en abaissant leur température sous le point de rosée (env. 53-55°C pour le gaz naturel). Pour que ce rendement soit effectif, la régulation doit garantir une température de retour d'eau la plus basse possible.

Contrairement aux chaudières traditionnelles nécessitant une protection contre les retours froids, le pilotage ici doit favoriser les retours froids pour maximiser la condensation.

### ***\*Principe de Pilotage pour favoriser la condensation***

La régulation ne doit pas se contenter de surveiller ; elle doit agir sur l'hydraulique pour maintenir les conditions de condensation.

- > **Action sur les circuits secondaires :** La GTC doit piloter les vannes trois voies des circuits de distribution pour maximiser le Delta T° (différentiel de température) et éviter le retour d'eau trop chaude vers le condenseur.
- > **Gestion des débits (Vitesse Variable) :** Modulation des pompes de charge ou de réseau pour adapter le débit à la puissance appelée, favorisant l'échange thermique dans le condenseur.
- > **Interaction avec la régulation constructeur :**
  - ✓ Si le récupérateur est intégré (chaudière à condensation) : La GTC agit en superviseur et optimise la loi d'eau globale.
  - ✓ Si le récupérateur est externe (économiseur sur fumées) : La GTC pilote le by-pass des fumées ou la pompe de circulation de l'échangeur en fonction de la température des fumées et du retour d'eau.

### ***\*Prérequis Techniques d'Installation***

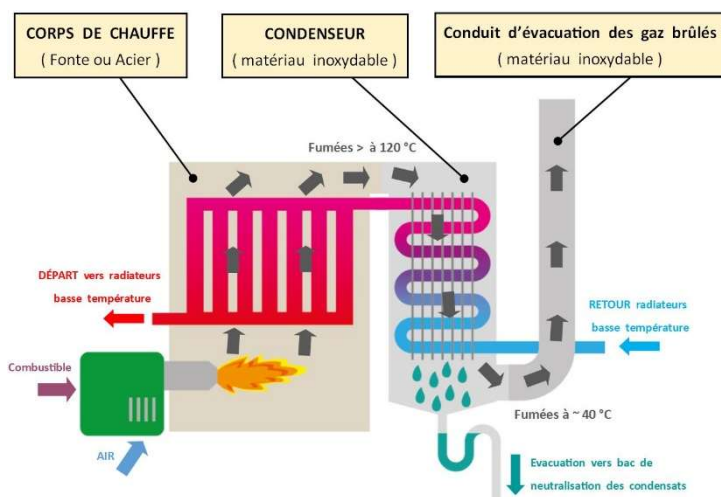
Pour assurer la pilotabilité et la maintenance :

- > **Sondes de température obligatoires :**
  - ✓ T° retour installation (avant le condenseur).
  - ✓ T° retour chaudière (après le condenseur).
  - ✓ T° fumées (pour vérifier l'efficacité de l'échange).
- > **Sécurité :** Siphon avec neutralisation des condensats relié à l'égout.
- > **Matériaux :** Échangeur en Inox/Aluminium.

### ***\*Intégration GTC***

Ce paragraphe décrit les attendus explicites en termes de programmation et d'interface graphique (IHM) pour l'intégrateur GTC. L'intégrateur doit assurer la communication (via passerelle Modbus/BACnet ou filaire) pour remonter les points suivants à l'automate :

- > **Mesures Analogiques :**
  - ✓ Températures : Retour primaire, Sortie condenseur, Fumées.



## **Sous-stations de bâtiment :**

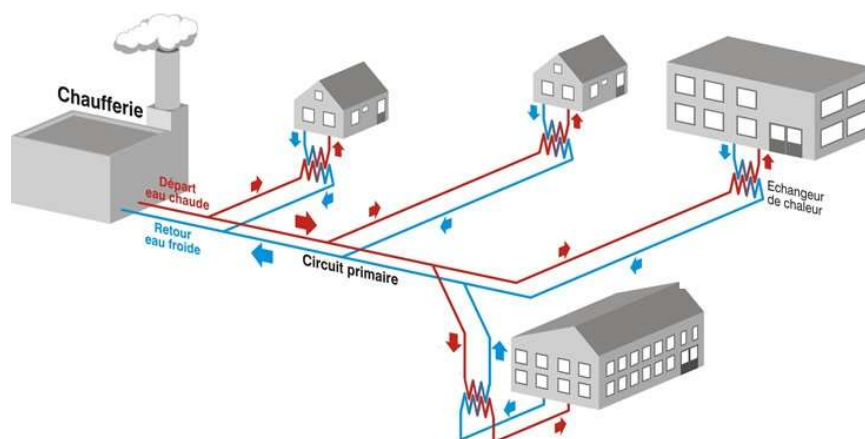
### **\* Objectifs du système**

Les sous-stations constituent le point de découplage entre le réseau primaire (chaufferie centrale, réseau de chaleur urbain, production mutualisée) et les circuits secondaires du bâtiment (chauffage émetteurs, planchers chauffants, CTA, ECS, etc.).

Pour chaque sous-station, l'objectif de la GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE est de disposer d'un socle fonctionnel commun permettant :

- > de connaître en permanence le niveau de service rendu (disponibilité chaleur, températures départ/retour par circuit) ;
- > de piloter les modes de fonctionnement à l'échelle du bâtiment ou de la sous-station (Arrêt / Hors-gel / Confort / Réduit) ;
- > d'être alerté rapidement en cas de défaut impactant le service (perte de pression, défaut pompe, défaut alimentation primaire, surchauffe, etc.) ;
- > de disposer des grandeurs nécessaires au suivi énergétique ( $\Delta T$ , compteurs d'énergie si présents).

Ce socle est le minimum attendu sur tout le patrimoine, en restant réaliste vis-à-vis des installations existantes.



### **\* Besoins fonctionnels – Sous-stations de bâtiment**

Pour chaque sous-station, la GTC devra permettre au minimum les fonctions suivantes.

#### **Pilotage global de la sous-station :**

- > Commande **Marche / Arrêt** général chauffage bâtiment avec au moins les modes suivants :
  - ✓ Arrêt,
  - ✓ Hors-gel,
  - ✓ Confort (mode normal d'occupation),
  - ✓ Éventuellement Réduit (abaissement de consigne en inoccupation).
- > Gestion de **plages horaires de fonctionnement** par bâtiment ou par zone (chauffage général, CTA, etc.), paramétrables depuis la supervision.
- > Possibilité de **délestage simple** en cas de limitation de puissance disponible (par exemple arrêt temporaire des circuits les moins prioritaires), lorsque cela est prévu dans le cahier spécifique bâtiment.

#### **Pilotage des circuits secondaires :**

Pour chaque boucle secondaire significative desservie par la sous-station (chauffage radiateurs, plancher chauffant, CTA, ECS si prise sur la sous-station), la régulation devra assurer au minimum :

#### **Maintien d'une consigne de température de départ :**

- > en **loi d'eau extérieure** pour les circuits de chauffage (radiateurs, planchers chauffants),

- > à **consigne fixe** pour les circuits CTA ou batteries terminales, sauf mention contraire dans le cahier spécifique.
- > **Commande Marche / Arrêt des pompes de circuit**, avec basculement automatique en cas de double pompe lorsque l'hydraulique l'impose ou que des pompes jumelées sont installées.
- > Gestion des **régimes Confort / Réduit** en fonction des horaires d'occupation fournis par la GTC.

#### Fonctions de sécurité et de sauvegarde

- > Passage automatique de la sous-station en **mode Hors-gel** en cas de risque de gel (température extérieure ou retour trop basse).
- > **Arrêt de sécurité** de la sous-station en cas de défaut majeur identifié (perte de pression réseau, surchauffe, défaut manque d'eau, etc.), avec remontée d'une alarme claire dans la GTC.
- > **Fonctionnement autonome** des automates locaux : en cas de perte de communication avec la supervision, la sous-station doit poursuivre son fonctionnement sur les consignes locales ou repasser en mode sécurisé définis dans le programme.

#### Instrumentation minimale à prévoir :

- > **Température primaire :**
  - ✓ Température départ primaire,
  - ✓ Température retour primaire.
- > **Température secondaire :**
  - ✓ Température départ et retour pour chaque circuit secondaire principal (chauffage émetteurs, circuits CTA, ECS si pris sur la sous-station).
- > **Pression /  $\Delta P$  :**
  - ✓ Capteur de pression différentielle sur le collecteur secondaire, utilisé pour le pilotage des pompes à vitesse variable lorsqu'elles sont installées.

Les capteurs sont de type industriel (PT100/1000 ou sonde 0–10 V) montés sur doigts de gant ou piquages adaptés pour faciliter la maintenance.

#### États et commandes :

- > **Pompes :**
  - ✓ Marche / Arrêt de chaque pompe principale (primaire si présente, secondaires par type de circuit),
  - ✓ Défaut pompe (thermique, disjonction, défaut variateur),
  - ✓ Commande analogique (0–10 V) ou bus des pompes à vitesse variable,
  - ✓ Remontée de la fréquence ou vitesse de rotation.
- > **Organes de régulation :**
  - ✓ Position (ou signal de commande) de la vanne de régulation principale de sous-station (vanne 3 voies mélangeuse ou 2 voies sur primaire),
  - ✓ Marche / Arrêt et défaut des éventuels servomoteurs de vannes de sectionnement automatisées.
- > **Modes de fonctionnement :**
  - ✓ Visualisation dans la GTC des modes Confort / Réduit / Hors-gel / Arrêt,
  - ✓ Commande possible des changements de mode depuis la supervision selon les droits d'accès.

#### Régulation type de sous-station :

- > Mise en œuvre d'**une loi d'eau extérieure par circuit de chauffage bâtiment**, avec paramètres (pente, parallèle, T° mini / maxi) modifiables depuis la supervision.
- > Prise en compte des **consignes horaires GTC** (calendriers hebdomadaires et jours spéciaux) pour l'ensemble des circuits pilotés par la sous-station.

**\*Liste des points CVC**

Le détail des points GTC à créer (nommage, type de signal, unité, index, etc.) ne sera pas répété dans ce chapitre. L'entreprise devra s'appuyer sur :

**Annexe 03 – ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**

Pour chaque sous-station, l'intégrateur devra :

- > sélectionner dans l'annexe les points correspondant au **type de sous-station** et aux **circuits réellement présents** (chauffage seul, chauffage + CTA, présence d'ECS, etc.) ;
- > justifier dans le cahier spécifique bâtiment les éventuels points non retenus (impossibilité technique, équipement absent, etc.).

Ce chapitre fixe donc le niveau d'exigence fonctionnel minimal par sous-station, tandis que l'Annexe 03 constitue le référentiel détaillé des points GTC associés.

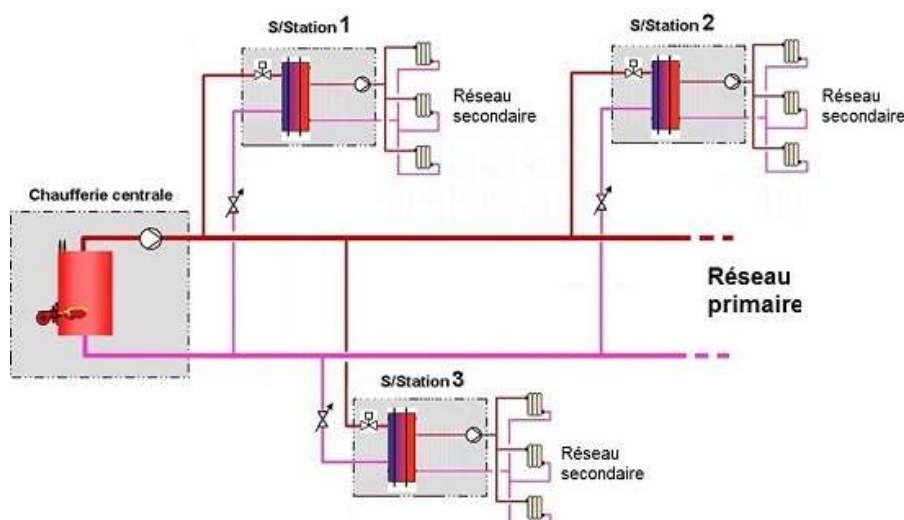
## **Objectifs et principes – Réseaux hydrauliques et circuits de distribution**

Les réseaux hydrauliques assurent la distribution homogène de la chaleur depuis les chaudières ou sous-stations jusqu'aux émetteurs (radiateurs, planchers chauffants, batteries terminales, CTA). Ils doivent être conçus et exploités selon des principes garantissant la performance énergétique, la stabilité hydraulique et la facilité d'exploitation.

### **\* Objectifs**

Les réseaux hydrauliques devront répondre aux exigences suivantes :

- > **Assurer un équilibrage efficace** entre les différents circuits de distribution afin de maintenir les régimes hydrauliques requis (débit, température, pression).
- > **Optimiser les pertes de charge** par un dimensionnement correct des tuyauteries, des organes de régulation et des accessoires hydrauliques.
- > **Garantir une distribution adaptée aux besoins réels**, grâce à une modulation du débit et à la régulation locale des circuits.
- > **Faciliter la maintenance** par la mise en place d'organes d'isolement, de vannes d'équilibrage et de points de mesure accessibles.
- > **Assurer la compatibilité** avec les dispositifs de supervision GTC, en prévoyant les capteurs et transmetteurs nécessaires à la surveillance des paramètres hydrauliques (température, pression, débit, défaut)



### **\* Besoins fonctionnels côté GTC – Réseaux hydrauliques**

Du point de vue de la GTC, chaque réseau hydraulique principal (primaire, secondaire, boucle bâtiment) doit permettre au minimum :

- > **Visualisation de l'état hydraulique global :**
  - ✓ Température de départ réseau,
  - ✓ Température de retour réseau,
  - ✓  $\Delta T$  réseau (écart départ/retour) pour apprécier la qualité de l'échange thermique,
  - ✓ Pression différentielle ou pression réseau lorsque des pompes à vitesse variable sont présentes.
- > **Surveillance des dérives et défauts :**
  - ✓ Détection des situations de **manque de débit** ( $\Delta T$  faible,  $\Delta P$  anormalement bas, pressostat basse pression),
  - ✓ Détection des risques de **surchauffe ou de gel** par les températures départ/retour et les alarmes associées,
  - ✓ Remontée d'**alarmes de pression** si des pressostats de sécurité sont installés.
- > **Appui à l'équilibrage et au diagnostic :**
  - ✓ Accès aux températures et pressions aux points clés du réseau (origine, éventuellement extrémités) pour aider au réglage des vannes d'équilibrage,

- ✓ Consultation d'historiques (tendances de  $T^\circ$  et  $\Delta P$ ) pour identifier les déséquilibres ou les dérives au fil du temps.

Les cahiers spécifiques bâtiments préciseront, si nécessaire, des points de mesure complémentaires en bout de réseau ou sur certaines colonnes, en fonction des enjeux de confort et de performance.

### **\*Principes généraux de conception et d'exploitation : Instrumentation et mesures**

Chaque réseau devra être équipé des instruments de mesure nécessaires au pilotage, à la sécurité et au suivi énergétique des installations :

- **Sondes de température départ et retour**, sur chaque circuit principal et secondaire.
- **Capteur de pression différentielle**, pour le pilotage des pompes à vitesse variable.
- **Manomètres et thermomètres analogiques** installés aux points clés pour le contrôle local.
- **Vannes d'isolement** en amont et en aval des principaux équipements pour la maintenance.

Les valeurs principales (températures, pressions différentielles, états de fonctionnement) devront être intégrées à la GTC, tandis que les organes purement mécaniques (purgeurs, vidanges, manomètres, etc.) relèveront de la maintenance locale et ne nécessitent pas de supervision.

### **\*Fonctions de supervision et d'aide au pilotage type GTC – Réseaux hydrauliques**

La GTC n'agit pas directement sur les tuyauteries, mais elle doit fournir une vision hydraulique cohérente permettant de piloter efficacement les pompes et organes de régulation. Les fonctions suivantes sont attendues au minimum :

#### **Visualisation temps réel des grandeurs principales :**

- Température départ et retour de chaque **réseau principal** (primaire, secondaire, boucle ECS si concernée).
- Pression différentielle (ou pression) sur les réseaux équipés de pompes à vitesse variable.
- Affichage des valeurs sur les synoptiques principaux (chaufferie, sous-station, réseau bâtiment).

#### **Aide au pilotage des pompes (en coordination avec le chapitre "Pompes") :**

- Utilisation de la mesure de **pression différentielle réseau** comme variable de régulation des pompes à vitesse variable. Affichage dans la GTC :
  - ✓  $\Delta P$  mesuré,
  - ✓ consigne  $\Delta P$  (quand elle est réglable),
  - ✓ vitesse ou fréquence de rotation des pompes (vue dans le chapitre Pompes, mais rappelée ici pour cohérence réseau).

#### **Surveillance des conditions de fonctionnement :**

- Détection des situations anormales via la supervision :
  - ✓  $\Delta T$  très faible sur un réseau (signe de surdébit, dérivation intempestive, vannes mal réglées),
  - ✓  $\Delta T$  très élevé (signe de manque de débit ou réseau sous-alimenté),
  - ✓  $\Delta P$  trop faible ou pressostat de sécurité déclenché.
- Génération d'**alarmes GTC** en cas de dépassement des seuils définis ( $T^\circ$  hors plage,  $\Delta P$  insuffisant, basse pression).

#### **Support à la maintenance et à l'équilibrage :**

- Mise à disposition des mesures ( $T^\circ$ ,  $\Delta P$ ) en tendance sur plusieurs jours / semaines pour permettre :
  - ✓ l'analyse des modifications de réseau,
  - ✓ la vérification de l'efficacité des campagnes d'équilibrage,
  - ✓ l'identification de dérives (zones qui ne sont plus correctement alimentées, circuits court-circuités).

Les détails de pilotage des pompes, variateurs et vannes motorisées restent décrits dans le chapitre "Pompes de circulation, organes de régulation et de sécurité" ; le présent paragraphe fixe le rôle attendu des réseaux dans cette logique (mesures et indicateurs de performance).



### **\*Exigences minimales de supervision – Réseaux hydrauliques**

Pour ne plus rester au niveau "généraliste", le présent paragraphe définit le socle minimal de points GTC associés aux réseaux hydrauliques. Le présent paragraphe en extrait ce qui est obligatoire a minima pour caractériser les réseaux dans la GTC.

Les typologies détaillées des points (AI, AO, DI, DO) et leur codification sont décrites dans :

### **Annexe 03 – ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**

#### **Instrumentation minimale à prévoir :**

Pour tout réseau principal, le socle minimal d'intégration GTC est le suivant :

- **Mesures analogiques (AI) :**
  - ✓ Température **départ réseau** (obligatoire).
  - ✓ Température **retour réseau** (obligatoire).
  - ✓ Pression **différentielle réseau** (ou pression départ + retour permettant de calculer  $\Delta P$ ) pour chaque réseau équipé de pompe à vitesse variable.
- **États / alarmes (DI) :**
  - ✓ Alarme **basse pression** réseau (pressostat de sécurité) si installé.
  - ✓ Alarme **gel réseau** sur les portions exposées, si détecteurs prévus.

### **\*Tableau type des points minimaux – Réseaux hydrauliques**

Famille	Point GTC	Type (indicatif)
Températures	T° départ réseau	AI
Températures	T° retour réseau	AI
Pression	$\Delta P$ réseau (ou pression départ/retour)	AI
Sécurité	Pressostat basse pression réseau	DI
Sécurité	Alarme gel réseau (thermostat / sonde)	DI

## **Objectifs et principes - Pompes de circulation, organes de régulation et de sécurité :**

Les pompes de circulation, organes de régulation et dispositifs de sécurité constituent les éléments essentiels au bon fonctionnement hydraulique du système de chauffage. Ils assurent la distribution maîtrisée de l'énergie thermique, la stabilité du réseau et la protection des installations. Leur configuration doit permettre un **pilotage optimisé**, une **maintenance aisée** et une **supervision complète** au sein de la GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE.

### **\* Objectifs**

Les installations devront respecter les exigences suivantes :

- > **Garantir la continuité et la stabilité hydraulique** du réseau de chauffage.
- > **Optimiser la consommation énergétique** grâce à la modulation des débits selon les besoins réels.
- > **Permettre une maintenance sans interruption** du service, via des dispositifs d'isolement adaptés.
- > **Assurer la protection du réseau** contre les surpressions et déséquilibres hydrauliques.
- > **Faciliter l'intégration GTC**, en prévoyant les capteurs et informations nécessaires au suivi de performance et à la détection d'anomalies.

### **\* Besoins fonctionnels GTC – Pompes de circulation et organes de régulation**

Du point de vue de la GTC, les pompes de circulation et organes de régulation (vannes motorisées, organes d'équilibrage pilotés) doivent permettre au minimum :

- > **Surveillance de la disponibilité hydraulique :**
  - ✓ savoir si chaque **groupe de pompes** est en marche, à l'arrêt ou en défaut,
  - ✓ identifier rapidement une **rupture de circulation** (pompe arrêtée, défaut variateur,  $\Delta P$  insuffisant côté réseau).
- > **Pilotage cohérent avec les besoins réels :**
  - ✓ piloter les pompes principales en **Marche / Arrêt** selon les périodes d'occupation,
  - ✓ ajuster la **consigne de vitesse** (ou de  $\Delta P$ ) des pompes à débit variable pour optimiser l'énergie,
  - ✓ ouvrir/fermer ou moduler certaines vannes de régulation critiques (vanne de mélange sous-station, vanne sur batterie CTA...).
- > **Gestion des défauts et modes dégradés :**
  - ✓ être informé des défauts pompes / variateurs / vannes (défaut moteur, surcharge, défaut auto-manu, manque eau),
  - ✓ s'assurer qu'en cas de perte de communication avec la supervision, les automates locaux maintiennent un **mode autonome sécurisé** (loi d'eau,  $\Delta P$ , hors-gel), sans tout arrêter.

Les cahiers spécifiques bâtiments préciseront, si besoin, les zones où un pilotage plus fin est attendu (sélection de pompe de secours, modulation par zone, etc.).

### **\* Exigences minimales de supervision – Pompes de circulation, organes de régulation et de sécurité**

Le présent paragraphe définit le socle minimal de points GTC pour :

- > les **pompes de circulation** (chauffage, ECS, CTA, réseaux spéciaux),
- > les **organes de régulation principaux** (vannes sur circuits majeurs),
- > les **organes de sécurité instrumentés** (pressostats, détecteurs de fuite...).

Le détail exhaustif (type de point, nommage, unité, protocole) reste défini dans :

### **Annexe 03 – ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**

Le but est de **ne pas surcharger** les installations existantes, tout en garantissant un niveau d'information commun sur tout le patrimoine.

### \* Pompes de circulation

Type de pompe	Point GTC minimal	Type (indicatif)
Toutes pompes	État marche / arrêt	DI
Toutes pompes	Défaut général (disjonction / variateur)	DI
Pompe pilotée par GTC	Commande Marche / Arrêt	DO
Pompe à débit variable (circuit principal)	Consigne vitesse / pression (0-10 V ou bus)	AO / COM
Pompe à débit variable (circuit principal)	Retour vitesse / fréquence	AI / COM

Les mesures **ΔP** et **T° réseau** utilisées pour la régulation de ces pompes sont décrites dans le chapitre *Réseaux hydrauliques et circuits de distribution* et ne sont pas redécrites ici.



### \* Organes de régulation principaux

Organe concerné	Point GTC minimal	Type (indicatif)
Vanne de régulation principale sous-station	Commande ouverture (0-10 V ou 3 pts)	AO / DO
Vanne de régulation principale sous-station	Position / retour ordre	AI / DI
Vannes de batterie CTA importantes	Commande vanne chaude / froide	AO / DO
Vannes de mélange / by-pass spécifiques	Commande	AO / DO

La température d'air ou d'eau associée (T° départ, T° soufflage, T° ambiance) est définie dans les chapitres *Chauffage, Ventilation/CTA, ECS* et reprise dans l'Annexe 03.



### \* Organes de sécurité instrumentés

Organe de sécurité	Point GTC minimal	Type (indicatif)
Pressostat basse pression réseau	Alarme basse pression	DI
Pressostat sécurité chaudière / circuit	Alarme sécurité déclenchée	DI
Détecteur de fuite / inondation	Alarme fuite	DI

Les autres dispositifs (soupapes, purgeurs, vases d'expansion non instrumentés) ne sont pas supervisés ; leur contrôle reste visuel, dans le cadre des opérations de maintenance.



## Améliorations et mise en œuvre d'une pompe de circulation à débit variable

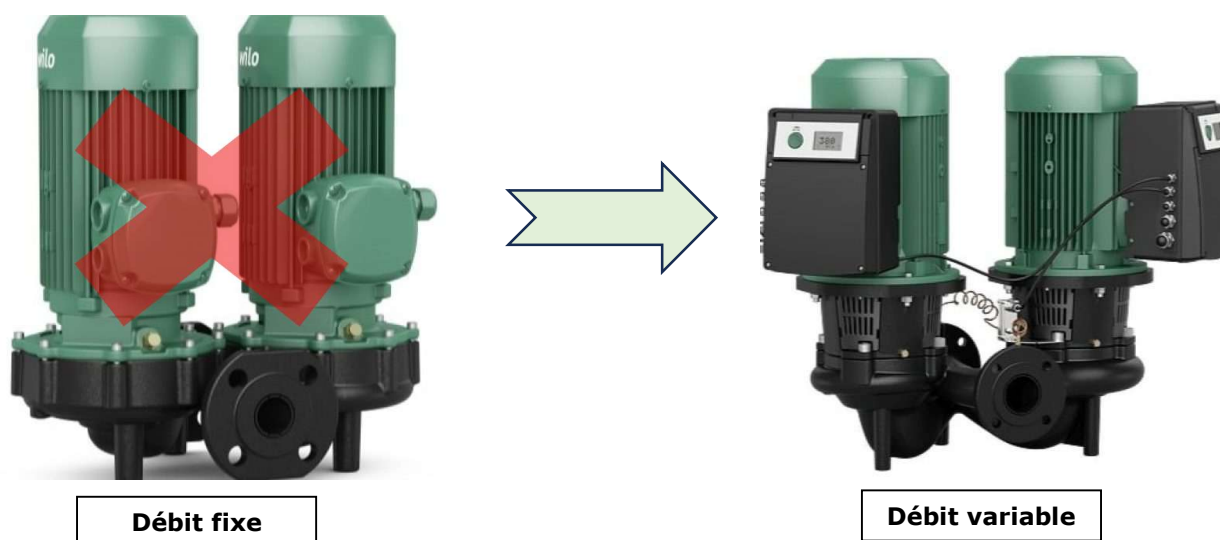
Le remplacement ou l'ajout d'une pompe de circulation à débit variable vise à **moderniser les circuits hydrauliques** et à **adapter les débits de circulation aux besoins réels**. La mise en œuvre doit garantir la compatibilité avec les architectures hydrauliques existantes et permettre une intégration simple dans les systèmes de régulation locaux.

**\*Principe général**

- > Les nouvelles pompes doivent être de type **électronique à vitesse variable** avec **variateur de fréquence intégré** ou **variateur déporté**, selon la configuration hydraulique et la place disponible dans l'armoire électrique.
- > La régulation sera assurée en **pression différentielle constante ou proportionnelle**, selon la typologie du réseau (boucles fixes ou circuits variables).
- > Les pompes peuvent être installées en **montage simple** pour les réseaux secondaires ou en **montage double** sur les circuits principaux, avec basculement automatique ou manuel en cas de défaillance.
- > Le choix des modèles doit privilégier des équipements **compatibles avec les protocoles de communication standards** (BACnet/IP).

**\*Câblage et asservissements**

- > L'alimentation électrique sera assurée depuis l'armoire locale de puissance, protégée par un disjoncteur moteur adapté.
- > Les **signaux de commande et de retour d'état** devront être câblés jusqu'à l'automate GTC ou au régulateur local selon les logiques suivantes :
  - ✓ **Commande analogique 0–10 V** pour la consigne de vitesse du variateur.
  - ✓ **Retour d'état marche/arrêt** par contact sec ou signal numérique.
  - ✓ **Remontée de défaut** (thermique, surcharge, variateur) sur entrée TOR dédiée.
  - ✓ **Communication bus** (Modbus RTU ou BACnet MS/TP) lorsque la pompe dispose d'un module intégré, afin de récupérer les informations de fonctionnement (pression, vitesse, température, défaut).
- > Le câblage doit respecter la **séparation entre les circuits de puissance et les circuits de commande**, avec blindage systématique des liaisons de signal.



## **B. Ventilation et traitement d'air**

### **Objectifs et principes - Centrales de traitement d'air (CTA) simple et double flux**

:

Les CTA assurent le renouvellement et le conditionnement de l'air des bâtiments pour garantir un confort hygrothermique et une qualité d'air intérieure conforme aux exigences sanitaires. Elles sont conçues pour traiter l'air neuf, le mélanger éventuellement avec de l'air repris, le filtrer, le chauffer ou le refroidir, puis le distribuer dans les locaux.

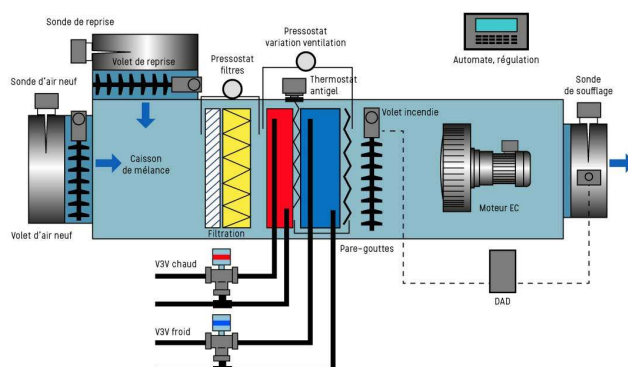
#### ***\* On distingue deux configurations principales :***

- > CTA simple flux : l'air neuf est pris à l'extérieur, filtré, chauffé ou refroidi, puis soufflé dans les locaux sans récupération de chaleur sur l'air extrait. Ces CTA se limitent souvent à un caisson avec ventilateur, batterie chaude et filtres.
- > CTA double flux : l'air repris est extrait des locaux et passe par un échangeur de chaleur (récupérateur à plaques ou rotatif) qui transfère une partie de la chaleur ou de la fraîcheur à l'air neuf. Cette configuration améliore nettement l'efficacité énergétique. Les batteries peuvent être de chauffe seule (pour les CTA alimentées en eau chaude) ou comporter également une batterie froide en eau glacée pour la climatisation.

#### ***\* Structure d'une CTA type :***

Une CTA est généralement composée des éléments suivants :

- > Section de prise d'air extérieur avec grille et volet coupe-vent.
- > Section de mélange (pour les double flux) permettant de recycler une partie de l'air intérieur.
- > Étage de filtration : afin de retenir les particules fines.
- > Batteries de traitement thermique :
  - Batterie chaude (eau chaude ou électrique) pour assurer le chauffage.
  - Batterie froide (eau glacée) pour le rafraîchissement lorsque nécessaire. Peu de CTA des universités d'UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE sont équipées de batterie froide.
- > Récupérateur de chaleur (uniquement en double flux) : à plaques ou rotor, avec un rendement élevé pour transférer la chaleur entre l'air extrait et l'air neuf.
- > Ventilateurs de soufflage et d'extraction.
- > Thermostat antigel : évite le gel des canalisations et des équipements en période de froid.



### **\*Besoins fonctionnels côté GTC – CTA**

Du point de vue de la GTC, chaque CTA (simple ou double flux) doit permettre au minimum :

- > **Surveillance de la disponibilité de ventilation**
  - ✓ visualiser l'**état marche / arrêt** des ventilateurs de soufflage et d'extraction,
  - ✓ identifier les **défauts ventilateurs** (défaut variateur, surcharge, disjonction),
  - ✓ être alerté en cas de **gel** (déclenchement thermostat antigel) ou de **défaut majeur CTA**.
- > **Pilotage global de la CTA**
  - ✓ commander la **mise en marche / arrêt** de la CTA selon les horaires d'occupation définis dans la GTC,
  - ✓ gérer au besoin des **modes Confort / Réduit / Arrêt**,
  - ✓ piloter le **régime ventilateurs** (via variateurs de vitesse) lorsque ces derniers sont installés et raccordés à la régulation.
- > **Suivi des conditions d'air traitées**
  - ✓ disposer au minimum de la **température d'air soufflé** pour les CTA principales,
  - ✓ sur les CTA les plus importantes, disposer également de la **température d'air repris** et éventuellement de la **température d'air neuf** (ou d'une sonde extérieure commune bâtiment),
  - ✓ intégrer, lorsque prévu, les signaux de **qualité d'air** (CO<sub>2</sub> / COV) et/ou de **présence** pour adapter les débits.
- > **Aide à la maintenance**
  - ✓ remonter les **alarmes filtres encrassés** lorsqu'un capteur est installé,
  - ✓ disposer d'un **historique simple** des états ventilateurs, températures d'air soufflé, alarmes antigel, pour faciliter les diagnostics.

Les capteurs et commandes détaillés (type de point, nommage, unité, etc.) sont décrits dans l'Annexe 03 – Liste des points CVC ; le présent paragraphe fixe les fonctions minimales attendues côté GTC pour une CTA.

### **\*Principe de supervision et d'intégration GTC – CTA**

**Points minimums à intégrer en GTC :**

- > **Commandes :**
  - ✓ Marche / Arrêt ventilateur de soufflage (et extraction),
  - ✓ Ordre de fonctionnement normal / arrêt sécurité (lorsque pertinent).
- > **États / alarmes :**
  - ✓ Marche / Arrêt soufflage,
  - ✓ Marche / Arrêt extraction (le cas échéant),
  - ✓ Défaut ventilateur soufflage / extraction,
  - ✓ Alarme antigel,
  - ✓ Alarme filtres (si capteur prévu).
- > **Mesures :**
  - ✓ Température d'air soufflé,
  - ✓ Température d'air repris lorsque la CTA dessert une zone importante,
  - ✓ Mesures de qualité d'air (CO<sub>2</sub>/COV) si des capteurs sont installés,
  - ✓ Éventuellement position de registre (mélange, by-pass free-cooling) pour les CTA stratégiques.
- > **Autonomie de fonctionnement**
  - ✓ En cas de perte de communication avec la supervision, l'automate local poursuit la régulation selon les consignes horaires et de température locales ;
  - ✓ Les ordres GTC (horaires, consignes) viennent **surcharger / paramétrer** l'automate, mais ne compromettent pas la sécurité de fonctionnement.

**\* Exigences minimales de supervision – CTA**

Le détail exhaustif des points (type AI/DI/AO/DO, unités, nommage UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE, etc.) reste référencé dans :

**Annexe 03 – ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**

Famille	Point GTC	Type indicatif
Soufflage	État marche / arrêt ventilateur soufflage	DI
Soufflage	Défaut ventilateur soufflage	DI
Soufflage	Commande marche / arrêt soufflage	DO
Extraction	État marche / arrêt ventilateur extraction	DI
Extraction	Défaut ventilateur extraction	DI
Sécurité	Alarme antigel CTA	DI
Sécurité	Alarme filtres encrassés	DI
Mesures air	Température air soufflé	AI
Mesures air	Température air repris	AI
Qualité d'air	Taux CO <sub>2</sub> / COV zone desservie	AI

Les cahiers spécifiques des bâtiments détailleront, pour chaque CTA, les éléments existants ainsi que ceux pouvant être remontés sur la GTC, tout en veillant à remonter le maximum de points possible conformément aux exigences définies dans le présent chapitre.



## **Améliorations et mise en œuvre d'une CTA :**

Pour optimiser les CTA et les intégrer à une Gestion Technique Centralisée (GTC), plusieurs axes peuvent être retenus :

### **Ajout de sondes d'ambiance**

L'ajout de sondes d'ambiance dans les locaux constitue une amélioration majeure pour l'exploitation des installations CVC. Ces sondes permettent de disposer de mesures précises de température et, selon les modèles, d'hygrométrie. Avec pour but :

- > **Optimisation de la régulation** : les consignes de chauffage, de ventilation ou de climatisation sont ajustées en fonction des conditions réelles des espaces.
- > **Amélioration du confort des occupants** : la température est régulée au plus proche du ressenti, évitant les surchauffes ou les zones froides.
- > **Cohérence entre GTC et arrêt local** : les mesures d'ambiance renforcent le lien entre la supervision centralisée et les arrêts locaux, garantissant un pilotage cohérent.
- > **Supervision fine** : chaque zone chauffée, ventilée ou climatisée est suivie précisément, permettant une exploitation par zone et une analyse énergétique détaillée.

#### ***\*Protocoles de communication***

Les sondes d'ambiance devront être intégrables dans la GTC via **BACnet/IP** :

- > soit parce qu'elles disposent nativement d'une interface BACnet/IP,
- > soit parce qu'elles sont raccordées à l'automate de CTA, qui expose leurs valeurs en BACnet/IP vers la supervision.

Les points de température (et éventuellement d'hygrométrie) seront déclarés comme mesures analogiques dans la base de données GTC.

#### ***\*Implantation des capteurs***

Le positionnement des sondes est essentiel pour garantir la fiabilité des mesures :

- > Fixées sur un **mur intérieur**,
- > À une hauteur comprise entre **1,20 m et 1,50 m** (zone de confort),
- > Placées à l'abri des **sources de chaleur directe** (radiateurs, baies vitrées ensoleillées) et des **courants d'air** (portes, grilles de soufflage).

#### ***\*Description générale***

Le titulaire du présent marché devra installer des sondes d'ambiance multifonctions de type Siemens QAM2120.04 ou équivalent, avec les caractéristiques suivantes :

- > Sonde d'ambiance combinée température / humidité pour GTC
- > Mesures : Température (-30 à +70 °C), Humidité relative (0 à 100% HR)
- > Sortie analogique : 2 x 0-10 V DC (active, compatible entrées analogiques automates GTC)
- > Protocole : Native BACnet MS/TP ou Modbus RTU (remontée directe sur modules E/S automates SAIA PCD ou équivalents)
- > Alimentation : 15 à 35 V DC ou 24 V AC ±20%, 50/60 Hz
- > Précision : Température ±0.5 °C (à 25 °C), Humidité ±2% HR
- > Protection IP : IP54 (boîtier mural/plafond)
- > Température de fonctionnement : -30 °C à +70 °C
- > Montage : Mur ou gaine de ventilation, fixation par vis ou clips
- > Bornes : À vis ou à ressort, câbles rigides/flexibles 0.34 à 1.5 mm<sup>2</sup>
- > Connexion : Bus série 2 fils pour intégration directe E/S GTC sans convertisseur supplémentaire.



### ***\*Prédispositions à la supervision GTC***

Les sondes d'ambiance installées pour la mesure de température et la régulation des CTA devront être intégrées à la future GTC selon les points suivants :

 **Annexe 03** : ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC

### ***\*Exploitation et maintenance***

Les sondes d'ambiance permettent une analyse en temps réel de la qualité de la régulation. Leur intégration dans la supervision autorise le suivi des températures par zone, la génération d'alarmes en cas d'écart prolongé aux consignes et l'archivage des données pour une analyse historique.

## **Ajout de capteurs de présence**

L'installation de capteurs de présence dans les locaux permet d'adapter automatiquement le fonctionnement des systèmes CVC en fonction de l'occupation réelle des espaces. Ces capteurs contribuent directement à la réduction des consommations énergétiques tout en maintenant un confort adapté aux usagers. Avec pour but :

- > **Optimisation énergétique** : les installations de ventilation et de chauffage/climatisation peuvent être mises en régime réduit ou arrêtées lorsqu'aucune présence n'est détectée.
- > **Confort des occupants** : la remise en service est immédiate dès détection, garantissant un renouvellement d'air et une température adaptée.
- > **Cohérence avec la supervision** : les signaux de présence sont intégrés dans la GTC, permettant de corrélérer l'occupation des locaux avec le pilotage des équipements et d'analyser les usages.

### **\*Protocoles de communication**

Les capteurs de présence devront être repris par les automates CVC et exposés à la supervision en **BACnet/IP**.

Les informations de présence seront traitées comme des points logiques (occupé / inoccupé) dans la GTC et utilisées pour adapter les horaires et régimes de fonctionnement des CTA.



### **\*Implantation des capteurs**

Pour garantir une détection fiable. Les capteurs doivent être positionnés de façon à couvrir la zone utile sans être perturbés par des mouvements extérieurs (couloirs, vitrages), la hauteur d'installation est généralement comprise entre **2,5 et 3 mètres**, le champ de détection doit couvrir l'ensemble de la pièce, y compris les zones périphériques.

### **\*Description générale**

Le titulaire du présent marché devra installer des détecteurs de présence de type France Air "Détecteur de présence PIR à double sortie" ou équivalent, avec les caractéristiques suivantes :

- > Détecteur de présence infrarouge passif (PIR) à double sortie pour applications VMC/GTC.
- > Détection : Mouvement et présence humaine, angle 360°, zone jusqu'à 12 m de diamètre (montage à 3 m de hauteur).
- > Sorties : Double relais sec (NO/NC) + signal analogique optionnel 0-10 V (compatible entrées/sorties automates GTC).
- > Protocole : Intégrable nativement Modbus RTU ou BACnet via systèmes France Air (remontée directe modules E/S SAIA PCD ou équivalents).
- > Alimentation : 230 V AC 50 Hz ou 24 V AC/DC, consommation < 1 W.
- > Délai de présence : Réglable de 10 s à 30 min, détection crépusculaire intégrée.
- > Protection IP : IP40 (intérieur).
- > Température de fonctionnement : -20 °C à +50 °C.
- > Durée de vie mécanique : > 1 000 000 cycles.
- > Montage : Plafond encastré ou saillie, fixation par vis ou ressorts.
- > Bornes : À vis ou push-in, câbles rigides/flexibles 0.75 à 2.5 mm².
- > Connexion : Directe en bus série pour intégration GTC sans convertisseur supplémentaire.

### **\*Prédispositions à la supervision GTC**

Les capteurs de présence devront être intégrées à la future GTC selon les points suivants :

- > **Annexe 03 : ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**

### **\*Exploitation et maintenance**

Les capteurs de présence permettent une exploitation fine, avec possibilité d'horodatage des périodes d'occupation dans la supervision. La maintenance consiste à vérifier périodiquement la zone de couverture et le bon fonctionnement du signal transmis. Les données d'occupation archivées offrent une aide précieuse pour l'optimisation énergétique et l'ajustement des consignes de régulation.

## **Ajout de capteurs de qualité d'air (CO<sub>2</sub> + COV)**

L'ajout de capteurs de qualité d'air intérieur constitue une amélioration significative pour le confort des occupants et la performance énergétique des installations de ventilation.

Ces capteurs permettent la mesure en continu du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et des composés organiques volatils (COV) présents dans l'air ambiant, indicateurs essentiels de la qualité d'air intérieur.

L'objectif est d'adapter en temps réel le fonctionnement des centrales de traitement d'air (CTA) et des systèmes de ventilation selon les conditions réelles d'occupation et de qualité d'air. Avec pour but :

- > **Pilotage intelligent de la ventilation** : le débit d'air neuf ou la vitesse des ventilateurs est ajusté automatiquement en fonction du taux de CO<sub>2</sub> et des COV détectés.
- > **Amélioration du confort et de la santé** : maintien d'une qualité d'air optimale dans les zones occupées, réduction des risques liés à l'air vicié.
- > **Optimisation énergétique** : limitation du fonctionnement des CTA à pleine charge uniquement lorsque la qualité d'air le nécessite, contribuant à la réduction des consommations électriques et thermiques.
- > **Surveillance environnementale** : visualisation en supervision centralisée des niveaux de CO<sub>2</sub> et COV pour un suivi continu des performances de ventilation.



### ***\*Protocoles de communication***

Les capteurs de CO<sub>2</sub> devront fournir leurs mesures à la GTC via **BACnet/IP**, soit directement, soit via l'automate local de CTA.

Les valeurs de CO<sub>2</sub> seront utilisées par la régulation pour adapter le débit d'air neuf et seront historisées dans la base de données GTC.

### ***\*Implantation des capteurs***

Le positionnement des capteurs doit garantir la représentativité des mesures pour chaque zone desservie par une CTA :

- > Installés dans la **zone occupée** dédié par la CTA,
- > **Fixés sur un mur intérieur**, à une hauteur comprise entre **1,20 m et 1,50 m**,
- > Placés **à l'écart des entrées d'air**, grilles de soufflage ou fenêtres, afin d'éviter toute mesure faussée,

Afin d'assurer une régulation pertinente et cohérente avec l'usage des locaux, l'installation de capteurs CO<sub>2</sub> + COV est réservée aux espaces suivants :

- > Amphithéâtres,
- > Salles de conférence,
- > Espaces de grande surface desservis par une seule CTA dédiée,
- > Locaux à occupation dense ou variable où le renouvellement d'air doit être modulé.

Aucun capteur CO<sub>2</sub>/COV ne sera implanté dans les locaux desservis par une CTA commune à plusieurs pièces, lorsque la régulation d'air ne peut pas être individualisée par zone.

### ***\*Description générale***

Le titulaire du présent marché devra installer des capteurs de qualité d'air CO<sub>2</sub> et COV de type Siemens QPA2000 ou équivalent, avec les caractéristiques suivantes :

- > Capteur combiné CO<sub>2</sub> / COV (TVOC) / température pour applications GTC.
- > Mesures : CO<sub>2</sub> (0-2000 ppm), TVOC (0-10000 ppb), température (0 à +50 °C).
- > Sortie : 0-10 V DC (active, compatible entrées analogiques automates GTC nativement).
- > Protocole : Analogique directe ou Modbus RTU (remontée directe sur modules E/S SAIA PCD ou équivalents).
- > Alimentation : 24 V AC/DC ±10%, 50/60 Hz, conso < 1 W.
- > Précision : CO<sub>2</sub> ±50 ppm ±3%, TVOC ±10%, température ±0.4 °C.

- > Protection IP : IP20 (boîtier mural).
- > Température de fonctionnement : -20 °C à +60 °C.
- > Durée de vie : > 10 ans (NDIR auto-calibrant pour CO2).
- > Montage : Mur ou gaine de ventilation, fixation par vis.
- > Bornes : À vis avec fonction pont, câbles rigides/flexibles 0.25 à 1.5 mm².
- > Connexion : Directe en 3 fils ou bus Modbus pour intégration GTC sans convertisseur supplémentaire.

**\*Prédispositions à la supervision GTC**

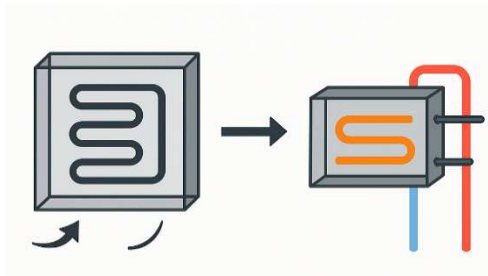
Les capteurs de qualité d'air installés devront être intégrés à la GTC selon les principes suivants :

- > **Annexe 03** : ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC

## **Intégration d'une batterie chaude hydraulique en remplacement d'une batterie électrique**

Le remplacement d'une batterie chaude électrique par une batterie hydraulique sur une centrale de traitement d'air (CTA) constitue une amélioration significative en termes d'efficacité énergétique et de cohérence d'exploitation. Avec pour but :

- > **Réduction des consommations électriques** : la substitution supprime l'usage de résistances électriques fortement énergivores.
- > **Optimisation énergétique globale** : la chaleur est désormais produite via le réseau de chauffage à eau chaude, plus performant et mieux dimensionné pour les grands bâtiments.
- > **Harmonisation technique** : le passage à une batterie hydraulique simplifie la maintenance et aligne la CTA avec les autres installations thermiques déjà alimentées en eau chaude.



### ***\*Principe de mise en œuvre***

- > **Dépose de la batterie existante** : retrait complet de la batterie électrique et de ses raccordements (alimentation, coffret de puissance, protections).
- > **Installation de la nouvelle batterie hydraulique** : pose d'une batterie à eau chaude dimensionnée pour les besoins thermiques, équipée de collecteurs et de raccords hydrauliques.
- > **Raccordement hydraulique** : connexion de la batterie au réseau de chauffage existant, comprenant l'installation de vannes motorisées, de filtres à tamis et de dispositifs de sécurité (purgeurs, soupapes).
- > **Régulation** : pilotage de la vanne trois voies (ou deux voies selon l'hydraulique choisie) via l'automate GTC afin d'assurer la régulation en fonction de la température d'air soufflé et/ou d'ambiance.

### ***\*Points d'attention***

- > **Dimensionnement** : la puissance de la batterie doit être calculée selon les débits d'air de la CTA et les régimes de température du réseau de chauffage.
- > **Implantation** : conserver l'accessibilité pour les opérations de maintenance (nettoyage, contrôle d'étanchéité, remplacement éventuel).
- > **Sécurité électrique** : suppression définitive des alimentations liées à la batterie électrique, avec consignation et mise à jour des schémas électriques.
- > **Supervision** : intégration des nouvelles boucles de régulation (température d'air soufflé, position vanne, température départ/retour eau chaude) dans la GTC pour suivi et alarmes.

### ***\*Prédispositions à la supervision GTC***

Les batteries chaudes devront être intégrées à la future GTC selon les points suivants :

- > **Annexe 03** : ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC

## **Ajout de variateurs de vitesse sur les ventilateurs de CTA**

L'intégration de variateurs de vitesse sur les ventilateurs des Centrales de Traitement d'Air (CTA) vise à optimiser la performance énergétique et la régulation aéraulique. Cette prescription s'applique aux moteurs de soufflage et d'extraction dans le cadre de la rénovation des installations existantes.

Les objectifs sont :

- > **Optimisation énergétique** : Ajustement fin du débit d'air selon les besoins réels.
- > **Confort acoustique et mécanique** : Suppression des variations brutales et réduction du bruit moteur.
- > **Homogénéisation** : Chaque moteur doit disposer de sa propre régulation pour une maintenance simplifiée.

### **\*Description générale**

Le titulaire du présent marché devra installer des variateurs de fréquence de type Schneider Electric ATV212 ou équivalent, avec les caractéristiques suivantes :

- > Variateur de vitesse pour moteurs asynchrones triphasés en GTC.
- > Puissance : 0.75 à 75 kW (modèles ATV212HU15N4 à ATV212WU75N4).
- > Entrée : 380-480 V tri ~ 50/60 Hz, sortie 0-500 Hz.
- > Commande : Analogique 0-10 V / 4-20 mA ou Modbus RTU (remontée directe modules E/S automates SAIA PCD ou équivalents).
- > Fonctions intégrées : PID régulateur, ramps accél/décél réglables, protections thermiques/surcharge.
- > Indice de protection : IP20 (avec cache frontal IP41), NEMA 1 optionnel.
- > Température de fonctionnement : -10 °C à +50 °C (ventilation forcée).
- > Montage : Rail DIN ou fixation murale, modules largeur 45-180 mm.
- > Bornes : À vis, câbles rigides/flexibles jusqu'à 10 mm<sup>2</sup> (PUF/PVC).
- > Interface : Clavier LCD intégré, port Modbus/USB pour paramétrage GTC.



### **\*Principes d'Implantation**

Dans le cadre de la rénovation, l'implantation des équipements devra respecter la logique de dissociation suivante pour optimiser l'espace et la sécurité.

Le dispositif de protection électrique du variateur sera installé prioritairement dans l'armoire automate/régulation existante.

- > **Vérification préalable** : L'installateur se référera au **Cahier Spécifique du Bâtiment** pour confirmer la réserve disponible (place sur rail DIN, plastrons).
- > **Adaptation** : Si l'armoire existante le permet, le titulaire procédera au réaménagement nécessaire (ajout de borniers, modification de plastron) pour intégrer la protection.

### **\*Variateur de Vitesse (Déporté près de la CTA)**

Afin de limiter les échauffements dans les armoires existantes souvent saturées et de réduire les longueurs de câbles, le variateur sera installé **en dehors de l'armoire**, à proximité immédiate de la CTA (moteur).

- > **Indice de Protection** : Le variateur installé en local technique (hors armoire) devra obligatoirement présenter un indice de protection **IP55** pour garantir sa tenue aux poussières et projections d'eau éventuelles.
- > **Accessibilité** : Il devra être accessible pour faciliter la maintenance.



### \* Détails de Fixation et Supportage

Le titulaire du lot devra prévoir la fourniture et la pose de l'ensemble des éléments de fixation nécessaires à une installation pérenne et robuste du variateur déporté. La simple fixation sur goulotte ou paroi légère est proscrite. Les prestations incluent :

- > **Support Mécanique** : Création d'un châssis support dédié si le mur n'est pas adapté (type Rails Unistrut ou équivalent, scellés au sol ou au mur).
- > **Fixation du Variateur** :
  - ✓ Pose sur **Rail DIN métallique renforcé** (pour les petits calibres compatibles).
  - ✓ Ou fixation par **vis et écrous cage** directement sur platine ou châssis pour les puissances supérieures.
- > **Vibrations** : Si le support est solidaire de la CTA, interposition obligatoire de **silentbloks** ou plots anti-vibratiles pour protéger l'électronique du variateur.



### \* Câblage et Raccordement (CEM)

L'installateur respectera scrupuleusement les règles de Compatibilité Électromagnétique (CEM) détaillées dans les documents de référence :

- > **Liaison Armoire (Protection) -> Variateur** : Câble d'alimentation standard (puissance).
- > **Liaison Variateur -> Moteur** : Câble **blindé obligatoire** (type LiYCY). Le raccordement du blindage se fera par colliers aux deux extrémités. L'utilisation de "queues de cochon" est strictement interdite.
- > **Séparation** : Les câbles de commande (Bus GTC, Sondes) devront cheminer à une distance minimale de 20 cm des câbles de puissance pour éviter les perturbations.

### \* Exigences fonctionnelles minimales côté GTC

Les attendus fonctionnels minimales pour le variateur sont les suivants :

- > **Commande Marche/Arrêt**
- > **Fréquence**
- > **Défaut**
- > **Etat Marche/Arrêt**

### \* Maintenance et Exploitation

- > **Interface** : Le variateur devra disposer d'un afficheur local avec boutons **Marche/Arrêt** accessibles pour le mode manuel.
- > **Paramétrage** : Pour faciliter le remplacement futur, le variateur devra permettre le déchargement/chargement de sa configuration via un outil simple (type application Smartphone/Bluetooth ou module de copie).

## **Ajout de capteurs d'encrassement des filtres**

L'installation de capteurs d'encrassement de filtres sur les centrales de traitement d'air (CTA) permet de garantir une qualité d'air constante et d'optimiser la maintenance des installations. Ces capteurs surveillent la perte de charge créée par les filtres et signalent le moment opportun pour leur remplacement. Avec pour but :

- **Assurer la qualité d'air intérieur** : maintenir un niveau de filtration conforme en évitant un fonctionnement avec filtres colmatés.
- **Optimiser la maintenance** : remplacer les filtres uniquement lorsqu'ils sont réellement encrassés, plutôt que sur une périodicité fixe.
- **Réduire les surconsommations** : un filtre colmaté entraîne une surconsommation électrique des ventilateurs, corrigable par une alerte précoce.
- **Renforcer la supervision GTC** : remonter les défauts d'encrassement directement dans la supervision, avec horodatage et historisation.

### **\*Principe de fonctionnement**

Les capteurs mesurent la **pression différentielle** entre l'amont et l'aval des filtres. Lorsque la perte de charge dépasse le seuil défini par le fabricant du filtre, une alarme est générée. Le signal est transmis à l'automate GTC (BACnet, Modbus, ou autre protocole supporté), puis visualisé sur la supervision.



### **\*Implantation des capteurs**

Capteurs positionnés sur les conduits d'air, avec une prise de pression **avant** et **après** le filtre. Fixation sur une paroi accessible pour l'entretien et le contrôle. Câblage ramené à l'armoire de la CTA pour raccordement à l'automate.

### **\*Description générale**

Le titulaire du présent marché devra installer des capteurs d'encrassement des filtres de type Siemens QBM3020-3 ou équivalent, avec les caractéristiques suivantes :

- Transmetteur de pression différentielle pour monitoring encrassement filtres VMC/GTC.
- Mesure : Pression différentielle 0 à 20 kPa (3000 mm H<sub>2</sub>O), gamme adaptée filtres.
- Sortie : Analogique active 0-10 V ou 0-20 mA (configurable, compatible entrées automates GTC).
- Protocole : Analogique native (remontée directe sur modules E/S SAIA PCD ou équivalents).
- Alimentation : 24 V AC/DC ±20%, 50/60 Hz, conso max 1 VA.
- Précision : < 0.8% de la valeur finale de gamme.
- Protection IP : IP54 (avec protection frontale).
- Température de fonctionnement : -25 °C à +85 °C.
- Montage : Panneau ou gaine, raccords 4 x 8 mm ou 6 mm.
- Bornes : À vis, câbles rigides/flexibles 0.2 à 1 mm<sup>2</sup>.
- Connexion : Directe en 4 fils pour intégration GTC sans convertisseur supplémentaire

### **\*Exploitation et maintenance**

- **Supervision** : suivi en temps réel des pertes de charge et déclenchement d'alarme au seuil.
- **Maintenance** : le technicien est averti de la nécessité de remplacer le filtre uniquement lorsqu'il est encrassé, réduisant les coûts et améliorant la durabilité.
- **Archivage** : l'historisation des alarmes d'encrassement permet d'anticiper les périodicités de remplacement et d'adapter la gestion des stocks de filtres.

### **\*Prédispositions à la supervision GTC**

Les capteurs d'encrassement des filtres devront être intégrées à la future GTC selon les points suivants :

- **Annexe 03 : ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**

## **Intégration d'un by-pass pour free-cooling sur CTA**

Les centrales de traitement d'air (CTA) peuvent être équipées d'un by-pass permettant de profiter du free-cooling, c'est-à-dire l'utilisation directe de l'air extérieur pour rafraîchir les locaux, sans recours à la production de froid mécanique. Cette solution permet de réduire les consommations énergétiques et d'améliorer le confort en intersaison. Avec pour but :

- > **Réduction des consommations de froid** : limiter l'utilisation des groupes froids lorsque la température extérieure est favorable.
- > **Amélioration du confort** : apporter un air neuf plus tempéré dans les locaux en s'appuyant sur les conditions naturelles.
- > **Optimisation énergétique globale** : exploiter les apports gratuits en réduisant les besoins en énergie électrique et en fluides frigorigènes.

### ***\*Principe de fonctionnement***

Le by-pass est constitué de registres motorisés qui permettent de court-circuiter l'échangeur de chaleur. Lorsque la température et l'hygrométrie extérieures sont compatibles avec le confort intérieur, les registres s'ouvrent et l'air neuf est introduit directement. En cas de conditions extérieures défavorables, le by-pass se referme et l'air est traité par les batteries de chauffage ou de refroidissement.

### ***\*Pilotage et régulation***

Le fonctionnement du free-cooling est piloté automatiquement par la GTC. Les consignes sont basées sur les mesures d'une **station météo** (température extérieure, hygrométrie, éventuellement vitesse du vent). L'automate compare les conditions extérieures et intérieures et déclenche l'ouverture ou la fermeture du by-pass en conséquence.

### ***\*Points d'attention***

- > **Dimensionnement** : vérifier que le débit d'air extérieur est suffisant pour couvrir les besoins de rafraîchissement en intersaison.
- > **Implantation des registres** : prévoir une étanchéité correcte pour éviter les fuites d'air en mode fermé.
- > **Cohérence avec la filtration** : même en mode free-cooling, l'air extérieur doit être filtré selon la norme **ISO 16890** afin de maintenir la qualité de l'air intérieur.

### ***\*Exploitation et maintenance***

La supervision permet de visualiser l'état du by-pass et d'historiser les périodes de fonctionnement en mode free-cooling. Les registres motorisés doivent être entretenus (graissage, vérification des fins de course). La maintenance inclut également le contrôle du bon fonctionnement de la sonde météo extérieure.

## **Objectifs et principes - Ventilateurs d'extraction (VMC, extracteurs spécifiques, sorbonnes) :**

### ***\*Objectifs et principes***

Les systèmes d'extraction d'air assurent le maintien d'une qualité d'air conforme aux exigences sanitaires et de confort dans les bâtiments universitaires.

Ils évacuent l'air vicié, les polluants, les odeurs et les charges thermiques excédentaires, et participent ainsi au bon fonctionnement des locaux d'enseignement, de recherche et de vie étudiante.

Le présent paragraphe définit le **socle fonctionnel minimal** attendu pour l'intégration en GTC des :

- > systèmes de Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC),
- > extracteurs spécifiques (ateliers, locaux techniques, zones de stockage, etc.),
- > extracteurs de sorbonnes de laboratoires.

Les points GTC détaillés (type, nommage, unité...) sont référencés dans l'**Annexe 03 – ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**.

### ***\*Exigences fonctionnelles minimales côté GTC***

Du point de vue de la GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE, les systèmes d'extraction doivent permettre, a minima :

- > **Surveiller la disponibilité de l'extraction d'air :**
  - ✓ connaître l'**état marche / arrêt** des ventilateurs principaux,
  - ✓ remonter un **défaut général ventilateur** (moteur, variateur, disjonction),
  - ✓ identifier les défauts sur les zones sensibles (sanitaires, sorbonnes, locaux techniques).
- > **Adapter le fonctionnement à l'occupation :**
  - ✓ arrêter automatiquement les VMC et extracteurs **en période d'inoccupation**, lorsque les locaux ne nécessitent plus de renouvellement d'air,
  - ✓ maintenir des possibilités de **commande locale** pour la maintenance ou des besoins temporaires,
  - ✓ coordonner ces arrêts / démarrages avec les autres systèmes (CTA, chauffage) via la GTC.
- > **Garantir la sécurité des zones à risque :**
  - ✓ pour les sorbonnes, disposer d'un **signal de manque d'extraction** ou d'une mesure de pression permettant de détecter un tirage insuffisant,
  - ✓ remonter ces informations en **alarme prioritaire** dans la supervision.
- > **Faciliter la maintenance :**
  - ✓ historiser les **états de marche** et les **défauts**,
  - ✓ permettre aux équipes d'identifier les ventilations inutilement en service en permanence,
  - ✓ disposer d'une vue synthétique par bâtiment et par type d'extracteur (VMC, spécifiques, sorbonnes).

### ***\*Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC)***

Les installations de VMC assurent une extraction continue ou pilotée dans les zones à occupation régulière : bureaux, sanitaires, salles de cours, locaux techniques. Les ventilateurs de VMC devront respecter les principes suivants :

- > être dimensionnés pour assurer les débits réglementaires d'extraction ;
- > être implantés de manière à rester **accessibles** pour la maintenance (toiture, gaines techniques, combles, etc.) ;
- > être clairement **repérés** dans les schémas électriques et dans la GTC (code bâtiment + usage).

### **\*Intégration GTC minimale – VMC**

Pour chaque ventilateur ou groupe de VMC significatif, la GTC devra disposer au minimum :

- d'un **retour d'état Marche / Arrêt ventilateur**,
- d'un **retour Défaut ventilateur** (contacteur),
- d'une **commande Marche / Arrêt** centralisée, lorsque la logique de fonctionnement l'exige (arrêt de nuit, week-end, périodes d'inoccupation).

Les horaires d'arrêt / marche sont gérés par la GTC, en cohérence avec les usages du bâtiment. Les ventilateurs restent néanmoins commandables localement via un sélecteur **Marche / Arrêt / Auto**.

Les signaux (états, défauts, commandes) sont repris par les automates CVC puis exposés à la supervision en **BACnet/IP**.

### **\*Extracteurs spécifiques**

Les extracteurs spécifiques assurent la ventilation de locaux particuliers : ateliers, locaux techniques, locaux à pollution spécifique, zones de stockage, etc. Ils devront être :

- **identifiés individuellement** dans la GTC (code bâtiment + fonction / local),
- équipés d'une **commande locale** (par exemple, sélecteur ou asservissement à une mesure cohérente avec l'usage du local).

### **\*Intégration GTC minimale – Extracteurs spécifiques**

Pour chaque extracteur spécifique, le socle GTC minimal est :

- **Marche / Arrêt extracteur** (retour d'état),
- **Défaut extracteur** (contacteur),
- information de **mode de commande** lorsque pertinent (Auto / Manuel / Arrêt).

Lorsque l'extracteur doit être intégré à la logique globale du bâtiment, la GTC assurera également :

- une **commande Marche / Arrêt** à partir des horaires GTC ou de signaux logiques (présence, fonctionnement d'un process...),
- l'arrêt automatique en période d'inoccupation, sauf mention contraire dans le cahier spécifique bâtiment.

Les signaux collectés sont traités par les automates et remontés à la supervision en **BACnet/IP**.

### **\*Maintenance et accessibilité**

Les principes suivants s'appliquent à l'ensemble des ventilateurs d'extraction :

- Les ventilateurs doivent être **accessibles** pour inspection, contrôle et remplacement (trappes de visite, accès toiture, etc.).
- Les réseaux d'extraction et turbines doivent pouvoir être **nettoyés périodiquement** pour maintenir les performances aérauliques.
- Les moteurs et roulements font l'objet de contrôles réguliers (bruit, vibrations, intensité...).

Seuls les points utiles à la surveillance et à la sécurité (états, défauts, pression sorbonnes) sont intégrés à la GTC. Les interventions de nettoyage, graissage, équilibrage mécanique relèvent des opérations de maintenance classiques.

### **\*Synthèse des points GTC minimaux – Ventilateurs d'extraction**

Le tableau ci-dessous résume le **socle de points GTC minimaux** à prévoir pour les ventilateurs d'extraction. La définition détaillée de chaque point (type AI/DI/AO/DO, nommage, unité, codification) est fournie dans :

**Annexe 03 – ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**

<b>Famille d'équipement</b>	<b>Point GTC minimal</b>	<b>Type indicatif</b>	<b>Remarque</b>
VMC / extracteurs généraux	État <b>Marche / Arrêt</b> ventilateur	DI	Obligatoire pour tout ventilateur repris
VMC / extracteurs généraux	<b>Défaut ventilateur</b> (moteur / variateur / DJ)	DI	Défaut général ventilateur
VMC / extracteurs généraux	<b>Commande Marche / Arrêt</b> ventilateur	DO	Commande centralisée lorsque nécessaire
Extracteurs de sorbonnes	État <b>Marche / Arrêt</b> extracteur sorbonne	DI	Par sorbonne ou groupe de sorbonnes
Extracteurs de sorbonnes	<b>Défaut extracteur</b> sorbonne	DI	Défaut moteur / variateur
Extracteurs de sorbonnes	Mesure <b>pression différentielle</b> ou alarme tirage insuffisant	AI / DI	Pour contrôle du niveau d'extraction

Les sous-chapitres "Améliorations et mise en œuvre ventilateurs d'extraction" (mise à l'arrêt automatique en inoccupation, capteurs de pression différentielle LoRaWAN pour les sorbonnes, etc.) viennent compléter ce socle minimal en proposant des solutions types pour aller plus loin sur certains sites.

## **Améliorations et mise en œuvre ventilateurs d'extraction**

Pour optimiser les ventilateurs d'extraction et les intégrer à une Gestion Technique Centralisée (GTC), plusieurs axes peuvent être retenus :

### **Mise à l'arrêt automatique des extracteurs et VMC en période d'inoccupation**

L'objectif de cette amélioration est de permettre la mise à l'arrêt automatique des ventilateurs d'extraction et des caissons VMC durant les périodes d'inoccupation, tout en maintenant la possibilité d'un fonctionnement manuel local lorsque nécessaire.

Cette évolution vise à réduire les consommations électriques liées aux ventilations fonctionnant en continu et à intégrer leur exploitation dans la logique globale de pilotage énergétique GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE.

Les équipements concernés sont les ventilateurs d'extraction autonomes ou caissons VMC actuellement non pilotés par automate. Ce dispositif permet :

- > La **réduction des consommations électriques** liées aux ventilations non nécessaires hors occupation ;
- > La **centralisation de la commande et du suivi** des systèmes d'extraction dans la GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE ;
- > La **garantie d'une commande locale manuelle** pour la maintenance ou les besoins ponctuels ;

#### **\* Principe d'intégration et de mise en œuvre**

La mise en œuvre du pilotage GTC s'appuiera sur l'installation d'un contacteur de puissance associé à un relais de commande, permettant de réaliser la commande marche/arrêt automatique des ventilateurs d'extraction.

#### **\* Architecture de commande**

- > Le **contacteur** sera implanté **dans l'armoire où se situe la protection du ventilateur**.
- > Ce contacteur assurera la **coupe de l'alimentation moteur** lors des périodes d'arrêt programmées ou de non-occupation.
- > Le **relais de commande** sera installé **dans l'armoire automate la plus proche préconiser dans le cahier spécifique**. Ce relais sera **commandé par une sortie TOR** de l'automate GTC.
- > Le relais enverra son signal à la **bobine du contacteur** par un **câble de liaison inter-armoires**, assurant ainsi la commande électrique à distance.

#### **\* Câblage et fonctionnement**

- > La **phase issue de la protection moteur** alimentera le contacteur, puis le ventilateur.
- > Le **relais en armoire automate** sera alimenté par le **24 VDC de l'automate**, et son contact sec transmettra l'ordre de commande vers la bobine du contacteur.
- > Ce montage permettra la **mise à l'arrêt automatique en période d'inoccupation** et la **remise en marche automatique lors des plages d'occupation**, selon les consignes définies dans la supervision.
- > Un **contacteur local devra avoir en façade trois positions (Marche / Arrêt / Auto)** pour permettre la **commande manuelle locale** en cas de besoin ou maintenance.

#### **\* Description générale :**

Le titulaire du présent marché devra installer des contacteurs modulaires de type Schneider Electric Acti9 ICT A9C24732 ou équivalent, avec les caractéristiques suivantes :



- > Contacteur modulaire auxiliaire 2 pôles
- > Contacts : 2 contacts normalement ouverts (2NO)
- > Courant assigné : 25 A
- > Tension de bobine : 230 à 240 V AC, 50 Hz
- > Nombre de modules largeur : 2 pas de 9 mm (18 mm)
- > Protection IP : IP20
- > Température de fonctionnement : -5 °C à +60 °C
- > Durée de vie mécanique : 1 000 000 de cycles
- > Montage : rail DIN 35 mm
- > Bornes : à vis avec possibilité de connexion en câble rigide ou flexible
- > Indicateur d'état de la bobine intégré



Le titulaire du présent marché devra installer des relais de type relais RXG21BDPV de la gamme Harmony Relay ou équivalent, avec les caractéristiques suivantes :

- > Relais embrochable pré-assemblé sur embase avec fonction test
- > 2 contacts inverseurs (2OF / 2NO/NC)
- > Courant assigné maximum : 5 A (contact résistif), 250 V AC maximum
- > Tension de commande : 24 V DC
- > Fonction test : bouton test pour commande locale et contrôle du relais avec verrouillage de sécurité
- > Résistance de contact : environ 100 mΩ
- > Durée de vie électrique : 100 000 cycles à charge nominale
- > Montage : embase amovible standard (compris)
- > Température de fonctionnement : -40 °C à +70 °C



#### **\* Prédispositions à la supervision GTC**

Les contacteurs devront être intégrées à la future GTC selon les points suivants :

- > **Annexe 03 : ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**

## **Intégration de capteurs de pression différentielle LoRaWAN pour les sorbonnes**

Dans le cadre du projet de modernisation et de rationalisation énergétique des campus, il est proposé d'installer des capteurs de pression différentielle LoRaWAN sur les gaines d'extraction des sorbonnes présentes dans les laboratoires.

L'objectif principal est de surveiller le bon fonctionnement des systèmes d'extraction d'air en détectant en temps réel les anomalies de pression.

Les données mesurées sont transmises via le réseau LoRaWAN vers une antenne centrale du campus, puis intégrées à l'hypervision GTC à l'aide d'une passerelle LoRaWAN-BACnet/IP.

Au-delà du simple suivi technique, cette solution permet de :

- > **Mesurer les temps de fonctionnement réels** des sorbonnes
- > **Identifier les dérives d'usage** (sorbonne active en permanence, même hors expérimentation)
- > **Valoriser les données collectées** à des fins pédagogiques et de sensibilisation énergétique auprès des enseignants, chercheurs et étudiants

Actuellement, de nombreuses sorbonnes fonctionnent en continu, parfois utilisées comme simples espaces de stockage de produits chimiques, un usage inadapté et énergivore.

Grâce à la remontée et à la visualisation des données dans la GTC, il sera possible d'informer les utilisateurs sur les consommations associées à leurs pratiques, et d'encourager des comportements plus responsables.

Cette solution, simple à déployer grâce à la connectivité sans fil LoRaWAN, s'inscrit dans une démarche globale d'amélioration continue, de transition énergétique et de gestion intelligente des installations techniques du campus.

En complément du dispositif fixe, il est également prévu que l'entreprise fournisse cinq (5) capteurs de pression différentielle LoRaWAN mobiles, de même technologie et caractéristiques que ceux sur les sorbonnes.



Ces capteurs mobiles seront destinés aux services techniques de l'Université de Caen Normandie, afin de permettre la réalisation de campagnes de mesures ponctuelles sur différents systèmes de ventilation (réseaux d'extraction, insufflation, locaux techniques, zones spécifiques), à des fins de diagnostic, de contrôle ou d'optimisation des installations.

### ***\* Description générale***

Le titulaire du présent marché devra installer des capteurs de pression LoRaWAN de type Milesight EM500-PP ou équivalent, avec les caractéristiques suivantes :

- > Capteur de pression différentielle pour monitoring encrassement filtres ou tuyauteries en GTC/IoT. Mesure : Pression vented gauge 0-1600 kPa (16 bar), résolution 1 kPa, précision  $\pm 0.5\%$  FS.
- > Transmission : LoRaWAN® (OTAA/ABP Class A, compatible passerelles Milesight vers BACnet/Modbus pour remontée modules E/S automates SAIA PCD ou équivalents).
- > Alimentation : Batterie 19000 mAh Li-SOCl2 (autonomie jusqu'à 10 ans à 10 min intervalles).
- > Fréquence : EU868 / AS923, Tx power 16 dBm, sensibilité -137 dBm, portée jusqu'à 15 km LOS.
- > Protection IP : IP67 (transceiver) / IP65 (sonde inox 316L), anti-corrosion/choc/vibration.
- > Température de fonctionnement : Transceiver -30 °C à +70 °C, sonde -10 °C à +70 °C.
- > Raccord : G1/2" mâle, câble 1.5 m, montage poteau/mur/DIN rail.
- > Configuration : NFC / USB-C / App Milesight IoT Cloud, stockage 1000 mesures.
- > Connexion : Sans fil LoRaWAN pour intégration GTC native via gateway Modbus/BACnet.

**\* Prédispositions à la supervision GTC**

Les capteurs LoraWAN devront être intégrées à la future GTC selon les points suivants :

Point GTC à prévoir	Type de signal	Remarques
Valeur pression différentielle	LoRaWAN	Transmission vers passerelle LoRaWAN → GTC
Défaut communication capteur	LoRaWAN	Transmission vers passerelle LoRaWAN → GTC
Information état batterie	LoRaWAN	Transmission vers passerelle LoRaWAN → GTC

## **C. Climatisation**

### **Objectifs et principes - Groupes froids centralisés, unités de condensation et unités de climatisation locales :**

Les équipements de climatisation (groupes froids centralisés, unités de condensation, systèmes DRV/VRV, splits et unités locales) assurent le maintien des conditions thermiques des locaux sensibles et de confort :

- > salles serveurs et locaux informatiques,
- > locaux techniques,
- > certains locaux d'enseignement ou de recherche.

L'objectif du présent cahier est de définir le **niveau minimal de supervision et de pilotage GTC** attendu pour ces équipements, afin de :

- > connaître en permanence la **disponibilité de la production de froid** et des unités locales ;
- > détecter rapidement un **défaut climatisation**, en particulier dans les locaux sensibles ;
- > préparer une intégration **homogène et progressive** à la GTC, sans remettre en cause les régulations constructeurs ;
- > permettre, lorsque c'est pertinent, un **pilotage simple Marche / Arrêt** ou une mise en sécurité via la GTC.

Ce socle minimal est commun à l'ensemble du patrimoine ; les cahiers spécifiques bâtiments préciseront, équipement par équipement, comment les installations existantes sont adaptées pour s'en rapprocher au mieux.

#### **\*Besoins fonctionnels GTC – Climatisation**

Du point de vue de la GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE, les systèmes de climatisation doivent permettre au minimum de :

- > **Surveiller la disponibilité des installations de froid :**
  - ✓ visualiser si chaque **groupe froid** ou unité de condensation principale est en marche, à l'arrêt ou en défaut ;
  - ✓ disposer d'un **signal de défaut général** pour chaque équipement significatif ;
  - ✓ remonter au minimum un **défaut climatisation** sur les unités locales qui protègent des locaux sensibles.
- > **Protéger les locaux critiques :**
  - ✓ être alerté en cas de **perte d'alimentation ou de défaut climatisation** dans les salles serveurs, locaux techniques ou salles de recherche identifiés ;
  - ✓ pouvoir corrélérer les défauts climatisation avec les **alarmes de température** de ces locaux.
- > **Préparer un pilotage simple par la GTC :**
  - ✓ permettre, lorsque c'est possible et pertinent, une **commande Marche / Arrêt** par la GTC des groupes froids ou des ensembles d'unités de climatisation ;
  - ✓ conserver la **priorité des régulations constructeurs** (sécurité compresseur, dégivrage, limitation de puissance, etc.).
- > **Faciliter l'exploitation :**
  - ✓ offrir une vision synthétique par bâtiment : "**climatisation OK / défaut**" ;
  - ✓ historiser les défauts principaux pour aider à planifier la maintenance et à suivre les installations les plus sollicitées.



### **\*Principes de supervision et d'intégration GTC**

Les principes ci-dessous définissent le **socle minimal attendu** pour l'intégration GTC des équipements de climatisation. Les solutions concrètes (contacts secs, interfaces, modules constructeurs, etc.) seront détaillées dans les cahiers spécifiques bâtiments.

#### **Groupes froids centralisés / production d'eau glacée :**

Les groupes froids centralisés qui produisent de l'eau glacée pour plusieurs locaux ou bâtiments doivent disposer d'un minimum d'intégration en GTC. Exigences minimales côté GTC :

- **États / défauts**
  - ✓ remontée d'un **état Marche / Arrêt** groupe froid ;
  - ✓ remontée d'un **défaut général groupe froid** (défaut compresseur, sécurité haute pression, défaut régulation, etc.).
- **Mesure de base**
  - ✓ remontée de la **température d'eau glacée départ** (ou d'une température représentative de la production de froid), lorsqu'un point de mesure est disponible ou facilement ajoutable.
- **Commande**
  - ✓ possibilité de **commande Marche / Arrêt** du groupe froid par la GTC (contact d'autorisation ou d'arrêt général), lorsque cela est compatible avec la régulation constructeur ;
  - ✓ la régulation interne du groupe froid reste **prioritaire** pour la gestion des compresseurs, ventilateurs et sécurités.

Lorsque le groupe froid ou son régulateur constructeur dispose d'une interface numérique, les informations sont exposées à la supervision en **BACnet/IP** (nativement ou via un module passerelle). À défaut, la GTC s'appuie sur des contacts secs (marche, défaut) et une mesure analogique de température.

#### **\*Unités de condensation et systèmes DRV / VRV**

Les systèmes DRV/VRV et unités de condensation multi-splits desservent souvent plusieurs locaux ou zones. Exigences minimales côté GTC :

- pour chaque **ensemble cohérent** (système DRV/VRV ou groupe d'unités de condensation) :
  - ✓ **défaut général** climatisation du système ;
  - ✓ **état Marche / Arrêt** global lorsque l'information est disponible ;
  - ✓ le cas échéant, **commande Marche / Arrêt** globale via un contact d'autorisation ou une interface constructeur.

Les éventuelles informations complémentaires (mode chaud/froid, consignes, températures internes) ne sont pas exigées au titre du socle minimal, mais pourront être intégrées si le constructeur fournit une interface **BACnet/IP** standard.

#### **\*Unités de climatisation locales (splits, cassettes, armoires...)**

Les nombreux splits, cassettes et petites unités de climatisation locales du patrimoine sont très hétérogènes et souvent dépourvus d'interface de communication.

Pour ces équipements, l'exigence minimale côté GTC se concentre sur la **détection d'un défaut d'alimentation**.

Mise en place d'un **contact de signalisation de déclenchement (SD)** sur la protection électrique qui alimente l'unité (disjoncteur ou interrupteur dédié), selon le principe décrit dans le paragraphe :

*Axe d'amélioration – Systèmes de climatisation existants ;*

Ce principe permet de disposer d'un **suivi minimal homogène** de l'ensemble des petits systèmes de climatisation, sans intervenir sur les circuits frigorifiques ni sur les régulations constructeurs.

### **\*Référence à l'annexe – Liste des points CVC**

Les signaux potentiellement intégrables sur les groupes froids, unités de condensation et unités de climatisation locales (états, défauts, températures, commandes simples) sont listés dans :

### **Annexe 03 – ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**

Pour chaque équipement, les points effectivement retenus seront :

- > sélectionnés dans cette liste en respectant le **socle minimal** défini ci-dessus ;
- > adaptés aux capacités de l'équipement et aux contraintes du site ;
- > décrits précisément dans les **cahiers spécifiques bâtiments** (mode de reprise, câblage, éventuelle interface BACnet/IP constructeur).

Le présent chapitre fixe donc le **niveau d'exigence minimal attendu pour la climatisation**, tandis que l'Annexe 03 et les cahiers spécifiques en organisent la mise en œuvre concrète par site et par équipement.

Les équipements de production de froid existants sur les différents sites d'UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE assurent principalement le maintien des conditions thermiques des locaux informatiques, techniques et de recherche. Ces installations sont aujourd'hui totalement autonomes, sans remontée d'informations ni possibilité de pilotage à distance. Le présent cahier technique vise à définir les exigences minimales permettant leur intégration progressive dans une future GTC, tout en garantissant la fiabilité et la continuité du service.

### **Axe d'amélioration – Systèmes de climatisation existants**

#### **\*Objectif**

Les systèmes de climatisation actuellement présents dans le patrimoine UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE sont très hétérogènes, souvent anciens, et ne disposent dans la majorité des cas d'aucune interface de communication ou d'état permettant leur intégration complète dans la GTC. Du fait de cette diversité technique, il n'est pas possible d'appliquer systématiquement les prescriptions complètes décrites dans le présent cahier technique.

L'objectif minimal retenu pour ces équipements est donc de garantir la remontée des défauts électriques afin d'assurer un suivi d'exploitation homogène, sans modifier les systèmes frigorifiques eux-mêmes ni leur mode de fonctionnement interne. Ce dispositif simple et robuste permet :

- > un **suivi minimal mais efficace** des systèmes de climatisation existants,
- > la **détection immédiate d'un défaut d'alimentation**, souvent critique dans les locaux sensibles (informatique, salles techniques, zones d'enseignement),
- > une **harmonisation progressive** du niveau d'information de ces équipements dans la GTC, malgré leur hétérogénéité,
- > sans intervention intrusive sur les circuits frigorifiques ou les équipements constructeurs.



#### **\*Principe d'intégration minimale**

Pour chaque équipement de climatisation existant (split, groupe extérieur, cassette, murale ou mini-groupe autonome), la seule amélioration imposée dans le cadre de la migration GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE consiste à :

- > **Remplacement de la protection existante** pour intégrer un auxiliaire contact SD
- > **Ajouter un contact SD (Signalisation de Déclenchement)** sur la **protection électrique** alimentant l'équipement (disjoncteur ou interrupteur différentiel dédié).
- > Ce contact SD permettra de **détecter et remonter en GTC** tout événement de :
  - ✓ disjonction du circuit,
  - ✓ surcharge ou déclenchement thermique,
  - ✓ défaut d'alimentation du système.

Cette information sera traitée comme un défaut climatisation dans la supervision GTC.



**\*Raccordement GTC**

- > Le contact SD sera raccordé à une entrée TOR de l'automate CVC le plus proche, tel que défini dans chaque cahier spécifique bâtiment.
- > L'entrée sera paramétrée dans la GTC comme un signal de défaut prioritaire, permettant d'alerter les équipes techniques en cas de coupure ou d'anomalie.

**\*Description générale :**

Le titulaire du présent marché devra installer des contacts de type A9A26907 de chez Schneider ou équivalent, ils posséderont les caractéristiques suivantes :

- > Type : contact auxiliaire modulaire à 1 contact inverseur (1 C/O)
- > Courant assigné contacts : 0,1 A à 6 A en courant alternatif (24 V AC à 415 V AC), 0,1 A à 6 A en courant continu (24 V DC à 130 V DC)
- > Tension assignée aux contacts : jusqu'à 415 V AC, 130 V DC
- > Tension d'isolement  $U_i$  : 500 V
- > Tension d'essai (impulsion  $U_{imp}$ ) : 4 kV
- > Montage : clip-on sur le côté gauche des appareils de la gamme Acti9 iC60H, iC60N, iKQE, etc.
- > Indication locale : indicateur mécanique d'état du contact
- > Type de connexion : bornes à vis clamp en bas, câbles rigides ou souples avec embouts, section câble 0,5 à 4 mm<sup>2</sup>
- > Température fonctionnement : de -25 °C à +70 °C

## **D. Eau chaude sanitaire (ECS) :**

### **Objectifs et principes - Ballons de production, échangeurs et préparateurs ECS :**

#### ***\*Objectifs du système – ECS***

Les installations d'eau chaude sanitaire (ECS) des sites UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE assurent la production d'eau chaude pour les sanitaires, vestiaires et certains locaux spécifiques d'enseignement et de recherche. Elles sont constituées de ballons de stockage électriques ou de préparateurs alimentés par le réseau de chauffage (échangeurs à plaques, serpentins), complétés par des réseaux de distribution et de bouclage.

Le présent chapitre définit le **socle minimal d'intégration GTC** attendu pour :

- les ballons de production, échangeurs et préparateurs ECS,
- le suivi des températures de stockage et de distribution,
- la régulation et la supervision des bouclages ECS.

Les points GTC détaillés (type de point, nommage, unité, etc.) sont précisés dans l'**Annexe 03 – ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**.

#### ***\*Exigences fonctionnelles minimales côté GTC – ECS***

Du point de vue de la GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE, les installations ECS doivent permettre au minimum de :

- **Surveiller la disponibilité de l'ECS :**
  - ✓ connaître la **température de stockage** de chaque ballon / préparateur ;
  - ✓ suivre la **température de départ** et la **température de retour de bouclage**, pour détecter les dérives ou absences de circulation ;
  - ✓ remonter un **défaut général ECS** (défaut chauffe, sécurité déclenchée, disjonction).
- **Assurer la sécurité sanitaire :**
  - ✓ vérifier que les **températures de stockage et de distribution** restent dans les plages conformes vis-à-vis du risque légionelles ;
  - ✓ disposer, lorsque c'est possible, d'une **information sur les cycles anti-légionelles** (cycle en cours, défaut cycle).
- **Optimiser la régulation :**
  - ✓ contrôler la **température de retour de bouclage** (typiquement 50–55 °C) pour limiter les zones de stagnation ;
  - ✓ adapter le fonctionnement des **pompes de bouclage** (marche, défaut) et vérifier leur continuité de service.
- **Faciliter l'exploitation :**
  - ✓ historiser les températures clés et les défauts ECS ;
  - ✓ permettre une lecture simple des états ECS par bâtiment et par ballon.

Les valeurs et états ECS supervisés seront exposés à la GTC en **BACnet/IP**, soit directement par les régulations d'ECS communicantes, soit via les automates CVC.

#### ***\*Production ECS – ballons de production, échangeurs et préparateurs***

Les systèmes de production ECS regroupent :

- les **ballons électriques** ou préparateurs avec résistance,
- les **ballons / échangeurs alimentés par le chauffage** (serpentin, échangeur à plaques).

Ils assurent le maintien en température de l'ECS et, si nécessaire, les cycles de désinfection thermique (anti-légionelles).

### **\*Exigences GTC minimales – Production ECS**

Pour chaque ballon, préparateur ou échangeur principal, la GTC doit disposer **au minimum** :

- > **Mesures**
  - ✓ **Température de stockage ECS** (haut de ballon ou point représentatif),
  - ✓ **Température départ distribution ECS**, lorsque celle-ci est distincte de la température de stockage.
- > **États / défauts**
  - ✓ **Défaut général production ECS** (sécurité thermique, disjonction, défaut régulation...), repris sous forme de signal synthèse,
- > **Information sanitaire** (lorsqu'elle existe dans la régulation locale)
  - ✓ Cycle anti-légionelles en cours,
  - ✓ Défaut cycle anti-légionelles ou cycle non réalisé.

Les capteurs associés (sondes de température type PT100/PT1000 sur doigt de gant inox) doivent être installés en points représentatifs, accessibles et démontables pour maintenance.

Les signaux sont raccordés à un automate local, qui les publie à la supervision en **BACnet/IP**.

### **\*Suivi des températures de stockage et de distribution**

Le **suivi des températures ECS** est un enjeu sanitaire et de confort. Il permet :

- > de vérifier le respect des plages réglementaires,
- > de repérer les dérives (surchauffe, baisse de température, pertes thermiques),
- > d'identifier les problèmes de circulation (écart trop important entre départ et retour).

### **\*Dispositif de mesure minimal**

Chaque installation ECS devra être équipée, au minimum, des capteurs suivants :

- > **Température de stockage :**
  - ✓ sonde en haut de ballon ou préparateur ;
- > **Température de départ distribution ECS :**
  - ✓ sur le départ général vers le réseau d'ECS ;
- > **Température de retour de bouclage ECS :**
  - ✓ sur le retour principal de la boucle ECS.

Les sondes sont de type PT100/1000 ou équivalent, montées sur doigts de gant inox. Elles doivent être installées de façon accessible pour contrôle et remplacement. Elles alimentent directement la régulation locale ou l'automate CVC.

En régime normal, une différence maximale d'environ 5 °C entre départ et retour de boucle est visée pour garantir une bonne circulation et limiter les risques de stagnation. Les valeurs mesurées doivent être visibles localement et dans la GTC.



### \*Régulation et supervision des bouclages ECS

Les circuits de bouclage ECS assurent la circulation permanente de l'eau chaude dans les réseaux afin de :

- > maintenir une **température homogène** en tout point du réseau,
- > limiter les temps d'attente au robinet,
- > réduire les risques de stagnation et de développement bactérien.

### \*Principes de fonctionnement

Chaque réseau de bouclage ECS devra comporter au moins :

- > une **pompe de circulation ECS** sur le retour de boucle,
- > une **sonde de température de retour**,
- > une **vanne d'équilibrage thermostatique** ou une vanne de régulation sur les retours de colonnes (selon la configuration du réseau).

Le circuit de bouclage est régulé pour maintenir une température de retour typiquement comprise entre 50 °C et 55 °C.

Les pompes ECS fonctionnent en principe en continu sur les périodes d'occupation, avec possibilité d'adapter les horaires en cas d'inoccupation prolongée (vacances, fermeture de site), sous réserve des exigences sanitaires.

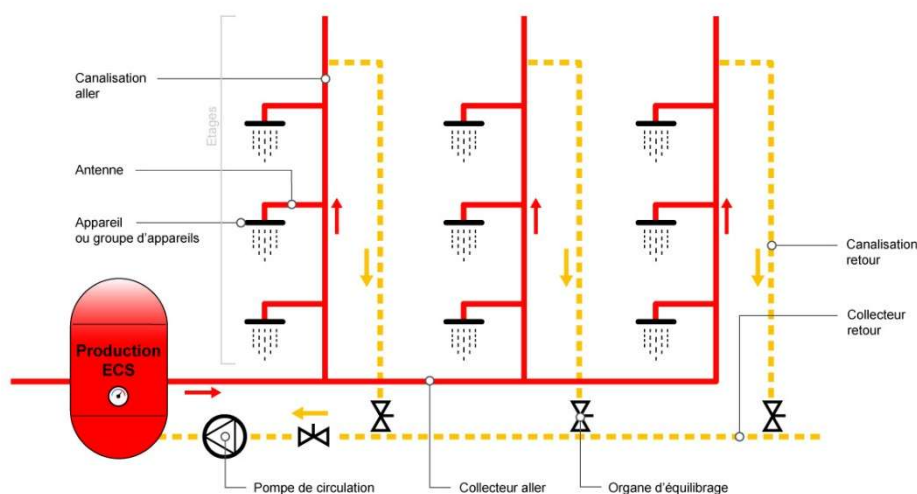
### \*Exigences GTC minimales – Bouclages ECS

Pour chaque réseau de bouclage ECS, la GTC doit disposer **au minimum** :

- > **Mesure**
  - ✓ **Température de retour ECS** (point unique de référence),
- > **États / défauts pompe**
  - ✓ État Marche / Arrêt pompe de bouclage,
  - ✓ Défaut pompe de bouclage (disjonction, surcharge, défaut variateur éventuel).
- > **Commande (si cohérent avec l'installation)**
  - ✓ **Commande Marche / Arrêt** de la pompe ECS via l'automate,
  - ✓ En cohérence avec la stratégie sanitaire définie dans les cahiers spécifiques bâtiments.

Les paramètres de consigne (température retour, seuils d'alarme, éventuelles plages horaires) sont réglés localement dans la régulation ou l'automate, et doivent être consultables depuis la supervision.

Les signaux (mesures, états, défauts) sont exposés en **BACnet/IP** vers la GTC.



**\*Synthèse des points GTC minimaux – ECS**

Le tableau ci-dessous résume le **socle minimal** de points GTC à prévoir pour les installations d'ECS. La définition détaillée de chaque point (AI/DI/AO/DO, unité, codification, libellé) est donnée dans l'**Annexe 03 – ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**.

Famille d'équipement	Point GTC minimal	Type indicatif	Remarques
Production ECS (ballon / préparateur / échangeur)	Température <b>stockage ECS</b> (haut de ballon)	AI	Point de base sanitaire et diagnostic
Production ECS	Température <b>départ distribution ECS</b>	AI	Si distincte de la température de stockage
Production ECS	<b>Défaut général production ECS</b>	DI	Sécurité déclenchée, défaut chauffe, disjonction
Production ECS	Info <b>cycle anti-légionelles</b> (en cours / défaut)	Point logique	Lorsque la régulation dispose de cette information
Bouclage ECS	Température <b>retour ECS</b>	AI	Utilisée pour la régulation de bouclage
Bouclage ECS	<b>État Marche / Arrêt pompe</b> de bouclage	DI	Suivi du fonctionnement de la pompe ECS
Bouclage ECS	<b>Défaut pompe</b> de bouclage	DI	Défaut moteur / variateur / disjonction
Bouclage ECS	Commande <b>Marche / Arrêt pompe</b> (si pertinent)	DO	Selon stratégie sanitaire / énergétique définie localement

## **E. Gestion technique du bâtiment :**

### **Objectifs et principes – Alarmes techniques et supervision des défauts :**

Les alarmes techniques constituent le cœur de la Gestion Technique Centralisée (GTC) : elles permettent de détecter, signaler et historiser les anomalies susceptibles d'affecter la sécurité, la continuité de service ou la performance énergétique des installations des campus UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE. Le présent chapitre définit le **socle minimal attendu** pour :

- > la **détection** des défauts et anomalies sur les équipements techniques,
- > la **remontée** de ces informations vers la GTC,
- > la **présentation** et le **traitement** des alarmes dans la supervision.

Les listes détaillées de points d'alarmes par type d'équipement sont décrites dans l'**Annexe 03 – ANX\_03\_LISTE DES POINTS EXAUSTIVES EQUIPEMENT CVC**, qui fait foi pour la définition précise des points GTC.

#### **\*Objectifs du système d'alarmes techniques**

Le système d'alarmes techniques devra :

- > détecter rapidement les **défauts critiques** sur les équipements et installations (chaudières, CTA, VMC, groupes froids, ECS, automates, etc.) ;
- > signaler les **anomalies environnementales** susceptibles d'impacter la sécurité ou la pérennité des installations (températures hors plage, inondation, gel, surpression...) ;
- > fournir une **vision centralisée** des défauts par site, bâtiment et domaine technique ;
- > permettre une **priorisation** claire des alarmes pour l'exploitation (critiques / majeures / mineures / information) ;
- > assurer une **traçabilité minimale** : horodatage, acquittement, historique.

Ce socle doit rester applicable à tout le patrimoine, les **cahiers spécifiques bâtiments** précisant, pour chaque projet, comment les équipements existants sont adaptés pour s'en approcher au mieux.

#### **\*Besoins fonctionnels côté GTC – Alarmes**

Depuis la supervision, le système d'alarmes doit permettre au minimum :

- > une **liste centralisée des alarmes actives**, filtrable par site, bâtiment, domaine, criticité ;
- > un accès direct, depuis chaque alarme, au **synoptique de l'équipement** concerné ;
- > la possibilité d'**acquitter** les alarmes selon des droits d'accès définis ;
- > un **journal d'événements** horodaté (apparition, retour à la normale, acquittement) ;
- > la consultation d'**historiques** des alarmes (par période, par équipement, par type de défaut).

#### **\*Typologie et criticité des alarmes**

Toutes les alarmes techniques à intégrer dans la GTC doivent être rattachées à une catégorie fonctionnelle et à un niveau de criticité. À minima, les familles suivantes sont retenues :

- > **Défauts d'équipements :**
  - ✓ défaut pompe (chauffage, ECS, bouclage, réseau),
  - ✓ défaut ventilateur (CTA, VMC, extracteur, sorbonne),
  - ✓ défaut groupe froid ou unité de condensation,
  - ✓ défaut chaudière, défaut brûleur, défaut récupérateur,
  - ✓ défaut automate ou régulateur local.
- > **Anomalies environnementales :**
  - ✓ **température ambiante hors plage** dans les locaux sensibles (chaufferies, salles serveurs, locaux techniques),
  - ✓ température réseau ou ECS **trop basse / trop élevée**,
  - ✓ alarme antigel, gel détecté sur un circuit,
  - ✓ détection d'**inondation** dans les locaux techniques.

> **Alarmes de sécurité et sanitaires :**

- ✓ absence de circulation ECS (écart anormal entre départ et retour),
- ✓ température ECS de stockage ou de retour de boucle **insuffisante** vis-à-vis des exigences sanitaires,

> **Alarmes de communication et d'infrastructure :**

- ✓ perte de communication avec un automate ou une passerelle,
- ✓ défaut passerelle radio (ex. passerelle LoRaWAN-BACnet/IP),
- ✓ défaut ou indisponibilité d'un serveur de supervision.

> **Alarmes de maintenance / dérive :**

- ✓ filtres CTA encrassés,
- ✓ alarmes de dérive répétées sur un même équipement,
- ✓ autres informations utiles à la planification de la maintenance.

La déclinaison détaillée par type d'équipement (nom du point, type AI/DI, etc.) est renvoyée à l'**Annexe 03** et aux chapitres métiers (chauffage, ventilation, climatisation, ECS...).

**\*Niveaux de criticité**

Au minimum, les niveaux de criticité suivants sont à distinguer :

> **Alarme critique :**

Risque pour les personnes, les biens ou une installation vitale (ECS sanitaire non sécurisée, température salle serveurs hors plage, inondation local technique, défaut majeur chaufferie...).

> **Alarme majeure :**

Perte de service significative ou dégradation importante du confort (CTA à l'arrêt, défaut groupe froid d'un local important, défaut circulation chauffage d'un bâtiment, etc.).

> **Alarme mineure :**

Défauts non bloquants, dérives ou besoins de maintenance (filtre encrassé, sondes à contrôler, dérive locale de température).

> **Information :**

Notification d'événement non alarmant (retour à la normale après défaut, passage en mode réduit, etc.).

À titre de synthèse, le tableau suivant illustre le **socle minimal** d'alarmes à considérer :

Famille d'alarme	Exemple d'alarme minimale	Origine typique
Défauts d'équipements	Défaut général chaudière / CTA / groupe froid / pompe / ventilateur	Contact défaut équipement ou info automate
Environnement / locaux	Température hors plage local technique / salle serveurs / chaufferie	Sonde T° + seuils GTC
ECS et sanitaire	T° stockage ECS trop basse, T° retour boucle ECS insuffisante	Sondes ECS + seuils GTC
Sécurité hydraulique / gel	Alarme antigel CTA, alarme gel circuit chauffage	Thermostat antigel / sonde gel
Inondation	Détection d'eau dans local sensible	Détecteur d'inondation
Communication / infrastructure	Perte com automate, défaut passerelle LoRaWAN-BACnet/IP	Automate / passerelle
Maintenance / dérive	Filtre CTA encrassé, défaut répétitif sur un même équipement	Capteur diff. pression / analyse exploitation



### **\*Intégration et communication des alarmes vers la GTC**

Les alarmes techniques sont :

- > **détectées localement** par les capteurs, régulateurs constructeurs ou automates CVC ;
- > **agrégées** par les automates (synthèses défaut, regroupements logiques) ;
- > **transmises** à la supervision via le réseau IP de la GTC.

Toutes les alarmes remontées à la GTC le sont via des équipements communicants en **BACnet/IP** (automates CVC, passerelles LoRaWAN-BACnet/IP, etc.).

Les interfaces de terrain (contacts TOR, sondes, capteurs radio...) sont du ressort de chaque domaine métier ; le présent chapitre ne fixe que les exigences transverses de remontée en supervision.

### **\*Affichage et traitement des alarmes dans la supervision**

La supervision GTC devra au minimum :

- > afficher la **liste des alarmes actives**, avec :
  - ✓ libellé clair,
  - ✓ bâtiment et équipement d'origine,
  - ✓ date / heure d'apparition,
  - ✓ niveau de criticité,
  - ✓ état (active / acquittée / disparue) ;
- > permettre le **filtrage** par site, bâtiment, criticité, domaine technique ;
- > permettre l'**acquiescement** des alarmes par les utilisateurs habilités ;
- > conserver un **historique** des alarmes (apparition, retour, acquiescement) consultable sur une période donnée ;
- > offrir un **lien direct** vers le synoptique de l'équipement concerné

Les modalités graphiques détaillées (codes couleurs, organisation des vues, etc.) sont décrites dans le chapitre dédié à la supervision.

### **\*Maintenance, essais et suivi des alarmes**

Afin de garantir la fiabilité du système d'alarmes :

- > les alarmes techniques **critiques** (inondation, température hors plage locaux sensibles, défaut équipements majeurs) doivent être **testées périodiquement** (au moins une fois par an) ;
- > les tests font l'objet d'un **enregistrement** (procès-verbal ou rapport de maintenance) ;
- > les alarmes récurrentes (défaut répété sur un même équipement) doivent être **analysées** pour identifier les causes structurelles (dimensionnement, réglage, vieillissement).

La GTC doit permettre d'identifier ces récurrences (statistiques par type d'alarme, par équipement, par bâtiment) afin d'aider les équipes d'exploitation à prioriser les actions de maintenance.

## **Amélioration – Mise en place d’une antenne LoRaWAN et passerelle BACnet/IP**

Dans le cadre du développement de la GTC sur les campus d’UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE, l’installation d’une infrastructure LoRaWAN constitue une étape stratégique pour l’intégration cohérente des équipements connectés, actuels et futurs.

Cette architecture vise à assurer une communication fiable et homogène entre les capteurs installés dans les bâtiments et la plateforme de supervision centrale, tout en limitant les besoins en câblage supplémentaire.

### **\* Objectifs**

Les dispositifs LoRaWAN devront permettre :

- Une couverture radio optimale de l’ensemble des campus.
- La collecte homogène des données via une passerelle LoRaWAN-BACnet/IP.
- La conversion normalisée vers le protocole BACnet/IP pour intégration GTC.
- Une supervision en temps réel depuis l’hypervision centrale.
- Une évolutivité facilitée pour l’ajout ultérieur de capteurs.

### **\* Principe de fonctionnement**

L’architecture repose sur :

- **Une antenne LoRaWAN longue portée**, installée en extérieur sur la façade ou en point haut.
- **Une passerelle LoRaWAN-BACnet/IP**, fixée en façade du bâtiment, à proximité du réseau IP GTC.
- Une alimentation PoE de la passerelle assurée soit :
  - ✓ par un switch PoE existant du bâtiment,
  - ✓ soit par un injecteur PoE dédié, lorsque aucun switch PoE n’est disponible.

Les données collectées par les capteurs sont transmises vers l’antenne, relayées à la passerelle puis converties et envoyées vers la supervision centrale.

### **\* Injecteur PoE**

L’injecteur PoE devra être :

- Installé dans la baie informatique du bâtiment,
- Alimenté directement depuis le bandeau de prises de la baie,
- Connecté au switch interne (switch réseau du bâtiment) via un cordon RJ45.

L’injecteur POE sera de type TP-Link TL-PoE150S ou équivalent :

- **Norme PoE** : IEEE 802.3af, puissance max 15,4 W (48 V DC).
- **Ports** : 2 ports RJ45 Gigabit 10/100/1000 Mbps avec auto-négociation et auto MDI/MDIX.
- **Fonction** : Injection d’alimentation PoE sur liaison Ethernet pour caméras IP, points Wi-Fi, passerelles LoRaWAN.
- **Distance** : Jusqu’à 100 m (données + alimentation via RJ45).
- **Alimentation** : Adaptateur secteur 100-240 V AC fourni.
- **Installation** : Plug & Play, détection automatique des appareils PoE.
- **Sécurité** : Protections intégrées (surcharge, court-circuit, surintensité).
- **Conditions environnementales** : 0 à 40 °C, humidité 10-90 %.
- **Dimensions** : 80,8 × 54 × 24 mm, permettant une installation dans une armoire technique.



### **\* Cheminement câble entre la baie et la façade**

Depuis l’injecteur PoE :

- Une liaison RJ45 **Catégorie 6 ou supérieure** chemine vers l’extérieur via des cheminements existants,
- Et alimente **directement la passerelle LoRaWAN** fixée sur la façade.

L’antenne est ensuite raccordée à cette passerelle via son câble coaxial.

### \* Fixation de la passerelle LoRaWAN

La passerelle conçue pour une installation extérieure, devra être :

- > Fixée en façade du bâtiment,
- > à l'aide de son kit de montage mural fourni ou accessoires compatibles,
- > en veillant à ce que la zone d'installation soit dégagée pour une bonne propagation radio,
- > à une hauteur suffisante pour éviter les chocs et faciliter la couverture.



### \* Fixation de l'antenne LoRaWAN

L'antenne extérieure de type devra être :

- > **Fixée en façade ou sur un mât**, à proximité de la passerelle,
- > à l'aide d'un système de fixation extérieur type **U-bolt** adapté aux mâts de 30 à 50 mm,
- > installée verticalement pour garantir son gain et l'efficacité du rayonnement.



### \* Passerelle LoRaWAN BACnet/IP

La passerelle sera de type Milesight UG67 ou équivalent :

- > **Type** : Passerelle LoRaWAN multi-canaux (jusqu'à 8 canaux).
- > **Protocoles pris en charge** : LoRaWAN, BACnet/IP, Modbus TCP, MQTT, FOTA (mise à jour à distance).
- > **Interfaces** :
  - ✓ Ethernet 10/100/1000 Mbps compatible PoE (IEEE 802.3af/at),
  - ✓ Wi-Fi optionnel,
  - ✓ Ports séries RS-232 / RS-485 selon modèle.
- > **Indice de protection** : IP67, installation extérieure possible.
- > **Alimentation** : PoE ou DC 12 V.
- > **Température d'utilisation** : -40 °C à +70 °C.
- > **Fonctions réseau** : DHCP, interface Web sécurisée, gestion centralisée.



Cette passerelle assure la conversion protocolaire LoRaWAN → BACnet/IP en temps réel.

### \* Antenne

L'antenne sera de type Antenne GA01 130 cm ou équivalent :

- > Type : Antenne fibre de verre longue portée.
- > Fréquence : 868 MHz (EU).
- > Gain : 5 à 6 dBi selon version.
- > Longueur : 130 cm pour une efficacité radio maximale.
- > Connecteur : Double connecteur N mâle (N-N).
- > Matériaux : Fibre de verre résistante aux UV, adaptée aux environnements extérieurs.
- > Montage : Compatible mâts Ø 30 à 50 mm via colliers U-bolt.



### \* Architecture type à mettre en œuvre

Élément	Fonction	Prescriptions
Antenne LoRaWAN	Réception radio	Fixation en façade/mât, gain $\geq 5$ dBi, étanchéité extérieure
Passerelle LoRaWAN-BACnet/IP	Conversion protocolaire	Installation <b>en façade</b> , IP67, PoE, fixation avec accessoires fournis
Switch PoE (si existant)	Alimentation + réseau	Préciser dans le cahier technique du bâtiment
Injecteur PoE (si nécessaire)	Alimentation PoE	Sur prise 230 V protégée par disjoncteur 16 A
Réseau IP GTC	Transmission centralisée	VLAN GTC
Supervision GTC	Visualisation	Intégration LoRaWAN, alarmes, historiques

## **F. Equipements LoraWan**

### **Têtes thermostatiques électroniques autonomes LoRaWAN**

Dans le cadre de l'optimisation énergétique et de la modernisation de la régulation thermique au sein des bâtiments de l'Université de Caen Normandie (UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE), il est prévu la mise en œuvre de têtes thermostatiques électroniques autonomes communicantes via le protocole LoRaWAN.

Ces équipements permettront une régulation pièce par pièce, totalement sans fil, assurant une installation rapide, sans câblage, et sans alimentation externe autre que la batterie intégrée.

#### ***\* Objectifs***

Les têtes thermostatiques électroniques devront répondre aux finalités suivantes :

- **Assurer une régulation fine et stable de la température** dans chaque local, en tenant compte des conditions d'occupation et des consignes définies par la supervision.
- **Optimiser les consommations énergétiques**, en évitant les surchauffes et en réduisant les pertes dans les zones inoccupées.
- **Permettre un pilotage et une supervision centralisés** via la GTC, grâce à une communication LoRaWAN et une intégration BACnet/IP assurée par la passerelle radio existante.
- **Faciliter la maintenance**, grâce à une autonomie énergétique importante, une surveillance à distance et un démontage simple sans vidange du réseau hydraulique.

#### ***\* Principe de fonctionnement***

Chaque tête thermostatique pilote l'ouverture du robinet du radiateur en fonction :

- > de la température locale mesurée,
- > de la consigne transmise par la supervision GTC via LoRaWAN,
- > et des paramètres internes d'optimisation énergétique.

Les données suivantes sont transmises en radio LoRaWAN vers la passerelle LoRaWAN-BACnet/IP :

- > température ambiante,
- > ouverture de vanne,
- > état de fonctionnement (batterie, communication, défauts).

En cas de perte de communication, la tête passe en **mode autonome**, conservant la dernière consigne enregistrée et assurant la continuité de service.

#### ***\* Prescriptions techniques minimales***

Le titulaire du présent marché devra installer des têtes thermostatiques de type Thermokon SAB07 LRW ou équivalent, disposant a minima des caractéristiques suivantes :

#### **Type et application :**

- > Actionneur thermostatique communicant **LoRaWAN bidirectionnel**
- > Régulation autonome de la température ambiante pour radiateurs de chauffage
- > Adapté à une intégration dans un système de supervision GTC

#### **Capteurs et mesures :**

- > **Capteurs intégrés** : température + humidité
- > Plages et précisions :
  - ✓ Température mesurée : **0 à +40 °C**
  - ✓ Précision température : **±0,2 K** (typique à 21 °C)
  - ✓ Humidité relative mesurée : **0 à 100 % rH**
  - ✓ Précision humidité : **±2 % rH** (10-80 % rH, typique à 21 °C)

#### **Protocole radio LoRaWAN :**

- > Bande de fréquence : **868 MHz** (EU868 : 863-870 MHz)
- > Transmission bidirectionnelle configurable
- > Heartbeat par défaut : **10 minutes**
- > Puissance d'émission : **+14 dBm (25 mW)**
- > Sensibilité du récepteur : **-130 dBm**



- Antenne interne d'émission/réception

#### **Alimentation et autonomie :**

- Alimentation par 2 piles lithium AA 1,5V
- Tension minimale de fonctionnement : 2,7 VDC
- Autonomie typique :  $\approx$  5 ans, selon configuration et conditions radio

#### **Caractéristiques physiques :**

- Protection mécanique : **IP30**
- Montage standard : **M30 x 1,5** (adaptateurs disponibles pour autres types de robinets)
- Conception robuste pour usage en bâtiment tertiaire

#### **Conditions de fonctionnement :**

- Température de fonctionnement : **0 à +60 °C**
- Humidité relative : jusqu'à **85 % rH**, non condensé

#### **\*Intégration et architecture**

Les têtes thermostatiques seront intégrées à l'architecture radio LoRaWAN du campus, reliée à la GTC existante va passerelle LoRaWAN-BACnet/IP. L'intégration BACnet/IP permettra notamment :

- la visualisation en temps réel :
  - ✓ des températures locales,
  - ✓ de l'ouverture des vannes,
  - ✓ des niveaux de batterie et états de défaut,
- le **pilotage des consignes à distance**, individuellement ou par groupes,
- la gestion centralisée des alarmes, pertes de communication et événements de maintenance.

L'ensemble devra être parfaitement compatible avec les infrastructures techniques existantes d'UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE et respecter les règles de cybersécurité en vigueur.

### **Sonde d'ambiance LoraWan de température et d'humidité**

Dans le cadre de l'optimisation énergétique et du suivi environnemental des bâtiments de l'Université de Caen Normandie (UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE), il est prévu la mise en œuvre de sondes d'ambiance communicantes utilisant le protocole LoRaWAN.

Ces dispositifs de mesure permettent une surveillance précise des conditions ambiantes sans aucune contrainte de câblage. Grâce à leur alimentation par batterie et leur technologie radio, ces sondes offrent une grande flexibilité d'usage : elles peuvent être fixées au mur de manière pérenne ou utilisées comme unités mobiles pour des diagnostics thermiques temporaires dans différents locaux.

#### **\*Objectifs**

Les sondes d'ambiance devront répondre aux finalités suivantes :

- **Assurer un suivi thermique précis** en mesurant en continu la température et l'humidité relative de l'air.
- **Garantir une installation flexible et réversible**, permettant de déplacer facilement les points de mesure selon les besoins d'audit ou de réorganisation des espaces.
- **Alimenter la supervision GTC** avec des données environnementales fiables pour affiner les lois d'eau et les consignes de chauffage.
- **Réduire les coûts d'exploitation** grâce à une maintenance simplifiée et une autonomie énergétique élevée.

#### **\*Principe de fonctionnement**

Le capteur devra mesurer la température et l'humidité. Ces valeurs sont transmises par radio via la technologie LoRaWAN vers la passerelle du campus. Les données transmises incluent :

- La température ambiante.
- L'humidité relative.

- > L'état de l'appareil (intervalle de Heartbeat, état de la batterie).

### **\*Prescriptions techniques minimales**

Le titulaire du présent marché devra installer des sondes d'ambiance de type **Thermokon NOVOS 3 Temp\_rH LRW** ou équivalent, disposant a minima des caractéristiques suivantes :

- > **Type et application :**
  - ✓ Capteur d'ambiance radio LoRaWAN bidirectionnel.
  - ✓ Adapté pour une pose fixe sur boîte d'encastrement ou mobile par fixation à plat.
- > **Capteurs et mesures :**
  - ✓ Grandeurs mesurées : Température et Humidité relative.
  - ✓ Plage de mesure (Conditions ambiantes) : -20 à +70°C.
  - ✓ Précision température : 0,4K (typique à 21°C).
  - ✓ Précision humidité : 2% entre 30 et 70% rH (typique à 21°C).
- > **Protocole radio LoRaWAN :**
  - ✓ Version LoRaWAN 1.0.4, Classe A.
  - ✓ Fréquence : EU868 (863-870 MHz).
  - ✓ Puissance d'émission : +14 dBm (25 mW).
  - ✓ Intervalle de Heartbeat : configurable.
- > **Alimentation et autonomie :**
  - ✓ Alimentation par 1 pile AA Lithium 3,6 V.
  - ✓ Autonomie typique : environ 5 ans.
- > **Caractéristiques physiques :**
  - ✓ Boîtier : PC V0 blanc pur avec couvercle décor.
  - ✓ Protection : IP20.



### **\*Intégration et architecture**

Les sondes seront intégrées à l'architecture radio LoRaWAN du campus, reliée à la GTC existante via la passerelle LoRaWAN-BACnet/IP. Cette intégration permettra :

- > La visualisation en temps réel des conditions de confort.
- > La gestion centralisée des alertes de maintenance (remplacement des piles, pertes de signal).

## **G. Automates CVC**

### **Objectifs et principes généraux**

Les automates CVC constituent le cœur du système de régulation et de communication de la GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE.

Ils assurent la commande, la régulation, la surveillance et la communication de l'ensemble des équipements techniques (chauffage, ventilation, climatisation, ECS, groupes froids, réseaux hydrauliques, etc.).

Le présent cahier prend comme **référence** des automates de type :

**SAIA PCD3, SAIA PCD2 et Schneider Modicon M171 / M172, ou équipement équivalent techniquement,**

Pour définir le niveau minimal de performances et de fonctionnalités attendu par la maîtrise d'ouvrage.

Les objectifs sont :

- > garantir une **compatibilité totale** avec la GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE,
- > assurer une **interopérabilité IP** via le protocole **BACnet/IP** pour les échanges avec la supervision,
- > disposer d'une **extensibilité matérielle** pour l'ajout futur de points de mesure et de commande,
- > assurer une **pérennité d'exploitation et de maintenance** à long terme sur l'ensemble du patrimoine.

Toute référence de marque dans ce chapitre a pour seul but de définir un matériel type. Tout automate équivalent techniquement respectant les caractéristiques ci-après pourra être proposé, après validation du Maître d'Ouvrage.

#### **\* Matériel type – Automates CVC**

Le présent cahier des charges prend comme référence des automates de type SAIA PCD3, SAIA PCD2 et Schneider Modicon M171 / M172, ou équipement équivalent techniquement, sous réserve que ceux-ci fonctionnent exclusivement sur des protocoles de communication ouverts, normalisés et documentés, sans recours à des protocoles propriétaires ou à des licences logicielles spécifiques imposées par un constructeur pour l'accès aux données.

Les automates proposés devront permettre une intégration native et directe dans la GTC existante de l'université de Caen Normandie, basée sur la supervision PcVue, sans nécessité de développement spécifique propriétaire, de passerelle fermée ou des passerelles non standard.

Pour définir le niveau minimal de performances et de fonctionnalités attendu par la maîtrise d'ouvrage, les objectifs sont les suivants :

- > Garantir une compatibilité totale avec la GTC de l'université de Caen Normandie, incluant la remontée et l'exploitation des données dans PcVue (états, mesures, alarmes, consignes), ainsi que la commande depuis la supervision lorsque requise.
- > Assurer une interopérabilité IP via le protocole BACnet/IP, utilisé comme protocole principal d'échange avec la supervision, conformément aux standards en vigueur, incluant :
  - ✓ la publication des objets BACnet;
  - ✓ la gestion des alarmes, états et priorités ;
  - ✓ la découverte et l'intégration des équipements depuis la GTC.
- > Interdire l'usage de protocoles propriétaires ou de mécanismes de communication fermés, notamment :
  - ✓ protocoles nécessitant un driver spécifique non standard ;
  - ✓ licences payantes pour l'accès aux variables ou objets ;
  - ✓ formats de données non documentés ou non interopérables ;
  - ✓ dépendance exclusive à un logiciel constructeur pour l'exploitation des données.
- > Disposer d'une extensibilité matérielle et logicielle, permettant l'ajout ultérieur de points de mesure, de commande et d'équipements sans remise en cause de l'architecture existante, ni modification du principe de communication vers la GTC.
- > Garantir la pérennité de l'exploitation et de la maintenance à long terme, en assurant :
  - ✓ l'indépendance vis-à-vis d'un fournisseur unique ;
  - ✓ la maintenabilité par tout intégrateur GTC qualifié ;
  - ✓ la continuité de service sur l'ensemble du patrimoine, y compris en cas d'évolution de la supervision ou de remplacement partiel des automates.



Tout équipement proposé devra démontrer sa conformité à ces exigences dans l'offre technique, notamment par la description des protocoles utilisés, des objets exposés à la GTC et des conditions d'exploitation sans dépendance propriétaire.

### Caractéristique :

- > **Alimentation** : 24 V DC stabilisée (selon modèle).
- > **Montage** : sur **rail DIN 35 mm** dans armoires électriques.
- > **Connexions** : borniers à vis (ou équivalent) garantissant une connexion fiable et une maintenance aisée.
- > **Température de fonctionnement** : de **-10 °C à +55 °C** minimum (avec, pour les modèles modulaires équivalents au PCD3, une tenue possible jusqu'à environ +70 °C).
- > **Fiabilité** : MTBF  $\geq$  **200 000 h** (selon modèle et conditions d'exploitation, MTBF = Temps Moyen Entre Pannes).
- > **Encombrement typique** :
  - ✓ formats **modulaires** (type PCD3 ou équivalent) en rack 4 à 12 modules (dimensions variables selon configuration),
  - ✓ formats **compacts** (type PCD2 ou Modicon M171/M172 ou équivalent)

### Architecture, E/S et mémoire :

- > Automate **modulaire ou compact** dédié aux applications CVC.
- > **Mémoire Flash** utilisateur d'au moins **2 Mo**, extensible jusqu'à **8 Mo** ou plus selon la gamme, pour stocker programmes, paramètres et données.
- > Capacité d'extension E/S :
  - ✓ pour les gammes modulaires (type PCD3 ou équivalent) : possibilité d'ajouter plusieurs dizaines de modules d'E/S (jusqu'à ~64 modules et plusieurs centaines d'E/S),
  - ✓ pour les gammes compactes (type Modicon M171/M172 ou équivalent) : **18 à 42 E/S** intégrées typiquement (entrées logiques, analogiques, sorties relais, PWM...), avec extensions possibles selon les modèles.

### Communication :

- > **Port Ethernet 10/100 Mbps** intégré, permettant :
  - ✓ la communication avec la GTC nativement en **BACnet/IP**,
  - ✓ la programmation et le diagnostic local.
- > Au moins **un port série RS485** configurable pour la connexion d'équipements ou modules déportés.

### Protocoles :

- > **Protocole principal GTC** :
  - ✓ support **natif de BACnet/IP**, utilisé comme protocole unique pour la communication avec la supervision centrale et, le cas échéant, entre automates.
- > **Autres protocoles possibles pour le terrain** :
  - ✓ possibilité de supporter en complément des protocoles de terrain tels que **Modbus TCP/RTU** et/ou **SNMP**, utilisés uniquement pour la connexion à des équipements locaux (variateurs, compteurs, modules, etc.), sans remettre en cause le rôle central de **BACnet/IP** pour la GTC.

### Fonctions intégrées :

Les automates devront être adaptés aux fonctions CVC / GTC et permettre :

- > la **régulation locale** (boucles PID, séquences logiques, priorisations, scénarios),
- > la gestion de **plages horaires** et **calendriers** (Confort / Réduit / Hors-gel, jours fériés, vacances),
- > la **gestion des alarmes** (détection, regroupement, transmission à la GTC),
- > une **horloge temps réel** sauvegardée,
- > une **mémoire non volatile** pour conserver les programmes et paramètres en cas de coupure d'alimentation.
- > **Interface locale et conformité**
- > Possibilité d'intégrer ou de raccorder une **IHM locale** (écran LCD ou écran tactile) permettant l'affichage des mesures, états et alarmes, ainsi que l'ajustement de consignes de base (avec gestion des droits).
- > Matériels **conformes CE**

Les marques et références citées (SAIA PCD3, SAIA PCD2, Schneider Modicon M171/M172) servent uniquement de **support de description** du matériel type.

Tout automate proposé devra présenter des caractéristiques **au moins équivalentes** en termes de performances, de robustesse, de modularité et de compatibilité **BACnet/IP** avec la GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE et validé avec le Maître d'Ouvrage.

### **\*Situation existante**

Actuellement :

- > les automates **SAIA** constituent la majorité du parc et servent de base à la régulation CVC existante ;
- > plusieurs automates **Trend** sont encore en service sur certains sites ;
- > quelques automates **Schneider** et **Siemens** subsistent de manière ponctuelle.

L'ensemble des automates actuellement intégrés à la GTC ou destinés à l'être devront être raccordés au **réseau informatique interne de l'université**, sur un VLAN spécifique technique, disposer d'une **adresse IP fixe** et d'une **interface BACnet/IP** (native ou via passerelle locale lorsque cela est justifié et accepté).

### **\*Principe de fonctionnement des automates**

Chaque automate CVC assure au minimum les fonctions suivantes :

#### **> Régulation locale :**

Boucles de température (loi d'eau, soufflage, ambiance), de pression (réseaux hydrauliques, CTA), de débit, séquences de sécurité et de priorisation.

#### **> Commande et suivi d'état :**

Pompes, ventilateurs, vannes motorisées, registres, by-pass, clapets, etc.

#### **> Acquisition des mesures :**

Entrées analogiques (température, pression, hygrométrie, etc.) et TOR (marche/arrêt, défaut, position, pressostats, thermostats...).

#### **> Gestion des alarmes :**

Traitement des défauts, classification, génération d'alarmes techniques vers la supervision.

#### **> Gestion des horaires et calendriers :**

Application des plannings définis (occupation / inoccupation / réduit / hors-gel), de manière autonome même en cas de perte de communication avec la supervision. L'organisation est hiérarchisée :

- ✓ **Automate local** : assure le fonctionnement autonome du process CVC en toute circonstance.
- ✓ **Supervision de site** : collecte et affichage des données locales.
- ✓ **Supervision centrale** : archivage, exploitation et suivi multi-campus.

### **\*Prescriptions pour les extensions**

En cas d'extension d'un automate existant conservé :

- > les **modules d'extension SAIA** devront être de la même gamme et compatibles avec le bus interne ;
- > les **extensions Schneider** devront être issues de la même plateforme que l'automate principal (famille Modicon CVC ou équivalente) ;
- > les modules d'extension seront **montés dans l'armoire existante** si l'espace le permet, sinon dans une armoire GTC complémentaire ;
- > le **câblage des E/S** sera repéré, mis à jour sur plans et intégré au dossier technique du bâtiment ;
- > chaque automate devra conserver au moins **20 % d'E/S libres** pour les besoins futurs GTC ;
- > les **adresses IP**, instances BACnet et noms d'équipements devront respecter la **nomenclature UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE** (bâtiment, fonction, domaine).

### **\*Création de nouveaux automates**

Dans les bâtiments non encore équipés ou lors de rénovations lourdes, les nouveaux automates CVC devront être de type **SAIA PCD3 / PCD2** ou **Schneider Modicon M171 / M172**, ou tout **automate équivalent techniquement** respectant la **description de matériel type** du présent chapitre.

Ils devront :

- > disposer **nativement** d'une interface **BACnet/IP** pour la GTC ;
- > assurer les fonctions minimales suivantes :
  - ✓ régulation locale,
  - ✓ gestion des alarmes,
  - ✓ gestion des plannings,
  - ✓ horloge temps réel,
  - ✓ mémoire non volatile ;
- > offrir :
  - ✓ au moins un port Ethernet RJ45,
  - ✓ un port série RS485,
  - ✓ les ressources CPU / mémoire nécessaires pour le nombre de points défini, avec une marge de capacité suffisante ;
- > être livrés avec :
  - ✓ le **programme source** et la configuration,
  - ✓ la documentation associée (liste des points, plans de câblage, manuel d'exploitation),
  - ✓ une **procédure de sauvegarde / restauration**.

Les nouveaux automates seront implantés dans des **armoires dédiées ou existantes**, conformément au chapitre « Création et intégration de nouvelles armoires GTC ».

#### **\*Prescriptions d'alimentation des automates**

Chaque automate CVC sera alimenté par une **alimentation 230 V / 24 V DC dédiée**, installée dans l'armoire GTC. Principes :

- > **Protection primaire 230 V** : disjoncteur dédié en amont de l'alimentation 24 V DC.
- > **Protection secondaire 24 V DC** : disjoncteur basse tension en tête de la distribution 24 V DC.
- > **Distribution 24 V DC** :
  - ✓ via un bornier repéré « +24 V DC / 0 V »,
  - ✓ alimentant l'automate, les modules d'extension, le switch interne, les IHM et capteurs éventuels.
- > **Marge de puissance** : charge totale  $\leq 80 \%$  de la puissance nominale de l'alimentation.
- > **Mise à la terre** : 0 V référencé au réseau de terre de l'armoire via une borne dédiée.
- > **Repérage** : conducteurs basse tension repérés, alimentations identifiées en façade et sur plans.

#### **\*Implantation et raccordement réseau des automates**

Les automates sont implantés dans les **armoires GTC** ou armoires techniques :

- > montage sur **rail DIN**, avec réserve d'espace pour extensions ;
- > Le raccordement au réseau IP GTC se fera via le **switch Ethernet interne** d'armoire ;
- > La **prise RJ45 interne** ou externe de l'armoire sera raccordée au switch ;
- > Chaque automate sera raccordée au switch par un cordon RJ45 blindé. ;
- > si une IHM IP est présente, liaison dédiée entre l'automate et l'IHM.

Les câbles de communication :

- > **CAT6a** ou supérieur, blindés,
- > cheminement distinct des circuits de puissance,
- > repérage selon la codification UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE (bâtiment, armoire, automate, port).

Chaque armoire comportera au minimum une **prise réseau GTC** repérée, raccordée au **VLAN GTC** défini par le Maître d'Ouvrage.

#### **\*Switch Ethernet interne**

Chaque armoire GTC intégrant un ou plusieurs automates devra être équipée d'un switch Ethernet monté sur rail DIN, de type **Saia Q.NET-5TX ou équivalent**, permettant la distribution interne des communications IP entre :

- > CPU automate,
- > IHM,
- > prise réseau d'armoire dédiée au VLAN GTC.

Le switch devra présenter au minimum les caractéristiques suivantes :

- > **5 ports Ethernet RJ45 10/100 Mbit/s**
- > **Fonctionnement Plug & Play**, sans paramétrage requis.
- > **Méthode de commutation : stockage-retransmission** garantissant la fiabilité des trames sur les réseaux industriels.
- > **Compatibilité IEEE 802.3** pour réseaux Ethernet sur paire torsadée.
- > **Montage sur rail DIN 35 mm**, boîtier compact **IP30**.
- > **Alimentation : 9,6 à 32 V DC**, consommation < **100 mA sous 24 V DC**.
- > **Longueur max des liaisons cuivre : 100 m**.
- > **Voyants intégrés :**
  - ✓ 1 LED alimentation,
  - ✓ 5 LED d'état de port (débit 10/100 et activité/liens).
- > **Topologie réseau possible** : bus ou étoile.
- > **Plage de température admissible** : 0 à +60°C.



Le titulaire du présent marché installera un switch par armoire contenant un ou des automates, sauf justification contraire validée par la MOA.

### **\*Interfaces Homme-Machine (IHM) en façade d'armoire**

Un IHM minimum sera installé, généralement sur l'automate principal en chaufferie pour la régulation du bâtiment. Les IHM locales permettent le **diagnostic de proximité** et l'**exploitation de base** sans accès à la supervision centrale.

Elles doivent permettre :

- > la visualisation des états principaux (pompes, vannes, ventilateurs, températures, alarmes),
- > la consultation et l'ajustement des consignes de base (températures, modes, horaires simplifiés),
- > le **forçage manuel** de certaines sorties (maintenance),
- > l'**acquiescement local** d'alarmes,
- > l'affichage d'informations de **diagnostic** (état automate, horloge, état réseau).

Prescriptions :

- > les IHM existantes compatibles seront **maintenues** ;
- > lors de remplacement ou création d'automate sur une installation **critique** (chaufferie principale, sous-station CVC, CTA importante, groupe froid, local technique sensible), une **IHM locale** devra être prévue ;
- > les IHM seront alimentées en **24 V DC** et raccordées au bus interne ou à l'Ethernet de l'automate.

L'IHM devra être de type SAIA PCD7.D570RF ou équivalent, et présentera au minimum les caractéristiques suivantes :

- > Écran **TFT couleur 7"**, résolution **800 x 480 px**, 64 000 couleurs.
- > **Écran tactile résistif** adapté aux environnements techniques.
- > **Rétroéclairage LED**.
- > Processeur **ARM Cortex-A9 dual-core 800 MHz**.
- > Mémoire : **1 Go RAM, 4 Go Flash**.
- > **Navigateur HTML5 (Chromium)** intégré pour accès Web-Server automate.
- > Interfaces :
  - ✓ 1 port Ethernet 10/100/1000 Mb,
  - ✓ 1 port USB Host 2.0 (100 mA max.).
- > Alimentation : **24 V DC (10 à 32 V DC)**, consommation max. **0,3 A**.
- > Indice de protection : **IP66 en face avant, IP20 arrière**.
- > Température d'utilisation : **0 à +50°C** (montage vertical).
- > Montage en façade d'armoire, découpe **176 x 136 mm**.



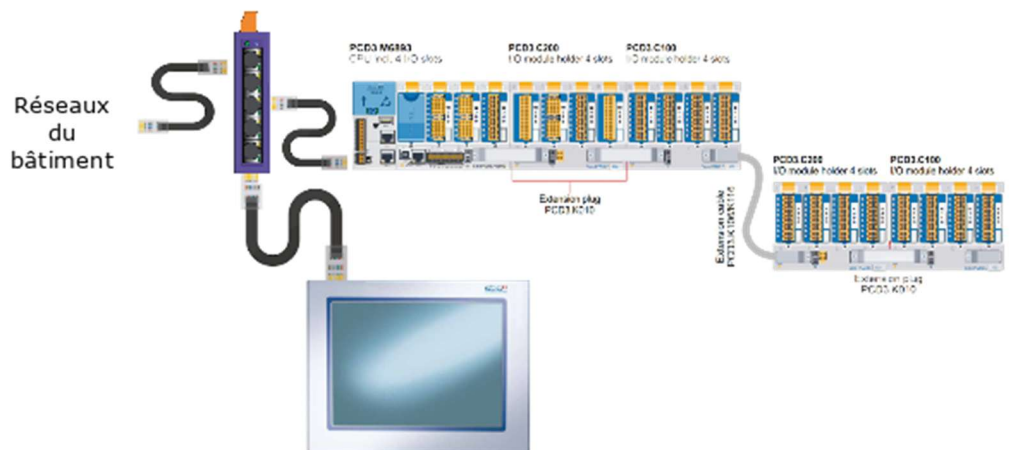
### \* Maintenance

Toute modification sur un automate (programme, paramètres, ajout de module, remplacement) devra :

- > être **documentée** (date, intervenant, description des changements) ;
- > être transmise au **réfèrent GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE** pour mise à jour du dossier bâtiment ;
- > respecter les procédures de **sécurité électrique** et de **sécurité réseau** (adressage, mots de passe, droits d'accès).

Bonnes pratiques :

- > maintenir à jour une **sauvegarde des programmes** de chaque automate (avec historisation des versions) ;
- > tester après intervention :
  - ✓ le fonctionnement local (régulation, commandes),
  - ✓ la remontée des points BACnet/IP,
  - ✓ la génération des alarmes ;
- > vérifier périodiquement :
  - ✓ l'état des communications,
  - ✓ l'horloge,
  - ✓ l'état des batteries éventuelles,
  - ✓ les marges de ressources CPU/mémoire.



## **H. Création et intégration de nouvelles armoires GTC**

### **\*Principe général**

Dans certains cas, les armoires existantes dédiées aux automates ou aux équipements techniques ne disposent pas de réserves suffisantes pour accueillir les extensions prévues (modules supplémentaires, nouveau automate, variateurs, alimentation complémentaire, etc.).

Lorsque cette contrainte est constatée, il est alors nécessaire de créer une nouvelle armoire spécifique à la GTC afin d'y intégrer l'ensemble des équipements requis.

Cette armoire aura pour vocation de centraliser les fonctions de commande, de régulation et de communication associées à un domaine technique ou à un sous-système précis (chauffage, ventilation, climatisation, etc.).



### **\*Objectifs et principes de conception**

La mise en place d'une **nouvelle armoire GTC** devra respecter les principes suivants :

- > **Fonctionnalité** : l'armoire doit permettre l'accueil de l'automate, de ses modules d'entrées/sorties, des équipements de communication, ainsi que des dispositifs de commande et de sécurité associés (alimentation, communication, contacteurs, protections).
- > **Évolutivité** : chaque nouvelle armoire devra comporter **30 % d'espace de réserve libre** afin d'anticiper les évolutions futures et les extensions de points GTC.
- > **Accessibilité** : l'armoire devra être **implantée au plus proche** de l'armoire technique existante ou du local concerné, sans gêner les équipements ou les circulations.
- > **Mise à la terre** : toutes les armoires seront **mises à la terre conformément à la norme**, avec liaison équipotentielle au réseau de terre du bâtiment.
- > **Protection** : l'armoire devra être équipée des **dispositifs de protection électrique adaptés**.

### **\*Intégration dans le projet GTC**

- > Le **dimensionnement précis** (dimensions, agencement, équipements internes) sera **déterminé dans chaque cahier spécifique** en fonction du domaine concerné et des besoins identifiés sur site.
- > Les **liaisons automates ↔ équipements terrain** (sondes, capteurs, contacteurs, variateurs) seront tirées directement depuis cette armoire.

### **\*Cas d'application**

La création d'une armoire GTC est envisagée dans les cas suivants :

- > Absence d'espace disponible dans l'armoire existante pour accueillir les modules d'extension,
- > Incompatibilité du matériel existant avec la nouvelle architecture de régulation,
- > Regroupement de plusieurs fonctions (ex. ajout de variateurs ou de sous-ensembles électriques spécifiques),
- > Besoin de séparer les circuits pour des raisons d'exploitation, d'accessibilité ou de sécurité.



## GTC.23. Supervision PC Vue – Principes d’imagerie multi-sites et multi-campus

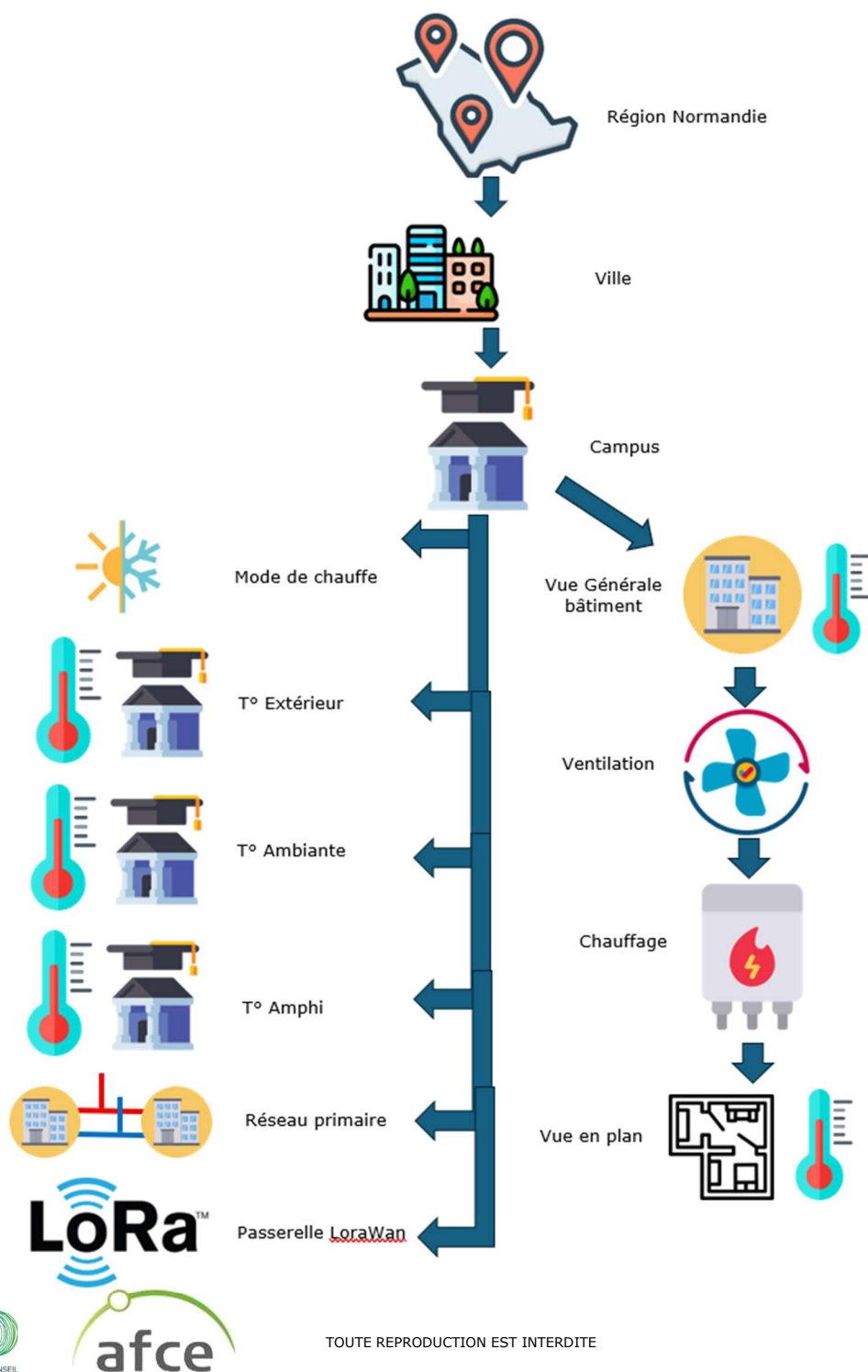
### A. Objet

La présente section définit les principes d’imagerie et de navigation que l’entreprise devra impérativement respecter pour la supervision PC Vue de l’Université de Caen Normandie.

Les écrans existants de la supervision actuelle (Campus 1 et CREC) constituent le modèle de référence. L’entreprise devra reproduire strictement l’ergonomie, la structure et les widgets décrits ci-après, en s’appuyant sur les exemples fournis en Annexe 06 – Extraits d’imagerie PC Vue Campus 1.

Toute proposition d’interface ne respectant pas ces principes pourra être refusée par la Maîtrise d’Ouvrage.

Pour une meilleure clarté, ce chapitre suivra ce principe général qui est la même logique que la supervision déjà mise en place :





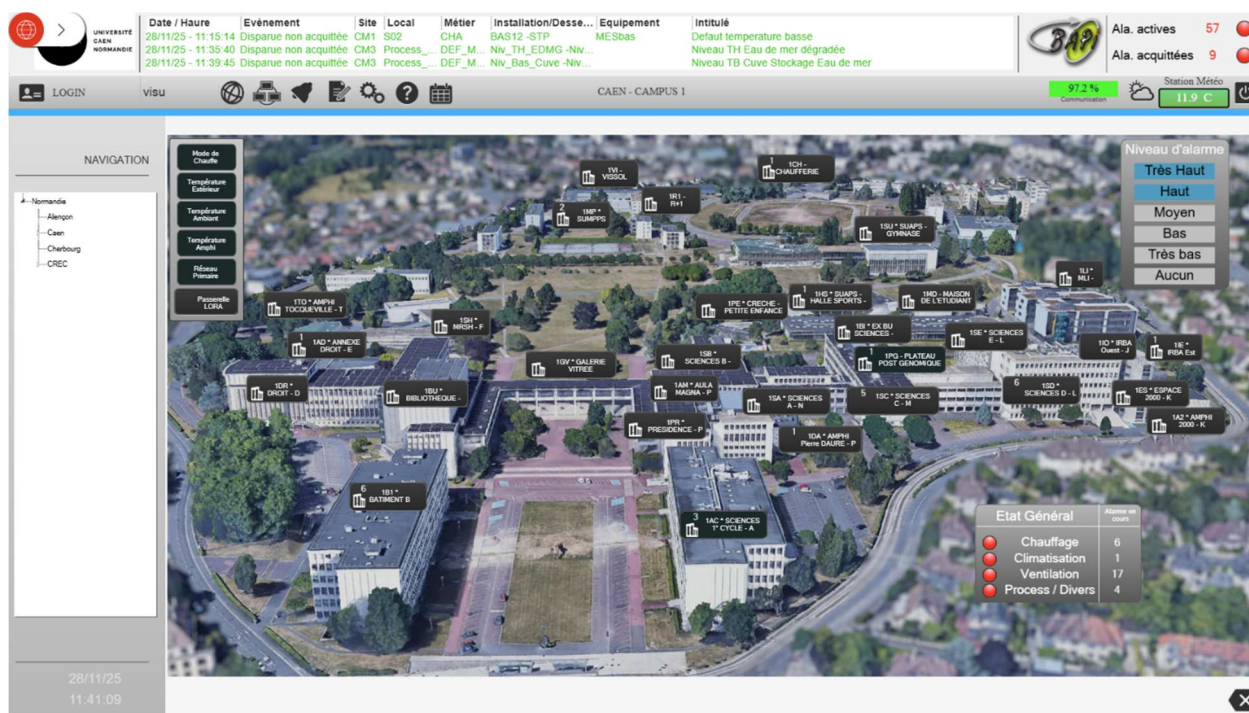
## B. Principes généraux d'ergonomie

### \*Charte graphique

- Représentations cartographiques ou vues 3D type "vue satellite" pour les niveaux **Normandie, site** et **campus**.
- Pictogrammes normalisés pour les bâtiments (panneaux rectangulaires noirs/gris avec code bâtiment).
- Codes couleurs homogènes sur tous les écrans.
- Utilisation exclusive d'objets de la librairie PCVUE

### \*Organisation de l'écran

- **En-tête haut** commun à tous les écrans.
- **Panneau de navigation latéral gauche** fixe.
- **Zone centrale** dédiée au synoptique cartographique ou fonctionnel.
- **Zone(s) de widgets contextuels** (état général, niveau d'alarme, filtres, etc.) systématiquement positionnées de manière cohérente (ex. à droite ou en bas de la vue).



### \*Réutilisation du modèle existant

- L'entreprise se basera sur les captures d'écran fournies pour **reproduire à l'identique** :
  - ✓ la disposition générale des zones,
  - ✓ le style des boutons, onglets et widgets,
  - ✓ la logique de navigation par clic sur les étiquettes de sites, de campus et de bâtiments.
- Les écrans des nouveaux sites seront **ajoutés** à cette architecture, sans modification du comportement ni de l'aspect des écrans existants.

## C. En-tête commune

L'en-tête supérieure doit être présent sur l'ensemble des pages de la supervision et comporter a minima :

### \* **Logo et identité**

- Logo Université Caen Normandie en partie gauche.

### \* **Bandeau des derniers événements**

- Tableau listant les derniers événements / alarmes avec au minimum les colonnes :
  - ✓ Date / Heure,
  - ✓ Événement,
  - ✓ Site,
  - ✓ Local,
  - ✓ Métier,
  - ✓ Installation / Désignation,
  - ✓ Équipement,
  - ✓ Intitulé.
- Défilement automatique et mise à jour temps réel.

Date / Heure	Evènement	Site	Local	Métier	Installation/Desse...	Equipement	Intitulé
28/11/25 - 12:58:10	Disparue non acquittée	5PS	3009	CLI	PFD -PS4023	STP	D faut temp rature ambiante
28/11/25 - 13:40:29	Présente non acquittée	1SC	302	VEN	CtaDFTtAirNeuf -La...	VentGaine	D faut discordance pr sence d bit soufflage
28/11/25 - 13:16:42	Disparue non acquittée	CM1	S02	CHA	BAS02 -STP	MEShaut	Defaut temperature haute

### \* **Barre d'outils**

- Icônes ou boutons dédiés : vue réseau, alarmes, consignation, paramétrage, aides, calendriers
- Icône de retour vers la page précédente ou page d'accueil.



### \* **Indicateurs globaux**

- Widget "**Communication**" indiquant le pourcentage de communication globale
- Widget "**Station Météo**" affichant au minimum la température extérieure de référence du site.
- Compteurs d'"**Alarmes actives**" et d'"**Alarmes acquittées**", avec indicateurs lumineux rouges type LED.



Ala. actives	56	
Ala. acquittées	9	

## **D. Vue Réseau – Architecture des serveurs, base de données et automates**

### **\* Principe et accès**

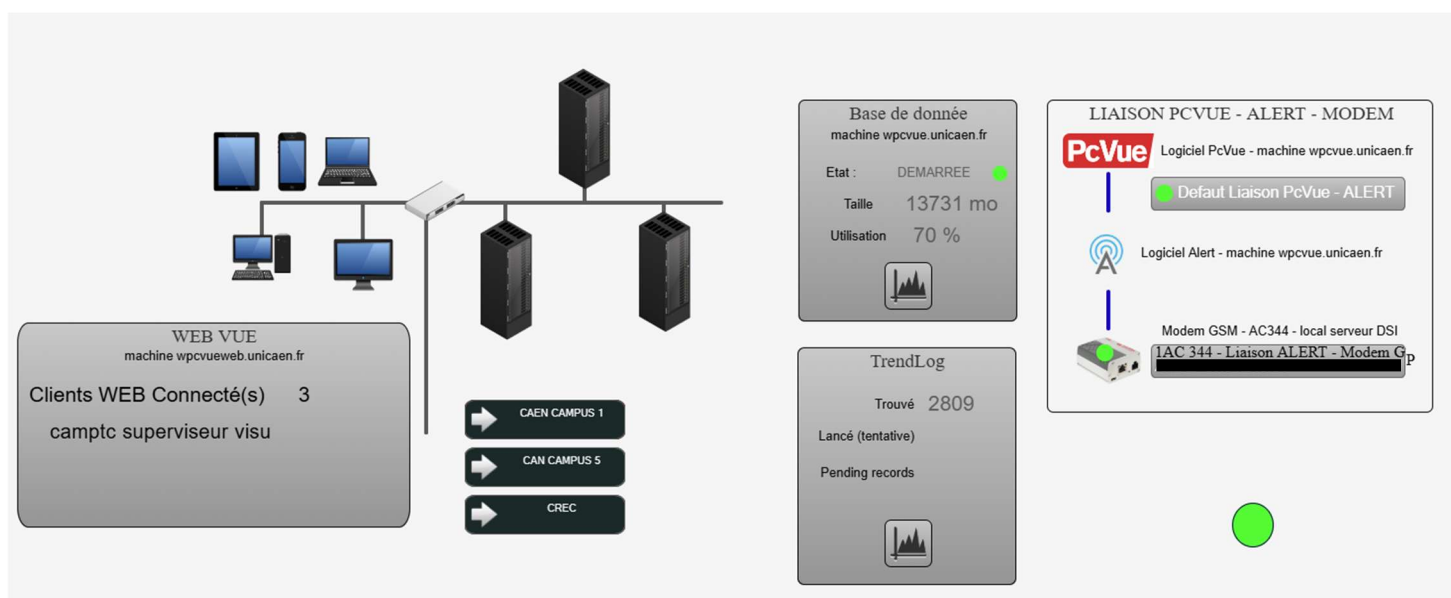
La supervision PC Vue devra intégrer une vue spécifique dite "Vue réseau", accessible depuis la barre d'outils générale (icône dédiée), permettant :

- > de visualiser l'état des serveurs PC Vue / Web Vue,
- > de contrôler l'état de la base de données (taille, taux d'utilisation),
- > de suivre l'état du module d'alertes (Alert + modem GSM),
- > d'accéder aux synoptiques réseau par campus listant les automates et passerelles.



Cette vue a vocation à être un outil de diagnostic et d'exploitation GTC, et devra être systématiquement mise à jour à chaque ajout, modification ou suppression d'équipement GTC impactant l'architecture réseau.

L'entreprise devra reprendre strictement la présentation et la logique de la vue réseau existante (Campus 1 / CREC), en s'appuyant sur les captures fournies en annexe, et y ajouter les nouvelles architectures réseaux mises en place.



### **\* Vue réseau globale – Serveurs et base de données**

La première page de la vue réseau présentera un schéma simplifié de l'architecture informatique GTC, comprenant au minimum :

#### **> Widgets "WEB VUE"**

- ✓ Affichage du nom de la machine hébergeant le service Web (exemple : wpcvueweb.Université de Caen Normandie.fr).
- ✓ Affichage du nombre de clients Web connectés en temps réel.
- ✓ Liste synthétique des clients connectés (nom de session ou profil principal de supervision).

➤ **Boutons d'accès aux réseaux de campus**

- ✓ CAEN CAMPUS 1
- ✓ CAEN CAMPUS 5
- ✓ CREC
- ✓ ... et, à terme, les autres sites/campus intégrés.

Un clic sur l'un de ces boutons ouvre la vue réseau détaillée du campus correspondant.

➤ **Widgets "Base de donnée"**

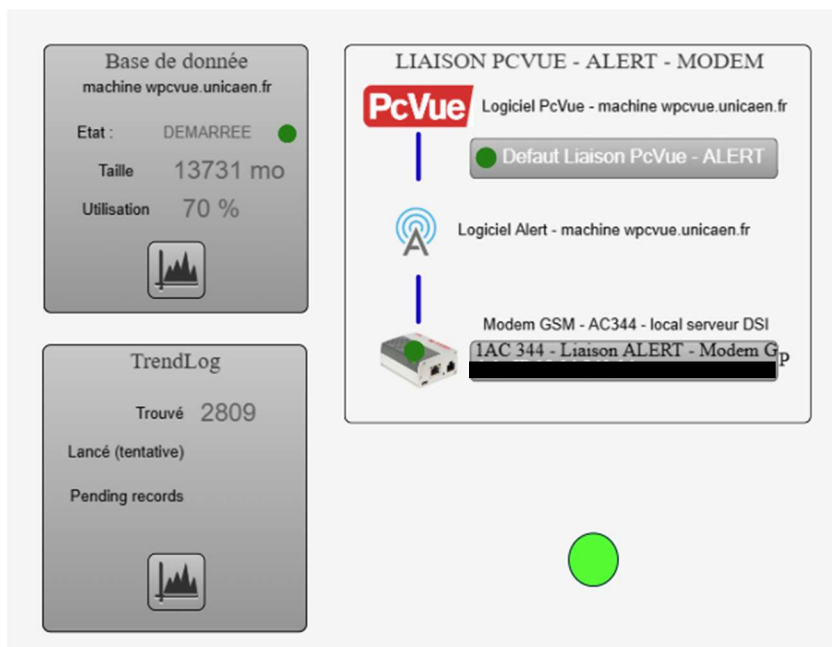
- ✓ Affichage du nom de la machine hébergeant la base de données PC Vue.
- ✓ Indication de l'état : *DÉMARRÉE* / *ARRÊTÉE* avec voyant couleur.
- ✓ Affichage des grandeurs suivantes :
  - Taille allouée (Mo),
  - Taux d'utilisation (%) de la base.
- ✓ Un bouton "Courbes" (icône histogramme) permettra d'ouvrir la fenêtre de tendances liée à ces grandeurs.

➤ **Widgets "TrendLog"**

- ✓ Indication du **nombre de journaux de tendance** configurés.
- ✓ Icône d'accès aux courbes ou à la page de diagnostic des tendances si utilisé.

➤ **Widgets "Liaison PC Vue – Alert – Modem"**

- ✓ Représentation de la chaîne complète d'alertes :
  - Logiciel PC Vue,
  - Logiciel Alert,
- ✓ Modem GSM (ou passerelle équivalente) connecté au serveur DSI.
- ✓ Indicateurs visuels (voyants, lignes vertes/rouges) de l'**état de la liaison** et du modem (OK / défaut).



### \*Imagerie des courbes de base de données

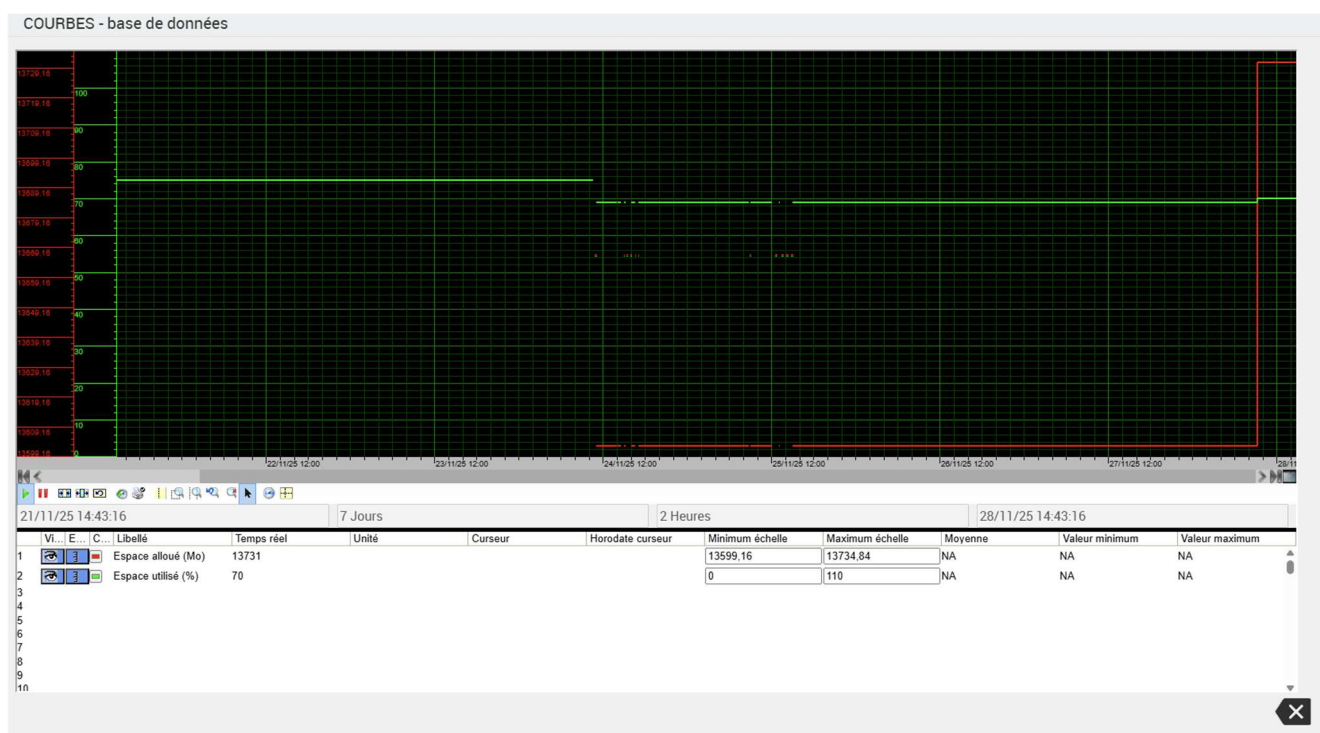
Depuis le cartouche "Base de donnée", un clic sur l'icône dédiée devra ouvrir une fenêtre de courbes PC Vue présentant l'évolution dans le temps au minimum des grandeurs suivantes :

- > **Espace alloué** de la base (Mo),
- > **Espace utilisé** (% ou Mo).

Exigences :

- > Affichage d'un **graphique temporel** avec légende des variables suivies.
- > Possibilité de sélectionner une **échelle de temps** (ex. 7 jours, 2 heures, 24 heures...), sur le modèle existant.
- > Tableau associé en bas de fenêtre indiquant pour chaque variable :
  - ✓ l'unité,
  - ✓ la valeur en temps réel,
  - ✓ les valeurs minimales et maximales de l'échelle,
  - ✓ les statistiques de base (minimum, maximum, moyenne si disponible).

Ce dispositif est complémentaire du chapitre "Base de données"; ici sont spécifiés uniquement les attendus d'affichage et d'imagerie.



### \*Vues réseau par campus – Automates et passerelles

Pour chaque campus disposant d'une GTC, l'entreprise devra créer une ou plusieurs pages de type :

#### « RÉSEAUX CAMPUS X – Partie n »

Ces vues présenteront l'infrastructure réseau des automates et passerelles du campus, structurée :

- > **par bâtiment** en colonnes,
- > puis **par automate / équipement** au sein de chaque bâtiment.

Exigences d'imagerie :

- > **En-tête par bâtiment**
  - ✓ Chaque colonne est titulée par le **code bâtiment** et son libellé



- ✓ L'ordre des colonnes devra suivre une logique cohérente (ex. numérotation des bâtiments ou plan d'implantation).

### ➤ Lignes d'automates / équipements

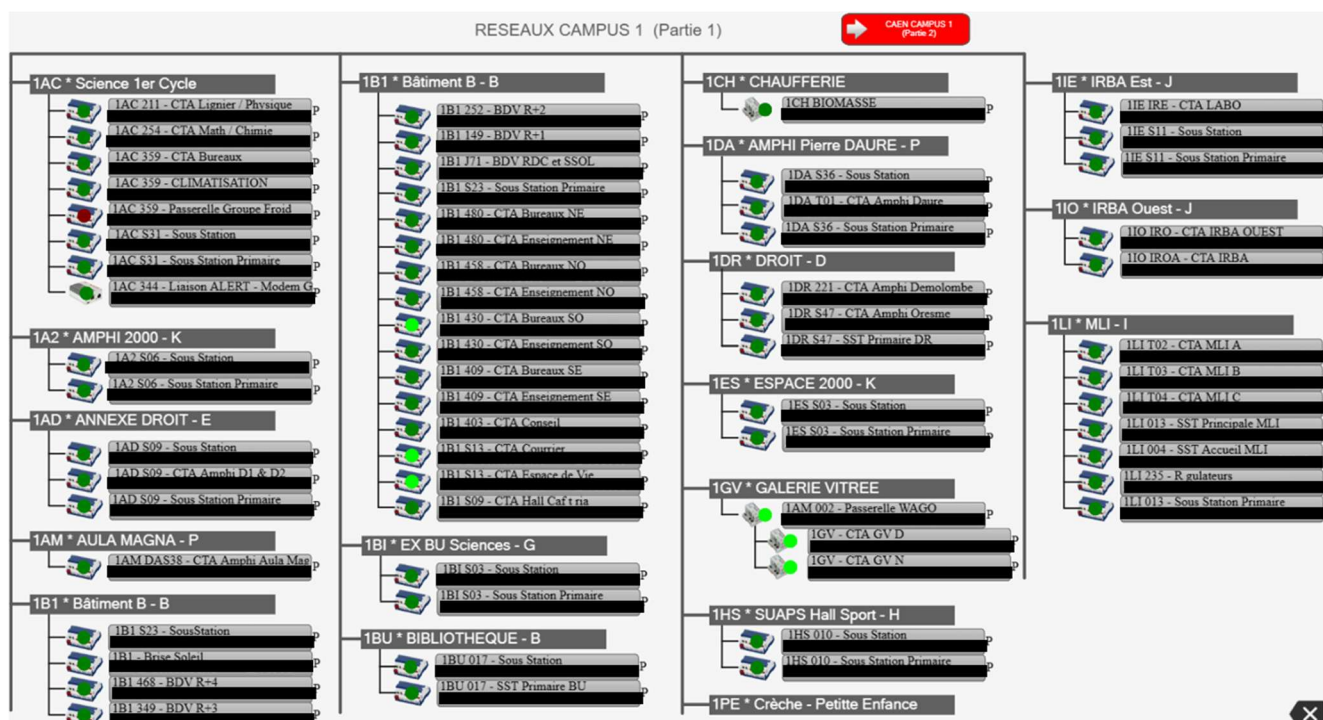
- ✓ Pour chaque automate, passerelle ou équipement de communication GTC, la vue réseau devra afficher à minima :
  - **Identifiant de l'automate** conforme à la codification UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE
  - **Fonction principale** (CTA Ligner / Physique, Sous-station primaire, Passerelle WAGO, liaison ALERT, etc.),
  - **Adresse IP** de l'équipement (masqué dans la capture),
  - **Adresse BacNet** de l'équipement (masqué dans la capture),
  - Un **voyant** indiquant son statut de communication.

### ➤ Navigation intra-campus

- ✓ Lorsque le nombre d'équipements nécessite plusieurs pages, des boutons du type "**CAMPUS X – Partie 1 / Partie 2**" seront fournis pour naviguer entre les pages.
- ✓ La structure (colonnes par bâtiment, lignes par automate) devra être identique sur l'ensemble des pages pour un même campus.

### ➤ Interactions

- ✓ Dans la mesure du possible, un clic sur un automate ou une passerelle pourra :
  - soit accéder à sa page web et à sa configuration.
  - soit afficher un panneau de diagnostic réseau spécifique.
- ✓ Cette fonctionnalité sera confirmée ou ajustée lors des études d'exécution, mais l'**imagerie devra être préparée pour ces interactions**.



### \* Extensibilité

À chaque création ou modification d'architecture (nouveau campus, nouveau bâtiment, ajout de passerelle, remplacement d'automate), l'entreprise devra :

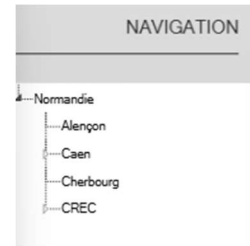
- **ajouter** les équipements concernés dans la vue réseau du campus correspondant,
- mettre à jour les adresses IP, libellés, fonctions et pictogrammes,
- conserver **strictement la présentation et le style** du modèle existant.

## **E. Panneau de navigation latérale gauche**

Un panneau fixe de navigation est présent en permanence sur la partie gauche des écrans.

### **\*Arborescence géographique**

- > Hiérarchie minimale :
  - ✓ Normandie
  - ✓ Alençon
  - ✓ Caen
  - ✓ Cherbourg
  - ✓ CREC
  - ✓ ... (Vire, Lisieux, Saint-Lô, etc.)
- > L'arborescence permet un accès direct à chaque site puis à chaque campus et/ou bâtiment lorsque les vues correspondantes existent.



### **\*Interaction**

- > Clic sur un élément de l'arborescence = accès à la vue correspondante.
- > Les sites ou campus non encore équipés de GTC devront apparaître **prédisposés** afin de faciliter les extensions ultérieures.

### **\*Informations complémentaires**

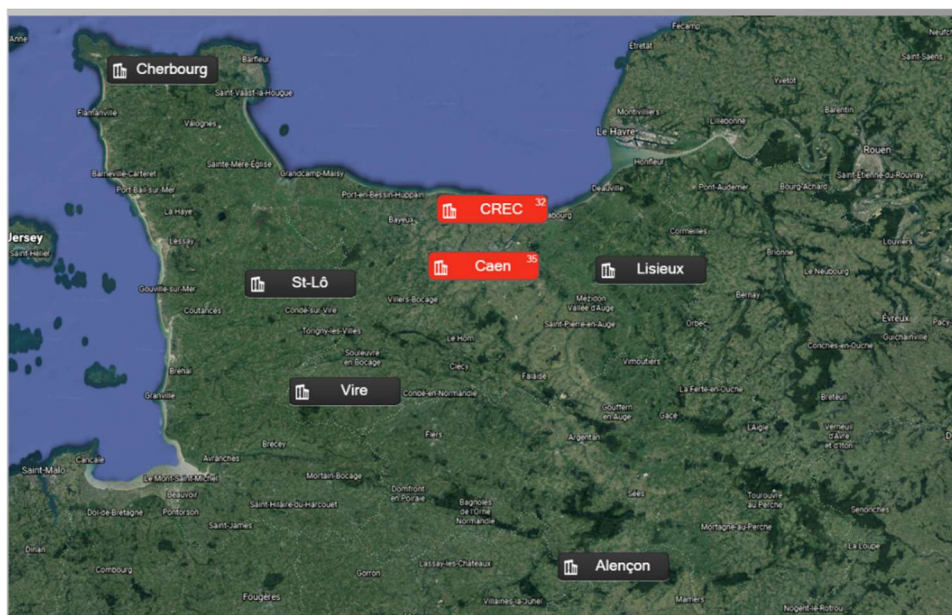
- > Affichage permanent de la **date** et de l'**heure** en pied de panneau.

28/11/25  
13:46:25

## **F. Hiérarchie des vues cartographiques**

### **\* Vue "Normandie" – Multi-sites**

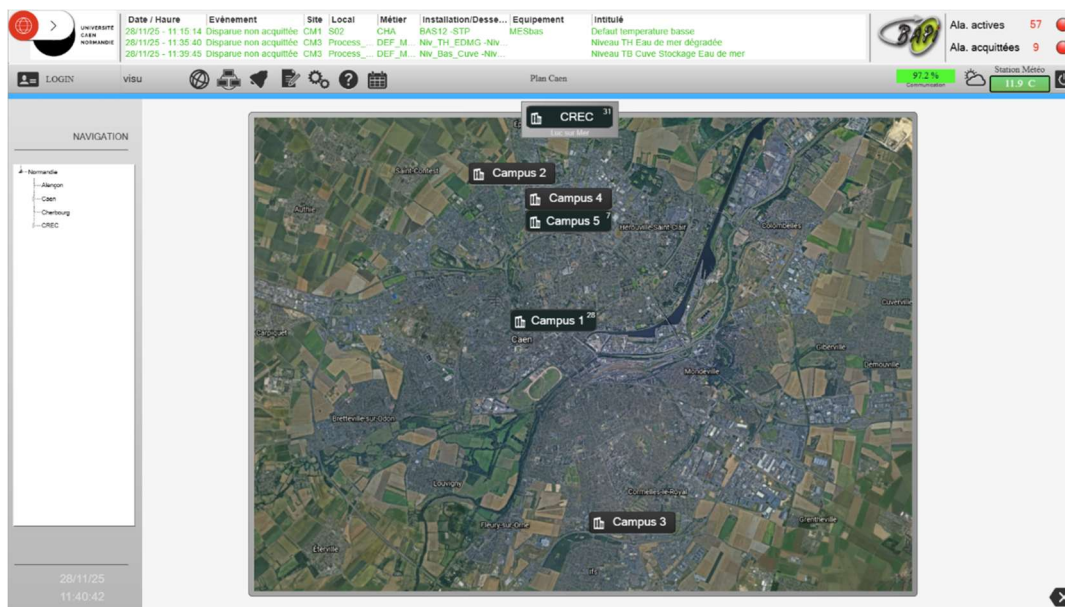
- > Vue initiale affichée lors de la connexion à la supervision.
- > Fond de carte : vue satellite du territoire normand.
- > Pour chaque site UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE :
  - ✓ Un panneau de type "étiquette" positionné géographiquement (Cherbourg, Caen, Saint-Lô, Vire, Lisieux, Alençon, CREC...).
- > Les sites **équipés de GTC** (ex. Caen, CREC) sont cliquables et peuvent changer de couleur en fonction de la présence d'alarmes.
- > Les sites non encore équipés apparaissent déjà positionnés mais restent non cliquables jusqu'à leur intégration.





### \* Vue "Caen – multi-campus"

- > Fond de carte : vue satellite de l'agglomération caennaise.
- > Affichage d'un panneau cliquable pour chaque campus : **Campus 1, 2, 3, 4, 5**
- > **Vues manquantes : campus Horowitz et campus 6**
  - ✓ Ces boutons devront être ajoutés à la vue (un campus = un bouton)
- > Les campus pour lesquels la GTC est opérationnelle (ex. Campus 1, Campus 5) sont **cliquables** et ouvrent la vue campus correspondante.
- > Les autres campus sont **prédisposés** (panneau déjà présent mais non cliquable en l'absence de GTC).



### \* Vue "Campus" – Synthèse bâtiminaire

Pour chaque campus équipé, l'entreprise devra réaliser une vue de synthèse reprenant les principes suivants :

- > Fond de vue :
  - ✓ Vue 3D ou image satellite détaillée du campus, permettant de repérer visuellement les bâtiments.
  - ✓ Représentation des bâtiments
- > Chaque bâtiment est représenté par un panneau rectangulaire indiquant :
  - ✓ Code bâtiment (ex. 1BU, 1PR, 1AC...),
  - ✓ Éventuellement l'intitulé simplifié (Bibliothèque, Droit, Sciences...).
- > Clic sur un panneau bâtiment = accès à la vue bâtiment.



### \* Widget "Niveau d'alarme"

- Présent sur la partie droite de l'écran.
- Permet de sélectionner un **seuil d'alarme** parmi 6 niveaux :
  - ✓ Très haut,
  - ✓ Haut,
  - ✓ Moyen,
  - ✓ Bas,
  - ✓ Très bas,
  - ✓ Aucun.
- Le niveau sélectionné sert de filtre d'affichage des alarmes sur le campus (affichage ou non de certains indicateurs, coloration des bâtiments...).



### \* Widget "État général" du campus

- Panneau récapitulatif indiquant, pour le campus considéré, le **nombre d'alarmes en cours** par grande famille :
  - ✓ Chauffage,
  - ✓ Climatisation,
  - ✓ Ventilation,
  - ✓ Process / Divers.
- Chaque ligne comporte un **indicateur lumineux (Rouge = alarme active / Vert = alarme non active)** et le **nombre d'alarmes actives** du domaine.
- Clic possible pour ouvrir la liste d'alarmes filtrée sur le domaine concerné.

Etat Général		Alarme en cours
	Chauffage	1
	Climatisation	1
	Ventilation	4
	Process / Divers	0

Détail Tableau

#### Alarmes En Cours

Bâtiment/Site : TOUT

Local : TOUT

Métier : CHA

Recherche Filtré

Installation : TOUT

Desserte : TOUT

Equipement : TOUT

Niveau de priorité : TOUT

Recherche Libre

Branche :

Intitulé :

En cours

Historique

Date / Heure	Evènement	Site	Local	Métier	Installation/Desserte	Equipement	Défaut
28/11/25 - 09:01:50	Présente no...	5PS	0163	CHA	Cascade - ChaudiereBois	DEF -	Défaut chaudière bois

Possibilité de cliquer sur l'alarme en cours pour obtenir le détail.

#### Détail de l'Alarme

##### Détail de l'alarme :

Intitulé

Site/Bâtiment

Local

Métier

Installation

Desserte

Adr. IP

Niveau

Default de communication

Organe

Variable

Automate

E-Mails

Priorité

ID Bacnet

Historique de l'alarme :

Acquitter

Enregistrer

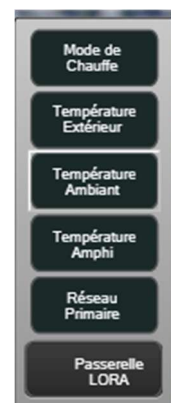
Annuler

Date / Heure	Evènement	USER
02/12/25 à 13:24:43	Présente non acquittée	
02/12/25 à 13:24:34	Disparue non acquittée	
02/12/25 à 05:04:57	Présente non acquittée	
02/12/25 à 05:04:48	Disparue non acquittée	
02/12/25 à 03:43:02	Présente non acquittée	
02/12/25 à 03:42:53	Disparue non acquittée	
02/12/25 à 01:01:57	Présente non acquittée	
02/12/25 à 01:01:48	Disparue non acquittée	
01/12/25 à 22:41:37	Présente non acquittée	
01/12/25 à 22:41:28	Disparue non acquittée	
01/12/25 à 14:18:31	Présente non acquittée	



### \* Menu de raccourcis fonctionnels campus

- Panneau vertical de boutons (généralement à gauche de la vue centrale) donnant accès aux vues thématiques suivantes :
  - ✓ **Mode de chauffe,**
  - ✓ **Température extérieure,**
  - ✓ **Température ambiante,**
  - ✓ **Température amphi,**
  - ✓ **Réseau primaire (seulement pour le campus 01, à ignorer pour les autres campus),**
  - ✓ **Passerelle LoRa.**
- Ces boutons doivent être clairement identifiés et conserver le même ordre et le même style graphique sur tous les campus.



## G. Vues fonctionnelles campus

### \* Vue "Mode de chauffe – campus"

Mode de  
Chauffe

Cette vue présente, sous forme de tableau, le **pilotage global du chauffage** par bâtiment.

#### ➤ Commande globale campus

- ✓ En haut de la page : bloc "Commande globale – Campus" comprenant :
  - **Mode de chauffe** : bascule Hiver / Été agissant sur l'ensemble des bâtiments, à l'exception des bâtiments explicitement exclus.
  - **Mode d'occupation campus** : Fermé / Auto / Ouvert, permettant d'imposer un mode global.
  - Les bâtiments exclus de la commande globale doivent être clairement identifiés (ex. mention "Exclus de la commande globale : ...").



#### ➤ Widgets par bâtiment

- ✓ Un widget par bâtiment, regroupant les équipements principaux du domaine chauffage pour ce bâtiment. Chaque widget comporte a minima :
  - Intitulé du bâtiment (code + nom),
  - Pour le bâtiment : sélecteur **Fermé / Auto / Ouvert**,
  - Sélecteur de **mode de chauffe Hiver / Été**,
  - Liste des installations pilotées (CTA principales, sous-station, etc.).
  - Pour chaque ligne (ex. sous-station, CTA), reproduction du triplet **F / A / O** indiquant le mode de fonctionnement.

The screenshot shows the 'COMMANDE GLOBALE - CAMPUS 1' interface. At the top, there's a navigation bar with 'LOGIN', 'visu', and various icons. Below this, the 'COMMANDE GLOBALE - CAMPUS 1' section is visible, featuring 'Mode de Chauffe' (HIVER / ETE) and 'Mode Occupation Campus' (FERME / AUTO / OUVERT) buttons. The main area is filled with building widgets, each representing a different part of the campus. Each widget includes a title (e.g., 'IAC \* Science 1er Cycle', 'IBU \* BIBLIOTHEQUE - B'), mode selectors, and a list of equipment with status indicators (F/A/O). The interface is organized into columns and rows, providing a comprehensive overview of the campus heating system.

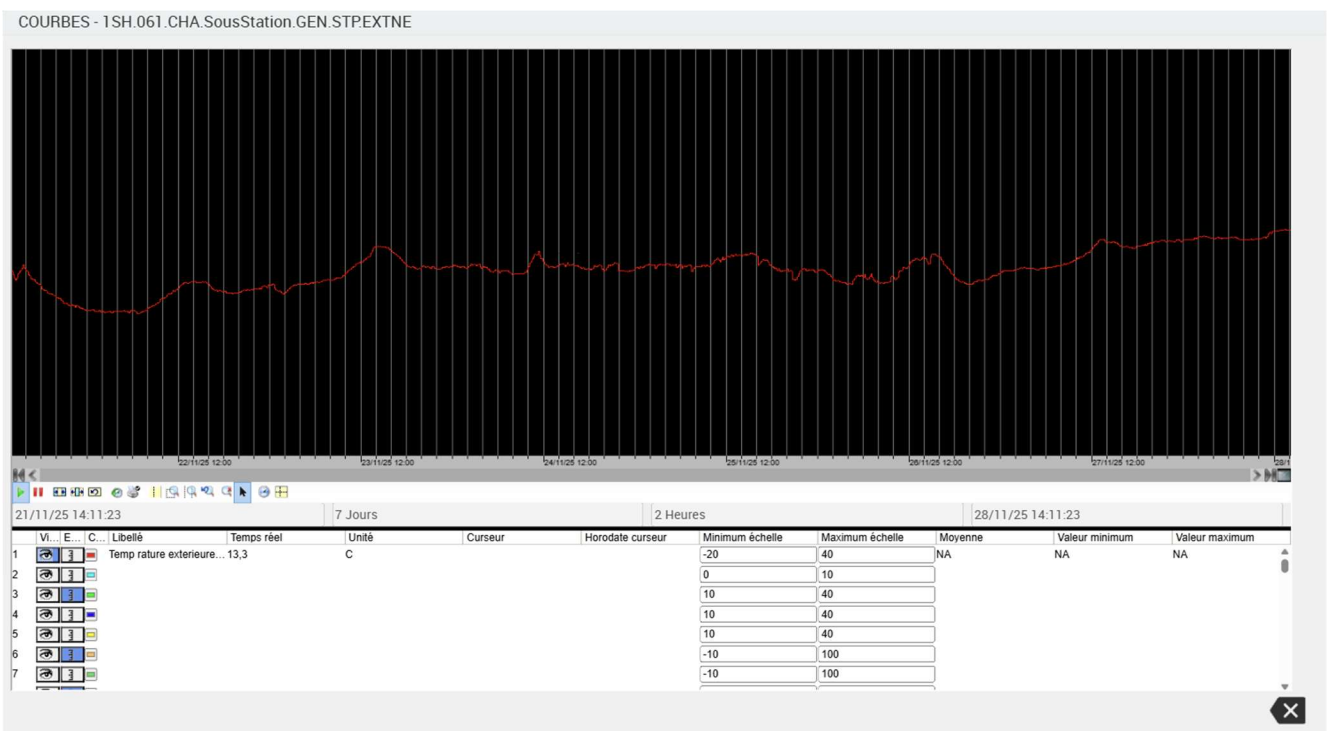


## Température Extérieur

- Vue cartographique 3D du campus identique à la vue de synthèse.
- Sur chaque bâtiment disposant d'une sonde extérieure associée, affichage d'un widget de type "étiquette verte" indiquant la **température extérieure mesurée**.



- Clic sur chaque étiquette :
- ✓ ouverture d'une **courbe de tendance** affichant l'historique de la sonde (température en fonction du temps),
  - ✓ ce comportement est **obligatoire** pour l'ensemble des sondes de température gérées dans la GTC (extérieures et ambiantes).



## Vue "Température ambiante – campus"

Température  
Ambiant

- Même principe d'affichage que pour la température extérieure, mais regroupant les sondes de **température ambiante** (zones, locaux, bâtiments).

- Chaque étiquette indique :
  - ✓ code de la zone / du local,
  - ✓ température ambiante mesurée.
  - ✓ Le logo radio devra être positionné au droit des sondes qui sont de type LoraWan



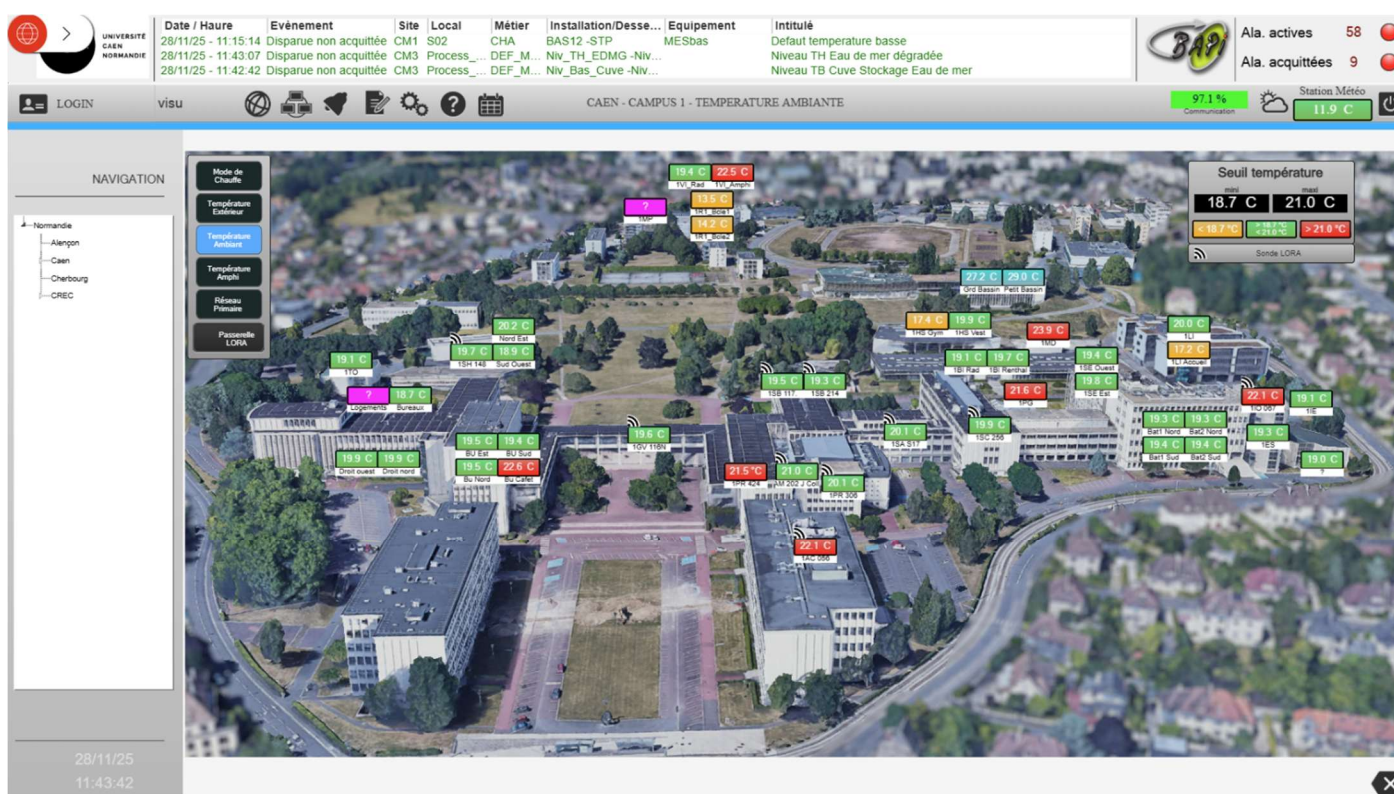
- La **couleur de fond** de l'étiquette doit refléter la position de la valeur par rapport à des seuils paramétrables :

- ✓  $T < T_{min}$  : couleur d'alerte basse = Orange
- ✓  $T_{min} \leq T \leq T_{max}$  : couleur normale = Vert
- ✓  $T > T_{max}$  : couleur d'alerte haute = Rouge
- ✓  $T = \text{non remontée}$  : couleur d'inconnu = Violet



- Un widget "Seuil température" positionné sur la vue permet de :
  - ✓ afficher les valeurs mini et maxi en vigueur ( $T_{min}$  /  $T_{max}$ ),
  - ✓ ajuster les seuils,
  - ✓ visualiser les légendes de couleur associées.

Comme pour les autres sondes, **un clic sur chaque étiquette** ouvre la courbe de tendance correspondante.





**\* Vue "Température amphi / CTA amphis"**

Température  
Amphi

- Même principe d'affichage que pour la température extérieure et ambiante, mais regroupant les sondes **des amphithéâtres**.
- Affichage des températures (T° ambiante) des CTA dédiées aux amphis.
- Affichage des sondes de qualité d'air des CTA dédiées aux amphis.
- Affichage des CTA en fonctionnement (Ventilateur vert = en marche / Ventilateur gris = en arrêt), logo cliquable vers la page de la CTA.
- Affichage des capteurs de présence (Pictogramme personne verte = présence / Pictogramme vide = pas de présence)
- Widgets supplémentaires :
  - ✓ réglage de **seuils de température** spécifiques,
  - ✓ réglage de **seuils de qualité d'air** (CO<sub>2</sub>, COV) lorsque les sondes sont présentes.



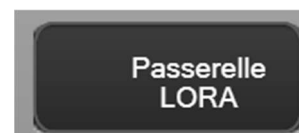
Les étiquettes prennent une **couleur** en fonction du respect de ces seuils, sur le même principe que la vue "Température ambiante".





## Vue "Passerelle LoRa / sondes LoRa"

Cette vue regroupe l'ensemble des **sondes LoRaWAN** du campus.



### > Tableau de synthèse

- ✓ Tableau à colonnes comprenant a minima :
  - Localisation (libellé modifiable),
  - Nom de variable / identifiant technique,
  - Température,
  - CO<sub>2</sub> (ppm) lorsque la sonde en est équipée,
  - Niveau de batterie (%),
  - Indicateur de défaut (point vert/orange/rouge).

### > Fonctionnalités

- ✓ Tri possible par colonne (localisation, température, CO<sub>2</sub>, batterie...).
- ✓ Clic sur la température ou CO<sub>2</sub> = accès à la vue de la courbe de tendance de la sonde associée.
- ✓ Les sondes en défaut de communication ou batterie faible doivent être **mises en évidence** visuellement (couleur spécifique et/ou symbole d'alarme).

Sondes LORA

Sondes LORA 1SC 302 - Defaut de comm LORA

Localisation (modifiable)	Nom variable	Température	CO2	Batterie	Def
1AC 056	1AC 075 CHA ResRegRad BatAcc	22.1 C		100.0 %	●
1AC Amph Lignier	1AC 211 VEN CtaDFTtAirNeuf AmpLignier	19.3 C	933 ppm	82.9 %	●
1AC Amph Physique	1AC 211 VEN CtaDFTtAirNeuf AmpPhysique	19.0 C	804 ppm	70.5 %	●
1AC Amph Chimie	1AC 254 VEN CtaDFTtAirNeuf AmpChimie	19.3 C	877 ppm	76.3 %	●
1AC Amph Math	1AC 254 VEN CtaDFTtAirNeuf AmpMath	19.8 C	626 ppm	75.0 %	●
SERVEUR 1AC5 soufflage (07-25)	1AM 210 CHA ResRegRad BatScienceA	19.9 C		100.0 %	●
1GV 116N	1GV 116N CHA ResRegRad BatGalVit	19.6 C		100.0 %	●
1IO 067	1IO 067 CHA ResRegRad BatIRO	22.1 C		100.0 %	●
1SD114 (ex SES03/SD017/PG004)	1PG 004 CHA ResRegRad BatPostGen	18.2 C		100.0 %	●
SERVEUR 1AC5 reprise (ex PG011) 11	1PG 006 CHA ResRegRad BatPostGen	22.2 C		100.0 %	●
1PG011 (ex 1PG013)	1PG 011 CHA ResRegRad BatPostGen	21.6 C		88.9 %	●
1PR 306	1PR 209 CHA ResRegRad BatP	20.1 C		100.0 %	●
1PR GF Depart	1PR TT FRD DEPEG PR	10.9 C		100.0 %	●
1PR GF Retour	1PR TT FRD DEPEG PR	11.6 C		100.0 %	●
1AM 202 J Collin	1PR 410 CHA ResRegRad BatP	21.0 C		100.0 %	●
1SA Amph Rouelle	1SA 113 VEN CtaDFTtAirNeuf AmpRouelle	18.8 C	754 ppm	80.9 %	●
1SA Amph Vauquelin	1SA 113 VEN CtaDFTtAirNeuf AmpVauquelin	18.9 C	672 ppm	79.1 %	●
1SA S17	1SA 119 CHA ResRegRad BatScienceA	20.1 C		100.0 %	●
Mes 1SA Amph Fresnel	1SA SAT03 VEN CtaDFTtAirNeuf AmpFresnel	18.1 C	551 ppm	77.3 %	●
1SA Amph Poincare	1SA SAT03 VEN CtaDFTtAirNeuf AmpPoincare	19.7 C	1138 ppm	76.3 %	●
1SB 117	1SB 212 CHA resRegRad BatScienceB	19.5 C		100.0 %	●
1SB 214	1SB 214 CHA resRegRad BatScienceB	19.3 C		100.0 %	●
1SC 256	1SC 256 CHA resRegRad BatScienceC	19.9 C		100.0 %	●
1SH 148	1SH 148 CHA resRegRad BatMRSH	19.7 C		100.0 %	●

## H. Vues bâtiment – Vue générale

### \*Principe

Pour chaque bâtiment intégré à la GTC, l'entreprise devra réaliser une vue générale bâtiment accessible :

- > depuis la vue **campus** par clic sur le panneau du bâtiment,
- > et/ou via l'arborescence de navigation latérale.

Cette vue a pour objectifs :

- > de donner une **vision synthétique** de l'état du bâtiment (alarmes, modes, automates),
- > d'offrir un **point d'entrée unique** vers toutes les vues détaillées du bâtiment (CTA, chauffage, plans par niveau, équipements spécifiques),
- > de rester **cohérente graphiquement** avec le modèle existant réalisé sur les campus 01.

Même pour les bâtiments simples (peu d'équipements), l'organisation et la philosophie devront rester identiques ; seuls le nombre de widgets et de liens contextuels pourra être réduit.

### \*Contenu visuel minimal

La vue générale bâtiment devra comporter au minimum les éléments suivants.

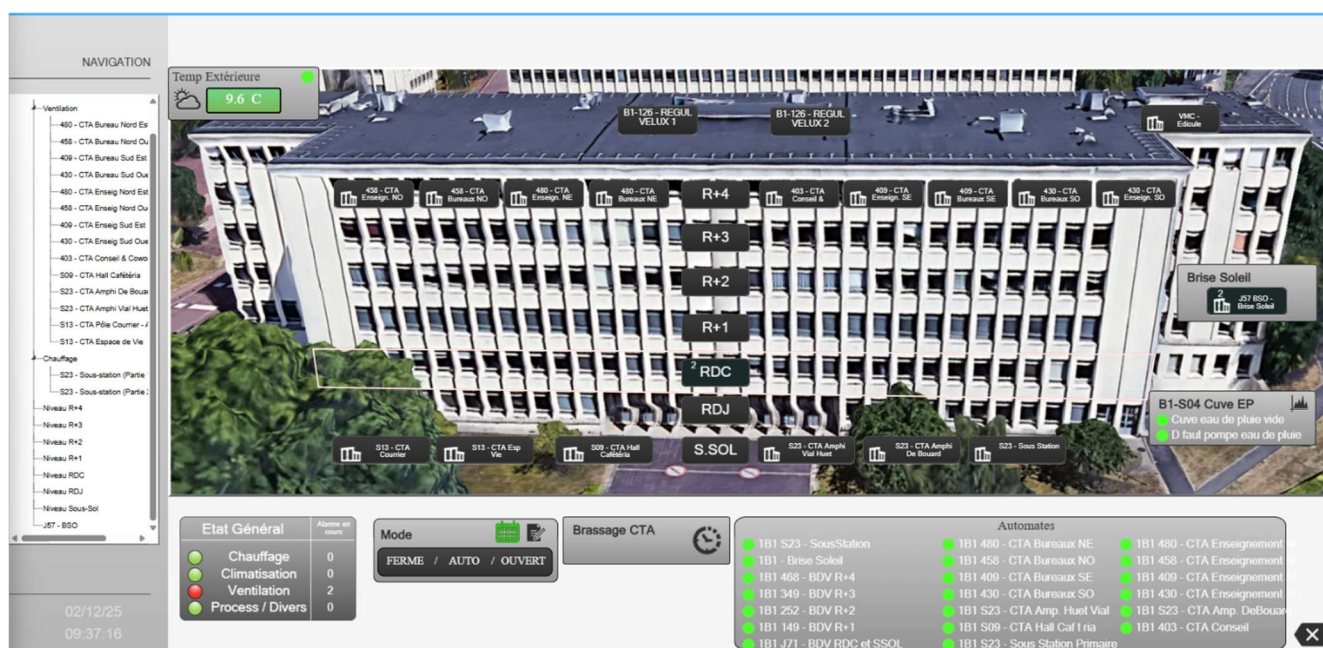
### \*Fond de vue – Image 3D du bâtiment

Utilisation d'une vue 3D ou pseudo-3D du bâtiment (type capture satellite/Street View) servant de support visuel principal.

Les CTA, chaufferies, équipements spéciaux sont positionnés sur cette vue sous forme de panneaux cliquables, repérés par :

- > le **code équipement** (selon la nomenclature UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE),
- > un libellé synthétique (ex. "CTA amphî", "Sous-station primaire").

Clic sur chaque panneau = accès au synoptique détaillé de l'équipement correspondant (CTA, sous-station etc.).



### \* Widget "Température extérieure bâtiment"

Bloc situé en partie haute de la vue, du type :

- > icône météo,
- > **valeur de température extérieure** en °C,
- > voyant d'état (vert si mesure valide, couleur spécifique en cas de défaut sonde).



Cette température correspond à la sonde extérieure de référence associée au bâtiment (ou au campus si sonde partagée).

### \* Widget "État général bâtiment"

Bloc similaire au widget "État général campus" déjà décrit, mais filtré au périmètre du bâtiment. Il indique au minimum, pour le bâtiment considéré, le nombre d'alarmes en cours par domaine :

- > Chauffage,
- > Climatisation,
- > Ventilation,
- > Process / Divers.

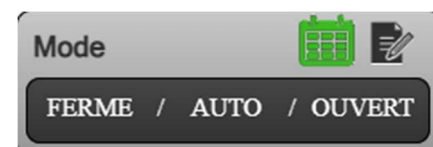
Etat Général		Alarme en cours
	Chauffage	0
	Climatisation	0
	Ventilation	2
	Process / Divers	0

Un compteur et un voyant par ligne (vert/rouge) permettent une lecture immédiate de la situation. Clic sur une ligne = ouverture de la liste d'alarmes filtrée sur le domaine et le bâtiment.

### \* Widget "Mode bâtiment – Calendrier"

Bloc de commande permettant de définir le mode d'occupation global du bâtiment :

- > **FERMÉ**,
- > **AUTO** (fonctionnement selon calendriers),
- > **OUVERT** (forçage de présence).



Le widget intègre un **accès aux calendriers** (icône de planning) permettant de paramétrer les horaires spécifiques du bâtiment (jours ouverts, week-ends, périodes de vacances, événements ponctuels).

Le mode bâtiment agit comme surcouches des modes locaux (CTA, chauffage...) selon la logique définie en programmation ; l'imagerie devra refléter clairement le mode actif.

Ce même bloc d'affichage devra être présent dans la vue globale du mode chauffe, telle que décrite précédemment.

### \* Widget "Automates du bâtiment"

Tableau ou cartouche listant l'ensemble des automates rattachés au bâtiment. Pour chaque automate, la vue doit afficher au minimum :

- > l'**identifiant** de l'automate (code normalisé UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE),
- > la **fonction principale** (Sous-station, CTA Bureaux, CTA Enseignement etc...),
- > un **voyant de communication** (vert = OK, rouge = perte de com / défaut).

Automates		
1B1 S23 - SousStation	1B1 480 - CTA Bureaux NE	1B1 480 - CTA Enseignement
1B1 - Brise Soleil	1B1 458 - CTA Bureaux NO	1B1 458 - CTA Enseignement
1B1 468 - BDV R+4	1B1 409 - CTA Bureaux SE	1B1 409 - CTA Enseignement
1B1 349 - BDV R+3	1B1 430 - CTA Bureaux SO	1B1 430 - CTA Enseignement
1B1 252 - BDV R+2	1B1 S23 - CTA Amp. Huet Vial	1B1 S23 - CTA Amp. DeBouar
1B1 149 - BDV R+1	1B1 S09 - CTA Hall Caf t ria	1B1 403 - CTA Conseil
1B1 J71 - BDV RDC et SSOL	1B1 S23 - Sous Station Primaire	

### \* Navigation à partir de la vue bâtiment

Toutes les équipements techniques (CTA, sous-station, chaufferie) desservant le bâtiment doivent être représentées par des panneaux cliquables positionnés sur la toiture ou en façade. Clic sur un l'équipement = ouverture de la vue détaillée.

L'Accès aux plans par niveaux, sur le côté de la vue ou directement sur le bâtiment, une pile de boutons par niveau du bâtiment doit être présente :

- S.SOL, RDJ, RDC, R+1, R+2, R+3, R+4, etc. selon la configuration réelle.

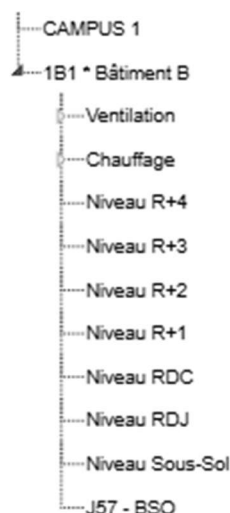
Clic sur un bouton de niveau = ouverture de la vue en plan du niveau correspondant. Pour intégrer un campus au système de supervision, il est conseillé d'avoir un plan des étages dès que des équipements de process, comme des sorbonnes, sont installés.

Si Le titulaire du présent marché juge qu'un plan d'étage est nécessaire pour une autre raison, la demande doit être validée par le maître d'ouvrage.

L'arborescence latérale gauche doit refléter cette organisation, avec au minimum :

- Rubrique **Ventilation** listant les CTA du bâtiment,
- Rubrique **Chauffage** listant les sous-stations / circuits principaux,
- Rubriques **Niveaux** (R+4, R+3, ..., Sous-sol),
- Éventuelles rubriques spécifiques.

Clic sur chacun de ces éléments doit mener à la vue détaillée correspondante, en cohérence avec les liens cliquables présents dans la vue 3D.



### \* Exigences de cohérence et extensibilité

Tous les bâtiments intégrés à la GTC devront reprendre cette structure de vue générale, même si certains ne disposent que d'un sous-ensemble de fonctionnalités.

Les libellés, pictogrammes et codes bâtiments/équipements devront respecter la nomenclature d'UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE.

L'entreprise devra s'appuyer sur les vues existantes fournies en Annexe 06 pour reproduire :

- la disposition générale,
- le style des widgets,
- la logique de navigation (bâtiment ↔ CTA ↔ chauffage ↔ plans).

À chaque ajout ou modification d'équipement sur un bâtiment, la vue générale devra être mise à jour pour rester le reflet fidèle de la situation réelle.



## **I. Vues en plan par niveau**

### **\*Objet et principe**

Pour chaque niveau d'un bâtiment supervisé (Sous-sol, RDJ, RDC, R+1, ...), l'entreprise devra réaliser une **vue en plan** permettant :

- > de **visualiser clairement l'architecture du niveau** (plans de locaux, circulations, salles techniques, amphis...),
- > d'identifier les **zones desservies par chaque CTA** ou système de traitement d'air,
- > de localiser les **sondes d'ambiance** et principaux équipements de confort (splits de climatisation, boîtes de débit, etc.),
- > d'offrir un **accès direct** :
  - ✓ soit aux vues techniques détaillées des gros équipements (CTA, sous-stations...),
  - ✓ soit à des **fenêtres d'information** pour les points ponctuels (sondes, splits...).

Chaque niveau du bâtiment pour lequel des équipements sont supervisés devra disposer d'une vue en plan dédiée.

### **\*Cadre commun des vues en plan**

Toutes les vues en plan devront reprendre un **cadre d'interface homogène**, comprenant au minimum :

#### > **Température extérieure**

#### > **Widget "État général"**

- ✓ Clic sur ce bloc = ouverture de la liste des alarmes correspondantes (voir chapitre : Hiérarchie des vues cartographiques ->Widget "État général" du campus)

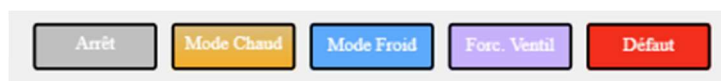


#### > **Code couleur des états**

- ✓ Une légende ou un rappel visuel de **codes couleur** affectés aux équipements, au minimum :
- ✓ **Gris** : zone / équipement à l'arrêt,
- ✓ **Orange** : mode chaud,
- ✓ **Bleu** : mode froid,
- ✓ **Violet** : ventilation forcée,
- ✓ **Rouge** : défaut.



L'entreprise devra reprendre strictement ces couleurs pour tous les plans lorsque ces états sont représentés.



#### > **Sélecteur de niveaux**

- ✓ Une pile de boutons (R+4, R+3, R+2, R+1, RDC, RDJ, S.Sol...) permettant de **changer de niveau** du bâtiment.
- ✓ Clic sur un bouton de niveau = affichage de la vue en plan correspondante.

Le niveau en cours est mis en évidence (ex. fond de bouton coloré en bleu).



**\*Représentation du plan et des zones**

**Fond de plan :**

Le fond de la vue est constitué d'un plan clair du niveau (plan d'architecte simplifié en noir et blanc) :

- ✓ cloisons, circulations, salles, locaux techniques, amphis, etc.,
- ✓ orientation (rose des vents) lorsqu'elle est disponible.

**Zones colorées :**

Lorsque cela est pertinent, les zones desservies par une même CTA sont représentées par un aplat de couleur :

- ✓ chaque CTA se voit attribuer une **couleur propre**, reprise :
  - sur la zone du plan,
  - dans le tableau récapitulatif des CTA
- ✓ les couleurs utilisées doivent rester lisibles et cohérentes (ex. orange, bleu, magenta, etc., comme sur l'exemple fourni).

La présence de zones colorées est recommandée mais pas obligatoire ; sur certains niveaux, le plan peut rester en noir et blanc avec uniquement des icônes d'équipements, sous réserve que :

- ✓ la lisibilité des locaux reste bonne,
- ✓ la logique CTA / zone soit clairement documentée dans le tableau de synthèse.

Les zones colorées doivent être cliquables pour accéder à la vue de la CTA correspondant à chaque zone desservie.







### \*Tableau récapitulatif des CTA et zones

En pied de vue, l'entreprise devra reprendre un **tableau récapitulatif** des CTA agissant sur le niveau, sur le modèle existant :

- > Le tableau comporte au minimum, pour chaque CTA :
  - ✓ **Désignation** (libellé + code CTA),
  - ✓ **État** (Arrêt / Auto / Marche, ou équivalent),
  - ✓ **Température reprise,**
  - ✓ **Température soufflage,**
  - ✓ **Débit reprise** (m<sup>3</sup>/h),
  - ✓ **Débit soufflage** (m<sup>3</sup>/h),
  - ✓ le **code couleur** associé à la zone sur le plan.

Dans le tableau récapitulatif des CTA, les lignes sont cliquables et donnent accès à l'équipement associé.

Désignation	Etat	Temp Reprise	Temp Soufflage	Débit Reprise	Débit Soufflage
 CTA Bureaux Sud-Est	AUTO	20.4 C	19.0 C	4472 m3/h	4750 m3/h
 CTA Bureaux Nord	AUTO	20.1 C	20.0 C	2427 m3/h	2138 m3/h
 CTA Bureaux Sud-Ouest	AUTO	20.9 C	19.0 C	5475 m3/h	6617 m3/h
 CTA Bureaux Nord-Ouest	AUTO	21.1 C	20.0 C	3294 m3/h	3210 m3/h

### \*Équipements représentés sur le plan et interactions

La vue en plan doit permettre de localiser et de consulter les équipements suivants :

#### > Gros équipements (CTA, sous-stations, chaufferie, etc.)

Représentés par des icônes cliquables avec :

- ✓ code équipement,

Clic sur l'icône = ouverture de la vue technique détaillée correspondante (synoptique CTA, schéma hydraulique de sous-station, etc.).

#### > Équipements ponctuels de confort

Exemples :

- ✓ Splits de climatisation,
- ✓ Sondes de température d'ambiance,
- ✓ Boîtes de débit,
- ✓ autres capteurs locaux.

Clic sur l'équipement = ouverture d'un pop-up d'information affichant en temps réel Il n'est pas exigé de disposer de synoptiques techniques complets pour ces petits équipements ; les pop-ups d'information sont jugés suffisants.

#### > Indicateur de maintenance

Certains équipements peuvent être signalés en maintenance (indisponibilité temporaire, travaux en cours) via une icône dédiée :

- ✓ symbole de main blanche entourée d'un cercle orange, ou équivalent,
- ✓ visible directement sur le plan à proximité de l'équipement concerné.



Cette indication doit être gérée comme un état spécifique et ne pas être confondue avec un défaut technique.



## **J. Imagerie CTA – Attendus minimum et cible idéale**

### **\*Principe général**

La vue CTA doit, a minima, permettre à l'exploitant de :

- > comprendre le **sens des flux d'air** (air neuf / soufflé / repris / extrait / rejeté),
- > voir **si la CTA fonctionne**, si elle est en défaut ou arrêt,
- > visualiser les **grandes valeurs de régulation** (température de soufflage, pression, éventuellement débit),
- > agir sur les **modes principaux** (arrêt, auto, marche).

Les vues CTA doivent s'inspirer du gabarit déjà en place sur Campus 1 :

- > Représentation complète de la chaîne de traitement, widgets de consignes, qualité d'air, free-cooling, accès aux courbes, planning d'inoccupation etc.

Pour les installations existantes, l'objectif est de se rapprocher autant que possible de ce modèle, dans la limite des points réellement disponibles.

Pour les installations neuves ou rénovées, l'entreprise devra viser conformité complète au modèle Campus 1.

### **\*Socle minimal commun à toutes les CTA**

Quel que soit le type de CTA (simple flux, double flux, avec ou sans récupération), la vue devra au minimum comporter :

#### **> Accès et identification**

- ✓ Accès à la vue CTA :
  - depuis l'arborescence (rubrique *Ventilation*),
  - depuis la vue en plan (clic sur la CTA),
  - depuis la vue bâtiment (icône CTA).
- ✓ Affichage clair du **nom de la CTA** et de son **code** (codification UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE).

#### **> Cadre d'interface minimum**

- ✓ **Température extérieure** (valeur + voyant d'état).
- ✓ **Mode d'occupation CTA** avec au moins :
  - FERME,
  - AUTO (avec accès à un calendrier de fonctionnement),
  - OUVERT (forçage marche).
- ✓ **Forçage global CTA** avec trois états :
  - Forçage arrêt,
  - Auto,
  - Forçage marche.
 (Éventuellement affichage "commutateur local sur AUTO" si présent.)
- ✓ **Automate et défaut général** :
  - nom de l'automate avec voyant de communication,
  - voyant de **défaut général CTA**.
- ✓ **Bouton de réarmement** des sécurités.
- ✓ **Lien documentaire** : au minimum un bouton permettant d'ouvrir l'**analyse fonctionnelle** de la CTA (PDF).



### **\*Schéma CTA minimal**

Au centre de l'écran, un schéma simple mais fidèle de la CTA montrant :

#### **> Le parcours de l'air :**

- ✓ Air Neuf → Traitement → Air Soufflé (et, pour les CTA double flux : Air Repris → Traitement → Air Rejeté).

#### **> Les organes principaux :**

- ✓ ventilateur(s) soufflage (et extraction si présent) animé(s),
- ✓ registres air neuf / air rejeté / recyclage (si existants),
- ✓ batterie chaude (et éventuellement froide),
- ✓ échangeur de récupération s'il existe (roue, plaques, batterie glycolée).

#### **> Attendus minimum sur ce schéma :**

- ✓ Pour chaque ventilateur :
  - si disponible, la **commande en %**.
- ✓ Pour la batterie de chauffage :
  - au moins une **température de soufflage** affichée à la sortie,
  - et si le point existe, la **position de la vanne** en %.
- ✓ Pour la régulation de soufflage :
  - **pression de soufflage mesurée** et **consigne** si les points existent,
  - ou à défaut, uniquement la consigne.
- ✓ Equipements spécifiques :
  - Sonde antigel avec voyant

Lorsque certains équipements (registre, échangeur, sonde) n'existent pas sur l'installation, ils ne sont pas représentés.

### **\*Mesures et consignes – Minimum / idéal**

#### **Minimum à afficher (toute CTA, dès que les points existent en GTC) :**

- > Température d'air soufflé (valeur).
- > Température d'air neuf (si sonde existante).
- > Pression de soufflage (mesurée) ou, à défaut, seulement la **consigne de pression**.
- > Éventuel débit d'air soufflé (m<sup>3</sup>/h) si le point est disponible.
- > Mode de fonctionnement (fermé / auto / ouvert, forçage arrêt/marche).
- > État défaut / OK CTA.

#### **Cible idéale (modèle Campus 1) :**

Sur les installations nouvelles ou bien équipées, la vue CTA devra tendre vers :

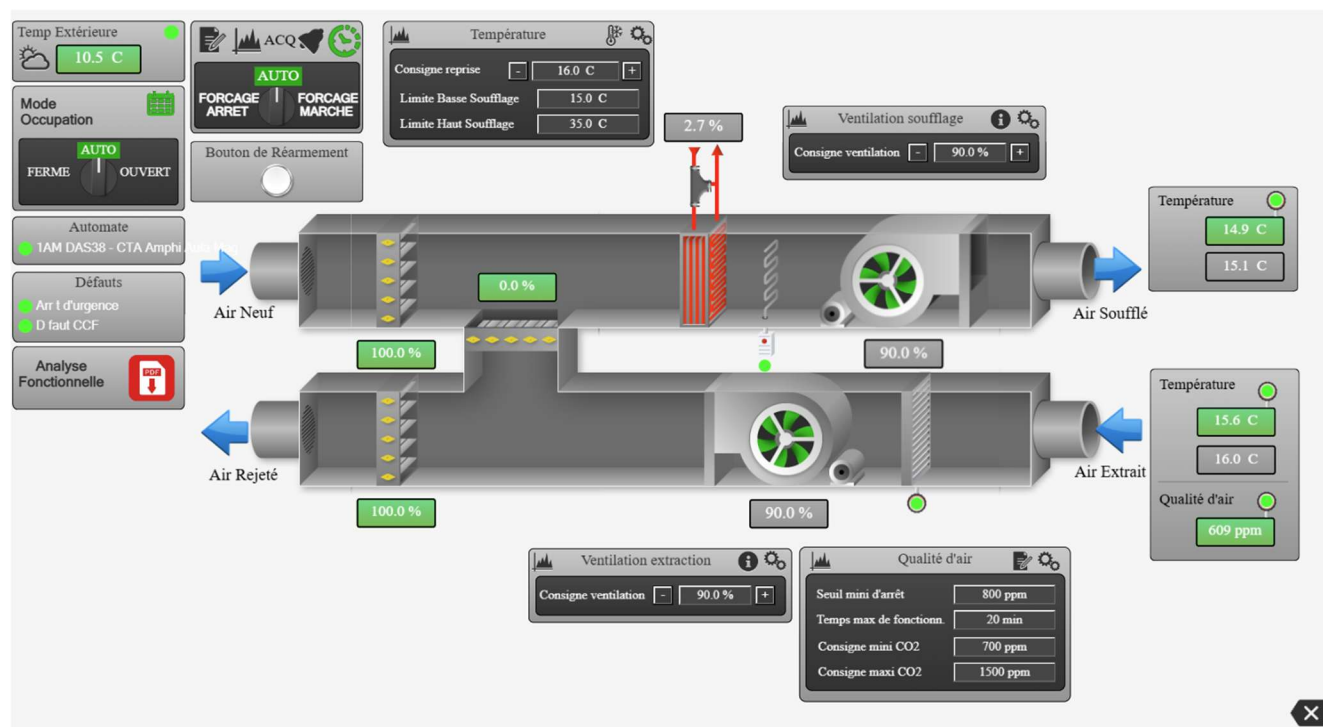
- > Affichage simultané de :
  - ✓ température air neuf,
  - ✓ température air soufflé,
  - ✓ température air extrait,
  - ✓ pression(s) soufflage / extraction,
  - ✓ débits soufflage / reprise,
  - ✓ taux d'ouverture des registres,
  - ✓ taux de récupération de l'échangeur.
- > Widgets de consignes dédiés :
  - ✓ "Température soufflage" (consigne réglable),
  - ✓ "Ventilation soufflage" (consigne pression),
  - ✓ "Ventilation extraction" pour les double flux.
- > Gestion de la **qualité d'air** :
  - ✓ tableau des maxima CO<sub>2</sub> par niveaux/ zones,
  - ✓ widget de paramétrage (seuil d'arrêt, temps max de fonctionnement).
- > Affichage de l'état **Free-cooling** (Actif / Inactif) lorsque la CTA en dispose.
- > Widget de **détection de présence** lorsque la fonction existe (temporisations marche/arrêt).
- > Accès direct aux **courbes de tendances** (températures, pressions, CO<sub>2</sub>, etc.) et à la **liste filtrée des alarmes CTA** via des icônes.

### \*Adaptation à l'existant

Pour les CTA déjà en place :

- > Le socle minimal décrit ci-dessus est exigé dès lors que les points correspondants sont disponibles en GTC
- > Lorsque certains points ne sont pas câblés ou pas exploitables (absence de sonde, pas de mesure de débit, etc.) :
  - ✓ l'entreprise n'est pas tenue de créer des widgets fictifs,
  - ✓ mais devra organiser le synoptique pour qu'il reste cohérent visuellement avec le modèle Campus 1 (même style, même logique de lecture).

Pour les CTA neuves ou lourdement rénovées, l'exploitant et la MOA viseront systématiquement la cible idéale.



## K. Imagerie – Ventilation Simple Flux (VMC / Extracteurs)

### \*Principe général

Le niveau d'information et de pilotage attendu sur la supervision doit rester **simple, lisible et homogène**, tout en s'alignant autant que possible sur le modèle déjà mis en œuvre sur **Campus 1**.

La vue doit permettre :

- > d'identifier immédiatement l'état de fonctionnement de la VMC (marche/arrêt/auto),
- > de piloter l'extracteur ou la VMC par les modes principaux,
- > de consulter la synthèse défaut si le matériel dispose de retour défaut,
- > d'accéder à la programmation horaire,
- > d'assurer la cohérence visuelle les autres organes du bâtiment.

### \*Accès à la VMC / Extracteur

Comme pour les CTA, plusieurs chemins d'accès doivent être possibles :

- > **Depuis la vue en plan**, lorsque l'équipement est positionné sur le plan.
- > **Depuis la vue bâtiment 3D**, lorsque l'implantation le permet (ex. édicules en toiture).

**\*Socle minimal obligatoire (toutes VMC / extracteurs)**

L'entreprise devra fournir, pour chaque équipement de type VMC / extracteur, **au minimum** les éléments suivants :

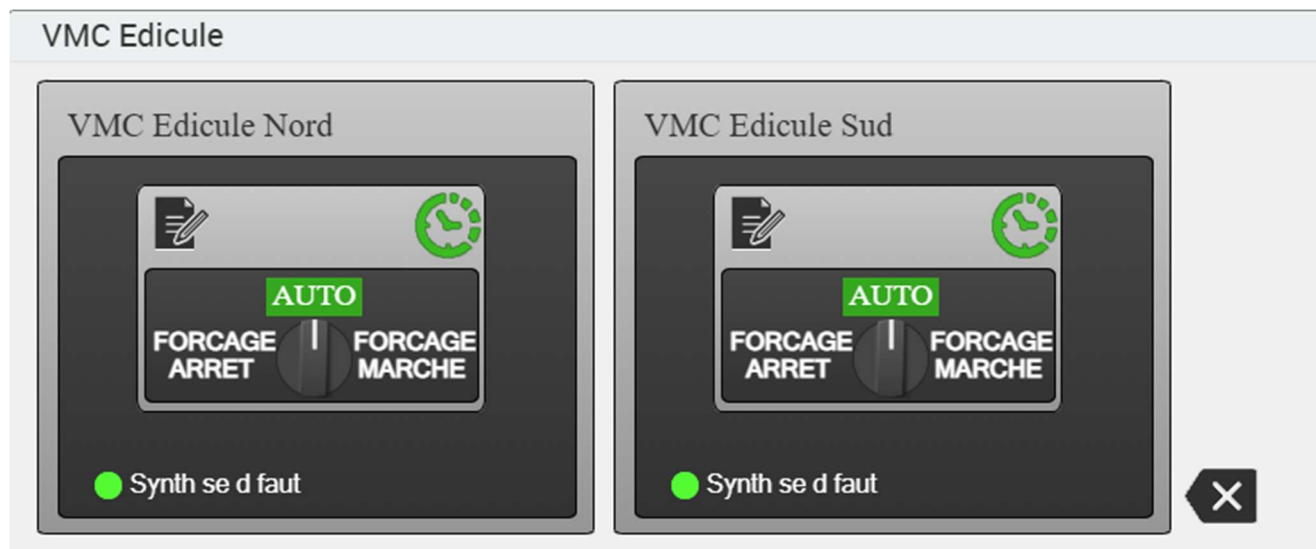
**Bloc de commande simple et obligatoire :**

- Commutateur 3 positions :
  - ✓ **FORÇAGE ARRÊT**
  - ✓ **AUTO**
  - ✓ **FORÇAGE MARCHÉ**
- Indication claire du mode actif (ex. voyant "AUTO" en vert).

**Programmation horaire :**

- Un bouton permettant d'accéder à la **programmation horaire** doit être présent.
- L'interface doit être identique à celle déjà déployée sur Campus 1 pour garantir l'homogénéité.

Ce bloc constitue l'élément indispensable de pilotage.



## **L. Imagerie chauffage – Chaufferie et générateurs**

### **\*Objet**

La présente section définit les attendus d'imagerie pour les chaufferies (générateurs de chaleur : chaudières gaz, bois, mixtes...), sur la base du modèle existant de la supervision d'UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE. L'objectif est que toute chaufferie existante ou future dispose a minima :

- > d'une vue synoptique claire du **schéma hydraulique primaire**,
- > d'un **pilotage simple des générateurs** (modes, cascade),
- > d'un accès aux **circuits secondaires** de chauffage,
- > d'un affichage des **défauts principaux** et des fonctions de sécurité.

Lorsque le matériel le permet, l'imagerie devra se rapprocher du niveau de détail du modèle Campus 1 (bi-énergie gaz/bois, gestion de cascade, permutation de pompes, etc.).

### **\*Accès à la vue chaufferie**

La vue chaufferie devra être accessible :

- > depuis l'**arborescence de navigation**, sous la rubrique *Chauffage* du bâtiment
- > depuis la **vue en plan** (clic sur l'icône chaufferie),
- > Possibilité depuis la **vue bâtiment 3D** (icône dédiée en toiture / local technique).

Un clic sur la chaufferie ouvre la vue synoptique générale des générateurs.

### **\*Cadre d'interface (bandeau gauche)**

Chaque chaufferie devra reprendre, sur la partie gauche, un cadre standard comprenant a minima :

- > **Température extérieure :**
  - ✓ widget commun à tout le site (valeur en °C + voyant d'état).
- > **Mode de chauffe :**
  - ✓ sélecteur HIVER / ÉTÉ agissant sur la stratégie globale de chauffage du bâtiment / campus.
- > **Mode d'occupation :**
  - ✓ sélecteur FERMÉ / AUTO / OUVERT, avec :
    - en mode AUTO, prise en compte d'un calendrier d'occupation (icône calendrier vert) permettant de définir les périodes d'inoccupation / réduction ;
    - ce calendrier sert à adapter le fonctionnement des générateurs et circuits secondaires.
- > **Bouton de réarmement :**
  - ✓ bouton poussoir pour réarmement des sécurités de chaufferie (si fonction disponible en GTC).
- > **Automate :**
  - ✓ cartouche indiquant le nom de l'automate (codification UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE) et l'état de communication (voyant vert/rouge).
- > **Défauts généraux chaufferie :**
  - ✓ cartouche "Général" listant les principaux défauts de sécurité communs (ex. manque d'eau, manque gaz...).
  - ✓ Chaque défaut est matérialisé par un voyant (vert = OK, rouge = défaut).
- > **Analyse fonctionnelle :**
  - ✓ bouton d'accès au PDF d'analyse fonctionnelle chaufferie.



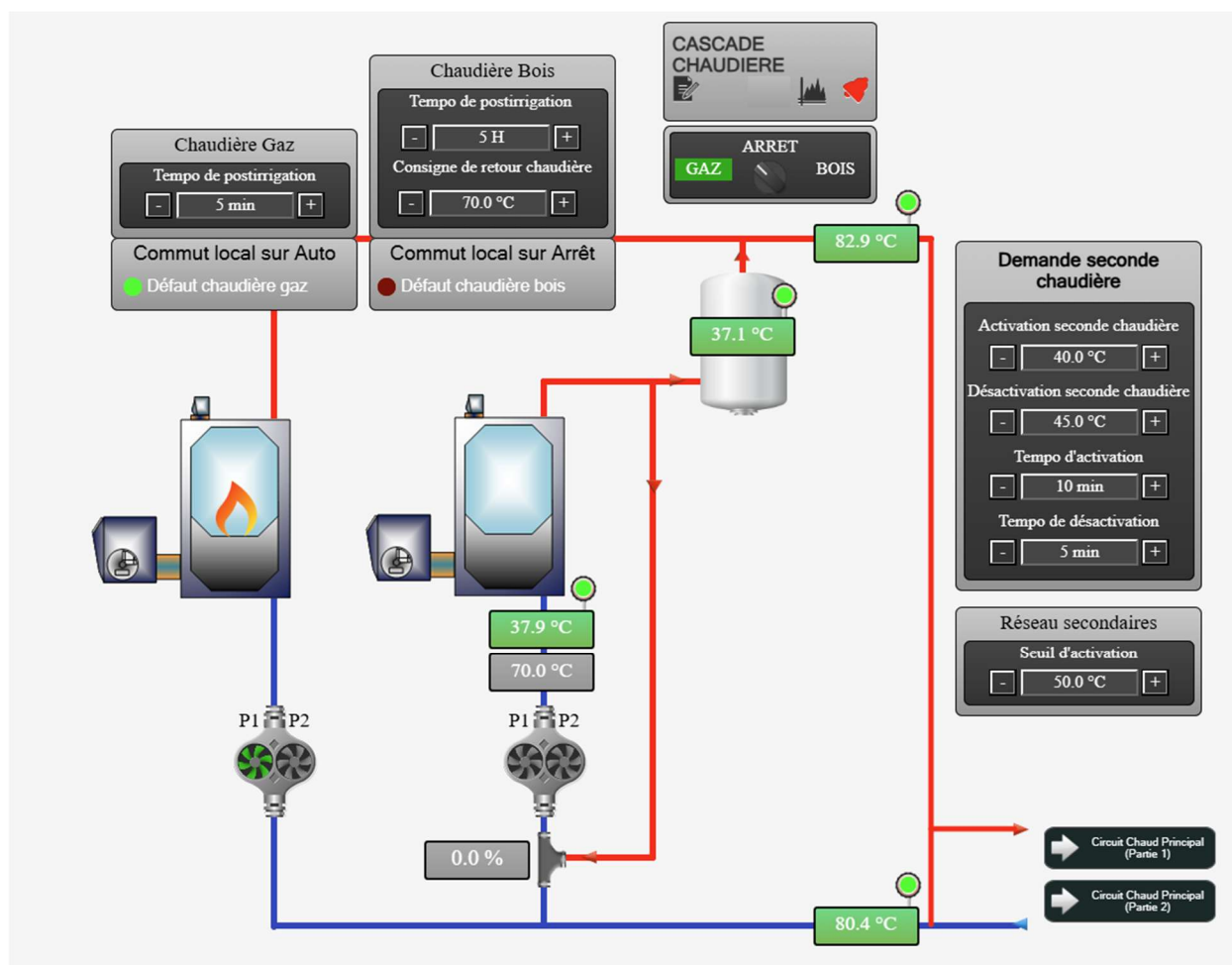
### \*Synoptique chaufferie – Générateurs

La zone centrale présente un schéma hydraulique simplifié de la production, respectant la réalité de l'installation :

- > **Chaudières représentées** par des icônes de générateur (cuve + brûleur),
- > **Températures de départ / retour** principales visibles sur le circuit primaire,
- > **Pompes primaires** associées à chaque chaudière (icônes de pompes doubles lorsque c'est le cas),
- > **Ballon(s) tampon** et collecteurs si présents.

Attendus d'imagerie :

- > Pour **chaque chaudière présente** (gaz, bois, autre) :
  - ✓ icône dédiée avec, lorsqu'elle est en combustion, l'affichage visible de la **flamme** (chaudière active) ;
  - ✓ une température associée (ex. **température retour chaudière** ou température ballon / départ primaire) affichée sous forme de pavé ;
  - ✓ un voyant ou cartouche "Défaut chaudière ..." (vert = OK, rouge = défaut).
- > Pour les **pompes primaires** :
  - ✓ représentation graphique de la pompe (ou des deux pompes pour un groupe double),
  - ✓ animation / couleur différenciée indiquant la **pompe en fonctionnement** (hélice verte animée) et la pompe à l'arrêt,
  - ✓ un bloc d'accès à la **page de réglage pompe double** lorsque la permutation automatique est gérée.
- > Schéma des **tuyauteries** :
  - ✓ tracé clair du **retour froid** (en bleu) et du **départ chaud** (en rouge),
  - ✓ indication des **températures clés** sur le départ principal et sur le retour général (si disponible).



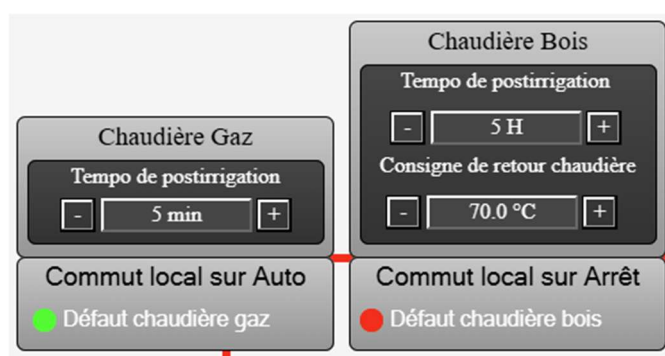
### \*Gestion des chaudières et cascade

Lorsque la chaufferie comporte plusieurs générateurs (ex. chaudière gaz + chaudière bois, ou plusieurs chaudières gaz en cascade), la vue doit intégrer :

- > Un bloc "**Cascade chaudières**" permettant de sélectionner le **type de générateur actif** ou le mode global (ex. GAZ / ARRET / BOIS).



- > Pour chaque chaudière, un widget paramétrique regroupant a minima :
  - ✓ **Tempo de post-circulation** ou de post-stratification (temps de fonctionnement des circulateurs après arrêt du brûleur),
  - ✓ **Consigne de retour chaudière** ou consigne de température spécifique, lorsqu'elle est réglée de cette manière.



- > Un bloc "**Demande seconde chaudière**" lorsque la stratégie d'exploitation prévoit le démarrage d'un deuxième générateur en fonction de la charge, comprenant :
  - ✓ **Seuil d'activation** (°C) de la seconde chaudière,
  - ✓ **Seuil de désactivation**,
  - ✓ **Temps d'activation** et **temps de désactivation** (temporisations), avec des boutons +/- pour ajustement des valeurs (par profil habilité).
- > Un bloc "**Réseaux secondaires – seuil d'activation**" permettant de définir la température minimum de départ à partir de laquelle les circuits secondaires peuvent être alimentés.



Sur les chaufferies plus simples (une seule chaudière sans cascade) :

- > La logique de cascade peut être réduite au strict minimum (activation/désactivation d'un second brûleur ou non implémentée),
- > Mais l'imagerie doit rester **compatible** avec le modèle : le bloc cascade peut être simplifié ou non affiché selon la configuration réellement installée.



### \* Pompes doubles – Page de détail

Lorsque des groupes de pompes doubles sont présents (ex. primaires chaudières), un clic sur la représentation de la pompe doit ouvrir une fenêtre d'information "Pompe double" comportant a minima :

- > **Gestion de permutation :**
  - ✓ commutateur Forçage Pompe 1 / AUTO / Forçage Pompe 2,
  - ✓ choix du type de permutation (Permutation temps ou Permutation jour),
  - ✓ réglage de l'intervalle de permutation (en heures) ou du jour / heure de permutation.
- > **État détaillé de chaque pompe (Pompe 1, Pompe 2) :**
  - ✓ voyant "Défaut disjonction",
  - ✓ voyant "Défaut discordance" (si géré),
  - ✓ compteur horaire de fonctionnement (en heures).

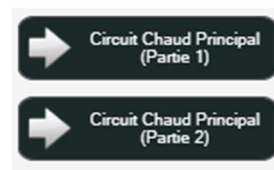
L'entreprise devra reprendre cette présentation pour tous les groupes de pompes doubles pour lesquels une permutation automatique est prévue.



### \* Lien vers les circuits secondaires

Depuis la vue chaufferie, des boutons de navigation devront permettre d'accéder aux circuits secondaires de chauffage.

- > Ces boutons sont positionnés sur le départ chaud principal.
- > Un clic ouvre la vue correspondante (réseaux secondaires, sous-stations, etc.).



### \* Adaptation aux différentes configurations

- > Si la chaufferie ne comporte qu'une **seule chaudière** (gaz ou bois seulement), la vue reprendra le même gabarit mais sans bloc cascade complexe :
  - ✓ une seule chaudière affichée,
  - ✓ les paramètres spécifiques à cette chaudière (consigne, tempo),
  - ✓ les pompes associées.
- > Si certaines informations ne sont pas disponibles (pas de mesure de température retour, pas de comptage horaire, etc.) :
  - ✓ l'entreprise n'est pas tenue de simuler des valeurs ;
  - ✓ les widgets correspondants sont simplement omis ou simplifiés, tout en conservant la **structure générale** du modèle Campus 1 (organisation de la chaufferie, logique de lecture, style graphique).

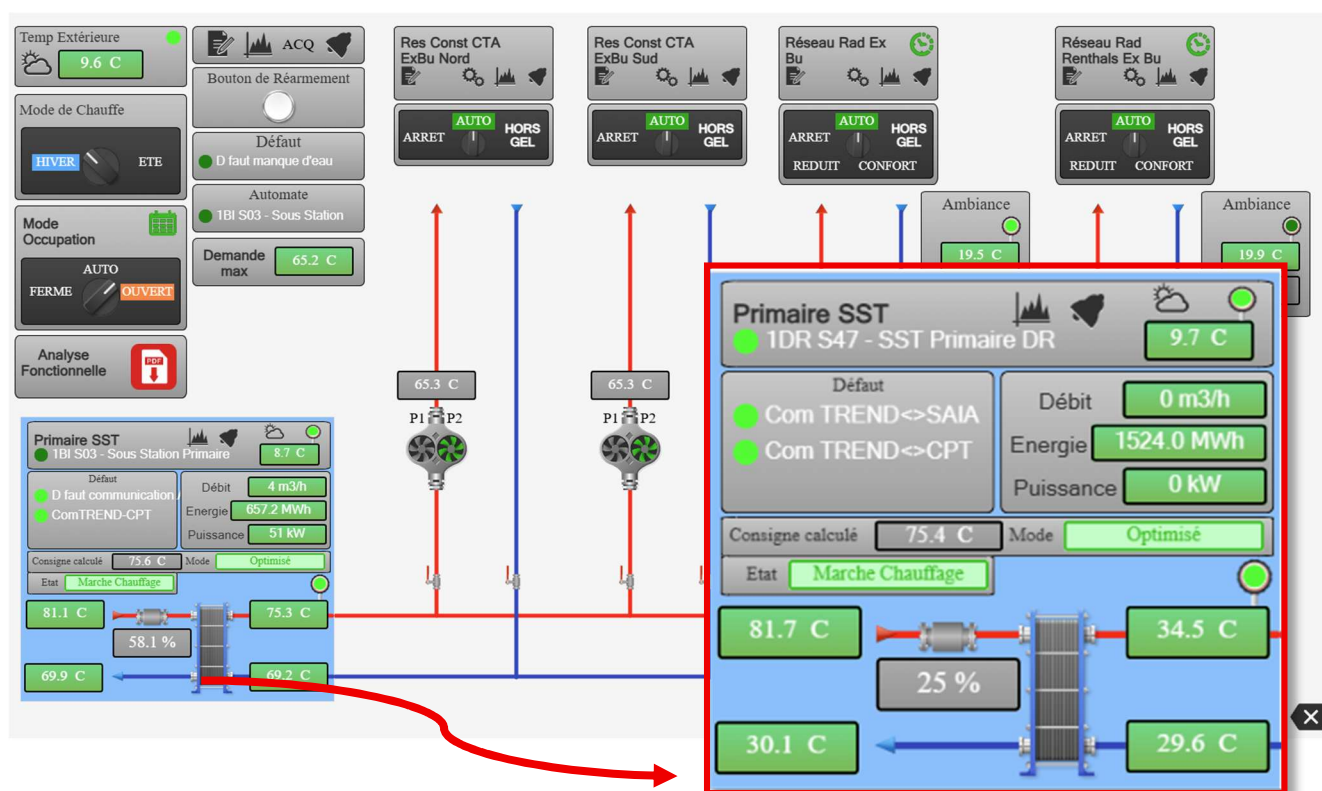
## **M. Imagerie chauffage – Sous-stations (échangeurs primaires)**

### **\*Principe et insertion dans la supervision**

Les sous-stations de chauffage (échangeurs sur réseau urbain ou réseau primaire de chaufferie centrale) sont représentées sous forme d'un **cartouche dédié**, intégré dans la vue des **réseaux secondaires** du bâtiment ou du campus. L'entreprise devra :

- reprendre le gabarit existant du Campus 1,
- créer un cartouche par sous-station raccordée au réseau chaud,
- permettre l'accès à ce cartouche :
  - ✓ depuis la vue réseaux secondaires,
  - ✓ depuis l'arborescence (rubrique Chauffage → Sous-station),
  - ✓ et, si possible, depuis la vue bâtiment / plan par clic sur la sous-station.

L'origine de la chaleur (réseau urbain, chaufferie centralisée, etc.) n'a pas besoin d'être représentée. La vue se concentre exclusivement sur l'échangeur et l'interface primaire / secondaire.



### **\*Socle minimum du cartouche "Sous-station"**

Pour chaque sous-station, le cartouche devra présenter, **au minimum**, les éléments suivants :

#### **Identification et état général :**

- Un widget en en-tête indiquant :
  - ✓ le **nom de la sous-station** (ex. "Primaire SST"),
  - ✓ le **code installation** et la désignation,
  - ✓ L'accès à l'historisation des alertes et alarmes.
- Un bloc "Défaut" indiquant au minimum :
  - ✓ **Défaut communication** (perte de com de l'automate dédié),
  - ✓ tout défaut global significatif.
  - ✓ Chaque défaut est matérialisé par un voyant (vert = OK, rouge = défaut).

### \* Informations de comptage et de performance :

Si un compteur d'énergie ou de débit est installé et raccordé à la GTC, le cartouche de sous-station devra afficher :

- > **Débit** primaire (m<sup>3</sup>/h),
- > **Énergie** cumulée (MWh) ou kWh,
- > **Puissance** instantanée (kW).

Ces informations sont à considérer comme **souhaitées** et à mettre en œuvre dès que les équipements sont présents après validation avec le maître d'ouvrage. Sur les sous-stations qui n'en disposent pas, ces champs peuvent être omis.

### Grandeurs de production et d'échange :

Autour du symbole d'échangeur, la vue devra afficher au minimum :

- > **Deux températures côté primaire** (réseau amont) :
  - ✓ température départ primaire,
  - ✓ température retour primaire.
- > **Deux températures côté secondaire** (réseau bâtiment) :
  - ✓ température départ secondaire,
  - ✓ température retour secondaire.

Ces quatre températures doivent être positionnées de manière claire autour de l'échangeur (haut/bas, gauche/droite), sur le modèle Campus 1. Lorsque la régulation le permet, seront également affichés :

- > la **consigne calculée** de température départ secondaire (°C),
- > la **position de l'organe de régulation** (vanne de régulation en %) pilotant l'échangeur.

### Widgets complémentaires liés à la sous-station :

Dans la vue globale où s'intègre le cartouche, certains widgets sont directement associés à la sous-station et doivent être prévus :

- > **Demande maximale :**
  - ✓ bloc affichant la **consigne maximale** de température de départ secondaire demandée par les réseaux. Cette valeur peut être calculée en fonction des circuits secondaires et sert de référence pour la régulation de l'échangeur.
- > **Mode / stratégie de régulation :**
  - ✓ champ "Mode" (ex. *Optimisé, Confort, Réduit...*) indiquant le type de loi de chauffe ou de stratégie en vigueur pour la sous-station.
- > **Température extérieure de référence :**
  - ✓ la température extérieure utilisée par la loi d'eau peut être rappelée dans le cartouche (valeur en °C).

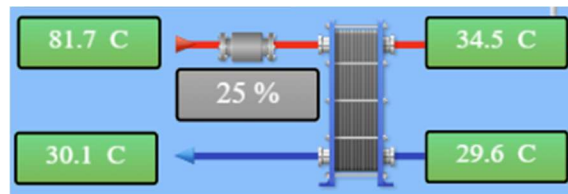


### \*Représentation graphique de l'échangeur

Le cartouche de sous-station doit contenir un schéma simplifié de l'échangeur, sur le modèle suivant :

- > échangeur représenté par un bloc vertical ou horizontal,
- > Circuit primaire (tuyaux rouges / bleus),
- > Circuit secondaire (tuyaux rouges / bleus),
- > flèches matérialisant le sens des flux,
- > pavés de températures positionnés aux points caractéristiques (départs / retours).

Lorsque la vanne de régulation ou la pompe primaire/secondaire sont pilotées en %, la position de commande doit être visible.



### \*Comportement et homogénéité

- > Toutes les sous-stations des futurs campus devront utiliser **le même gabarit d'affichage** :
  - ✓ même organisation du cartouche,
  - ✓ mêmes emplacements des températures,
  - ✓ même présentation des défauts et des valeurs de comptage.
- > Pour les **sous-stations existantes**, l'entreprise devra implémenter au minimum :
  - ✓ l'identification du poste,
  - ✓ les 4 températures (départ/retour primaire & secondaire) dès que les sondes existent,
  - ✓ au moins un état global (Marche/Arrêt/Hors gel) et les défauts principaux.
- > Dès que des compteurs d'énergie et de débit sont disponibles, le modèle Campus 1 (Débit / Énergie / Puissance / consigne calculée) devra être appliqué.

## **N. Imagerie chauffage – Réseaux secondaires de chauffage**

### **\*Principe général**

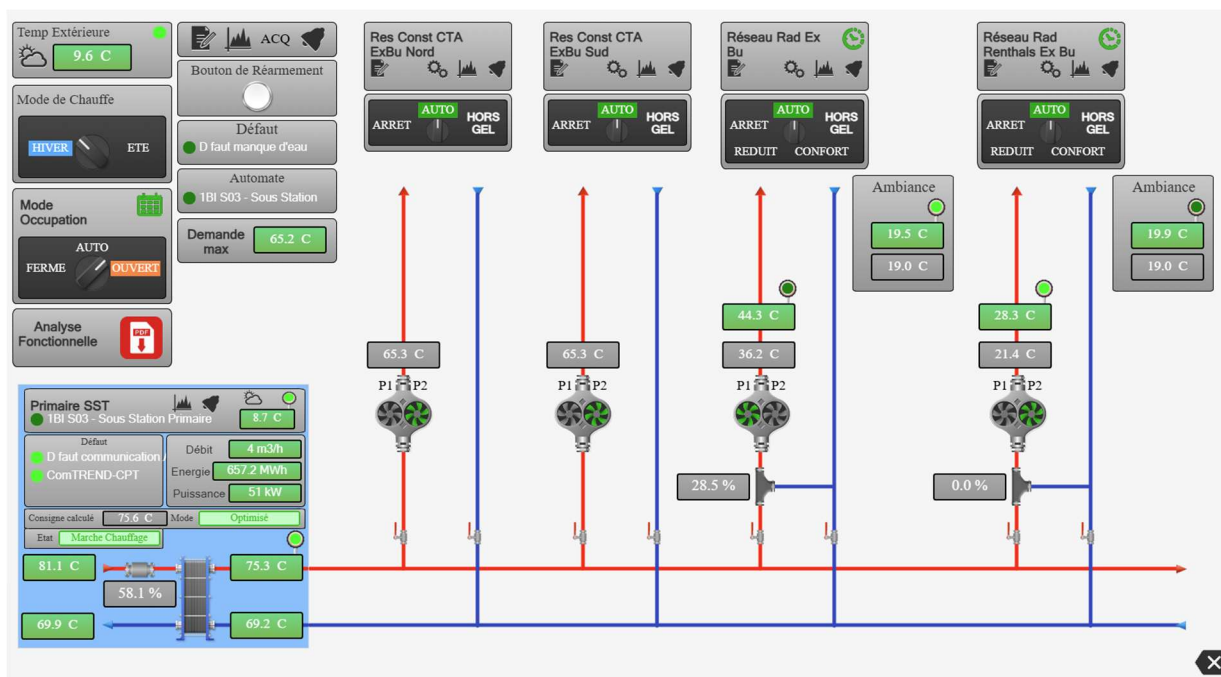
Les réseaux secondaires regroupent l'ensemble des **départs chauffage** issus d'une chaufferie ou d'une sous-station :

- > réseaux constants CTA,
- > réseaux radiateurs,
- > réseaux panneaux (bureaux, amphis...),
- > réseaux poutres froides / chaudes, etc.

L'objectif de l'imagerie est de permettre à l'exploitant, sur une même vue :

- > d'identifier chaque **réseau secondaire** et son **mode global** (Arrêt / Auto / Hors gel / Réduit / Confort),
- > de visualiser la **température de départ** de chaque réseau, la **consigne** associée et, lorsque c'est pertinent, la **température d'ambiance de référence**,
- > de voir l'**état des pompes** et de la **vanne de mélange** de chaque réseau (position en %),
- > d'accéder, par clic, aux **paramètres de pompe double** (permutation, protection antigel, défauts).

Les futures réalisations devront se caler autant que possible sur les vues types du Campus 1.



### **\*Organisation générale de la vue "réseaux secondaires"**

- > Accès à la vue :
  - ✓ depuis la **chaufferie**,
  - ✓ depuis l'**arborescence** dans la rubrique *Chauffage* → *Distribution*
  - ✓ depuis la sous-station (même vue).
- > La vue comporte :
  - ✓ à gauche : le **cadre standard** déjà défini (T° extérieure, Mode de chauffe, Mode d'occupation + calendrier, bouton de réarmement, Automate, Analyse fonctionnelle),
  - ✓ en bas ou en coin : l'**encadré de sous-station** (déjà décrit dans le chapitre "Sous-stations"),
  - ✓ au centre : les **réseaux secondaires** présentés sous forme de **colonnes verticales** (départ rouge, retour bleu).
- > Pour des raisons de lisibilité, il est recommandé de **limiter à 5 départs de chauffage par vue**. Si le nombre de réseaux secondaires est supérieur, plusieurs vues devront être créées (Partie 1, Partie 2, etc.), sur le même modèle.

### \*Socle minimal par réseau secondaire

Chaque réseau secondaire (colonne rouge/bleue) doit, au minimum, comporter les éléments suivants.

#### En-tête de réseau :

Un widget en haut de colonne, de type : "Réseau Constant CTA", "Réseau Radiateurs", "Réseau Panneaux Bureaux", etc. Avec :

- > icônes standards alignées sur le modèle Campus 1 pour accéder au : consignation, information, courbes et alarme;
- > Pour chaque réseau d'émission, il devra avoir un bouton d'accès à la programmation horaire du circuit (icône horloge verte).
- > un bloc "**Commutateur local sur AUTO**" incluant le **mode global** du réseau.



#### États minimums à gérer :

- > Pour les réseaux **constants** (CTA, galeries, etc.) :
  - ✓ **ARRÊT,**
  - ✓ **AUTO,**
  - ✓ **HORS GEL.**
- > Pour les réseaux **d'émission** (radiateurs, panneaux, etc.) :
  - ✓ **ARRÊT,**
  - ✓ **RÉDUIT,**
  - ✓ **CONFORT,**
  - ✓ **HORS GEL.**



Le mode actif doit être clairement mis en évidence (fond vert)

### \*Températures départ / consigne

Sur chaque départ (tuyau rouge) du réseau :

- > un pavé vert affichant la température de départ mesurée (°C),
- > un pavé gris juste en dessous affichant la consigne de départ de ce réseau (°C).

Ces valeurs sont obligatoires dès lors que les points existent en GTC. Si le réseau est régulé uniquement en "tout ou rien" sans consigne de température, seul le pavé de température mesurée sera affiché.

### \*Pompes et vannes de mélange

- > représentation d'un **groupe de pompes** (souvent une pompe double P1/P2) sur le retour ou en pied de colonne, avec :
  - ✓ icône de pompe animée (hélice verte) pour la **pompe en service**,
  - ✓ pompe grisée pour la pompe à l'arrêt ;
- > un pavé **en %** indiquant la **position de la vanne de mélange** ou de l'organe de régulation du réseau.

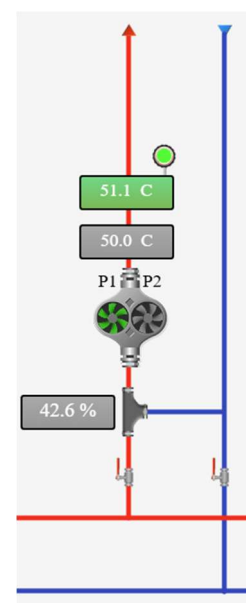
Toutes les **pompes de réseau sont cliquables** :

un clic ouvre la fenêtre "Réglage pompe double" décrite ci-après. Lorsque le réseau ne dispose pas de vanne modulante (simple on/off), le pavé % peut être omis.

#### Température d'ambiance de référence (si sonde disponible)

Pour les réseaux qui pilotent une zone représentative (amphi, galerie, bureaux...), un widget "**Ambiance**" doit être ajouté au-dessus du réseau, comprenant :

- > la température ambiante mesurée (°C),
- > la consigne d'ambiance (°C),
- > un pictogramme de communication (par exemple symbole radio / LoRa) indiquant l'état du lien avec la sonde.





## > Indicateur de maintenance

Certains équipements peuvent être signalés en maintenance (indisponibilité temporaire, travaux en cours) via une icône dédiée :

- ✓ symbole de main blanche entourée d'un cercle orange, ou équivalent,
- ✓ visible directement sur le plan à proximité de l'équipement concerné.



Cette indication doit être gérée comme un état spécifique et ne pas être confondue avec un défaut technique.

## Fenêtre "pompe double – réseau secondaire"

Un clic sur le groupe de pompes d'un réseau secondaire ouvre une fenêtre réglage de la pompe, qui doit comporter au minimum :

### Gestion de permutation :

- > commutateur FORÇAGE POMPE 1 / AUTO / FORÇAGE POMPE 2,
- > choix de la logique de permutation :
  - ✓ permutation sur temps (fonction des heures de fonctionnement),
  - ✓ permutation sur jour fixe (jour + heure),
- > paramètre "Intervalle de permutation" (en heures),
- > paramètres jour / heure pour la permutation calendrée.

### Protection antigel du circuit :

Un bloc "Température" dédié au **gel du circuit** devra afficher :

- > **Température de démarrage** de protection gel (°C),
- > **Température d'arrêt** de protection gel (°C),
- > **Température de "non chauffe"** (°C) définissant le seuil au-delà duquel le réseau n'a plus à chauffer.

### État détaillé des pompes :

- > un bloc "Pompe 1" et un bloc "Pompe 2" indiquant, pour chacune :
  - ✓ Défaut disjonction,
  - ✓ Défaut discordance,
  - ✓ Compteur horaire de fonctionnement (h).

Ces blocs doivent reprendre les mêmes conventions d'affichage que pour les pompes de chaufferie.

INFORMATION - 1SH.157.CHA.ResRegRad.MRSH

Réglage Pompe Double

Gestion Permutation

FORÇAGE POMPE1 **AUTO** FORÇAGE POMPE2

Permutation Temps Permutation Jours

Permutation sur différence de temps

Intervalle de permutation 100 h

Permutation au jour

Jour : Lundi Heure : 12

Température

Protection Gel Circuit

Démarrage 12.0 C

Arrêt 13.0 C

Température de Non Chauffe 18.0 C

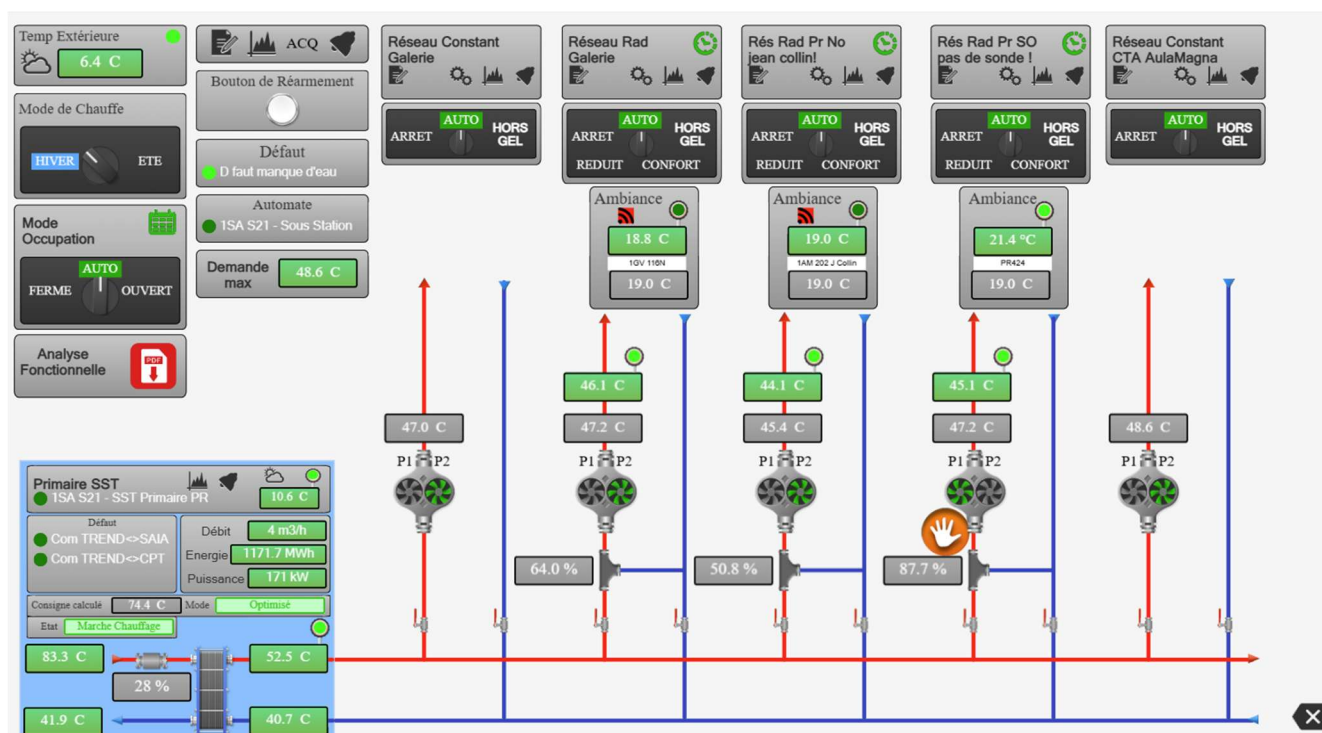
Pompe Double

Pompe 1	Pompe 2
● D faut disjonction pompe 1	● D faut disjonction pompe 2
● D faut de discordance pompe 1	● D faut de discordance pompe 2
Cpt Horaire 6657 H	Cpt Horaire 6671 H



### \*Homogénéité et adaptation à l'existant

- Tous les réseaux secondaires d'un même site devront être présentés avec **le même gabarit** de colonne :
  - ✓ même position des en-têtes, des pavés de température, des pompes, des pourcentages de vannes,
  - ✓ mêmes couleurs (rouge départ, bleu retour, verts pour mesures OK, etc.).
- Pour les **installations existantes** :
  - ✓ l'entreprise mettra en place, au minimum, pour chaque réseau :
    - le widget de mode (Arrêt / Auto / Hors gel / Réduit / Confort selon le cas),
    - la température de départ,
    - l'état de pompe (Marche/Arrêt) et la sélection P1/P2 si groupe double,
    - la position de vanne si le point est disponible,
    - l'accès à la fenêtre "pompe double" quand une permutation existe réellement.
  - ✓ les cartouches "Ambiance" seront ajoutés dès qu'une sonde d'ambiance de référence est disponible sur le réseau.
- Pour les **réseaux secondaires nouveaux ou rénovés**, la cible est de **reproduire intégralement** le comportement et les informations visibles sur les exemples Campus 1, y compris :
  - ✓ protection antigel paramétrée,
  - ✓ consignes de départ affichées,
  - ✓ cartouches Ambiance,
  - ✓ symbole de maintenance sur les départs concernés.



## **O. Imagerie climatisation – Groupes froids**

### **\*Principe**

L'imagerie des groupes froids a pour objectif de présenter, sur une vue synthétique :

- > l'**état global** de la production de froid ;
- > les **défauts principaux** (généraux et par circuit frigorifique) ;
- > les **mesures clés** (températures eau glacée départ/retour, pressions, éventuelles températures de condensation/succion) ;
- > les **capacités mises en service** et les **temps de fonctionnement** des circuits.

Les vues devront être calquées autant que possible sur les modèles existants des campus 1 et 5. Lorsque certains signaux ne sont pas disponibles sur les groupes froids existants, l'entreprise devra afficher a minima les informations réellement accessibles, en conservant la même logique de présentation.

### **\*Accès à la vue "Groupe froid"**

La vue de chaque groupe froid devra être accessible :

- > via l'**arborescence de navigation**, rubrique *Climatisation* du bâtiment;
- > Via la vue en plan ou bâtiment.

Un clic ouvre la vue dédiée au groupe froid considéré.

### **\*Cadre commun**

En cohérence avec les autres vues de production, les éléments suivants sont repris systématiquement :

- > **Température extérieure** (widget standard du site) ;
- > **Automate** associé au groupe froid (nom + voyant de communication) ;
- > **Bouton "Analyse fonctionnelle"** permettant d'ouvrir le PDF AF du groupe froid.

Selon le type de groupe froid, l'état général est présenté sous l'une des formes suivantes :

- > Bloc « État groupe froid » :
  - ✓ texte « MARCHE / ARRÊT / ARRÊT COMMANDE »,
  - ✓ **capacité totale** en % (taux de charge global de la machine),
  - ✓ **consigne eau glacée** (°C).

ou

- > Bloc « **ÉTAT GÉNÉRAL – Commut local sur Auto** » :
  - ✓ commutateur local MARCHE / ARRÊT,
  - ✓ indication d'état (« Marche », « Arrêt », etc.).

### **\*Défauts généraux**

Un widget « Défaut groupe froid » ou « DÉFAUT GÉNÉRAL » est présent sur chaque vue, avec voyants listant au minimum :

- > défaut de **communication** groupe froid,
- > défaut groupe froid (alarme générale),
- > défaut **cordon chauffant** (si présent),
- > défaut **manque d'eau** (ou défaut hydraulique global).

Tous les défauts disponibles dans la régulation du groupe et pertinents pour l'exploitation devront être repris dans ce cartouche, sous forme de liste à voyants (vert = OK, rouge = défaut).

### \*Représentation du groupe froid – Vue "complète"

Pour les groupes froids de type refroidis par air avec batteries de condensation et circuits A/B (exemple Campus 1 bâtiment 1SC - 302), la vue devra présenter :

#### > Zone condenseurs / ventilateurs

- ✓ représentation des **batteries aéroréfrigérantes** et de leurs ventilateurs ;
- ✓ pour chaque batterie ou groupe de batteries, affichage des **températures caractéristiques** (ex. température saturation condensation, température succion, ...) lorsque ces valeurs sont disponibles ;
- ✓ ces températures sont indiquées en pavés verts sur les tuyauteries.

#### > Mesures frigorifiques par circuit

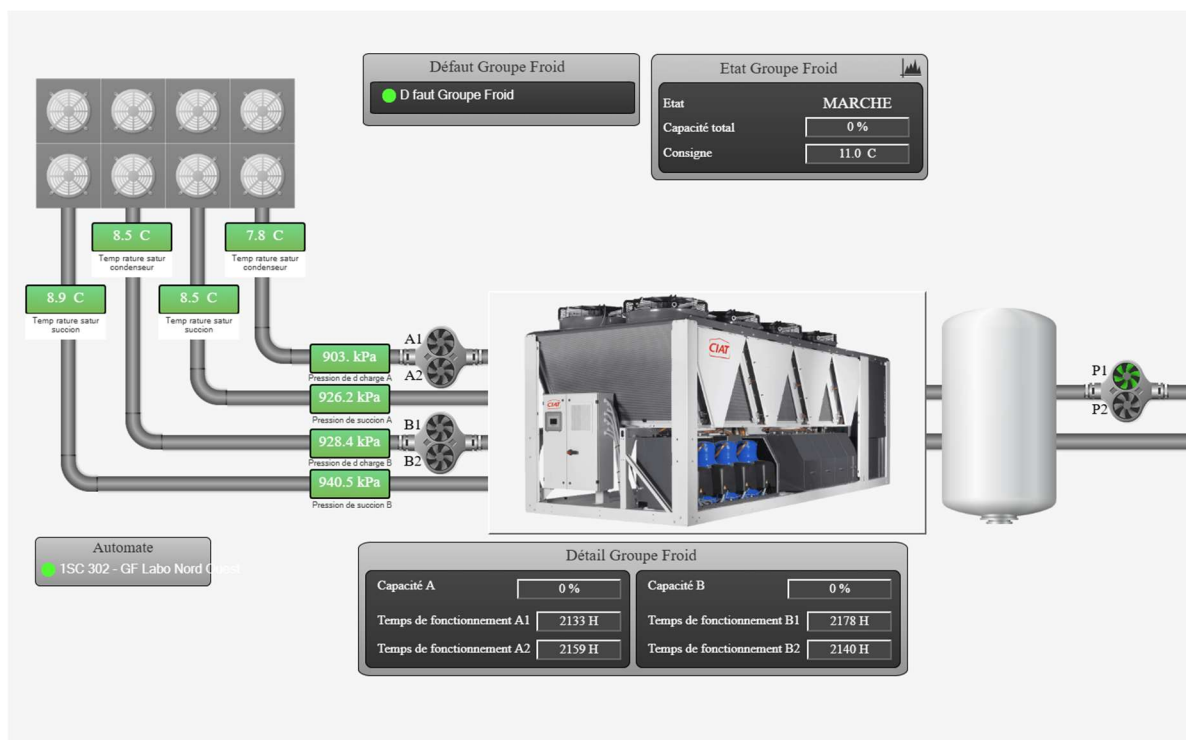
- ✓ pour chaque circuit frigorifique (**A et B**) :
- ✓ **pression de charge** (kPa) ;
- ✓ **pression de succion** (kPa).
- ✓ Lorsque ces informations ne sont pas accessibles en GTC, elles peuvent être omises, mais la structure de la vue (emplacement prévu) doit être conservée.

#### > Groupe froid principal

- ✓ représentation graphique du **groupe froid** en zone centrale ;
- ✓ à droite, représentation d'un **ballon tampon** eau glacée avec une **pompe primaire P1-P2** :
  - la pompe est affichée avec un voyant de marche (hélice verte) ;
  - sur ces vues, les pompes ne sont **pas cliquables** (pas de fenêtre de permutation comme pour le chauffage).

#### > Détail groupe froid – circuits A / B Un cartouche en bas de vue regroupe les informations suivantes :

- ✓ **Capacité A et Capacité B** (en %) :
  - Correspondent à la **fraction de puissance frigorifique** actuellement appelée sur chaque circuit/compressorisation (étapes ou compresseurs).
- ✓ **Temps de fonctionnement A1, A2, B1, B2** (en heures) :
  - Compteurs horaires de fonctionnement des compresseurs associés à chaque circuit. L'entreprise conservera cette philosophie de présentation (compteurs horaires par compresseur).



### \*Représentation du groupe froid – Vue "simplifiée"

Pour les groupes froids plus simples (vue type Campus 5 – Groupe Froid Dissection) :

#### > Machine et hydraulique

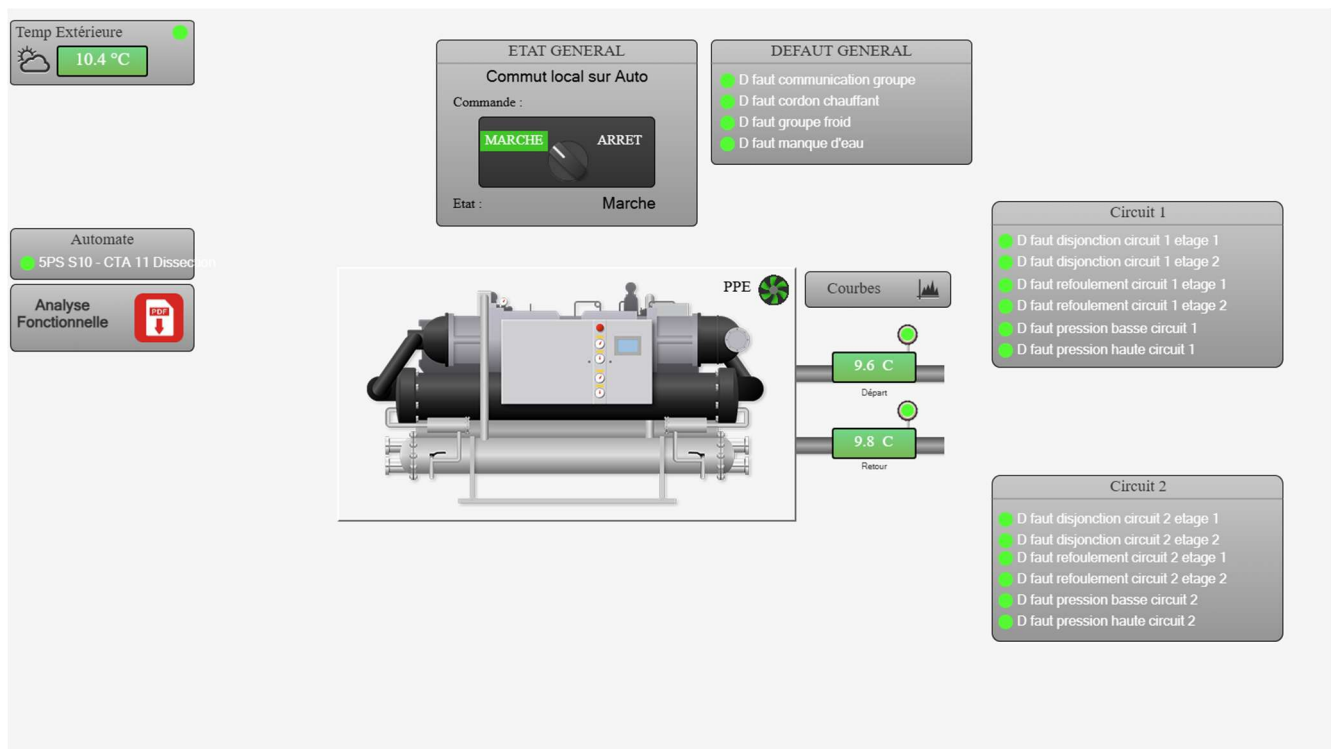
- ✓ représentation schématique du **groupe froid** en vue latérale ;
- ✓ sur la tuyauterie eau glacée, deux pavés de mesure :
  - température départ eau glacée (°C),
  - température retour eau glacée (°C) ;
- ✓ un bouton « **Courbes** » permet d'accéder aux **tendances** de ces températures et/ou autres grandeurs associées.

#### > Pompe PPE

- ✓ la mention **PPE** correspond à la **pompe associée au groupe froid** (pompe primaire de production eau glacée).
- ✓ Elle est représentée par un ventilateur vert en rotation (état de marche).
- ✓ Sur cette vue, la pompe est **informative** et non cliquable.

### Défauts par circuits

- ✓ Un widget « **Circuit 1** » et un widget « **Circuit 2** » reprennent les défauts propres à chaque circuit frigorifique :
  - défaut disjonction,
  - défaut refoulement,
  - défaut pression basse circuit,
  - défaut pression haute circuit.
- ✓ L'entreprise reprendra **l'ensemble des défauts disponibles** sur les régulateurs des groupes froids, en les classant par circuit, suivant ce modèle (liste à voyants).



**\*Homogénéité et adaptation aux installations existantes**

Tous les groupes froids intégrés à la GTC devront utiliser les mêmes principes graphiques :

- > bloc défaut général,
- > bloc état / commande générale,
- > visualisation claire des températures eau glacée départ/retour,
- > affichage des circuits frigorifiques et de leurs défauts.

Pour les groupes froids existants où toutes les grandeurs ne sont pas disponibles :

- > l'entreprise reprendra **au minimum** :
  - ✓ le **widget défaut général** (avec défaut communication et défaut groupe froid),
  - ✓ le **widget d'état** (Marche/Arrêt, consigne eau glacée si disponible),
  - ✓ les **températures eau glacée départ/retour**,
  - ✓ les **défauts par circuit** lorsqu'ils sont fournis par le constructeur.
- > lorsque les informations de capacité par circuit et les compteurs horaires sont accessibles, ils devront être affichés dans un cartouche de type « **Détail groupe froid** » sur le modèle Campus 5.

Pour les nouvelles installations ou en cas de rénovation lourde, la cible est de se rapprocher au plus près des vues complètes décrites ci-dessus (mesures frigorifiques, pressions, capacités A/B, compteurs horaires, etc.).

## **P. Imagerie climatisation – Systèmes de type splits / détente directe**

### **\* Principes généraux**

L'objectif de l'imagerie des splits de climatisation est de :

- > donner au **PC supervision** une vision claire de l'état de la climatisation par bâtiment et par zone ;
- > permettre, lorsque cela est possible, le **pilotage à distance** (marche/arrêt, mode, consigne) ;
- > remonter les **défauts principaux** des unités intérieures et extérieures (signal constructeur ou contact SD sur protection électrique).

Compte tenu de l'hétérogénéité du parc existant, trois niveaux d'intégration graphique sont prévus. Le titulaire du présent proposera l'un des trois scénarios (ou un mix adapté par bâtiment), en fonction des possibilités techniques des équipements en place, et le fera valider par le Maître d'Ouvrage.

Dans tous les cas, la présentation devra rester cohérente avec les vues bâtiment et vues en plan décrites aux chapitres précédents.

### **\* Scénario 1 – Remontée globale via le widget "État général bâtiment"**

Ce scénario s'applique lorsque les splits existants ne permettent qu'une remontée de défaut très limitée (ex. contact SD sur protection électrique ou défaut intégré au système de climatisation).

- > Le **widget "État général bâtiment"**, déjà défini dans le chapitre *Vues bâtiment – Vue générale*, est utilisé pour regrouper les alarmes climatisation :
  - ✓ ligne « Climatisation » avec voyant (vert/rouge) et compteur d'alertes en cours ;
  - ✓ ce compteur intègre les défauts des unités intérieures et extérieures accessibles (contact SD, défaut groupe, etc.).
- > Aucune vue spécifique "splits" n'est imposée dans l'arborescence ; la climatisation est vue **globalement** au même titre que le chauffage, la ventilation et le process.

Ce scénario constitue le niveau minimal d'intégration lorsque aucun dialogue plus fin n'est possible avec les équipements.



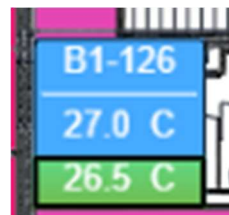


## \*Scénario 2 – Vues en plan avec fenêtres de détail "Split maître / esclaves"

Ce scénario correspond à des systèmes de climatisation plus récents, communicants (ex. protocole constructeur), avec accès aux informations par split.

### > Vues en plan

- ✓ Sur la **vue en plan du niveau**, chaque zone climatisée équipée d'un split est représentée par un **rectangle cliquable** :
  - libellé du split,
  - **température de consigne** (°C),
  - **température mesurée** (°C).
- ✓ Il n'existe pas forcément de rubrique dédiée "Splits" dans l'arborescence ;  
l'accès se fait **depuis les vues en plan** en cliquant sur ces rectangles.
- ✓ **3.2. Fenêtre de détail – Split maître**



Un clic sur une zone climatisée ouvre une fenêtre listant un split maître et, le cas échéant, ses splits esclaves. Pour le split maître, la fenêtre comporte au minimum :

- > bloc **identification**;
- > Accès à la programmation **des horaires, à la consignation et à l'acquiescement des alarmes**
- > **Blocage consigne** : sélecteur ON / OFF permettant de verrouiller la consigne locale ;
- > **Blocage commande** : sélecteur ON / OFF permettant de verrouiller la commande locale ;
- > affichage **Code erreur** (valeur remontée par l'unité) ;
- > **Synthèse défaut** (voyant vert/rouge) ;
- > **Mode de fonctionnement** : indication du mode actif (CHAUD / FROID / BRASSAGE / AUTO...) avec, le cas échéant, un "Mode exceptionnel" permettant de forcer un mode ;
- > bloc **Commande** : sélecteur ON / OFF (commande marche/arrêt du split maître) ;
- > **État climatisation** (type "MARCHE / ARRÊT") ;
- > bloc **Température** :
  - ✓ température mesurée,
  - ✓ consigne locale de retour,
  - ✓ consigne imposée (si différente) ;
- > indication éventuelle de **défaut de communication Modbus / constructeur** (ex. "Défaut Modbus Daikin").

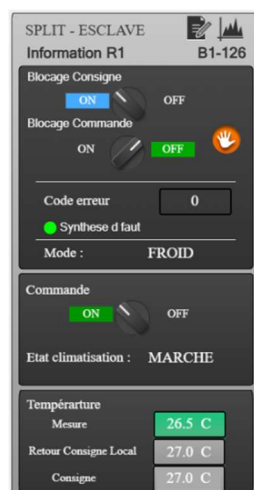


Le split maître est considéré comme référent : sa consigne et son mode peuvent piloter les esclaves qui lui sont associés.

Pour chaque split esclave, les informations sont similaires mais sans les fonctions avancées du maître :

- > **Blocage consigne** et **blocage commande** (si disponibles) ;
- > Code erreur et synthèse défaut ;
- > indication du **mode actif** ;
- > **Commande** ON / OFF ;
- > **État climatisation** ;
- > température mesurée, consigne locale et consigne de pilotage.

Les esclaves n'ont pas de "mode exceptionnel" propre : ils suivent le mode et les consignes définis par le maître, sauf mention contraire du constructeur.



### \*Scénario 3 – Vue générale "Climatisation – Splits"

Ce scénario vise à donner une vision synthétique de l'ensemble des splits d'un bâtiment sur une seule vue. La vue est accessible via l'arborescence dans la rubrique Climatisation. En en-tête :

- > **Température extérieure** du site ;
- > Bouton "**Courbes**" donnant accès aux tendances de température/état des splits ;
- > Bloc **Automates** listant les automates associés aux splits, avec voyant de communication.

Un schéma simplifié du bâtiment ou du plateau indique les zones (lettres A, B, C, ... etc.). En dessous, les splits sont rangés par ligne correspondant à chaque zone :

- > Début de ligne : lettre de la zone (ex. AC, F, I, K...)
- > puis les différents **splits de cette zone** (ex. SPLIT RDC, SPLIT R+1, SPLIT R+2, SPLIT R+3, SPLIT R+4).

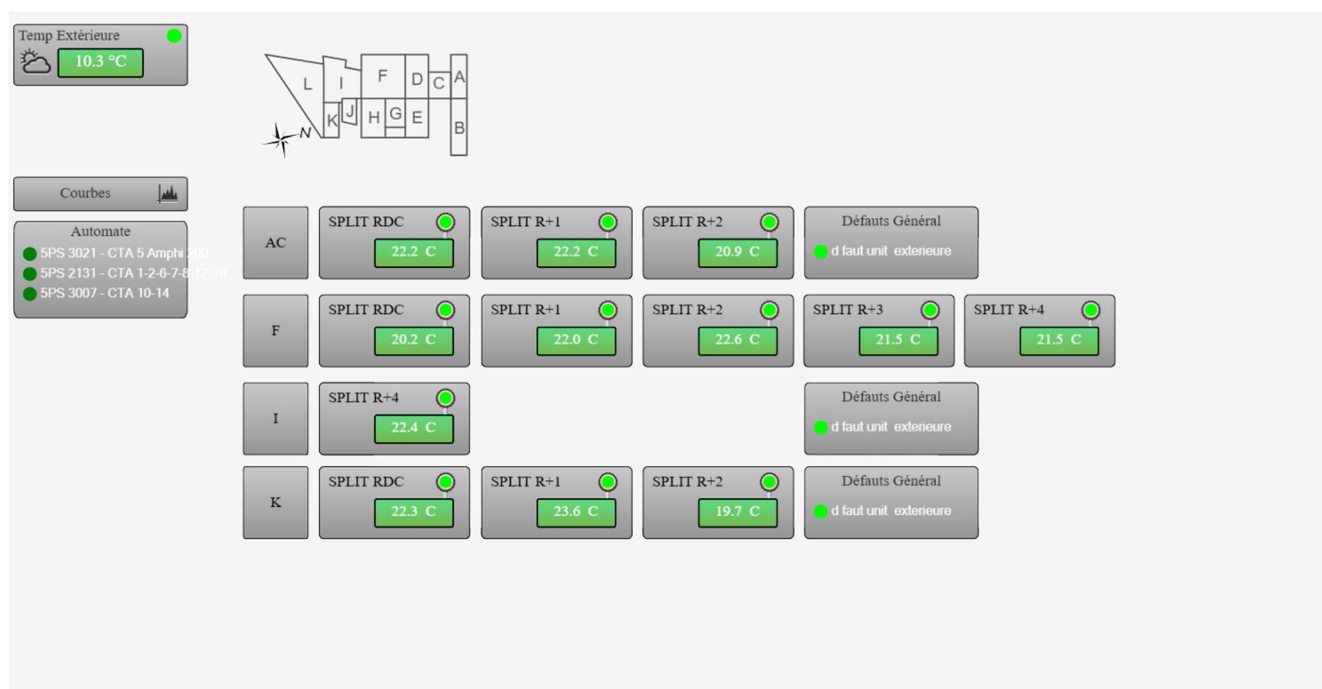
Pour chaque split, le widget affiche a minima :

- > le libellé du split (nom ou niveau) ;
- > la **température mesurée** (°C) ;
- > un voyant de **présence / défaut de communication**.

En fin de ligne (ou sur un widget dédié par zone) apparaît un bloc "Défauts généraux" des unités extérieures associées à la zone :

- > lorsque l'unité extérieure dispose d'une **sortie défaut dédiée**, c'est cette information qui est utilisée ;
- > à défaut, un **contact SD** sur la protection électrique (disjoncteur, protection moteur) est utilisé pour remonter le défaut.

Un voyant vert/rouge indique la présence d'un défaut, avec texte associé (ex. "Défaut unité extérieure").



**\*Choix de la solution et exigences minimales**

Pour chaque bâtiment ou ensemble cohérent, Le titulaire du présent marché devra proposer la solution la plus adaptée parmi les trois scénarios décrits ci-dessus, en fonction :

- > des capacités de communication réelles des splits et unités extérieures,
- > de l'historique des installations.

Cette proposition devra être **soumise à validation** du Maître d'Ouvrage et de la Maîtrise d'Œuvre avant réalisation des écrans.

**\*Exigence minimale :**

- > à défaut de toute autre possibilité, le scénario 1 (widget "État général bâtiment" avec agrégation des défauts climatisation) devra être mis en œuvre ;
- > dès que les équipements le permettent, l'intégrateur devra viser **au minimum** le scénario 2 (vues en plan + fenêtres maître/esclaves) et, si pertinent, compléter par une vue synthétique de type scénario 3.

## **Q. Comportements attendus**

### **\* Uniformité**

- Tous les nouveaux sites, campus et bâtiments intégrés à la GTC devront :
  - ✓ reprendre cette hiérarchie de vues,
  - ✓ utiliser les mêmes types de widgets et la même charte graphique,
  - ✓ appliquer les mêmes règles de navigation (clic bâtiment → vue bâtiment, clic sonde → tendance, etc.).

### **\* Prédiposition des sites futurs**

- Les sites qui ne disposent pas encore de GTC doivent être **pré-intégrés** dans la navigation (boutons présents mais inactifs).
- Lors de la mise en service d'un nouveau site, l'entreprise activera les boutons et créera les vues associées en respectant le présent chapitre.

### **\* Référentiel d'imagerie**

- Les écrans fournis en **Annexe 06** font partie intégrante du CCTG.
- L'entreprise devra s'y référer systématiquement pour :
  - ✓ les proportions relatives des zones,
  - ✓ la typologie des pictogrammes,
  - ✓ la présentation des widgets et des tableaux.
- Tout écart majeur devra être **justifié** et soumis à validation de la Maîtrise d'Ouvrage.

## **R. Réseau et précâblage informatique :**

Le réseau de communication constitue l'infrastructure essentielle à la future GTC du patrimoine universitaire. Il assure la liaison entre les automates, les passerelles de protocole, les équipements connectés et la supervision centrale, garantissant un échange de données fiable, rapide et sécurisé. L'objectif est de disposer d'une infrastructure de communication normalisée, pérenne, et évolutive, permettant l'intégration progressive des bâtiments et des équipements techniques du campus.

### **\*Architecture de communication**

Le réseau de l'université s'appuiera sur l'infrastructure IP déjà en place sur les campus, tout en assurant une **segmentation dédiée** pour les systèmes techniques.

### **\*Principes de communication**

- Les **liaisons entre automates, passerelles IP et supervision** se feront exclusivement en **réseau Ethernet IP**.
- Les **équipements distants** ou répartis sur plusieurs bâtiments seront raccordés via **fibre optique monomode ou multimode**, selon les longueurs et disponibilités des fourreaux.
- La **séparation des flux techniques et bureautiques** sera assurée par la mise en place d'un **VLAN technique**, administré par la DSI de l'Université.
- L'ensemble des communications sera basé sur les protocoles standards **BACnet/IP, Modbus TCP et MQTT** (pour les passerelles LoRaWAN).

### **\*Précâblage et raccordement des équipements**

Le **précâblage réseau** devra être dimensionné pour garantir la connectivité immédiate et future de tous les équipements GTC.

### **\*Prescriptions de précâblage**

- Le **câblage cuivre** devra être réalisé **en catégorie 6a minimum**, avec blindage FTP ou S/FTP, compatible 10 Gbps.
- Les **liaisons inter-armoires** ou de longue distance (>100 m) devront être établies en **fibre optique** (LC/SC selon les baies existantes).
- Les **prises RJ45** devront être **installées dans chaque armoire automate** ou, à défaut, dans **l'armoire électrique adjacente** la plus proche.
- En l'absence de brassage existant, une **prise dédiée GTC** devra être créée et raccordée sur un **panneau repéré prise GTC**.

### **\*Anticipation et réservations**

- Lors des interventions, il conviendra de **vérifier la disponibilité** des ports réseau et de l'espace dans les baies de brassage.
- En cas d'insuffisance, il faudra **anticiper l'ajout d'équipements actifs** (switchs managés, convertisseurs fibre/cuivre, routeurs).
- Chaque nouvelle baie GTC ou extension devra prévoir :
  - ✓ 10 % de ports libres minimum,
  - ✓ Espace physique réservé pour modules ou extensions futures,
  - ✓ Repérage clair des ports et câbles associés aux équipements GTC.
- Le **cheminement des câbles** devra respecter les séparations physiques des courants forts et faibles, avec **repérage clair** et **plan de câblage mis à jour**.

### **\*Infrastructure existante et intégration**

Le réseau optique inter-bâtiments déjà déployé sur les campus UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE constitue le **socle principal** de communication. Toutefois, les adaptations suivantes sont prescrites :

- Vérification de la **capacité des liens fibre existants**,
- Recensement des **baies techniques disponibles**,
- Mise à niveau des **switchs actifs** pour la gestion VLAN et le routage IP,
- Réservation de ports RJ45 dans les baies concernées par les futurs automates,

- > Mise à disposition d'un **point de brassage identifié "GTC"** dans chaque local technique.

**\*Sécurisation et gestion du réseau**

- > **VLAN technique** dédié et isolé, administré selon les règles de sécurité du Maître d'Ouvrage.
- > **Adressage IP fixe** et documentation normalisée pour chaque équipement.
- > **Surveillance réseau (SNMP)** et **enregistrement des connexions** sur la supervision centrale.
- > **Sauvegarde automatique** des configurations de switchs et passerelles.

**\*Prescriptions complémentaires**

- > Compatibilité **IPv4 / IPv6** pour tous les équipements.
- > Tous les câbles, prises et modules doivent être **certifiés CE** et conformes à la **norme EN 50173**.
- > Une **campagne de tests de connectivité (ping, bande passante, latence)** devra être réalisée avant mise en service.



## **GTC.24. Périmètre et objectifs de l'intégration des systèmes réseaux à la GTC UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE**

### **A. Objectifs de l'intégration**

Le titulaire du présent marché devra :

- **Respecter l'architecture réseau et de communication existante** de l'Université de Caen Normandie, et notamment les protocoles de communication standards (BACnet/IP, Modbus TCP/IP);
- **Appliquer la nomenclature et la codification UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE** pour l'ensemble des équipements, points de mesure et automates intégrés ;
- **Travailler en collaboration avec la Direction du Patrimoine et de la Logistique de l'Université** pour toute intervention sur le réseau, l'infrastructure informatique et les systèmes de sécurité ;
- **Garantir la continuité et l'homogénéité de la supervision** en reproduisant fidèlement les principes d'imagerie, d'ergonomie et de navigation déjà en place sur PC Vue sur le(s) périmètre(s) de ce marché.

### **B. RESPECT DE L'ARCHITECTURE EXISTANTE**

#### **Infrastructure réseau et précâblage**

##### ***\*Principes généraux***

Le réseau GTC s'appuie sur le réseau de l'université, déjà déployée sur les campus UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE. Toute nouvelle installation devra s'intégrer dans ce réseau sans modification structurelle majeure, en respectant les règles suivantes :

- **Segmentation dédiée** : La GTC dispose d'un VLAN dédié, administré par la Direction des Systèmes d'Information (DSI) d'UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE. Aucun équipement GTC ne pourra être connecté en dehors de ce VLAN.
- **Liaisons Ethernet IP** : Toutes les communications entre automates, passerelles et supervision se feront exclusivement en réseau Ethernet IP, via câblage cuivre catégorie 6A minimum ou fibre optique (monomode ou multimode).
- **Protocoles standards** : Les échanges de données devront utiliser les protocoles **BACnet/IP** (protocole principal), **Modbus TCP** (pour équipements terrain) et **MQTT** (pour passerelles LoRaWAN).

##### ***\*Précâblage et raccordement***

Le titulaire devra :

- **Vérifier la disponibilité des prises RJ45** dans les armoires automates et locaux techniques avant toute installation.
- **Créer des prises dédiées GTC** lorsque le brassage existant est insuffisant, en coordination avec le Service électrique de la DPL.
- **Respecter les séparations physiques** entre courants forts et faibles, avec repérage clair des câbles et mise à jour des plans de câblage.

##### ***\*Coordination avec le Service SI métier de la DPL***

Toute intervention sur le réseau IP devra faire l'objet d'un travail étroit entre Le titulaire du présent marché et le référent de la DPL, en charge du SI métier d'UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE, incluant :

- L'adresses MAC de l'équipement
- Le nom de l'équipement sur le terrain
- Le modèle de l'équipement
- L'adresse IP
- Le port de l'équipement réseau (RAC switch)
- Le numéro de VLAN
- Le numéro de la prise RJ45 de l'équipement

- > Le lieu de l'équipements
- > Le code bâtiment
- > Le nom du local
- > La description de l'usage de l'équipement (VEN = ventilation, CHA = chauffage, Passerelle, AUT = automate, PRO = process, etc..)
- > Les ID backnet (fichier des ID existantes à respecter pour assurer l'unicité)

## **C. Cybersécurité**

### ***\*Principes de sécurité en couches***

L'approche de cybersécurité déjà en place repose sur une **sécurité en couches** que le titulaire devra strictement respecter :

- > **Isolation du réseau GTC** : Le VLAN GTC est isolé du réseau administratif par pare-feu. Aucune connexion directe entre les automates et Internet n'est autorisée.
- > **Zone intermédiaire (DMZ)** : Les serveurs de supervision et la base de données sont hébergés dans une DMZ, séparant le réseau des automatismes (OT) du réseau de l'université (IT).
- > **Communications inter-sites** : Les échanges entre campus sont protégés par des tunnels VPN chiffrés (TLS 1.2 minimum).

### ***\*Gestion des accès***

Le titulaire devra :

- > **Remplacer systématiquement les mots de passe par défaut** de tous les équipements installés (automates, passerelles, IHM).
- > **Mettre en place des comptes personnels** pour chaque intervenant, avec droits limités selon le rôle (consultation, exploitation, administration).
- > **Activer l'authentification forte** pour les accès distants (maintenance, supervision déportée).
- > **Journaliser toutes les connexions** pour assurer la traçabilité complète des actions réalisées sur le système.
- > **Informé sur les mots de passes des équipements la MOA à la fin des travaux**

### ***\*Protection des équipements et protocoles***

- > **Cloisonnement des réseaux** : Aucun accès direct entre les automates et les réseaux externes (Internet, Wi-Fi invité, etc.).
- > **Chiffrement des échanges** : Tous les flux de données sensibles devront être chiffrés via VPN ou TLS.
- > **Mise à jour régulière** : Le titulaire devra prévoir un plan de mise à jour des firmwares et logiciels des automates et passerelles.
- > **Liste blanche d'adresses IP** : Les automates devront être configurés pour n'accepter que les connexions provenant d'adresses IP autorisées (serveurs de supervision, postes d'exploitation).

### ***\*Sauvegarde et résilience***

Le titulaire devra fournir :

- > **Des sauvegardes régulières** des programmes automates, configurations et bases de données sur un serveur sécurisé fourni par UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE.
- > **Une procédure de restauration testée** garantissant une remise en service rapide en cas d'incident.
- > **Un mode autonome sécurisé** : En cas de perte de communication avec la supervision, les automates devront poursuivre leur fonctionnement selon les consignes locales (loi d'eau, hors-gel, sécurité).

## **D. Fondamentaux d'interopérabilité**

Le système GTC d'UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE repose sur des **protocoles ouverts et des API standardisées** pour garantir l'interopérabilité et éviter tout verrouillage technologique. Le titulaire devra respecter les exigences suivantes :

### **\*Protocoles de communication supportés**

- > **BACnet/IP** (protocole principal, révision 14 minimum) : Tous les automates devront être approuvés BTL et configurables en client/maître ou serveur/esclave. Support natif des réseaux BACnet/IP multiples et fonction BBMD (BACnet Broadcast Management Device).
- > **Modbus TCP/RTU** : Les automates devront pouvoir être configurés en client ou serveur Modbus TCP, maître ou esclave Modbus RTU.
- > **MQTT** : Support du protocole MQTT pour les passerelles LoRaWAN et équipements IoT.
- > **Services Web (API REST)** : L'Enterprise Server et les automates devront exposer une API REST documentée, supportant l'authentification OAuth2, les formats JSON/XML et permettant un accès bidirectionnel aux données (lecture/écriture).

### **\*Surveillance réseau (SNMP v3)**

Tous les automates de niveaux 1 et 2 de l'architecture devront supporter le **protocole SNMP version 3** pour permettre la surveillance par les outils de gestion réseau (HP Openview, Nagios, etc.) et la génération d'alarmes sous forme de traps SNMP.

## **E. Nomenclature et codification UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE - Automate**

### **\*Principes de nommage**

La codification des équipements, automates et points de mesure vise à **uniformiser le nommage sur l'ensemble des campus**. Le titulaire devra appliquer strictement cette nomenclature pour garantir la cohérence de la base de données GTC et la traçabilité des installations.

**Un nommage strict** est imposé pour garantir la cohérence et l'automatisation. La forme générale est :

Campus:Bâtiment.Local.Métier.Installation.Desserte.Organe.Variable.

### **\*Formulaire de nommage des automates**

Le titulaire devra **remplir obligatoirement un** fichier Excel à l'université de Caen lors de l'intégration de chaque nouvel automate. Ce document servira à :

- > Construire le nommage complet de l'automate selon la nomenclature UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE ;
- > Documenter les points de connexion réseau (adresse IP, adresse BACnet, VLAN) ;
- > Identifier la fonction principale de l'automate (CTA, sous-station, chaufferie, etc.) ;
- > Faciliter la maintenance et les interventions futures en centralisant les informations techniques.

L'Annexe 04 complétée devra être transmise à UNIVERSITÉ DE CAEN NORMANDIE avant la mise en service de chaque automate et versée au dossier technique du bâtiment.

Le référent de la DPL nommera les équipements selon la codification imposée et redonnera le fichier complété au titulaire du marché. Cette codification sera également utilisée pour compléter le fichier en annexe, des ID BACKNET ainsi que les variables qui seront déclarées.