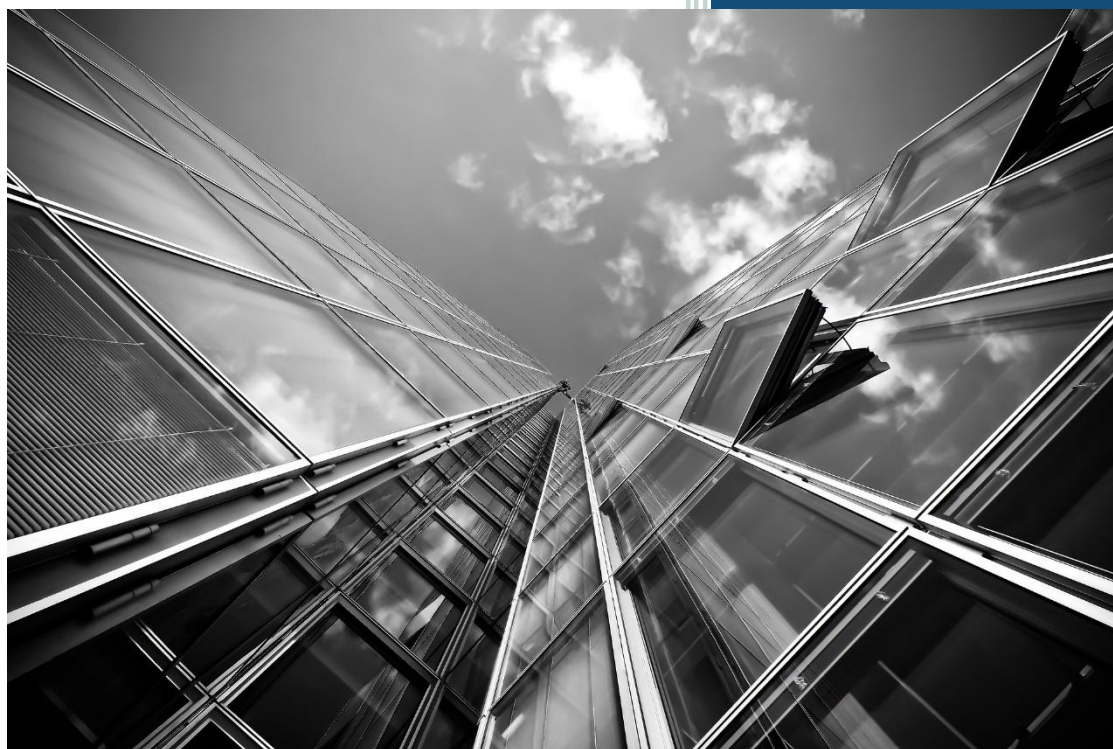




UNIVERSITÉ DE FRIBOURG  
UNIVERSITÄT FREIBURG

Version 3.0.0

# UNIVERSITÉ DE FRIBOURG DIRECTIVES CONCERNANT LES STANDARDS POUR LA DOMOTIQUE



UTILISATION INTERNE

Jérôme Savioz

Workswell Sàrl

29.06.2026

<b>Historique des révisions</b>			
<b>DATE</b>	<b>VERSION</b>	<b>MODIFICATIONS</b>	<b>RÉDACTEUR</b>
13.10.25	1.0.0	-	JSA
16.06.26	2.0.0	Ajout table « Documents de référence » et renvoi Visualisation ; dédoublonnage (chapitre visualisation, adressage BACnet) ; ajout de la table des acronymes ; passage de l'ensemble des directives en version 2.0.0	TBE
29.06.26	3.0.0	Correction selon UNIFR	TBE

## ABRÉVIATIONS ET TERMINOLOGIE

Abréviation	Description
AD	Active Directory (service d'annuaire Microsoft)
B-PAT	BACnet Project Address Table (tableau des adresses BACnet du projet)
BACnet	Building Automation and Control Network
BBMD	BACnet Broadcast Management Device
CI	Centrale d'îlot
COP	Coefficient de performance
COS	Change of State
COV	Change of Value
CUC	Câblage universel de communication
CVC	Chauffage, ventilation, climatisation
CVCS	Chauffage, ventilation, climatisation et sanitaire
DIN	Deutsches Institut für Normung (Institut allemand de normalisation)
DIT	Direction des services informatiques et de télécommunications
DO	Domotique
EAP	Ensemble d'appareillage (armoie électrique)
GTB	Gestion technique du bâtiment
IB	Installation du bâtiment
IP	Internet Protocol
ISO	Organisation internationale de normalisation
KBOB	Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics
KNX	Standard de communication pour la domotique
LPD	Loi sur la protection des données (nLPD : nouvelle LPD)
MCR	Mesure, commande et régulation
MS/TP	Master-Slave/Token-Passing (bus de terrain BACnet)
NTP	Network Time Protocol (synchronisation horaire)
OFCL	Office fédéral des constructions et de la logistique
OPC UA	OPC Unified Architecture
PICS	Protocol Implementation Conformance Statement
RAL	Système de codification des couleurs (RAL)
RAS	Remote Access Service: permet l'accès à des ressources internes de- puis l'extérieur d'un réseau protégé.
RDC	Récupération de chaleur
RDP	Remote Desktop Protocol (Connexion Bureau à distance)
SBAT	Service des bâtiments de l'État de Fribourg
SFTP	Secure File Transfer Protocol: permet le transfert sûr de données cryptées sur un

	réseau non sécurisé (p. ex. Intranet).
SIA	Société suisse des ingénieurs et des architectes
SICC	Société suisse des ingénieurs en chauffage et climatisation (SWKI)
SIUF	Service Infrastructure de l'Université de Fribourg
SSO	Single Sign-On (authentification unique)
SWKI	Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren (SICC)
TCP	Transmission Control Protocol: protocole réseau orienté connexion.
UDP	User Datagram Protocol
VAV	Débit d'air variable
VLAN	Réseau local virtuel

## TABLE DES MATIERES

Abréviations et terminologie .....	3
<b>1</b> <b>Objet et champ d'application</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b> Documents de référence .....	<b>10</b>
<b>3</b> <b>Généralités</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1</b> <b>Concept</b> .....	<b>11</b>
3.2 Normes et directives .....	11
3.3 Classes d'efficacité énergétique en matière de domotique .....	12
3.4 Directives de planification pour le planificateur DO .....	12
3.4.1 Concept des points de données .....	12
3.4.2 Documents exigés à la fin de chaque phase.....	13
3.5 Constitution de la domotique.....	15
3.5.1 Topologie standard des systèmes de l'Université de Fribourg .....	15
3.6 Réseau .....	15
3.6.1 Structure .....	15
3.6.2 Planification et délimitation des prestations du réseau .....	15
3.6.3 Spécification des câbles de liaison en cuivre.....	16
3.6.4 Procédure de demande de ports CUC.....	16
3.6.5 Procédure de demande d'adresses IP .....	16
3.7 Communication .....	17
3.7.1 Niveau de gestion ↔ Niveau d'automatisation .....	17
3.7.2 Centrale d'îlot / passerelle OPC ↔ serveur d'alarme.....	17
3.7.3 Niveau d'automatisation ↔ protocole de communication admis au niveau du terrain .	17
3.8 Sécurité et directives .....	19
3.8.1 Administrateurs et mots de passe standards.....	19
<b>4</b> Niveau de gestion .....	<b>20</b>
4.1 Généralités .....	20
4.2 Structure du niveau de gestion avec serveur d'alarme et centrale d'îlot .....	20
4.2.1 Centrale d'îlot (CI) .....	20
4.2.2 Tâche et fonction .....	20
4.3 Configuration du système des centrales d'îlot .....	20
4.4 Exigences spécifiques au matériel informatique .....	20
4.4.1 Éléments de serveur et de commande .....	20
4.5 Virtualisation .....	21
4.5.1 Description.....	22
4.6 Logiciel du système d'exploitation .....	22
4.6.1 Système d'exploitation.....	22

4.6.2	Cycle de vie logicielle et gestion des versions .....	22
4.6.3	Prescriptions générales pour la configuration des systèmes de domotique.....	23
4.7	Synchronisation .....	23
4.8	Dénomination des participants au réseau.....	23
4.9	Logiciel du système de gestion pour la CI.....	23
4.9.1	Sécurité du système .....	23
4.9.2	Profils utilisateurs.....	23
4.9.3	Possibilités de commande.....	24
4.9.4	Visualisation .....	25
4.9.5	Aperçu des fonctions requises .....	25
4.9.6	Traitement des messages de panne.....	26
4.9.7	Journalisation et évaluation .....	26
4.9.8	Données tendancielle.....	27
4.9.9	Gestion de l'énergie (si cette option a été commandée) .....	27
5	Niveau d'automatisation (niveau MCR) .....	30
5.1	Exigences .....	30
5.2	Matériel de régulation (stations d'automatisation).....	30
5.2.1	Automation – CPU.....	30
5.2.2	Mémoire et historisation .....	31
5.2.3	Interfaces de communication .....	31
5.2.4	Surveillance et redondance.....	31
5.2.5	Modules d'entrées/sorties (E/S) .....	32
5.2.6	Alimentation & transformateurs.....	32
5.2.7	Accessoires & câblage.....	32
5.3	Logiciel.....	33
5.3.1	Système d'exploitation.....	33
5.3.2	Paramétrage .....	33
5.3.3	Structure du programme .....	33
5.4	Commande et signalisation .....	33
5.4.1	Généralités.....	33
5.4.2	Commande de secours.....	34
5.4.3	Commande locale .....	34
5.4.4	Interrupteur de révision.....	35
5.5	Fonctions exigées .....	35
5.5.1	Fonctions standard des objets BACnet .....	35
5.5.2	Messages de panne.....	35
5.5.3	Fonctions standard des installations.....	39
5.5.4	Fonctions standard d'automatisation des pièces.....	42

5.5.5	Fonctions de protection .....	43
5.6	États de fonctionnement des installations .....	43
5.6.1	État de fonctionnement OFF .....	43
5.6.2	État de fonctionnement ON / NIVEAU 1-n .....	44
5.6.3	État de fonctionnement BY-PASS DU CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE.....	45
5.6.4	État de fonctionnement REFROIDISSEMENT NOCTURNE .....	45
5.6.5	État de fonctionnement PANNE.....	45
5.6.6	État de fonctionnement RÉVISION .....	46
5.6.7	État de fonctionnement INCENDIE.....	47
5.7	États de fonctionnement et motif .....	47
6	Ensembles d'appareillage .....	49
6.1	Généralités .....	49
6.1.1	Sites.....	49
6.1.2	Normes / prescriptions .....	49
6.1.3	Examen / rapport de contrôle.....	49
6.2	Structure.....	49
6.2.1	Boîtier.....	49
6.2.2	Aménagements généraux .....	51
6.2.3	Alimentation / cellules d'entrée.....	52
6.2.4	Cellules de sortie/zone système.....	52
6.3	Marquage .....	53
6.4	Prises informatiques.....	53
7	Niveau de terrain (installation) .....	54
7.1.1	Généralités.....	54
7.1.2	Comparaison des mesures et tolérance des sondes .....	54
7.1.3	Sonde de température canal.....	54
7.1.4	Sonde de température à immersion .....	54
7.1.5	Sonde de qualité de l'air.....	54
7.1.6	Sonde d'humidité .....	54
7.1.7	Sonde d'ambiance.....	54
7.1.8	Thermostats .....	55
7.1.9	Thermostats antigel .....	55
7.1.10	Vannes de régulation.....	55
7.1.11	Clapets .....	55
7.1.12	Commandes de soupapes et de clapets .....	55
7.1.13	Régulateur de débit variable (VAV).....	55
7.1.14	Convertisseur de fréquence .....	56

7.1.15	Intégration et commande de pompes à chaleur, de machines frigorifiques, de chaudières, de systèmes RDC, etc. ....	56
7.2	Mesures de l'énergie / mesures quantitatives .....	56
7.2.1	Mesures d'énergie électrique (compteurs privés) .....	57
7.2.2	Mesures de l'énergie thermique.....	57
7.2.3	Mesures de quantité.....	57
8	Structure des systèmes de domotique .....	58
9	Infrastructure informatique serveurs d'applications spécialisées et engineering clients .....	59
9.1	Objet.....	59
9.2	Architecture du système .....	59
9.3	Installation et mise à jour des logiciels .....	59
9.3.1	Applications spécialisées (p. ex. systèmes de gestion des bâtiments) .....	59
9.3.2	Outils d'ingénierie et logiciels de configuration .....	59
9.4	Licence pour application spécialisée, restauration d'une MV .....	60
9.5	Licence des logiciels pour engineering clients.....	60
9.5.1	Licences pour la maintenance et l'exploitation de l'ouvrage .....	60
9.5.2	Licences temporaires pour la mise en place de nouvelles installations .....	60
9.6	Mémoire centrale pour l'archivage de projets, etc. ....	60
9.7	Sauvegarde.....	60
9.8	Transfert de données vers l'infrastructure informatique de base.....	60
9.9	Accès aux appareils sur place, engineering clients et serveurs d'applications spécialisées..	61
10	Spécifications BACnet .....	62
10.1	Adressage et marquage BACnet.....	62
10.1.1	Adressage d'un appareil BACnet (BACnet Device-ID) .....	62
10.1.2	Marquage d'un appareil (device).....	62
10.2	Communication .....	63
10.2.1	Journal .....	63
10.2.2	Paramètres de communication BACnet/IP (ports UDP / User Datagram Protocol) .....	63
10.2.3	Routage BACnet (BBMD) / Intégration de la centrale d'îlot en tant que Foreign Device	63
10.2.4	Raccordement de BACnet MS/TP et Modbus .....	64
10.2.5	Paramètres de communication BACnet MS/TP .....	65
10.2.6	Synchronisation .....	65
10.3	Garantie de conformité .....	65
10.3.1	Certificats des appareils ou logiciels BACnet .....	65
10.3.2	Contrôle de conformité (PICS) .....	65

# 1 OBJET ET CHAMP D'APPLICATION

---

Le présent document fixe un standard général en matière de domotique pour les bâtiments se trouvant dans le portefeuille du SBAT exploités par le Service des Infrastructures de l'Université de Fribourg (SIUF). Les exigences relatives au projet seront définies dans le cahier des charges du projet.

Les directives s'appliquent à tous les projets de construction, de rénovation, de transformation et d'entretien, à toutes les phases de projet selon le champ d'application, ainsi qu'aux ouvrages loués et aux ouvrages provisoires. Il est possible, dans des cas dûment justifiés, de demander des exceptions auprès du SIUF. La décision lui incombe en sa qualité de mandant du projet.

Il convient également de tenir compte des prescriptions découlant des documents suivants :

- Recommandation relative à l'utilisation de la norme BACnet
- Directives concernant la désignation et la signalisation des installations du bâtiment
- Directives concernant les standards pour la visualisation

L'équipe chargée du projet et l'entreprise mandatée s'engagent à appliquer les directives.

## 2 DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

Titre	Auteur / éditeur	Date
[1] Directives concernant la désignation et la signalisation des installations du bâtiment	Université de Fribourg (UNIFR)	V3.0.0
[2] Directives concernant les standards pour la visualisation	Université de Fribourg (UNIFR)	V2.0.0
[3] Recommandation relative à l'utilisation de la norme BACnet	Université de Fribourg (UNIFR)	v2.0.0
[4] Directive SICC BA 101-01 – Automatisation du bâtiment	SICC (SWKI)	2010
[5] Directive SIA 386.111 – Performance énergétique des bâtiments (SN EN 15232-1:2017)	SIA	2017
[6] SN EN ISO 16484-5 – Protocole de communication de données (BACnet)	ISO	2017
[7] Protection informatique de base dans l'administration cantonale de Fribourg	État de Fribourg	—
[8] Sécurité des réseaux dans l'administration cantonale de Fribourg	État de Fribourg	—

## 3 GÉNÉRALITÉS

---

### 3.1 Concept

Les présentes directives ont pour but de proposer aux bureaux d'études, aux fabricants et aux utilisateurs des bases uniformes pour la conception et la réalisation de projets, sans pour autant limiter le type et l'étendue du système de domotique (système DO).

Le type et l'étendue du système DO doivent en premier lieu être définis de manière spécifique au projet sur la base d'un concept. Les concepts proposés sont validés par le SIUF.

### 3.2 Normes et directives

Les normes, directives et prescriptions suivantes s'appliquent. En cas de contradiction, il convient de suivre l'ordre suivant :

- Directive SICC Automatisation du bâtiment BA 101-01 (2010)
- Directive SIA 386.111 Performance énergétique des bâtiments – Impact de l'automatisation et de la gestion technique
- Recommandation de la KBOB relative à l'utilisation de la norme BACnet
- Protection informatique selon la DIT UNIFR
- Sécurité des réseaux selon la DIT UNIFR

### 3.3 Classes d'efficacité énergétique en matière de domotique

Dans le cadre d'une convention avec les pays membres de l'Union européenne (UE) et de l'Association européenne de libre-échange (AELE), la Suisse s'est engagée à appliquer les normes européennes (NE) en matière de suppression des barrières au commerce.

La Suisse a ainsi repris la norme SN EN 15232-1:2017 dans la collection des normes suisses sous la désignation SIA 386.111.

L'OFCL vise la mise sur pied de systèmes domotiques de classe d'efficacité énergétique A. Si cela s'avère irréalisable d'un point de vue économique, il est toutefois possible de s'en écarter avec l'accord de l'unité Conseil de l'OFCL et du secteur GTB de l'OFCL.



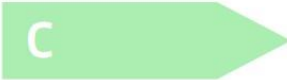

 <p><b>Classe A</b></p>	<p><b>Système d'automatisation du bâtiment à haute performance énergétique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● automatisation d'ambiance en réseau avec saisie automatique des besoins</li> <li>● maintenance régulière</li> <li>● suivi énergétique mensuel</li> <li>● optimisation énergétique durable par des spécialistes formés</li> </ul>
 <p><b>Classe B</b></p>	<p><b>Système d'automatisation du bâtiment évolué</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● automatisation d'ambiance en réseau sans saisie automatique des besoins</li> <li>● suivi énergétique annuel</li> </ul>
 <p><b>Classe C</b></p>	<p><b>Système d'automatisation du bâtiment standard</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● automatisation en réseau des installations primaires du bâtiment</li> <li>● pas d'automatisation d'ambiance électronique, vannes thermostatiques sur les radiateurs</li> <li>● pas de suivi énergétique</li> </ul>
 <p><b>Classe D</b></p>	<p><b>Système d'automatisation du bâtiment à faible performance énergétique</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● pas de fonctions d'automatisation du bâtiment en réseau</li> <li>● pas d'automatisation d'ambiance électronique</li> <li>● pas de suivi énergétique</li> </ul>

Figure 1 : Classes d'efficacité

### 3.4 Directives de planification pour le planificateur DO

#### 3.4.1 Concept des points de données

Les schémas DO de l'annexe 1 figurent les points de données de fonctions standard et pas- sent en revue les objets BACnet et les caractéristiques de toute une série d'applications types. En cas de fonctions propres à des projets, il convient de procéder par analogie.

Le nombre des points de données doit être déterminé d'après des critères économiques. Les interfaces doivent être définies suffisamment tôt lors de la connexion d'installations compactes et de sous-systèmes autonomes. Ces équipements doivent être reliés au système hiérarchiquement supérieur de façon aussi simple que possible. On fait alors en sorte de limiter à un minimum le nombre de points de données.

Dans le cas d'installations présentant des exigences plus strictes, il peut se révéler utile de s'écarter du schéma type. Les normes correspondantes seront fixées d'entente avec le Conseil et le secteur GTB de l'Etat de Fribourg.

### 3.4.2 Documents exigés à la fin de chaque phase

Les documents mentionnés dans le présent chapitre doivent être livrés par le planificateur spécialisé DO pour chaque projet et être approuvés avant le début de la phase de projet suivante. Le tableau ci-après est tiré de la recommandation de la KBOB en matière d'installations techniques du bâtiment. Les exigences sont précisées dans les sous-chapitres suivants.

Phases du projet					Exigences
EP 21	AP 31	P 32	AO 41	R 51	Légende: Études Préliminaires, Avant-Projet, Projet de construction, Appel d'Offres, Réalisation (✓) provisoire / projet ✓ définitif ✓ contrôle/ adaptation
(✓)	✓				Études de variantes au cas par cas en cas d'extension / de remplacement
	(✓)	✓	✓		Topologie de la domotique
	(✓)	✓	✓		Concept de commande
	(✓)	✓		✓	Récapitulatif des coûts des installations de domotique (présentation selon les positions CFC)
		(✓)	✓	✓	Descriptif de la commande et des réglages
		(✓)	✓	✓	Listes des installations et des points de données
			(✓)	✓	Concept de visualisation
				✓	Schéma électrique exigé auprès de l'installateur des équipements domotiques
				✓	Procès-verbal des commandes des fonctions
		(✓)	✓		Tests intégrés (tests fonctionnels): plan de test, procès-verbal

Figure 2 : Documents exigés à la fin de chaque phase

#### 3.4.2.1 Description de l'avant-projet

Pour la phase de projet SIA 3.1 Avant-projet, une description du projet comprenant les éléments ci-après est requise :

- bases du projet;
- référence aux normes SIA et SICC sous-jacentes;
- référence aux directives et prescriptions applicables de l'Etat de Fribourg;
- description générale des installations CVCSE devant être commandées au moyen du système DO;
- description générale des niveaux de gestion, d'automatisation et de terrain.

#### 3.4.2.2 Description du projet de construction

Pour la phase de projet SIA 3.2 Projet de construction, la description de l'avant-projet doit être affinée et complétée par les informations suivantes :

- Intégralité des bases du projet (référence à l'ensemble des schémas de principe de l'ingénieur CVCS, plans d'architecture, etc.);
- référence aux normes SIA et SICC sous-jacentes;

- référence aux directives et prescriptions applicables de l'Etat de Fribourg ;
- description détaillée des installations CVCSE devant être commandées au moyen du système DO;
- description détaillée des niveaux de gestion, d'automatisation, de terrain et de leur fonction, des conditions de livraison, des interfaces, des connexions de bus, etc.

### **3.4.2.3 Description des installations et des fonctions**

La description des installations et fonctions est établie par le planificateur spécialisé CVC et doit contenir les éléments suivants :

- données techniques de l'installation;
- description de la structure de l'installation;
- description des fonctions de l'installation et du système de régulation.
- descriptif de l'utilisation et de la maintenance

Cette description est intégrée à la description du pilotage et de la régulation.

### **3.4.2.4 Listes des installations et des points de données**

Pour chaque projet, le planificateur DO doit établir une liste détaillée des points de données conformément au modèle de l'annexe 1. La liste des points de données est remise lors de la phase de projet SIA 3.2 Projet de construction. Elle est actualisée en permanence en vue des phases 4 Appels d'offres et 5.1 Planification de l'exécution.

### **3.4.2.5 Description du pilotage et de la régulation**

La description du pilotage et de la régulation est livrée lors de la phase de projet SIA 3.2 Projet de construction et actualisée en vue des phrases 4 Appels d'offres, et 5.1 Planification de l'exécution, et après la mise en service.

#### **3.4.2.5.1 Généralités**

Les descriptions du pilotage et de la régulation à établir devront se conformer dès le stade de la conception au modèle de l'annexe 1 et présenter un même niveau de détails.

#### **3.4.2.5.2 États de fonctionnement**

Les descriptions au chapitre « États de fonctionnement » visent à uniformiser les fonctionnalités, l'utilisation et la signalisation des installations. Les directives seront utilisées comme guide de réalisation. L'ingénieur mandaté est tenu de contrôler les états de fonctionnement pour chaque application et de les adapter aux circonstances et aux exigences des installations, des ouvrages et des systèmes DO concernés.

#### **3.4.2.5.3 Fonctions prédéfinies**

Le cas échéant, les fonctions standard prévues au chapitre « Niveau d'automatisation » doivent être reprises dans la description du pilotage et de la régulation des installations correspondantes et dûment mises en œuvre. Un simple renvoi aux directives n'est pas suffisant.

### **3.4.2.6 Topologie du système DO**

La topologie du système contient l'ensemble des ensembles d'appareillage avec désignation correcte. Il convient également d'illustrer l'intégralité de la communication par Ethernet et par bus ainsi que les spécifications, interfaces, raccordements et intégrations correspondantes.

## 3.5 Constitution de la domotique

Pour concevoir un système domotique, il est nécessaire de représenter schématiquement la structure du système et la topologie des réseaux. Cela permet d'obtenir un aperçu général en vue de l'élaboration du concept. Un exemple est présenté ci-dessous

### 3.5.1 Topologie standard des systèmes de l'Université de Fribourg

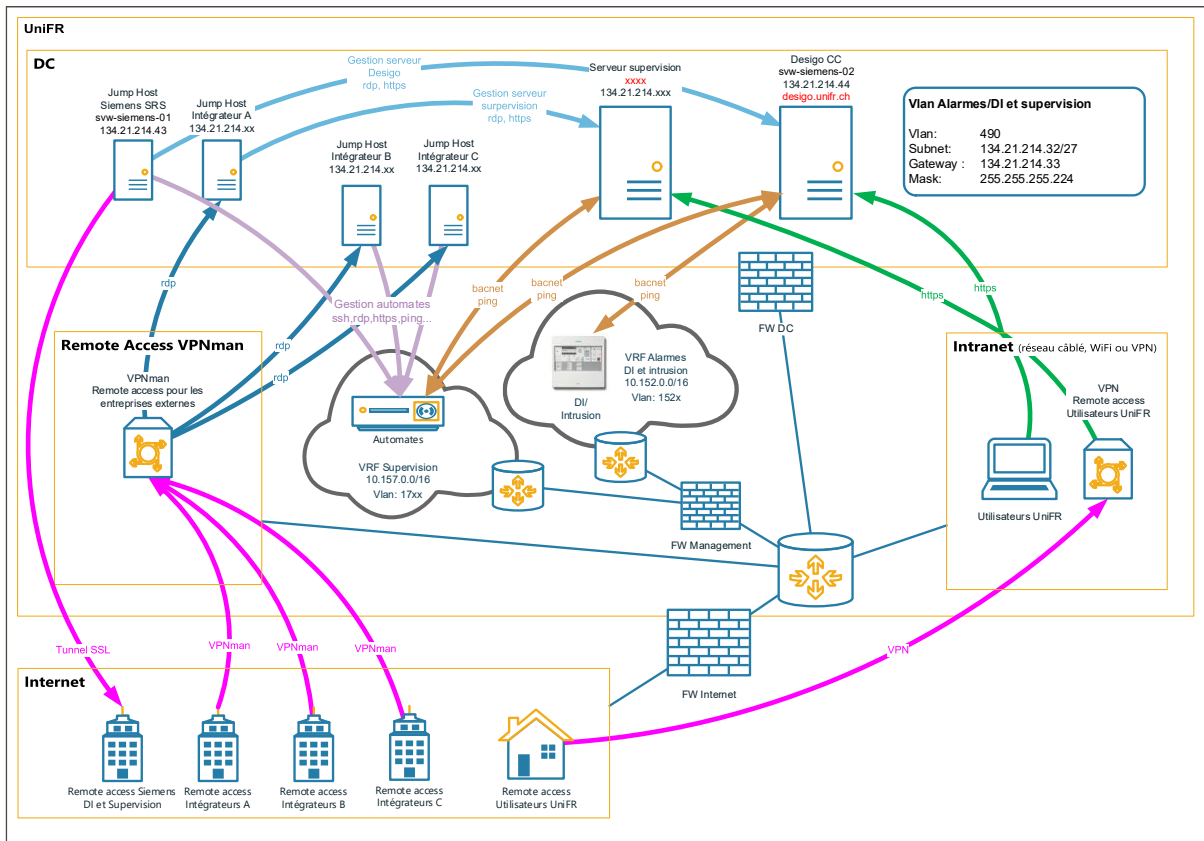


Figure 3 : Topologie standard des systèmes de l'UNiFR

## 3.6 Réseau

### 3.6.1 Structure

La communication entre les niveaux de gestion technique, d'automatisation, et (en partie) de terrain passe par le réseau de l'UNiFR sur un réseau privé virtuel distribué conforme au service standard de transmission des données de l'UNiFR. Le « service standard de transmission de données » englobe l'ensemble des communications de données filaires et sans fil dans les locaux et les organes d'exécution de l'UNiFR, y compris la mise en réseau au sein des bâtiments ou les passerelles vers des réseaux extérieurs à ceux de l'UNiFR. Le câblage est à la charge de la DIT.

La communication liée à la domotique repose sur le protocole BACnet selon la norme SN EN ISO 16484-5 (documents BACnet de la recommandation cantonale).

### 3.6.2 Planification et délimitation des prestations du réseau

La planification du réseau (p. ex. établissement de la topologie) fait l'objet d'une collaboration entre le planificateur DO, le secteur GTB de l'UNiFR. Le planificateur DO coordonne les divers métiers du domaine de la domotique.

Le prestataire informatique de la DIT, installe et exploite les composants actifs du réseau.

### 3.6.3 Spécification des câbles de liaison en cuivre

Les câbles liaison sont des câbles de catégorie 5 au minimum. Tous les câbles de liaison doivent être étiquetés aux deux extrémités par le prestataire, selon une numérotation interne normalisée par la DIT. Les câbles sont droits et gris.

### 3.6.4 Procédure de demande de ports CUC

En raison de la topologie du système, le planificateur est tenu de commander en temps voulu les ports CUC auprès du service informatique de l'université de Fribourg. À cette fin, il doit transmettre les informations suivantes :

- adresse de l'ouvrage;
- désignation du projet du maître d'ouvrage;
- direction de projet du maître d'ouvrage;
- bureau d'étude spécialisé/direction des travaux;
- direction de projet de l'entreprise;
- numéro de la pièce et étage du répartiteur d'étage CUC;
- désignation de l'armoire où peuvent être installées les composantes actives;
- nombre de ports requis.

Pour obtenir les ports CUC, le planificateur doit remplir le formulaire de commande qu'il peut obtenir auprès de la DIT UNIFR par courriel. Le délai de livraison des ports peut aller jusqu'à 90 jours.

### 3.6.5 Procédure de demande d'adresses IP

DHCP

Réseau PER20

Réseau PER21-22

Les informations et les coordonnées suivantes doivent être fournies pour chaque projet :

- adresse de l'ouvrage;
- désignation du projet du maître d'ouvrage;
- direction de projet du maître d'ouvrage;
- bureau d'étude spécialisé/direction des travaux;
- direction de projet de l'entreprise.

Les informations suivantes doivent être indiquées pour chaque connexion IP nécessaire :

- usage prévu du raccordement IP;
- numéro de la pièce et étage du répartiteur d'étage CUC;
- désignation de l'armoire où sont hébergées les composantes actives;
- désignation des commutateurs comportant des ports libres inutilisés;
- indication des ports libres inutilisés des commutateurs;
- indication des liens CUC qui seront probablement utilisés ou des liens CUC à créer.

Pour obtenir les adresses IP, le planificateur doit remplir le formulaire de commande qu'il peut obtenir auprès de la DIT UNIFR. Le délai de traitement des adresses IP avoisine 26 jours ouvrables.

## 3.7 Communication

### 3.7.1 Niveau de gestion ↔ Niveau d'automatisation

La communication entre le niveau de gestion et le niveau d'automatisation doit respecter les dispositions prévues au chapitre « Normalisation de la recommandation de la KBOB relative à l'utilisation de la norme BACnet ». Des précisions figurent ci-après, au ch. 9 « Spécifications BACnet ».

### 3.7.2 Centrale d'îlot / passerelle OPC ↔ serveur d'alarme

- OPC UA

### 3.7.3 Niveau d'automatisation ↔ protocole de communication admis au niveau du terrain

La grille suivante illustre la manière dont les appareils et les systèmes sont intégrés dans la domotique.

Légende																						
	Pas autorisé	X																				
À intégrer obligatoirement	✓																					
Uniquement en accord avec les conseillers ou la GTB (domotique)	○																					
	Hardware I/O	BACnet-IP	BACnet-MS/TP	Modbus-TCP	Modbus-RTU	KNX-IP	KNX (2-Draht)	MP-Bus	Enocean / Funk	LORA-WAN	Bluetooth / Funk	LAN-BIT	LAN-Propriétaire (nicht BIT)	WLAN BIT	GSM-Modem für Fernzugriff	M-Bus / keine Aufsichtung auf das GA	V-LAN BBL-GEBA-1	V-LAN BBL-SASEC-1 ZUKO	V-LAN BBL-SASEC-2 EMA	V-LAN BBL-SASEC-3 BMA	V-LAN BBL-SASEC-4 SLS	V-LAN BBL-ELEKTRO-1
<b>Automatisation des installations/automatisation</b>	✓	✓	○	○	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X
Pompe, ventilateur	✓	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Commandes de soupapes et de clapets	✓	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Capteurs (température, humidité, qualité de l'air)	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pompes à chaleur, machines frigorifiques	✓	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○	X	X	X	X	X	X	X
Chaudière	✓	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Conditionnement de l'eau	✓	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Humidificateur à vapeur/système d'humidification	✓	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Échangeur de chaleur (RDC) rotatif	✓	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Système RécF (RDC)	✓	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Stations de pompage/pompes à matières fécales	✓	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Compteurs de chaleur (pertinents pour le processus)	○	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Compteurs de chaleur (pertinents d'un point de vue e	○	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X	X
Energy Valve (Belimo)	✓	○	○	X	○	X	X	X	X	X	X	○	X	X	X	X	○	X	X	X	X	X
Systèmes d'eau potable ECS	✓	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Installations de filtration (eaux souterraines)	✓	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vases d'expansion	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figure 4 : Protocoles de communication admis, partie 1

Légende																							
	Pas autorisé	X																					
	À intégrer obligatoirement	✓																					
Uniquement en accord avec les conseillers ou la GTB (domotique)	○																						
	Hardware I/O	BACnet-IP	BACnet-MS/TP	Modbus-TCP	Modbus-RTU	KNX-IP	KNX (2-Draht)	MP-Bus	Enocean / Funk	LORA-WAN	Bluetooth / Funk	LAN-BIT	LAN-Propriétaire (nicht BIT)	WLAN BIT	GSM-Modem für Fernzugriff	M-Bus / keine Aufschaltung auf das GA	V-LAN BBL-GEBA-1	V-LAN BBL-SASEC-1 ZUKO	V-LAN BBL-SASEC-2 EMA	V-LAN BBL-SASEC-3 BMA	V-LAN BBL-SASEC-4 SLS	V-LAN BBL-ELEKTRO-1	
Systèmes de dégazage	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Détection de gaz (par ex. liquide de refroidissement)	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ventilations tempête – couplée à la détection de gaz	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Automatisation des pièces CVC (sauf luminaires)</b>	○	○	○	X	○	X	○	X	X	X	X	○	X	X	X	X	○	X	X	X	X	X	X
Actionneur de soupape	○	X	○	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Capteurs (température, humidité, qualité de l'air)	○	X	○	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Régulateur de débit VAV	○	X	○	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Unité de commande	○	X	○	X	○	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Éléments électriques</b>																							
Commande de l'éclairage	○	X	X	X	X	○	○	X	X	X	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○
Commande des stores	○	X	X	X	○	○	○	X	X	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○
Système d'éclairage de secours	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Compteurs d'énergie Janitza	X	X	X	○	○	X	X	X	X	X	X	○	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○
Installations photovoltaïques	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X	X	X	X
Bornes de recharge pour véhicules électriques	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figure 5 : Protocoles de communication admis, partie 2

Légende																							
	Pas autorisé	X																					
	À intégrer obligatoirement	✓																					
Uniquement en accord avec les conseillers ou la GTB (domotique)	○																						
	Hardware I/O	BACnet-IP	BACnet-MS/TP	Modbus-TCP	Modbus-RTU	KNX-IP	KNX (2-Draht)	MP-Bus	Enocean / Funk	LORA-WAN	Bluetooth / Funk	LAN-BIT	LAN-Propriétaire (nicht BIT)	WLAN BIT	GSM-Modem für Fernzugriff	M-Bus / keine Aufschaltung auf das GA	V-LAN BBL-GEBA-1	V-LAN BBL-SASEC-1 ZUKO	V-LAN BBL-SASEC-2 EMA	V-LAN BBL-SASEC-3 BMA	V-LAN BBL-SASEC-4 SLS	V-LAN BBL-ELEKTRO-1	
<b>Sécurité et sûreté</b>																							
Systèmes de contrôle d'accès	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X
Alarmes anti-intrusion	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○	✓	X	X	X	X	○	X	X	X	X	X
Alarmes incendie	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	○	✓	X	X	X	X	X	○	X	X	X	X
Installations d'extinction	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Détecteurs de gaz	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Évacuateurs de fumée et de chaleur EFC (terme gér)	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TUSNet (transmetteur d'alarme)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Surveillance vidéo (bâtiment de niveau 4)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Interphones, GSA	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Sécurité et sûreté (spécifiques à l'utilisateur)</b>																							
Systèmes de gestion de la sécurité	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Serveur d'alarme (sécurité et sûreté)	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figure 6 : Figure 10 Protocoles de communication admis, partie 3



## 4 NIVEAU DE GESTION

---

### 4.1 Généralités

Le système de gestion doit être flexible, extensible et évolutif.

### 4.2 Structure du niveau de gestion avec serveur d'alarme et centrale d'îlot

Le niveau de gestion fait partie intégrante du système DO et supervise le niveau de l'automatisation.

#### 4.2.1 Centrale d'îlot (CI)

La centrale d'îlot est le système de gestion des bâtiments qui permet de visualiser, de commander et de surveiller les installations CVCS.

#### 4.2.2 Tâche et fonction

Toutes les informations convergent vers la CI. Celle-ci représente l'interface graphique et interactive entre l'exploitant et le système d'automatisation et entre l'exploitant et les installations et parties d'installations reliées au système.

L'exploitant peut afficher, consulter, traiter, sauvegarder ou imprimer, à partir de cette interface, toutes les informations en provenance des installations. La commande du système doit être aisée et pouvoir se faire dans le cadre d'un dialogue. Les installations sont représentées au moyen d'images synoptiques. Les états et les valeurs sont affichés de manière dynamique.

### 4.3 Configuration du système des centrales d'îlot

La configuration nécessaire et appropriée du niveau de gestion dépend :

- du lieu où se trouve le bâtiment;
- de l'étendue des points de données;
- de la situation géographique de l'immeuble ou des immeubles;
- des exigences formulées au niveau de la gestion ainsi que du système DO utilisé.

### 4.4 Exigences spécifiques au matériel informatique

Seuls des produits éprouvés et dont la disponibilité des pièces de rechange est garantie pendant au moins 5 ans (ou conformément à l'accord stipulé dans le contrat de maintenance) doivent être utilisés.

#### 4.4.1 Éléments de serveur et de commande

Les principes ci-dessous s'appliquent d'une manière générale aux éléments de serveur et de commande.

- Le matériel doit être conçu pour une exploitation industrielle 24 h/24.
- Les composants du matériel doivent faire l'objet de redondances (carte réseau, bloc d'alimentation, disque dur, RAID).
- La garantie sur le matériel doit être prévue pour 5 ans.
- Il faut prévoir des capacités de réserve pour une extension de la mémoire de travail et de la mémoire du disque dur, des cartes réseau et des blocs d'alimentation de réserve sont également à prévoir.
- Les composants de serveur, de commande et ceux du réseau actif doivent être exploités avec le dispositif ASC.

- Chaque serveur ou poste de commande doit être équipé d'un moniteur LCD, d'une souris et d'un clavier suisse.
- Il faut prévoir un accès distinct au réseau de gestion pour la maintenance à distance du serveur (p. ex. iLO, iRMC ou autres).

## 4.5 Virtualisation

Les systèmes doivent dans tous les cas être virtualisés séparément sur une infrastructure matérielle physique (p. ex. serveur GLS, serveur OPC, serveur SQL, etc.). Le seul hyperviseur admis est VMware ESXi.

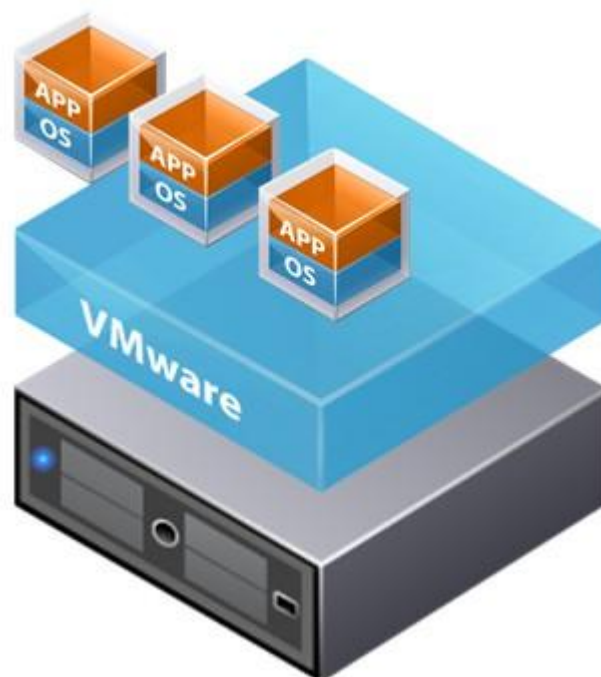
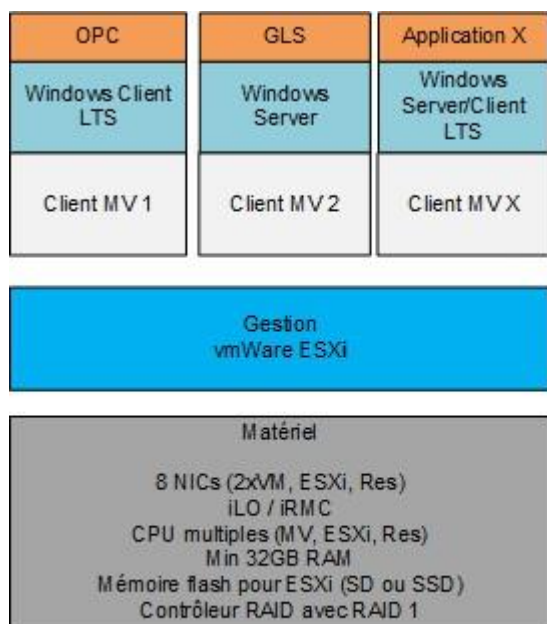


Figure 8 : Virtualisation du système domotique

#### 4.5.1 Description

- L'appareil de base [gris] peut être différent selon la charge.
- L'hyperviseur (hôte de la virtualisation) «VMWare ESXi» [bleu] est installé en tant que système autonome directement sur l'appareil, sans système d'exploitation supplémentaire et sur des disques durs selon le système Raid 1 (en miroir). Le système doit ainsi être corrigé une fois par an, ce qui peut être effectué par le fabricant lors de la maintenance annuelle et doit être pris en compte dans le contrat de maintenance.
- Les clients MV [gris clair] sont préconfigurés sur l'hyperviseur VMware ESXi; ce sont les conteneurs dans lesquels les systèmes d'exploitation sont finalement installés.
- Les systèmes d'exploitation Windows [bleu gris] sont installés sur l'hyperviseur VMWare ESXi. Il peut s'agir de serveurs OPC, de centrales d'îlot, de centrales de gestion ou d'autres systèmes d'exploitation et appareils.
- En dernier lieu vient l'application (logiciel du système de gestion) [orange] installée sur le système d'exploitation client.

## 4.6 Logiciel du système d'exploitation

Les produits utilisés doivent être éprouvés et leur perfectionnement technique ainsi que les possibilités d'actualisation (mises à jour majeures ou mineures) doivent être garantis sur une période de 10 ans après la livraison (versions Server ou LTS).

### 4.6.1 Système d'exploitation

Tous les serveurs de données, postes de commande, etc. mis en place pour les systèmes de domotique doivent être compatibles avec le système d'exploitation de Microsoft Windows le plus récent et le plus couramment utilisé. Dès lors, les systèmes de domotique doivent également être compatibles avec la version la plus récente de Windows (douze mois au plus tard après son lancement par Microsoft) ainsi que la version précédente. Ils doivent pouvoir être installés sur un environnement informatique habituellement en vente dans le commerce.

#### 4.6.1.1 Plusieurs utilisateurs simultanés

La licence du système d'exploitation du serveur doit permettre à au moins deux utilisateurs d'intervenir en même temps. Il est indispensable que les installations puissent être intégralement commandées et pilotées via un serveur terminal (Connexion Bureau à distance, RDP), et ce indépendamment du lieu de l'opérateur. Ce service ne devra toutefois pas mettre en jeu la sécurité des installations.

#### 4.6.1.2 Authentification Windows

Les systèmes de domotique doivent pouvoir respecter les directives informatiques de la DIT UNIFR relatives à la gestion des mots de passe. La gestion des mots de passe dans son ensemble ainsi que ses caractéristiques doivent ainsi être mises au même niveau que les ouvertures de session Windows usuelles.

### 4.6.2 Cycle de vie logicielle et gestion des versions

Les opérations liées au cycle de vie logicielle et à la gestion des versions sont indispensables pour assurer le bon fonctionnement, sans interruption, des systèmes d'exploitation et des composants logiciels durant l'exploitation.

Le SBAT recommande de prévoir des travaux de maintenance sur les serveurs ou stations de commande à des intervalles de temps prédéfinis.

- La maintenance du système d'exploitation des stations de commande et des serveurs comprend la mise à jour/l'installation de : mises à jour de sécurité Windows, configurations d'antivirus, composants du système d'exploitation pertinents en termes de sécurité, contrôles des journaux de sécurité système d'exploitation – utilisateur.
- La maintenance des logiciels spécifiques des stations de commande et des serveurs comprend la mise à jour/l'installation de : certificats pour des logiciels avec mention de la date d'expiration (par ex. des applications JAVA), composants de logiciels spécifiques pour la sécurité des mises à jour, contrôles des journaux de sécurité logiciel – utilisateur, etc.

Ces travaux sont effectués par l'équipe de domotique.

#### 4.6.3 Prescriptions générales pour la configuration des systèmes de domotique

Les systèmes de domotique doivent être configurés avec les paramètres suivants :

- nom d'ordinateur/nom d'hôte conforme aux directives sur la domotique de l'université de Fribourg ;
- utilisateurs avec droits de Connexion Bureau à distance et droits d'administrateur installés sur le système de domotique selon les consignes de l'université de Fribourg ;
- Windows Update Services configuré sur le système de domotique ;
- Windows Firewall activé, protocole ICMP (ping) entrant active;

### 4.7 Synchronisation

L'entrepreneur DO est responsable d'intégrer un serveur de temps NTP (fournisseur informatique: DIT) et d'assurer la coordination nécessaire.

### 4.8 Dénomination des participants au réseau

Les noms d'hôtes des serveurs et des autres participants au réseau devront être attribués selon les directives de l'université de Fribourg.

### 4.9 Logiciel du système de gestion pour la CI

#### 4.9.1 Sécurité du système

##### 4.9.1.1 Disponibilité

Le contrat de maintenance détermine à titre préalable quelles sont les disponibilités pour les dépannages et quels sont les délais de réaction pour chacun des systèmes de gestion.

#### 4.9.2 Profils utilisateurs

Le logiciel du système de gestion doit pouvoir être complètement intégré dans l'AD de la DIT UNIFR.

Cela signifie que la connexion au système de gestion du bâtiment passe par une authentification unique (*single sign-on*) de l'utilisateur du domaine. Le groupe d'utilisateurs (Security Group: centres techniques..., centres de prestations 1 à 5, planificateur, etc.) y est déjà aussi enregistré et doit pouvoir être adapté dans le logiciel du système de gestion.

#### 4.9.2.1 Protection d'accès

Différentes personnes opèrent la maintenance sur l'installation et la commandent. C'est pourquoi l'attribution de mots de passe aux personnes autorisées est indispensable, afin de garantir une plus grande transparence pour permettre la traçabilité ou le respect des autorisations. Après la cinquième erreur de saisie du mot de passe, l'utilisateur est bloqué.

#### 4.9.2.2 Rôles d'utilisateur

Il convient d'attribuer aux différents rôles d'utilisateur indiqués ci-après les autorisations correspondantes :

- Administrateur
- Domotique
- Opérateur
- Observateurs

Le tableau ci-dessous constitue une prescription de base. Dans le détail, les points doivent être convenus de manière définitive avec le secteur GTB avant la constitution du nouveau système.

Action de l'utilisateur	Administrateur	Domotique	Opérateur	Observateur
Paramétrer le système, attribuer des droits				
Créer des images, relier des points de données				
Créer des utilisateurs, définir la composition des groupes				
Afficher la navigation entre les images, les images, les courbes de tendance, les programmes horaires				
Commander des objets à partir des images, actionner des commandes manuelles				
Gérer des programmes horaires				
Mettre hors service des objets BACnet à partir des images, saisir des valeurs				
Établir des courbes de tendance, sauvegarder des données sur les tendances dans des fichiers .csv				
Charger des documents				
Afficher des messages actuels et apparus dans le passé				
Quittancer des messages actuels et apparus dans le passé				
Afficher les entrées du journal				

Figure 9 : Rôles d'utilisateur dans le système de gestion

#### 4.9.2.3 Groupes d'utilisateurs

Les utilisateurs ne seront autorisés qu'à voir et commander les images d'installations et les messages des bâtiments qui leur sont attribués. Cette sous-répartition doit être configurée avant tout pour les rôles d'opérateur et d'observateur; les rôles d'administrateur et de domotique sont autorisés à tout voir.

#### 4.9.3 Possibilités de commande

Les systèmes de gestion doivent offrir différentes possibilités de commande. La commande se fera par l'application client (client lourd/client de l'installation), par le navigateur Web ou par le service de

bureau à distance. Les possibilités d'accès doivent permettre d'accomplir de manière conviviale les opérations suivantes: commande des installations, surveillance, optimisation, localisation des pannes et réparation de ces dernières.

Le système permet la mise à disposition de toutes les fonctions du niveau de gestion sur les différentes applications client. Le système permet de garantir un accès concomitant de plusieurs utilisateurs à partir de différents emplacements (réseau local ou solutions d'accès à distance).

Les fonctionnalités d'ingénierie de l'application doivent être accessibles ou pouvoir être commandées au moins en tant que client de l'installation ou par le bureau à distance. En plus des programmes de surveillance et de traitement, des outils d'ingénierie peuvent intervenir dans le système lors de l'exploitation. L'exploitation de l'application ou les liaisons actives servant à commander le système de gestion ne devront toutefois pas être perturbées par l'importation, le traitement ou l'extension des données d'ingénierie.

#### 4.9.3.1 *Plusieurs utilisateurs simultanés*

Afin d'assurer un travail complet et efficace, plusieurs utilisateurs doivent pouvoir travailler concomitamment sur le système de gestion à partir de différents postes de travail. Plusieurs stations doivent pouvoir être analysées et p. ex. surveillées concomitamment ou commandées via une station asservie.

En principe, huit utilisateurs doivent pouvoir commander le système en même temps. Ces utilisateurs peuvent se répartir comme suit :

- 8 utilisateurs via les services Web (Internet/Intranet); ou
- 2 utilisateurs via Terminal Services et 6 via Webservices.

#### 4.9.4 Visualisation

**Renvoi** — la conception des images, la navigation, la représentation des tendances, le tableau d'alarmes et les fonctions de commande depuis les images sont régies par les « Directives concernant les standards pour la visualisation », qui font foi. Se référer à ce document pour l'ensemble des exigences de visualisation (arborescence, niveaux d'images, codes de couleurs, gestion des alarmes).

#### 4.9.5 Aperçu des fonctions requises

Le logiciel du système de gestion de la centrale d'îlot comportera au moins les fonctions suivantes :

- journalisation de toutes les actions des utilisateurs;
- autorisations d'accès définies par utilisateur;
- enregistrement des tendances (durée d'archivage > 18 mois);
- représentation graphique selon le chapitre «Visualisation»;
- représentation et évaluation de messages de passes actuels ou apparus dans le passé (tableau d'alarmes);
- communication via BACnet/IP (voir chapitre sur la normalisation de la Recommandation de la KBOB relative à l'utilisation de la norme BACnet);
- fonctionnalités et propriétés du profil d'exigences MBE-CH défini par la KBOB pour les objets BACnet (voir Recommandation de la KBOB relative à l'utilisation de la norme BACnet, chapitre relatif aux profils d'exigences et annexes A/B);
- **en option**, la gestion de l'énergie (à décider projet par projet avec le maître d'ouvrage);
- **en option**, la gestion de la maintenance (à décider projet par projet avec le maître d'ouvrage).

## 4.9.6 Traitement des messages de panne

### 4.9.6.1 Fonction de signalement

Les messages de la station d'automatisation doivent s'afficher dans la seconde qui suit sur les appareils de commande et sur le système de gestion.

### 4.9.6.2 Production de messages de panne

Les messages de dérangement doivent être générés uniquement sur la station d'automatisation et transmis à la centrale d'îlot. Tous les messages entrants sont lus et affichés au démarrage de la centrale d'îlot.

### 4.9.6.3 Acquiescement des messages de panne

Tous les messages peuvent être quittancés à partir de chacun des appareils de commande, sur la base des droits individuels attribués. Un horodatage avec indication de l'utilisateur en ligne (sur la base de son compte utilisateur) est exigé.

### 4.9.6.4 Représentation dans la visualisation

Voir « Directives concernant les standards pour la domotique (DO), annexe 2 Concept de visualisation »

### 4.9.6.5 Tableau d'alarmes, représentation en couleurs

Les communications entrantes doivent être identifiées par des couleurs, afin de permettre une interprétation fiable et rapide. L'ordre d'arrivée, l'état et le degré de priorité de la communication doivent être identifiables. La fenêtre de communication doit pouvoir être adaptée en fonction des besoins de l'utilisateur. Des représentations des fenêtres de communication seront jointes à l'offre.

### 4.9.6.6 Tableau d'alarmes, contenu des messages

Les textes des messages doivent fournir les informations nécessaires à l'affectation et à la réparation, et doivent contenir au minimum les éléments suivants :

- texte en clair;
- texte décrivant l'état;
- nom de l'armoire de commande;
- clé de désignation (AKS);
- priorité;
- heure du message;
- statut (quittancé ou non);
- en arrière-plan, des instructions peuvent être fournies sur la marche à suivre pour retirer le message.

### 4.9.6.7 Filtrage des messages

Le système de gestion doit permettre le filtrage des messages, réalisé selon le type ou le degré de priorité. Les communications qui se déclarent sont représentées dans des fenêtres pop-up. Des instructions étape par étape en vue de traiter chacun des messages permettront à l'utilisateur du système de gestion de résoudre le problème.

## 4.9.7 Journalisation et évaluation

### 4.9.7.1 Journalisation

Il convient de journaliser au minimum les actions suivantes :

- connexion des utilisateurs au système;
- opérations manuelles;
- réglages des valeurs de consigne;
- traitement des messages.

Chaque entrée dans le journal doit contenir au minimum les éléments suivants :

- heure et date de timbrage;
- utilisateur connecté;
- action (valeur indiquée).

#### **4.9.7.2 Analyse des données des compteurs**

Le système de gestion technique doit permettre la mise à disposition de l'état des compteurs à des dates données programmables pour exportation dans un système tiers sous un format classique (.xls ou .csv).

### **4.9.8 Données tendancielles**

#### **4.9.8.1 Représentation libre des données tendancielles**

Afin de garantir une flexibilité maximale, l'exploitant doit avoir la possibilité d'introduire individuellement, dans la représentation des tendances, au moins 10 points de données.

Une telle affectation et la génération de nouveaux objets de tendances doivent être possibles à partir du système de gestion des bâtiments.

#### **4.9.8.2 Conservation décentralisée des données, enregistrement de tendances**

Les données tendancielles doivent être créées et sauvegardées dans la station d'automatisation (voir consignes de la recommandation relative à l'utilisation de la norme BACnet au chapitre « Enregistrement de données »). Afin de permettre une documentation sans faille des tendances, il est primordial de s'assurer qu'une éventuelle interruption dans la communication n'occasionnera la perte d'aucune des données tendancielles enregistrées. Une fois la communication rétablie, toutes les valeurs enregistrées dans la station de gestion doivent faire l'objet d'une actualisation automatique. Les données tendancielles sont par ailleurs conservées au niveau de la station d'automatisation avant d'être transmises au niveau de gestion une fois un certain nombre d'enregistrements atteint (voir consignes de la recommandation de la KBOB relative à l'utilisation de la norme BACnet au chapitre « Enregistrement de données / Enregistrement de tendances / Enregistrement de tendances à activation temporelle »). Le système procède alors à la reprise dynamique des données tendancielles créées entre la dernière transmission et leur représentation actuelle telle qu'elle apparaît à l'utilisateur. Les objets de tendance ont par ailleurs été complétés à l'annexe 3 Fonctions AdB de BACnet (liste non exhaustive).

Les données tendancielles utilisées dans les courbes de tendance préalablement établies pour les images de l'installation, conformément à l'annexe 2 Concept de visualisation, doivent dans tous les cas être configurées comme enregistrement de tendance COV/COS.

### **4.9.9 Gestion de l'énergie (si cette option a été commandée)**

#### **4.9.9.1 Généralités**

Les « Directives concernant la pose de points de mesure d'énergie et l'élaboration de concepts de mesure d'énergie » indiquent les mesures prévues dans un ouvrage. Il s'agit au minimum des données de mesure qui seront exploitées à des fins d'analyse dans le cadre de la gestion de l'énergie.

#### **4.9.9.2 Analyse intelligente des données de mesure de l'énergie**

Le niveau de gestion doit permettre d'opérer différentes analyses et interprétations relatives à la consommation d'énergie dans le bâtiment. Un examen des différentes données doit faire ressortir quels sont les dispositifs ne fonctionnant pas de manière efficiente ou quels locaux ne sont pas exploités de manière optimale sur le plan énergétique. Pour cela, les unités de mesure produites doivent pouvoir être exploitées par calcul par le système. L'exploitation du COP d'une pompe à chaleur constitue un exemple typique d'application.

#### **4.9.9.3 Intégration du concept de mesure**

La réalisation doit être conforme aux exigences fixées au chapitre « Mesures de l'énergie » du document principal « Directives concernant les standards pour la domotique (DO) ».

- Les compteurs d'énergie CVCS sont mis en service à la centrale d'îlot via l'interface BACnet MS/TP ou par connexion M-Bus.
- Les compteurs d'électricité sont intégrés et montés dans le concept de mesure de l'électricité du bâtiment via BACnet/IP (compteur-maître), ou par une interface Modbus dans le cas des compteurs esclaves.

#### **4.9.9.4 Contrôle de la qualité du processus de régulation**

Les écarts de régulation doivent être surveillés à l'échelle de tout le système. Le non-respect par défaut ou par excès - pendant un certain temps d'une valeur de consigne par une valeur de mesure lors d'un processus déterminé de régulation doit déclencher le message correspondant.

#### **4.9.9.5 Jours de chauffage et degrés-jours de chauffage**

Les jours de chauffage et degrés-jours de chauffage doivent être calculés et affichés sur les appareils de commande à des fins d'analyse et d'optimisation.

#### **4.9.9.6 Rapports des données de consommation et d'exploitation**

Afin de garantir la plus grande disponibilité des installations techniques du bâtiment ainsi que leur utilisation optimale, une présentation et une exploitation sans faille des données de consommation et d'exploitation sous forme de rapport graphique sont primordiales. Il est possible, si nécessaire, de mettre en œuvre des logiciels supplémentaires. Les fonctionnalités et rapports suivants doivent être supportés et exécutés :

- rapports de consommation d'énergie;
- rapports de coût énergétique;
- rapport de consommation pondérée;
- rapport de degrés-jours de chauffage corrigé;
- rapport d'efficacité énergétique;
- rapport d'émissions de CO<sub>2</sub>;
- format d'affichage (lignes, niveaux, lignes en 3D, niveaux en 3D, différentes couleurs, graduation fixe ou automatique des ordonnées, zoom).
- Les rapports établis doivent être imprimables.
- Les données de consommation et d'exploitation doivent être enregistrées de manière autonome et autosuffisante dans la station d'automatisation, d'abord via le journal de tendance BACnet relatif à l'ouvrage. Une coupure d'alimentation de la station de gestion ne doit pas occasionner la perte de ces données (voir chapitre « Mesures de l'énergie » du document principal « Directives concernant les standards pour la domotique (DO) »).

Il doit également être possible d'exploiter les rapports et données ainsi produits à l'aide d'un rapport comparatif portant sur l'année précédente. Pour chacun des modèles de rapports précédemment mentionnés, plusieurs rapports (comportant au maximum 10 séries de données) doivent pouvoir être établis et enregistrés. En fonction des droits dont ils disposent, les exploitants doivent pouvoir déclencher manuellement l'établissement de rapports, lancer des programmes horaires, mais également produire de nouveaux rapports en s'appuyant sur les modèles.

## 5 NIVEAU D'AUTOMATISATION (NIVEAU MCR)

---

### 5.1 Exigences

Le niveau d'automatisation fait partie intégrante du système DO, dont il est hiérarchiquement le niveau le plus bas. Il fait partie des ensembles d'appareillage et des installations du bâtiment. Une délimitation générale n'est pas possible.

Les stations d'automatisation d'un processus technique défini doivent travailler de manière autonome et indépendante. Les pannes d'autres parties du système (stations d'automatisation, système de gestion, communication des données) ne doivent pas influencer sur cette autonomie. Les fonctions d'optimisation spécifiques doivent si possible être assurées à ce niveau. Les objectifs suivants doivent autant que possible être atteints au niveau de l'automatisation :

- sécurité et disponibilité élevées ainsi qu'autonomie des composants;
- technique modulaire, facile à entretenir;
- souplesse en cas de modification et d'extension du matériel et des logiciels;
- communication avec la centrale d'îlot/de gestion via BACnet/IP (voir chapitre sur la normalisation de la Recommandation de la KBOB relative à l'utilisation de la norme BACnet);
- fonctionnalités et propriétés du profil d'exigences AS-CH défini par la KBOB pour les objets BACnet (voir Recommandation de la KBOB relative à l'utilisation de la norme BACnet, chapitre relatif aux profils d'exigences et annexes A/B);
- possibilité d'intégration de sous-systèmes;
- interface homme-système (processus) adaptée aux besoins.

### 5.2 Matériel de régulation (stations d'automatisation)

Le matériel de régulation constitue un élément central du niveau d'automatisation. Il est responsable de l'exécution autonome des programmes de commande et de régulation des installations techniques du bâtiment. Le matériel doit respecter les exigences générales de robustesse, de continuité de service, d'ouverture protocolaire et de capacité de diagnostic.

#### 5.2.1 Automation – CPU

Le système doit être basé sur une architecture modulaire à emplacements frontaux, intégrant au minimum les modules suivants :

- une unité centrale (CPU)
- des modules d'entrées/sorties (E/S)
- des interfaces de communication

Le protocole de communication natif doit obligatoirement être BACnet/IP, conforme à la norme ISO 16484-5.

Les performances minimales exigées pour l'unité centrale sont :

- une fréquence processeur de 1 GHz ou plus
- une mémoire RAM de 512 Mo ou plus

### 5.2.2 Mémoire et historisation

La station d'automatisation doit être équipée d'une carte mémoire de type flash avec une capacité minimale de 1 Go. Cette carte est dédiée à :

- l'historisation cyclique des données d'exploitation
- l'enregistrement des tendances, alarmes et journaux d'évènements
- le stockage du programme utilisateur

La station doit comporter une batterie interne de type lithium-ion, assurant le maintien des données RAM et de la configuration contenue dans l'EPROM pendant une durée minimale de 72 heures à température ambiante, extensible via une alimentation de secours externe.

### 5.2.3 Interfaces de communication

La station d'automatisation doit impérativement intégrer un port Ethernet RJ45 minimum 100 Mbps, pour la communication BACnet/IP. Ce port est requis pour l'intégration au réseau de supervision technique du bâtiment.

En fonction des besoins spécifiques du projet, des interfaces supplémentaires peuvent être prévues, telles que :

- Un port série RS-485 galvanisé pour la communication BACnet MS/TP ou modbus RTU
- Une interface KNX (nativement ou via passerelle)
- Une interface M-Bus pour le raccordement direct de compteurs de consommation

Un bus interne d'extension à 1 Mbit/s est requis pour le raccordement local des modules E/S supplémentaires.

### 5.2.4 Surveillance et redondance

La CPU doit être équipée d'un système de surveillance de type watchdog matériel, avec les caractéristiques suivantes :

- temporisation réglable entre 0,5 et 10 secondes
- redémarrage automatique de la CPU en cas de défaillance ou de blocage logiciel

Des dispositifs de protection contre les surtensions, les pointes de tension et les transitoires doivent être intégrés en standard.

En cas de panne de courant dans une station d'automatisation, tous les états et valeurs de réglages doivent être maintenus (protection des données et des programmes). Après le retour du courant, la station d'automatisation doit redémarrer automatiquement et rétablir le mode de fonctionnement précédant la panne.

Aucune exigence particulière en matière de redondance n'est requise pour les stations d'automatisation. Toutefois, si des fonctions critiques sont identifiées dans le projet, la redondance peut être envisagée en concertation avec la direction des travaux ou le Maître de l'Ouvrage.

Dès lors les exigences de redondance sont à prendre dûment en compte dans la planification des stations d'automatisation. Il faut prévoir une station d'automatisation distincte par élément d'installation redondant. Il faut éviter la séparation du matériel et du logiciel d'une installation sur deux stations d'automatisation ou plus. Même en cas d'interruptions, les installations doivent continuer à remplir leur fonction.

### 5.2.5 Modules d'entrées/sorties (E/S)

Les modules doivent de préférence être remplaçables à chaud, sans interruption du fonctionnement global de la station d'automatisation, afin de faciliter la maintenance en exploitation normale.

Les modules d'E/S doivent répondre aux critères de flexibilité, de diagnostic, de maintenance et de commande locale manuelle.

Entrées numériques (DI) :

- max. 16 DI par module, compatibles avec contacts secs ou signaux 24 VDC

Sorties numériques (DO) :

- max. 16 sorties par module
- type relais 5 A ou transistor 0,5 A selon les applications
- chaque sortie doit disposer d'un dispositif de forçage local permettant :
  - une commande manuelle (interrupteur ou bouton poussoir en face avant)
  - un voyant de signalisation de l'état réel
  - un retour d'état par lecture logicielle indépendante de la commande

Entrées analogiques (AI) :

- max. 8 entrées par module
- signaux pris en charge : 0–10 V, 4–20 mA, sondes PT1000, Ni1000, NTC selon norme DIN
- résolution minimale : 12 bits

Sorties analogiques (AO) :

- 4 sorties par module
- signal de sortie : 0–10 V ou 4–20 mA
- résolution minimale : 12 bits
- chaque sortie analogique doit également être équipée d'un dispositif de forçage local, permettant :
  - Le réglage manuel de la valeur analogique
  - la visualisation locale de la valeur émise
  - Un retour d'état consultable via le système de supervision

### 5.2.6 Alimentation & transformateurs

L'alimentation des équipements d'automatisation doit être conçue de manière à garantir une disponibilité élevée et une séparation claire des circuits.

Un module d'alimentation redondant 24 V DC / 5 A, avec régulation de tension  $\pm 1\%$ , doit être prévu pour l'alimentation des automates. Une séparation physique est exigée entre l'alimentation des automates et celle des équipements de terrain (actionneurs, capteurs).

Lorsqu'une isolation galvanique est requise (notamment dans des bâtiments anciens ou dans des environnements perturbés), un transformateur d'isolement 230 V AC  $\rightarrow$  24 V DC doit être intégré dans l'armoire de régulation.

Un bornier d'alimentation accessible doit être prévu, avec protection individuelle par fusible ou disjoncteur électronique pour chaque départ.

### 5.2.7 Accessoires & câblage

Les équipements et accessoires doivent permettre une installation fiable, standardisée et conforme aux exigences techniques suisses.

Câblage Ethernet et RS-485 :

- utilisation de câbles blindés minimum catégorie 5e (S/FTP) pour le Gigabit Ethernet
- câbles RS-485 : blindage intégral (STP), torsadé, avec masse flottante côté terrain

Pour les capteurs de terrain précâblés avec connecteurs circulaires, des adaptateurs M12 vers borniers enfichables doivent être prévus.

Des diodes LED multicolores (STAT, ERR, COM) doivent être présentes en face avant sur chaque CPU et module E/S, permettant une identification rapide de l'état de fonctionnement.

## 5.3 Logiciel

### 5.3.1 Système d'exploitation

Si la station d'automatisation dispose d'un système d'exploitation Windows, ce dernier doit pouvoir être retouché, et il ne doit pas s'agir d'une version obsolète ou embarquée.

### 5.3.2 Paramétrage

Le paramétrage des stations d'automatisation doit être assez simple pour permettre à l'exploitant de procéder lui-même aux changements et ajouts nécessaires dans le système de gestion.

### 5.3.3 Structure du programme

La programmation des stations d'automatisation doit suivre les règles d'un programme structuré (p. ex. plan fonctionnel). Toutes les fonctions seront documentées de façon exacte et en détail.

## 5.4 Commande et signalisation

### 5.4.1 Généralités

Par Commande et signalisation au niveau d'automatisation, il faut entendre ceci :

- commutateurs et voyants lumineux de l'ensemble d'appareillage (EAP);
- interrupteur de révision;
- relais de couplage ou modules à commande manuelle.

On distingue trois cas de commande et de signalisation. Ces désignations seront appliquées rigoureusement :

DÉSIGNATION	TÂCHES
COMMANDE DE SECOURS	Permet d'intervenir directement dans l'installation du bâtiment (IB), même si la station d'automatisation n'est pas disponible. La commande manuelle ne provoque pas la déconnexion de l'installation.
COMMANDE LOCALE	Sert au dialogue direct avec l'installation via les interrupteurs matériel et logiciel de la station d'automatisation, si cette dernière est en état de fonctionner.

<b>INTERRUPTEUR DE RÉVISION</b> (POUR TRAVAUX DE MAINTENANCE)	<b>Ces interrupteurs correspondent aux exigences de la CNA</b> et sont montés, en général, directement sur l'installation, à côté des appareils et commandes. Les prescriptions spéciales de la CNA (voyant de signalisation, etc.) seront respectées lorsque l'interrupteur de révision est branché dans le circuit de commande.
--	---

Figure 10 : Mode de fonctionnement du niveau d'automatisation

#### 5.4.2 Commande de secours

Toutes les sorties numériques ou analogiques doivent disposer d'une commande de secours, afin que les installations puissent être commandées manuellement en cas de panne de l'unité centrale. Tous les interrupteurs devront indiquer au minimum le parcours du circuit. En outre, une légende sera fixée sur la face intérieure de l'EAP.

#### 5.4.3 Commande locale

Pour toutes les installations du bâtiment, cette fonction se fera en fonction des besoins et selon l'exemple suivant. La fonction Commande locale est assurée par des interrupteurs, des boutons poussoirs, des relais et des voyants lumineux conventionnels, ces éléments étant montés sur la porte de l'ensemble d'appareillage. Elle couvre les besoins minimaux de commande et de signalisation locale et doit correspondre aux exigences suivantes:

- commutateur principal permettant de sélectionner le mode de fonctionnement;
- bouton-poussoir de quittance après dépannage;
- indication sommaire de l'état de fonctionnement de l'installation à l'aide d'un nombre restreint de voyants;
- pièces d'appareils de commande spécifiques des stations d'automatisation, **pas de panneaux tactiles**;
- la commande locale est transmise par un voyant lumineux jaune sur le devant de l'EAP, sur les tableaux des installations et via OPC au serveur d'alarme.
- commande via un ordinateur.

##### 5.4.3.1 Exemple pour un ensemble d'appareillage

Pour la partie générale de chaque ensemble d'appareillage, il convient par exemple de réaliser de la manière suivante la fonction Commande locale et la signalisation sur la porte de la cellule d'entrée :

ENSEMBLE D'APPAREILLAGE :		
<b>1 interrupteur principal</b> (H/S) selon la norme	Les portes de l'EAP doivent pouvoir être ouvertes même en position ON.	
<b>1 bouton-poussoir blanc</b> (H)	Contrôle des lampes	
<b>1 bouton de quittance rouge</b> (S) <b>1 voyant lumineux rouge</b> (H)	Quittance des pannes verrouillantes Panne générale	combiné
<b>1 bouton de quittance rouge</b> (S) <b>1 voyant lumineux rouge</b> (H)	Quittance incendie Panne incendie	combiné
<b>1 voyant lumineux jaune</b> (H)	Commande locale (commande manuelle, commande de secours, commande locale, interrupteur de révision)	

Figure 11 : Commande et signalisation d'un ensemble d'appareillage en général

(H/S) Fonctions à réaliser par matériel dans l'ensemble d'appareillage et non via la station d'automatisation. L'état de la station d'automatisation sera toutefois signalé.

(S) Fonctions à réaliser par logiciel dans la station d'automatisation.

#### 5.4.3.2 Exemple pour une installation de ventilation

Par installation de ventilation et de climatisation, il convient par exemple de réaliser de la manière suivante les fonctions Commande manuelle ainsi que Signalisation sur la porte de la cellule de sortie:

INSTALLATIONS DE VENTILATION :	
1 interrupteur d'installation (S)	OFF – AUTO - ON ou OFF - AUTO - I - II
1 interrupteur pour pompiers (S)	Contrôle des lampes
1 voyant lumineux vert (S) 1 voyant lumineux rouge (H)	OFF-ON (seulement en cas de désenfumage et si non encore installé sur le tableau d'incendie et de service du feu)
1 voyant lumineux jaune (H)	Marche (ON, niveau I ou niveau II) Panne (panne)

Figure 12 : Commande et signalisation d'un ensemble d'appareillage pour la ventilation

(S) Fonctions à réaliser par logiciel dans la station d'automatisation.

Les positions de l'interrupteur d'installation agissent comme suit :

*OFF* L'installation est désactivée par logiciel.

*AUTO* L'installation est commandée et régulée automatiquement par la station d'automatisation.

*ON* L'installation est activée puis commandée et régulée automatiquement par la station d'automatisation.

L'interrupteur d'installation n'est pas nécessaire pour les petites installations; le nombre des voyants sera réduit et on pourra réunir plusieurs petites installations.

#### 5.4.4 Interrupteur de révision

Les moteurs comportant des éléments mobiles non couverts doivent être équipés d'un interrupteur de révision correspondant aux exigences de la CNA et monté directement à côté du moteur (ventilateurs, pompes sur socle, etc.). Les interrupteurs de ventilateur sont posés à l'**extérieur** du monobloc.

Pour les installations possédant un convertisseur de fréquence ET une puissance nominale supérieure à 15 kW ou à 25 A, le circuit de commande doit être coupé par l'interrupteur de révision au niveau de l'ensemble d'appareillage. Un voyant lumineux sera posé vers l'interrupteur de sécurité pour la signalisation visuelle locale. Les contacteurs doivent comporter des contacts à rupture forcée et une protection empêchant toute intervention manuelle (selon normes CNA). Une rétrosignalisation sera transmise au système DO à l'aide du contact auxiliaire du contacteur.

## 5.5 Fonctions exigées

### 5.5.1 Fonctions standard des objets BACnet

Les objets BACnet doivent respecter les exigences de la recommandation de la KBOB relative à l'utilisation de la norme BACnet.

### 5.5.2 Messages de panne

#### 5.5.2.1 Généralités

Voir « Classes de notification BACnet » au chapitre « Spécifications BACnet ».

### 5.5.2.2 *Génération de messages de panne*

Les deux formes de génération de messages de dérangement dans BACnet (Intrinsic Reporting / Algorithmic Reporting) doivent être possibles. Les messages doivent être générés uniquement à la station d'automatisation et transmis au niveau de gestion. Tous les messages entrants sont lus et affichés au démarrage du niveau de gestion.

- Intrinsic: messages internes à l'ouvrage; les messages de panne sont générés avec les propriétés de l'ouvrage standard.
- Algorithmic: messages basés sur des règles; des messages de panne supplémentaires peuvent être réalisés à l'aide d'un objet Event-Enrollment ou catégorie d'événement (par ex. dépassement de valeurs limites).

### 5.5.2.3 *Quittancement des messages de panne*

Les messages de panne peuvent être quittancés et réinitialisés aussi bien via le système de commande que sur place, par l'intermédiaire de l'ensemble d'appareillage.

### 5.5.2.4 *Enregistrement de tendances*

Les données tendanciennes doivent être créées et sauvegardées dans la station d'automatisation (voir consignes de la recommandation relative à l'utilisation de la norme BACnet, sous-chapitre « Enregistrement de données »).

### 5.5.2.5 *Alimentation*

L'alimentation est surveillée pour chaque ensemble d'appareillage. Un relais triphasé de surveillance surveille les séquences et les défaillances de phase.

### 5.5.2.6 *Disjoncteur*

Tous les disjoncteurs de ligne ou d'appareils réagissant aux incidents de la tension de commande et de la tension système sont surveillés par des contacts auxiliaires, et regroupés dans une même entrée numérique pour chaque sous-station. Le déclenchement d'un disjoncteur sera signalé comme dérangement sur le système d'automatisation.

Les disjoncteurs de ligne et d'appareils protégeant un appareil externe doivent toujours être enregistrés séparément dans le message de dérangement dudit appareil. Dans le cas p. ex. d'une pompe de circulation, la communication apparaîtra regroupée dans le message de panne de la pompe.

### 5.5.2.7 *Commande locale des installations importantes pour la sécurité*

Dans le cas des installations importantes pour la sécurité, à l'instar d'une ventilation tempête déclenchée par une alarme de gaz dans la centrale frigorifique, la position «OFF» du commutateur (interrupteur physique ou logiciel) devra générer un message distinct.

### 5.5.2.8 *Thermostat de sécurité des appareils de production d'eau chaude*

Un thermostat de sécurité est installé soit au départ du chauffe-eau, soit à la sortie du dispositif de chauffage. En cas de déclenchement du thermostat de sécurité, le convertisseur (production de chaleur) s'arrête, mais la distribution de chaleur se poursuit. Le thermostat de sécurité agit directement (au niveau du matériel) sur les vannes de réglage et d'arrêt. En parallèle, un contact est établi avec le système d'automatisation, qui affiche sur le système un message de température maximale. Pour toute remise en marche, il faudra d'abord quittancer l'installation sur place, dans l'armoire de commande, ou via le système de gestion technique du bâtiment. Ce n'est possible que si le thermostat de sécurité a été préalablement réinitialisé.

### 5.5.2.9 Protection du moteur

La protection du moteur de ventilateurs ou de pompes est assurée par des disjoncteurs de moteur, des thermocontacts, des relais thermistor ou encore des convertisseurs de fréquence. Le déclenchement d'un tel dispositif de sécurité aboutit à l'arrêt physique du moteur et de l'installation concernée. Un dérangement est alors signalé sur le système d'automatisation.

### 5.5.2.10 Signalisation de service (ON / OFF)

Les ventilateurs, pompes, installations de production d'énergie, etc. seront autant que possible surveillés à l'aide d'une signalisation de service. Tout changement par rapport à l'état prévu aboutit à la désactivation de l'appareil et de l'installation correspondante. Un dérangement est alors signalé sur le système d'automatisation.

### 5.5.2.11 Surveillance des clapets (OUVERT / FERMÉ)

Les clapets seront équipés d'interrupteurs de fin de course. Ils seront surveillés au moyen de cette signalisation de service. Les clapets coupe-feu doivent être pourvus d'un équipement de communication de contrôle. Si l'installation ne peut plus fonctionner correctement en raison de cette panne, elle sera arrêtée et verrouillée par logiciel.

### 5.5.2.12 Surveillance de ligne

Les signaux de mesures analogiques et de résistance doivent être surveillés pour toute coupure ou court-circuit par un logiciel adéquat ou par un circuit «live-zero» (0/4 mA). En cas de rupture de ligne ou de court-circuit, un message de panne sera émis. Si l'installation ne peut plus fonctionner correctement en raison de cette panne, elle sera arrêtée et verrouillée par logiciel.

### 5.5.2.13 Filtres à air

Les filtres à air d'installations qui sont difficilement accessibles doivent être surveillés au moyen de la station d'automatisation et doivent être signalés par un message d'entretien. La surveillance des filtres est superflue pour les installations de débit volumétrique variable.

### 5.5.2.14 Surveillance de l'écoulement d'air

Une surveillance doit être mise en place pour les ventilateurs.

- a) Enclencher l'entrée analogique du ventilateur de mesure de la pression → calculer les débits.
- b) Si ce n'est pas possible: réaliser la surveillance de l'écoulement d'air via un capteur à fil électrique chauffant sur l'entrée numérique.

### 5.5.2.15 Incendie

En cas d'alarme incendie, les installations de ventilation sont désactivées, les clapets d'arrêt et les clapets anti-feu se ferment et l'état «INCENDIE» s'affiche sur le devant de l'armoire de commande. Dans chaque armoire de commande, un contact libre de potentiel (ouvert en cas d'incendie) est branché à la centrale de détection d'incendie sur le relais incendie. Ce dernier agit directement (au niveau du matériel) sur les ventilateurs et les clapets coupe-feu. En parallèle, un contact est établi avec le système d'automatisation, qui désactive l'installation au niveau du logiciel et affiche l'alarme incendie sur le système DO. Pour toute remise en marche, il faudra d'abord quittancer l'installation sur place, dans l'armoire de commande, ou via le système de gestion technique du bâtiment. Ce n'est possible que si l'alarme a été préalablement réinitialisée à la centrale de détection d'incendie.

Des relais de sécurité à deux contacts sans commande manuelle seront utilisés comme relais incendie. Les aérorefroidisseurs des centres de calcul ou des locaux abritant le système informatique continuent de fonctionner.

#### 5.5.2.16 Alarme en cas de fuite de gaz réfrigérants et alarme incendie dans une installation à ventilation tempête : niveau de priorité des fonctions

Le planificateur de la protection incendie / de la sécurité doit déterminer si l'installation de ventilation enclenchée à la suite d'une alarme gaz doit continuer de fonctionner ou être désactivée si une alarme incendie se déclenche en même temps que l'alarme gaz.

#### 5.5.2.17 Surveillance du rendement de la RDC des installations de ventilation

La récupération de chaleur (RDC) est surveillée quant à son efficacité. La visualisation indiquera la valeur calculée selon la formule suivante :

Rendement en % =

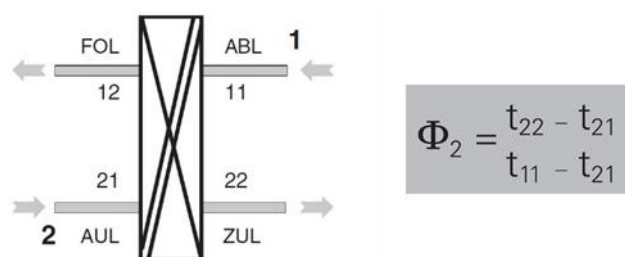


Figure 13 : Calcul du rendement de la RDC

Si la quantité d'air vicié est égale à l'apport d'air, le rendement visé sera comparé à la valeur réelle, sur la base d'une courbe théorique. La valeur réelle ne doit pas rester en deçà de la valeur de consigne au-delà d'une durée prédéfinie. Si tel est malgré tout le cas, un message d'alarme sera envoyé. Aucune surveillance n'a lieu si la fonction antigel de la RDC est active.

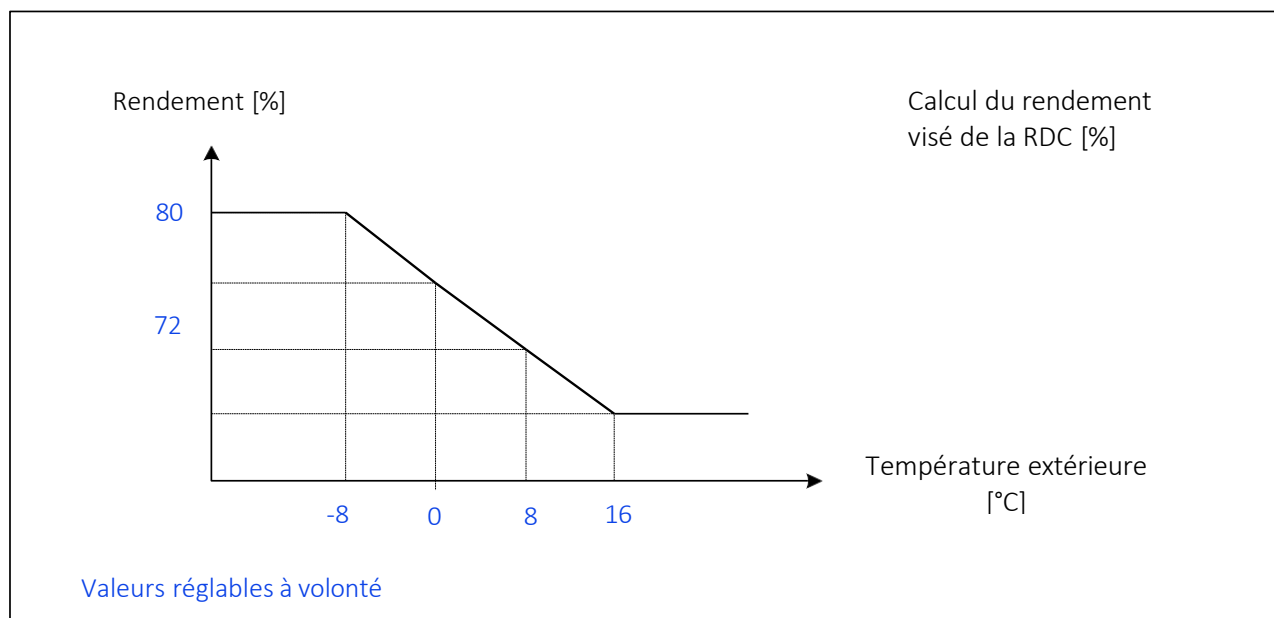


Figure 14 : Courbe de rendement RDC théorique

Valeurs de consigne (réglables à volonté):				
Temporisation de l'alarme	Valeur de consigne Temporisation de l'alarme		60	min.
Alarme	Priorité de l'alarme		Prio 2	

### 5.5.2.18 Surveillance en cas de gel

Si la température à la sortie du réchauffeur d'air tombe en dessous de 5°C, les ventilateurs sont désactivés, les clapets d'air extérieur et d'air évacué se ferment, la pompe du réchauffeur d'air s'enclenche, la vanne du réchauffeur d'air s'ouvre et la RDC s'enclenche (à 100 %), et un message « menace de gel » est généré. Si dans les deux minutes le thermostat revient à l'état « normal », l'installation redémarre.

Si dans les 15 minutes qui suivent la température à la sortie du réchauffeur d'air tombe une seconde fois en dessous de 5°C ou reste plus de deux minutes inférieure à cette valeur, le voyant « EN PANNE » s'allume, l'installation est à l'état verrouillé et produit le message « gel ». Les ventilateurs restent à l'arrêt, la pompe du réchauffeur d'air demeure enclenchée, et la vanne du réchauffeur d'air ainsi que la RDC conservent la position à 100 %.

En cas de menace de gel comme en cas de gel, le symbole s'affichant sur le tableau des installations doit indiquer l'état de panne. Le tableau d'alarmes signale également les deux messages différents, avec leur niveau de priorité respectif.

Pour toute remise en marche de l'installation verrouillée, il faut d'abord la quittancer sur place, dans l'armoire de commande, ou via le système de gestion technique du bâtiment.

### 5.5.2.19 Surveillance de la pression dans la gaine lors du traitement d'air, dans les installations à régulation de pression

Cette fonction doit être intégrée aux installations de ventilation pouvant compenser la perte de pression au-delà de ce que supporte le réseau de conduites. La pression dans la gaine d'air pulsé et celle dans celle d'air évacué est surveillée au moyen d'un interrupteur de pression différentielle (100-1000 Pa). Si la pression dépasse la valeur réglée, toute l'installation est aussitôt désactivée au niveau du matériel et verrouillée. Un message de priorité haute est alors envoyé.

Valeurs de consigne (réglables à volonté):			
Pression de l'air pulsé	Différence de pression	500 – 700	Pa
Pression de l'air sortant	Différence de pression	500 - 700	Pa

## 5.5.3 Fonctions standard des installations

### 5.5.3.1 Commutateur d'installation

L'interrupteur d'installation monté dans la porte de l'ensemble d'appareillage agit uniquement au niveau du logiciel et non dans le circuit principal ou le circuit de commande. Toutes les fonctions de sécurité (commande en cas d'incendie, protection contre le gel, interrupteur de canal, etc.) sont assurées indépendamment de la position de l'interrupteur.

### 5.5.3.2 Commutateur logiciel

L'interrupteur logiciel permettra à l'utilisateur de simuler localement (avec p. ex. la console du système, un ordinateur portable, une tablette, une CI, etc.) différents états de fonctionnement lorsque l'interrupteur d'installation est réglé sur la position « Auto ». Toutes les fonctions de sécurité

(commande en cas d'incendie, protection contre le gel, interrupteur de canal, etc.) seront assurées indépendamment de la position de cet interrupteur.

### **5.5.3.3 Bouton de quittance**

La manipulation du bouton de quittance sur la porte de l'ensemble d'appareillage entraîne :

- le déverrouillage (si la panne a été réparée) des installations qui sont verrouillées par matériel et/ou par logiciel après une panne,
- le déverrouillage (si l'alarme feu a été supprimée à partir de la centrale d'alarme feu) des installations qui sont arrêtées à cause d'un état « INCENDIE ».

### **5.5.3.4 Quittance à distance de l'alarme incendie**

Le fait d'appuyer sur un bouton de l'écran initial du bâtiment a pour effet de quitter toutes les alarmes incendie affichées sur les ensembles d'appareillage des installations techniques.

### **5.5.3.5 Entrées de dérangements, branchement provisoire d'EAP**

Chaque EAP est doté de deux entrées numériques avec câblage sur des bornes, pouvant servir à des messages de dérangement provisoires. Elles seront désignées comme suit:

- Message de priorité élevée;
- Message de priorité moyenne.

Les messages recevront la classe de notification visée au chapitre « Spécifications BACnet » et sont attribués à l'installation Txx (EAP).

### **5.5.3.6 Relance périodique de la pompe / du rotor RDC**

Si les installations ont été arrêtées, la station d'automatisation enclenche périodiquement toutes les parties motorisées (pompes, récupérateurs, etc.) afin d'éviter des dégâts dus à l'arrêt prolongé.

### **5.5.3.7 Redémarrage automatique après le retour de la tension**

Après le retour de la tension à la suite d'une coupure, tous les programmes d'une sous-station d'automatisation redémarrent de manière automatique et contrôlée et chaque installation se remet de manière échelonnée dans l'état de fonctionnement voulu, le moment et l'ordre de succession pouvant être définis pour chaque installation.

### **5.5.3.8 Démarrage et arrêt d'installations de ventilation**

Si l'installation est sollicitée et en l'absence de tout dérangement nécessitant son arrêt, le cycle de mise hors gel est d'abord activé, si la température extérieure l'exige. Puis les clapets motorisés et les clapets coupe-feu s'ouvrent (air frais, air pulsé, air évacué et air vicié). Quand ceux-ci sont ouverts, le ventilateur d'air pulsé est lancé (à la vitesse minimale pour les ventilateurs à réglage continu). Son message d'exploitation libère alors le ventilateur d'air évacué (à la vitesse minimale pour les ventilateurs à réglage continu). Le message d'exploitation de ce ventilateur active à son tour les fonctions de réglage de la température, de l'humidité, de la qualité de l'air et, éventuellement, de la pression, et active la surveillance des valeurs de consigne.

Si faute du message d'exploitation nécessaire, l'installation reste bloquée à l'une des étapes susmentionnées, une alarme d'état est déclenchée et l'installation est désactivée. Cette alarme devra être quittancée avant la remise en service.

Si l'installation de ventilation n'est plus demandée, la surveillance des valeurs de consigne, les ventilateurs et les fonctions de réglage sont désactivés, et tous les clapets motorisés se ferment après une durée de temporisation réglable de 60 secondes.

Les dérangements suivants désactivent l'installation :

- alarme incendie;
- panne du ventilateur d'air pulsé ou d'air évacué;
- alarme gel;
- alarme pression maximale;
- alarme d'état des clapets motorisés et des clapets coupe-feu.

### 5.5.3.9 Refroidissement nocturne avec installations de ventilation

Pendant les mois d'été, le bâtiment peut être refroidi la nuit avec l'air extérieur plus frais. Avec ce type de fonctionnement, la RDC ainsi que les vannes de refroidissement et de chauffage sont fermées, et la température de l'air pulsé n'est pas contrôlée. Les régulateurs de débit disponibles sont ouverts, et les ventilateurs fonctionnent à la vitesse maximale.

Les conditions/interventions suivantes mettent l'installation à l'état de fonctionnement «RE-FROIDISSEMENT NOCTURNE » :

<b>Conditions d'enclenchement :</b>	<p>Les conditions suivantes doivent être réunies pour que le refroidissement nocturne soit enclenché :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La date se situe entre le 01.05 et le 30.09</li> <li>• L'heure se situe entre 3 h 00 et 6 h 00.</li> <li>• La température max. de la veille est supérieure à 25 °C.</li> <li>• La température du local de référence est supérieure à 23 °C.</li> <li>• La différence entre la température du local de référence et la température extérieure est supérieure à 6 kelvins. - La température extérieure est supérieure à 10° C.</li> </ul>
<b>Condition d'arrêt :</b>	<p>Si l'une des conditions ci-après est remplie, le refroidissement nocturne est arrêté :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La différence entre la température du local et celle de l'air extérieur est inférieure à 3 kelvins</li> <li>• Dépassement de l'horaire fixé</li> </ul>

Figure 15 : Conditions d'enclenchement et d'arrêt du refroidissement nocturne avec installations de ventilation

### 5.5.3.10 Récupération de froid (commande de l'offre et de la demande)

Si les conditions s'y prêtent, la RDC permet de récupérer l'énergie frigorifique de l'air évacué, soit de rafraîchir l'air chaud du dehors avec l'air froid évacué. La RDC fonctionne sans être régulée à une puissance de 100 % (RécF).

Valeurs de consigne (réglables à volonté):			
Ventilation		Exploitation normale	
Température ambiante (TA)	Valeur de consigne, différence TA du local XY	>0	K
<b>Échangeurs de chaleur à plaques ou rotatifs</b>			
Critère d'activation	Valeur de consigne, différence air frais – air évacué	> 1	K

Critère de désactivation	Valeur de consigne, différence air frais – air évacué	>0	K
<b>En liaison avec RDC</b>			
Critère d'activation	Valeur de consigne, différence air frais – air évacué	>3	K
Critère de désactivation	Valeur de consigne, différence air frais – air évacué	> 1	K

Figure 16 : Valeurs de consigne pour la récupération de froid avec installations de ventilation

### 5.5.3.11 Besoins en chaleur et en froid

Les installations primaires réagissent aux valeurs de besoin signalées par les consommateurs ou à leur demande de chaleur (chauffage) ou de froid (climatisation).

Valeurs de consigne (réglables à volonté):			
Critère d'activation	Valeur de consigne, ouv. de vanne	>10	%
Critère de désactivation	Valeur de consigne, ouv. de vanne	<5	%
Temporisation de désactivation	Valeur de consigne en temps	60	sec.

Figure 17 : Valeurs de consigne pour les besoins en chaleur et en froid (modification de la position des vannes)

### 5.5.3.12 Commande de la pompe en fonction des besoins

En cas de besoin, une vanne s'ouvre et libère la pompe de circulation des réchauffeurs d'air circulant, des refroidisseurs d'air et des systèmes de RDC-RécF, qui s'enclenchent à leur tour.

Valeurs de consigne (réglables à volonté):			
Critère d'activation	Valeur de consigne, ouv. de vanne	> 5	%
Critère de désactivation	Valeur de consigne, ouv. de vanne	<2	%
Temporisation de désactivation	Valeur de consigne en temps	300	sec.

Figure 18 : Valeurs de consigne pour la commande de la pompe IV selon les besoins

## 5.5.4 Fonctions standard d'automatisation des pièces

### 5.5.4.1 Réglage du débit d'air (volume d'air variable, VAV)

Le débit d'air des locaux spacieux (> 20 personnes) dont l'occupation peut varier fortement, comme les cafétérias, aulas ou salles de conférences, se règle à l'aide d'une valeur ajustable (p. ex. 800 ppm), en fonction de la qualité de l'air ambiant (base de gaz mixte et teneur en CO<sub>2</sub>).

Les salles de réunion d'une capacité inférieure à 20 personnes sont pilotées manuellement à l'aide d'une télécommande aux niveaux 0/50/100 %. Les positions 50/100% reviennent à zéro au bout d'un laps de temps réglable, p. ex. 2 heures. Il est également possible d'effectuer le renouvellement de l'air du local selon un programme horaire. La télécommande doit disposer au minimum d'une touche pour la commutation graduelle et d'un affichage du grade actuel.

### 5.5.4.2 Déplacement central de la valeur consigne (compensation estivale)

Une compensation estivale ajustable est nécessaire pour adapter les consignes de rafraîchissement des bureaux. Elle permet d'éviter de trop grands écarts entre les températures intérieure et extérieure.

### 5.5.5 Fonctions de protection

Les éléments de protection pour personnes et installations seront réalisés matériellement, au moyen de contacts ou de relais auxiliaires, en dehors des stations d'automatisation. Leur fonction protectrice doit être garantie même en cas de panne de la station d'automatisation.

Les clapets coupe-feu d'installations de ventilation particulièrement dispersées peuvent également, d'entente avec les organes compétents (police du feu, compagnie d'assurance, etc.), être commandés par l'intermédiaire du bus de données et par les stations d'automatisation concernées, dans la mesure où une telle solution est plus avantageuse.

Il s'agit notamment des verrouillages suivants:

- interrupteur de révision (exigence de la CNA);
- protection contre la surcharge magnétique et thermique et les courts-circuits (disjoncteurs);
- surveillance de danger de gel;
- surveillance des températures et des pressions pouvant endommager les installations (directives ASCP / SVDB);
- autres éléments de protection pour personnes et installations susceptibles de provoquer de graves dommages corporels ou matériels (à définir en fonction de l'installation).

## 5.6 États de fonctionnement des installations

Chaque installation est sujette à un nombre d'états de fonctionnement qui dépendent de son type, de sa complexité et de son utilisation. Ces états sont activés manuellement et/ou par les conditions du logiciel et les dérangements.

ÉTAT DE FONCTIONNEMENT	APPLICATION
OFF	Toutes les installations
ON / VITESSE 1-n	Toutes les installations
BY-PASS DU CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE	Uniquement dans des cas dûment justifiés et en coordination avec la mise en place de convertisseurs de fréquence
REFROIDISSEMENT NOCTURNE	Dans tous les cas où un rapport coût / utilité favorable est à espérer
DÉRANGEMENT	Toutes les installations
RÉVISION	Toutes les installations nécessitant des interrupteurs de révision
INCENDIE	Toutes les installations de ventilation et de climatisation

Figure 19 : États de fonctionnement des installations

### 5.6.1 État de fonctionnement OFF

Les différents appareils (ventilateurs, pompes, clapets, vannes, etc.) de l'installation sont arrêtés ou fermés. Les fonctions suivantes sont encore assurées:

- Activation périodique des pompes en cas d'arrêt prolongé;
- Pompe à déclenchement retardé;
- Fonctions de sécurité (protection antigel, etc.).

⇒ Malgré l'état « OFF » de l'installation, certains appareils peuvent être en marche !

Les conditions/interventions suivantes mettent l'installation à l'état «OFF»:

<b>Conditions de logiciel:</b>	Des critères de déclenchement peuvent être définis dans le logiciel (p. ex. température limite).
<b>Programme horaire:</b>	Les heures de déclenchement peuvent être définies dans le programme horaire.
<b>Commutateur logiciel:</b>	L'interrupteur logiciel est en position «OFF». Les conditions du logiciel et le programme horaire lui sont subordonnés.
<b>Commutateur d'installation:</b>	L'interrupteur d'installation est en position «OFF». Les conditions du logiciel, le programme horaire et l'interrupteur logiciel lui sont subordonnés.

Figure 20 : Conditions et interventions qui déclenchent l'état « OFF »

En cas de déclenchement par les conditions du logiciel ou par un programme horaire, l'état de fonctionnement « OFF » de l'installation n'est pas signalé.

#### Exception :

Le déclenchement par l'interrupteur logiciel ou par l'interrupteur d'installation est signalé comme suit:

<b>Signalisation:</b>	Voyant lumineux jaune « LOCAL »
-----------------------	---------------------------------

#### 5.6.2 État de fonctionnement ON / NIVEAU 1-n

Les appareils principaux sont enclenchés et sont régulés/commandés automatiquement. Les autres appareils sont mis en marche/régulés par le logiciel en cas de besoin.

Les conditions/interventions suivantes mettent l'installation à l'état « ON » :

<b>Conditions de logiciel:</b>	Des critères d'enclenchement peuvent être définis dans le logiciel (p. ex. température limite)
<b>Programme horaire:</b>	Les heures d'enclenchement peuvent être définies dans le programme horaire.
<b>Commutateur logiciel:</b>	L'interrupteur logiciel est en position « ON ». Les conditions du logiciel et le programme horaire lui sont subordonnés.
<b>Commutateur d'installation:</b>	L'interrupteur d'installation est en position « ON ». Les conditions du logiciel, le programme horaire et l'interrupteur logiciel lui sont subordonnés.

Figure 21 : Conditions et interventions qui déclenchent les états «ON» / niveau 1-n

1-n

L'état de fonctionnement « ON / NIVEAU 1-n » est signalé de la façon suivante:

<b>Signalisation:</b>	Voyant lumineux vert « En fonction »
-----------------------	--------------------------------------

#### Exception :

La mise en marche par l'interrupteur logiciel ou par l'interrupteur d'installation est signalée en plus comme suit :

Signalisation: Voyant lumineux jaune « LOCAL »

<b>Signalisation:</b>	Voyant lumineux jaune « LOCAL »
-----------------------	---------------------------------

### 5.6.3 État de fonctionnement BY-PASS DU CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE

Application : uniquement pour les cas dûment justifiés et après accord de l'unité SBAT de l'Etat de Fribourg.

L'installation est enclenchée, mais le convertisseur de fréquence d'un appareil principal est en panne. Les appareils principaux sont enclenchés par le by-pass du convertisseur de fréquence. Les autres appareils sont mis en marche/régulés par le logiciel en cas de besoin.

Les conditions/interventions suivantes mettent l'installation à l'état « BY-PASS DU CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE » :

<b>Convertisseur de fréquence:</b>	Le convertisseur de fréquence d'un appareil principal est en panne. Les appareils considérés comme principaux doivent être déterminés spécifiquement pour chaque installation.
<b>Commutateur logiciel:</b>	L'interrupteur logiciel est en position BY-PASS DU CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE. La panne du convertisseur de fréquence lui est subordonnée.

Figure 22 : Conditions et interventions qui déclenchent l'état «BY-PASS DU CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE»

L'état « BY-PASS DU CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE » est signalé de la façon suivante :

<b>Signalisation:</b>	Voyant lumineux vert « <b>En fonction</b> » Voyant lumineux rouge « <b>En panne</b> »
-----------------------	--

#### Exception :

L'enclenchement par l'interrupteur logiciel est signalé comme suit:

<b>Signalisation:</b>	Voyant lumineux vert « <b>En fonction</b> » Voyant lumineux jaune « <b>Local</b> »
-----------------------	---

### 5.6.4 État de fonctionnement REFROIDISSEMENT NOCTURNE

Les conditions menant à cet état de fonctionnement sont décrites au chapitre « Refroidissement nocturne avec installations de ventilation », sous « Fonctions standard des installations ».

L'état de fonctionnement « REFROIDISSEMENT NOCTURNE » est signalé de la façon suivante :

<b>Signalisation:</b>	Voyant lumineux vert « <b>En fonction</b> » (clignotant)
-----------------------	--

### 5.6.5 État de fonctionnement PANNE

#### 5.6.5.1 Dérangements entraînant l'arrêt de l'installation

L'installation passe à l'état « PANNE » en cas de survenance d'un dérangement qui empêche le bon fonctionnement de l'installation.

Il arrive, comme dans les cas suivants, que l'appareil en panne puisse être directement réinitialisé :

- Panne d'électricité
- Disjoncteurs des ventilateurs d'air pulsé et d'air évacué
- Disjoncteurs des pompes principales

Une fois l'appareil réinitialisé, aucune quittance supplémentaire n'est nécessaire, et l'installation repasse automatiquement au mode d'exploitation voulu.

Certaines pannes obligent l'installation à passer en automaintien et entraînent également son arrêt, p. ex. :

- Surveillance de débit des ventilateurs d'air pulsé et d'air évacué
- Surveillance des clapets d'air pulsé et d'air évacué
- Surveillance des clapets coupe-feu
- Surveillance des dépassements de température, etc.

Après suppression de la panne, l'installation doit être quittancée au niveau local au moyen du bouton de quittance de l'ensemble d'appareillage.

L'état de fonctionnement « PANNE » est signalé de la façon suivante :

<b>Signalisation:</b>	Voyant lumineux rouge « En panne »
-----------------------	------------------------------------

### 5.6.5.2 Messages de dérangement n'empêchant pas l'installation de fonctionner

Les dérangements qui empêchent uniquement le fonctionnement d'une partie de l'installation, sans en perturber gravement le fonctionnement général, p. ex. :

- Panne de la pompe interne de la batterie de chauffage
- Panne de la pompe interne de refroidissement d'air
- Panne à l'humidification

ne font **pas** passer l'installation à l'état « PANNE », elle reste donc activée. De tels messages de dérangement sont signalés de la façon suivante :

<b>Signalisation:</b>	Voyant lumineux vert « En fonction » Voyant lumineux rouge « En panne »
-----------------------	--

## 5.6.6 État de fonctionnement RÉVISION

### 5.6.6.1 Interrupteur de révision d'appareils principaux

Les appareils principaux sont ceux qui, en cas de panne ou d'arrêt par l'interrupteur de révision, rendent impossible le fonctionnement de l'installation ou qui dérangent gravement les fonctions générales de l'installation, p. ex. :

- Ventilateurs d'air pulsé et d'air évacué,
- Installations de transport, vis sans fin,
- Pompes de circulation.

L'enclenchement de l'interrupteur de révision d'un appareil principal met l'installation à l'état « RÉVISION », ce qui veut dire qu'elle est arrêtée par le logiciel. Après réinitialisation de l'interrupteur de révision en position initiale, l'installation est automatiquement réenclenchée.

Les conditions/interventions suivantes mettent l'installation à l'état « RÉVISION » :

<b>Interrupteur de révision :</b>	Lorsque l'installation est (a été) enclenchée et qu'un interrupteur de révision d'un appareil principal est mis en position de révision. Les appareils considérés comme principaux doivent être déterminés spécifiquement pour chaque installation.
-----------------------------------	--

Figure 23 : Conditions et interventions qui déclenchent l'état « RÉVISION »

L'état de fonctionnement « RÉVISION » est signalé de la façon suivante :

Signalisation:	Voyant lumineux jaune « Local »
----------------	---------------------------------

### 5.6.6.2 Interrupteur de révision d'appareils secondaires

Les appareils secondaires sont ceux qui, en cas de panne ou d'arrêt par l'interrupteur de révision, arrêtent une partie de l'installation, ce qui ne perturbe pas de manière grave le fonctionnement général de l'installation, p. ex. :

- Pompe interne de la batterie de chauffage,
- Pompe interne de refroidissement d'air,
- Pompe interne d'humidification.

Lorsque l'interrupteur de révision d'un appareil secondaire est actionné, l'installation ne passe pas à l'état « RÉVISION », ce qui veut dire qu'elle reste activée.

Le message de révision d'un appareil secondaire est signalé de la façon suivante :

Signalisation:	Voyant lumineux vert « En fonction » Voyant lumineux jaune « Local »
----------------	---

### 5.6.7 État de fonctionnement INCENDIE

Les conditions menant à ce mode de fonctionnement sont décrites dans le chapitre « Incendie », sous « Fonctions de surveillance ».

Le mode de fonctionnement INCENDIE est signalé de la façon suivante :

Signalisation:	Voyant lumineux rouge « Incendie »
----------------	------------------------------------

## 5.7 États de fonctionnement et motif

Le tableau ci-après reprend les principaux états de fonctionnement décrits dans le chapitre

« États de fonctionnement des installations ». La colonne « Motif de l'état de fonctionnement » indique les conditions qui mènent à l'état correspondant. Ces conditions sont également indiquées dans la visualisation des installations (conformément à l'annexe 2 Visualisation) et doivent être désignées uniformément dans le système. La liste n'est pas exhaustive.

Mode d'exploitation	Motif du mode de fonctionnement	Source
OFF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programme horaire</li> <li>• Pas nécessaire</li> <li>• Panne</li> <li>• Révision</li> </ul>	Programmes horaires; sous-installations alimentées par l'installation

ON	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programme horaire</li> <li>• Télécommande</li> <li>• Intervention manuelle</li> <li>• Demande de chaleur</li> <li>• Demande automate</li> <li>• Demande groupe</li> <li>• Demande gestion</li> <li>• Demande pièce</li> <li>• Demande processus</li> <li>• Alarme gaz</li> <li>• Renouvellement de l'air</li> <li>• etc.</li> </ul>	<p>Programmes horaires intervention manuelle via interrupteur logiciel ou interrupteur de tableau demande par télécommande demande de chaleur (groupe) demande par automate demande de gestion de la chaleur ou de la climatisation demande du détecteur de gaz</p>
BY-PASS DU CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panne du convertisseur de fréquence</li> <li>• Intervention manuelle</li> </ul>	<p>Intervention manuelle par interrupteur logiciel ou interrupteur tableau commutation en cas de panne par la fonction logiciel</p>
• REFROIDISSEMENT NOC- TURNE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - Refroidissement nocturne</li> </ul>	<p>Toutes les conditions de validation du refroidissement nocturne sont remplies.</p>
PANNE (ne doit pas être programmé impérativement, les pannes peuvent aussi mener à l'état de fonctionnement «OFF»)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - Panne</li> </ul>	<p>Panne qui entraîne l'interruption d'un appareil principal, ce qui empêche l'installation de continuer à fonctionner.</p>
RÉVISION (ne doit pas être programmé impérativement, la révision peut aussi être utilisée comme motif pour l'état «OFF»)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - Révision</li> </ul>	<p>Interrupteur de révision</p>
INCENDIE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alarme incendie</li> </ul>	<p>Centrale de signalisation d'incendie</p>

## 6 ENSEMBLES D'APPAREILLAGE

---

### 6.1 Généralités

Le chapitre Ensembles d'appareillage contient des recommandations pour les projets et la fabrication des tableaux de commande et de régulation des installations de chauffage, de ventilation, de réfrigération, de climatisation et sanitaires ainsi que pour la partie MCRG des installations électriques.

#### 6.1.1 Sites

Les ensembles d'appareillage doivent être montés sur le terrain, à proximité des installations ou des parties d'installations correspondantes.

#### 6.1.2 Normes / prescriptions

Les ensembles d'appareillage doivent être réalisés selon les normes et les prescriptions légales. Le fabricant et l'entrepreneur DO sont responsables du respect des normes et des prescriptions.

#### 6.1.3 Examen / rapport de contrôle

Le fabricant doit contrôler en détail les ensembles d'appareillage avant leur livraison. Il établira pour chaque ensemble d'appareillage une déclaration de conformité (rapport de contrôle). Une copie en laminé sera déposée dans la pochette du schéma DO.

### 6.2 Structure

#### 6.2.1 Boîtier

- Boîtier de l'armoire de commande en aluminium, avec paroi arrière et éléments latéraux
- Surfaces peintes par poudrage ou thermolaquées dans la couleur standard gris clair RAL7035, socle RAL 9005 (noir)
- Choisir la largeur des cellules pour que la largeur max. de la porte ne dépasse pas 800 mm.
- Prévoir des profondeurs de cellule normalisée de 400 mm.
- La hauteur des armoires, sans socle, est en général de 2000 mm.
- Les armoires sont en règle générale équipées d'un socle avec cadre de 100 mm de hauteur.
- L'armoire de commande est équipée d'une bordure visible en haut et en bas.
- Une réserve de place de 30 % doit être prévue pour les extensions. Les couloirs d'accès nécessaires à la commande en fonctionnement des installations électriques (Surveiller, Commuter, Régler, Commander) doivent être garantis.
- Choisir la charnière et la largeur de porte en veillant à ce que les voies d'évacuation restent en tout temps garanties.
- Entrées de câbles avec joint mousse
- Fermeture à barre avec clé centrale à 4 pans de 6 mm
- Éclairage automatique (tube fluorescent) de l'armoire de commande par contact avec sa porte, pour chaque cellule
- Dans chaque armoire, une poche vissée pour les schémas (largeur d'un classeur fédéral)
- Si nécessaire, prévoir une aération passive ou active afin d'éviter l'accumulation de chaleur.
- Des brides de mise à la terre sont obligatoire pour les câbles blindés, conformément aux recommandations de la norme NIBT 5.1.3.1 (réduction des courants de mode commun)
- Des rails de pontage séparés entre alimentation CPU et alimentation terrain doivent être utilisés pour une distribution ordonnée et sécurisée du 24 V DC.

## Graphisme / disposition de l'EAP

Avant de réaliser l'ensemble d'appareillage, il faut d'abord soumettre au planificateur DO, pour autorisation, une disposition de sa face intérieure ainsi que de son côté externe.

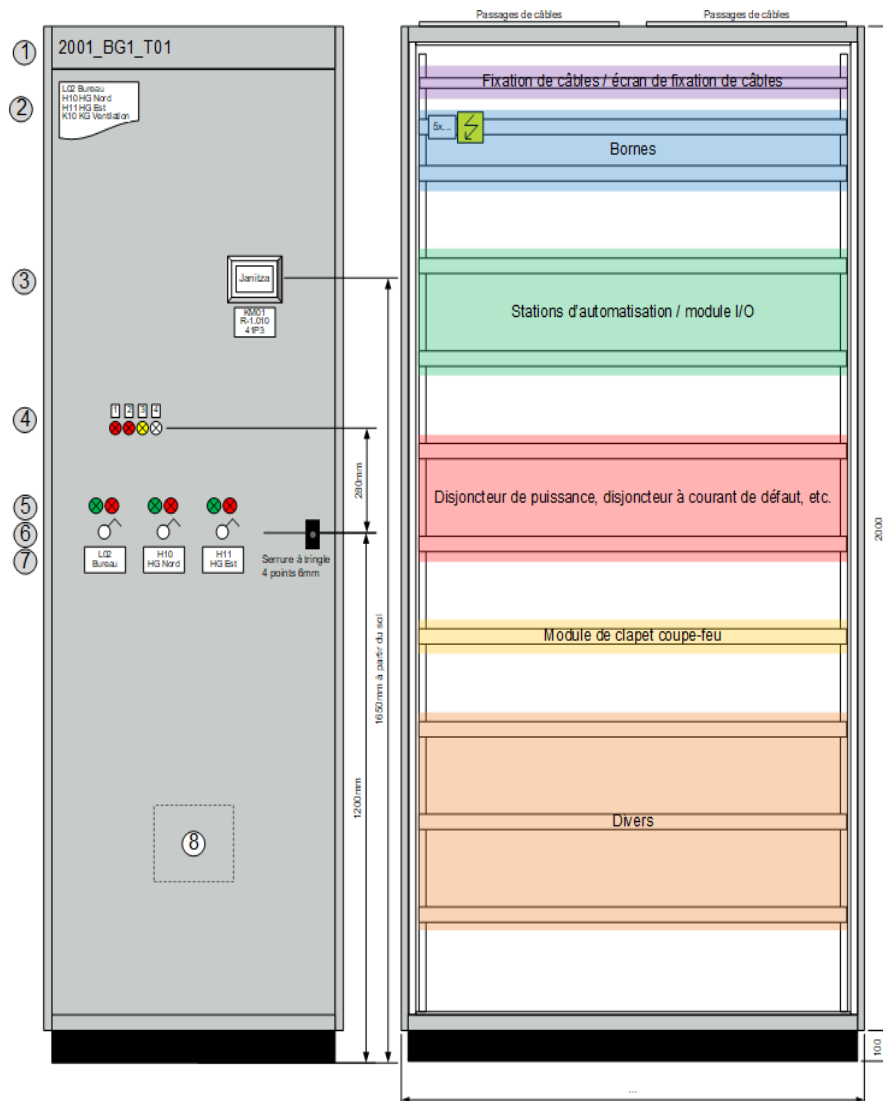


Figure 24 : Graphisme EAP

1	<b>Désignation de l'armoire de commande marquage</b> (police d'écriture Helvetica, demi-gras) d'au moins 30 mm de hauteur, en noir, étiquettes autocollantes résistantes au vieillissement	
2	<b>Liste des installations marquage</b> (police d'écriture Helvetica) d'env. 17 mm de hauteur	
3	<b>Appareils d'affichage</b> compteurs électriques	
4	1 = Incendie avec quittance (rouge) 2 = Panne générale avec quittance (rouge) 3 = Local (jaune) 4 = Bouton de contrôle des lampes (blanc)	Marquage : p. ex. calotte gravée de 4 mm ou plaquette de 28x18 mm, écriture de 4 mm
5	<b>Voyant de fonctionnement et de panne</b>	
6	<b>Commutateur d'installation</b> OFF-AUTO-ON	
7	<b>Plaquette signalétique de l'interrupteur</b> 45x18x1,5 mm, noire, écriture gravée blanche, 4 mm avec 2 trous pour vis	
8	<b>Poche pour classeur ou schémas</b> à l'intérieur de la porte, vissée ou rivetée, pour classeurs fédéraux	

Figure 25 : Légende graphisme EAP

## 6.2.2 Aménagements généraux

### 6.2.2.1 Câblage

Des canaux de protection séparés sont utilisés pour le passage des câbles basse tension et des lignes de communication. Les couleurs des conducteurs seront choisies conformément au tableau ci-dessous, à moins d'avoir été définies différemment dans le cadre du projet :

<b>Force</b>	Basse tension AC	Cond. polaire L1 Cond. polaire L2 Cond. polaire L3 Cond. neutre (N) Cond. de protection (T)	Selon les prescriptions locales  Bleu (selon NIBT) Vert-jaune (selon NIBT)
<b>Commande</b>	Basse tension AC	Conducteur polaire Cond. neutre (N) Cond. de protection (T)	Noir Bleu (selon NIBT) Jaune/vert (selon NIBT)
	Faible tension AC (commande / régulation)	Conducteur 1 Conducteur 2	Vert Vert-blanc
	Faible tension AC (signalisation)	Conducteur 1 Conducteur 2	Violet Violet-Blanc
	Faible tension DC (commande / régulation)	Conducteur pos. Conducteur nég.	Rouge Rouge/Blanc
	Faible tension DC ((MCR et GTC)	Tous les conducteurs	Blanc
<b>Tension externe</b>	Baisse tension AC faible tension	Tous les conducteurs	Selon NIBT Orange

Figure 26 : Couleurs des conducteurs du câblage EAP

### 6.2.2.2 Commande et signalisation

Les interrupteurs, les boutons poussoirs et les voyants lumineux figurant sur le devant des portes d'ensembles d'appareillage seront exécutés conformément au chapitre « Niveau d'automatisation/Commande et signalisation ». Tous les voyants font appel à la technique LED.

### 6.2.2.3 Parasurtension

Des mesures de protection contre les surtensions doivent être prévues pour tous les câbles conduisant de l'extérieur à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment. On s'assurera encore que les parasurtenseurs de tous les ensembles d'appareillage soient du même fabricant.

Les EAP de l'automatisation du bâtiment signaleront par un message collectif de dérangement le déclenchement de la protection antisurtension. Un seul produit sera utilisé dans un bâtiment. Les parasurtenseurs doivent être inclus dans l'offre et intégrés par l'entrepreneur DO dans l'EAP.

### 6.2.2.4 Disjoncteurs de protection des lignes et de moteurs

Les disjoncteurs du circuit d'alimentation assurant la protection des lignes et des moteurs doivent être montés sur un système de rail conducteur enfichable (p. ex. Smisline), permettant d'échanger ou

d'ajouter en cours d'exploitation des éléments de sécurité. La réserve de place du système de rails sera dimensionnée selon les indications du chap. 5.2.1.

#### **6.2.2.5 Fixation des câbles et du blindage à terre**

Un rail sera prévu pour la fixation des câbles. Il doit être correctement mis à la masse en vue de la mise à terre des blindages de câbles. Le matériel d'installation servant à fixer les câbles sur le rail sera fourni par l'entrepreneur DO.

#### **6.2.2.6 Matières plastiques**

Le câblage, les canaux et les caches seront fabriqués dans un matériau exempt d'halogène.

#### **6.2.2.7 Bornes de connexion**

Des bornes (bornes à ressort pour une section de câble de max. 6 mm<sup>2</sup>, bornes à vis au- delà) seront utilisées pour tous les câbles externes (sondes et mécanismes de commande de vannes compris). Elles indiqueront de manière indélébile le parcours du circuit. Les bornes à deux étages doivent être évitées dans la mesure du possible. Un dispositif de décharge de traction de câbles (p. ex. rail Galip) sera monté pour chaque barrette à bornes. Si les canaux de raccordement sont disposés verticalement, il convient d'opter pour un système pratique à utiliser (p. ex. goulottes à grille offrant suffisamment d'espace pour le câblage). Il est impératif d'utiliser des systèmes de câblage conventionnels.

### **6.2.3 Alimentation / cellules d'entrée**

À partir de trois cellules de départ ou plus, il faut prévoir normalement une cellule d'entrée séparée. L'alimentation comprendra au minimum :

- bornes d'alimentation ne présentant aucun risque en cas de contact;
- interrupteur principal verrouillable n'étant pas situé dans la porte, afin qu'elle puisse être ouverte même dans la position ON;
- -relais de surveillance de la tension du réseau triphasé, tous les paramètres de phases devant être surveillés (défaillances de phase, séquence de phases, asymétrie);
- limiteur de surtension.

### **6.2.4 Cellules de sortie/zone système**

- S'agissant des tensions de 24 V, il convient de prévoir un circuit séparé pour chaque station d'automatisation. Les petites installations, par exemple secteurs de chauffage, sont raccordées ensemble à un fusible.
- Une prise réseau doit être prévue par station d'automatisation ou autre participant au réseau. Si l'ensemble d'appareillage inclut directement un commutateur, la liaison sera établie par un câble patch et la prise réseau est superflue.
- Il convient de prévoir une prise triple de type 23 ou deux prises individuelles de type 23 par cellule de système.
- En cas d'utilisation de systèmes de démarrage étoile / triangle, il convient de prévoir deux disjoncteurs de protection de moteur.
- Il convient de prévoir pour chaque installation un circuit de commande (24/230V) protégé et surveillé individuellement. Dans les grandes installations, les circuits de commande seront divisés selon les fonctions et protégés séparément.

### 6.3 Marquage

Le marquage des cellules et la désignation des appareils et bornes sont effectués conformément aux Directives concernant la désignation et la signalisation des installations du bâtiment :

- Toutes les installations sont marquées individuellement sur l'ensemble d'appareillage.
- Tous les appareils sont marqués sur les plaques de protection, sur l'appareil lui-même ainsi que sur son socle (si existant) par des étiquettes autocollantes résistantes au vieillissement.
- Tous les interrupteurs, boutons poussoirs, instruments et voyants lumineux installés sur les portes des tableaux sont marqués durablement par des plaquettes signalétiques (pas d'étiquettes autocollantes).
- La calotte des boutons poussoirs avec voyant lumineux porte la désignation du voyant lumineux. On peut aussi utiliser d'autres boutons poussoirs/voyants lumineux appropriés.

### 6.4 Prises informatiques

L'intégration du réseau informatique dans les armoires doit respecter les principes de séparation des domaines techniques et la coordination avec les services compétents.

La mise à disposition des prises réseau RJ45 dans les armoires de régulation est sous la responsabilité exclusive de la DIT UNIFR.

Le nombre de prises installées est défini selon les besoins exprimés par l'intégrateur d'automatisation, avec un minimum de deux prises RJ45 par armoire.

Seuls les équipements expressément déclarés au service informatique sont autorisés à être raccordés à ces points réseau. Aucun raccordement non validé ne sera toléré.

L'installateur doit prévoir un espace dédié pour l'intégration des modules réseau (prises, switch ou media converter) selon demande du service DIT, ainsi qu'un cheminement distinct pour les câbles informatiques, conforme aux prescriptions internes du DIT.

## 7 NIVEAU DE TERRAIN (INSTALLATION)

---

### 7.1.1 Généralités

L'entrepreneur CVCS doit livrer tous les accessoires de montage des périphériques. Dans le cas des appareils de ventilation, leur montage s'effectuera, autant que possible, en dehors de l'appareil. Il convient de veiller à ce qu'ils soient faciles d'accès.

### 7.1.2 Comparaison des mesures et tolérance des sondes

Pour les sondes de température passives, il convient de procéder, lors de la mise en service, à une comparaison des mesures et à une compensation de la résistance de ligne.

- Les différences de température suivantes sont autorisées :
- Sonde de température ambiante +/- 0.25 K
- Sonde de température canal +/- 1 K
- Sonde de température à immersion dans une conduite +/- 0.5 K

### 7.1.3 Sonde de température canal

Les sondes de température seront fournies avec des éléments de mesure à deux fils conformes à la norme DIN.

Exemple : PT1000-DIN, NI1000-DIN

Seuls les éléments de mesure standardisés sont autorisés.

### 7.1.4 Sonde de température à immersion

Les sondes de température seront fournies avec des éléments de mesure à deux fils conformes à la norme DIN.

Exemple : PT1000-DIN, NI1000-DIN

Seuls les éléments de mesure standardisés sont autorisés. Pour être autorisées, les sondes à câble doivent mesurer au moins 350mm de long.

### 7.1.5 Sonde de qualité de l'air

Les sondes de qualité de l'air doivent être fournies de façon à mesurer la concentration de CO<sub>2</sub>, à moins qu'il en ait été décidé différemment, d'entente avec le secteur SBAT de l'Etat de Fribourg.

Caractéristique : 0 – 10 Volt  
0 – 2000 ppm

Seuls les éléments de mesure standardisés sont autorisés.

### 7.1.6 Sonde d'humidité

Les sondes d'humidité seront fournies pour la mesure de l'humidité relative.

Caractéristique : 0 – 10 Volt  
0 – 100% H.r.

### 7.1.7 Sonde d'ambiance

En cas d'utilisation d'un système d'automatisation du bâtiment, les sondes d'ambiance pourront être intégrées à l'aide d'un système de bus. Les protocoles de bus autorisés sont indiqués au chapitre « Communication / Niveau de l'automatisation ↔ Niveau du terrain ».

### 7.1.8 Thermostats

Les thermostats remplissant des fonctions de sécurité doivent disposer des certificats correspondants et d'une régulation interne.

### 7.1.9 Thermostats antigel

Dans les installations d'aération dotées de systèmes de chauffage d'air à eau, il convient de prévenir le gel de l'eau à l'aide de thermostats installés côté air extérieur. Les thermostats antigel seront livrés avec une possibilité de réglage interne des valeurs de consigne. Le nombre de thermostats à prévoir –pour éviter également un gel partiel – est déterminé par la surface de l'échangeur et par la longueur du tube hypodermique nécessaire, longueur de réaction comprise.

- Fourniture avec support de tube capillaire.

### 7.1.10 Vannes de régulation

À partir d'un diamètre nominal de DN50, des vannes à brides doivent être utilisées. Sauf indication contraire, des vannes PN16 seront fournies. Des combinaisons de vannes à faible temps de réglage doivent être prévues pour les processus rapides (circuits de condensateur ou d'évaporateur, échangeur d'eau chaude, etc.).

Les vannes destinées à l'eau chaude sanitaire doivent être homologuées par la SSIGE.

Volume de livraison : les vissages doivent être livrés à l'entrepreneur CVCS.

### 7.1.11 Clapets

#### 7.1.11.1 Clapets de ventilation tout ou rien

Les clapets seront équipés d'interrupteurs de fin de course. Ils seront surveillés au moyen de cette signalisation de service.

Les clapets d'air extérieur situés sur des emplacements à risque de gel accru doivent se fermer automatiquement en cas de panne de courant (ressort de rappel).

#### 7.1.11.2 Clapets d'arrêt motorisés pour l'eau

Les clapets d'arrêt motorisés seront équipés d'interrupteurs de fin de course et surveillés au moyen de cette signalisation de service. Ils doivent être livrés avec des oreilles taraudées.

#### 7.1.11.3 Clapets coupe-feu

Les clapets coupe-feu doivent se fermer automatiquement en cas de panne de courant (ressort de rappel). La surveillance doit être assurée via un équipement de communication de contrôle. D'entente avec le SIUF, les clapets coupe-feu pourront être intégrés à l'aide d'un système de bus.

### 7.1.12 Commandes de soupapes et de clapets

Pour permettre la commande manuelle, des éléments mécaniques sont en règle générale nécessaires sur tous les appareils de positionnement. La position réglée doit être conservée. Les commandes thermiques (MLI) ne sont pas autorisées sur les organes de réglage.

### 7.1.13 Régulateur de débit variable (VAV)

Les VAV n'étant pas pilotés par un système de bus sont commandés par un signal 2-10V, qui les fait passer du débit  $V_{min}$  au débit  $V_{max}$ . Un signal 0 Volt aboutit à la fermeture du VAV. Tous les conducteurs partant des VAV doivent aboutir à l'EAP pour qu'en cas de besoin, la quantité d'air voulue puisse être réglée depuis l'appareil de programmation de l'EAP.

### 7.1.14 Convertisseur de fréquence

- Les convertisseurs de fréquence doivent être montés en tant qu'appareils compacts prêts à être raccordés non pas dans l'ensemble d'appareillage mais sur site près des installations.
- Les filtres et selfs éventuellement nécessaires pour les convertisseurs de fréquence installés près de l'installation sont également installés localement.
- Si un by-pass électrique est prévu (à titre exceptionnel, d'entente avec et le SIUF) il convient d'empêcher l'aide d'un contacteur magnétique que la sortie du convertisseur de fréquence ne soit mise sous tension en fonctionnement by-pass.
- Pour éviter les sollicitations inutiles du matériel, par exemple lors du retour de la tension après une brève coupure du réseau, on veille, à l'aide de circuits temporisateurs commandés par logiciel, à ce que le contacteur électromagnétique placé en aval de la sortie du convertisseur de fréquence ne mette le moteur sous tension que lorsque ce dernier n'est plus en marche. Lorsqu'un fonctionnement de secours est réalisé avec les convertisseurs de fréquence, des circuits temporisateurs commandés par matériel devront être prévus.

Des contacts de protection incorporés dans les bobinages, des thermistors ou d'autres mesures équivalentes sont en règle générale prévus pour protéger les moteurs.

- Les instructions du fabricant doivent être respectées.
- Concernant les points d'alimentation (rail basse tension), il faut respecter les directives IEC 61000 et EN 61000 (limitation des harmoniques dans les réseaux électriques).
- L'installation d'un convertisseur de fréquence devrait permettre de régler la question des parasites radioélectriques. Il convient de coordonner les directives d'installations du fabricant.
- Les signaux échangés en vue de l'exploitation du convertisseur de fréquence sont liés à du matériel. Ils incluent p. ex. la validation, l'annonce de dérangement, la définition d'une valeur de consigne, la présélection d'une vitesse, etc.

### 7.1.15 Intégration et commande de pompes à chaleur, de machines frigorifiques, de chaudières, de systèmes RDC, etc.

En cas d'intégration d'appareils dotés d'une commande propre, les signaux indispensables au fonctionnement de telles installations sont échangés au niveau du matériel. Ils incluent p. ex. la validation, l'annonce de dérangement, la définition d'une valeur de consigne, la présélection d'une vitesse, etc.

Si l'on souhaite y ajouter d'autres valeurs ou signaux servant p. ex. à la visualisation dans le système de gestion, l'intégration peut se faire à l'aide d'un système de bus. La préférence sera accordée aux systèmes de bus en série comme Modbus RTU, BACnet MS/TP. On évitera autant que possible de faire appel à une interface IP.

## 7.2 Mesures de l'énergie / mesures quantitatives

Le concept de mesure de l'énergie se base sur les Directives concernant l'installation de points de mesure d'énergie et la représentation de concepts de mesure d'énergie (206f).

Toutes les valeurs pertinentes des compteurs d'énergie que BACnet n'indiquerait pas déjà sur le compteur seront figurées en tant qu'objets BACnet. En outre, la consommation énergétique totale doit être affichée comme objet de tendance (voir aussi chapitre Niveau de gestion / Fonctionnalité / Enregistrement de tendances).

### 7.2.1 Mesures d'énergie électrique (compteurs privés)

Les mesures électriques privées obligatoires doivent être réalisées comme suit :

Exigences pour les mesures électriques (maître-esclave)

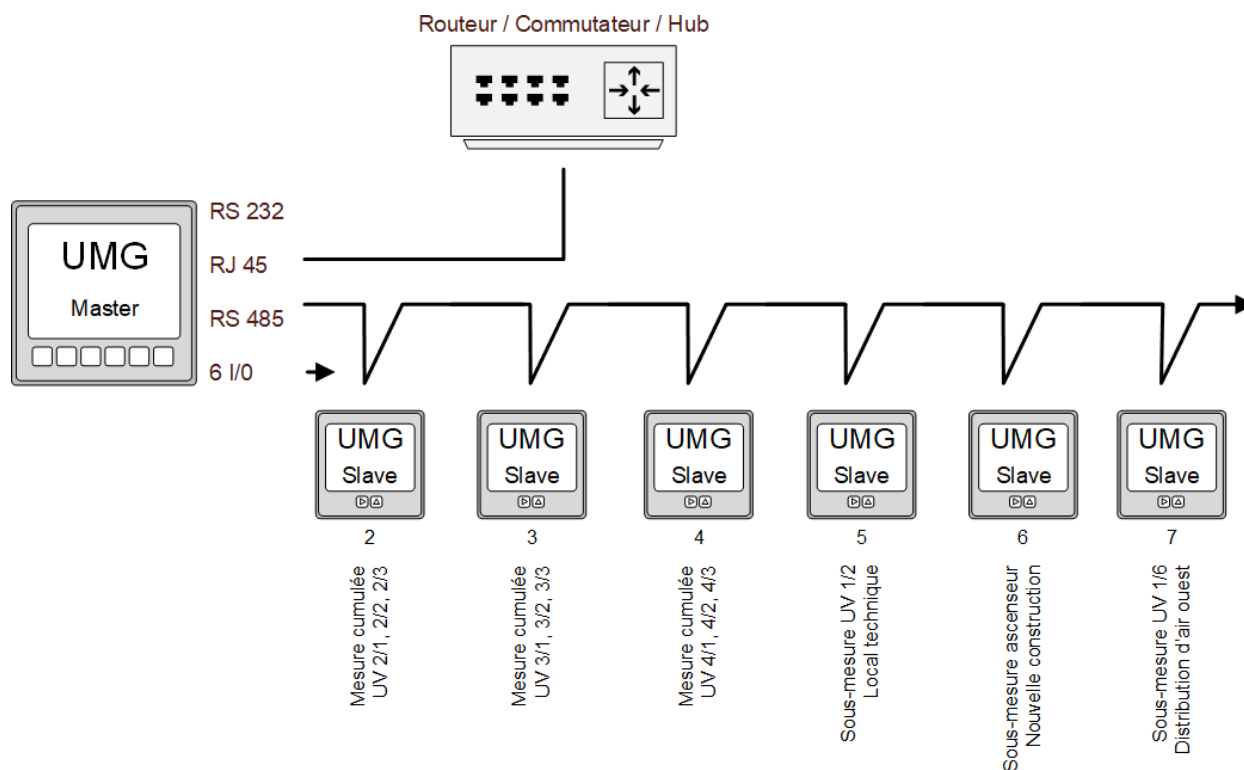


Figure 27 : Mesures électriques UMG maître-esclave

Mise en service du réseau ainsi que du bus énergie et intégration des logiciels par le fournisseur de compteur.

À titre de dérogation, tous les compteurs électriques des machines thermiques (pompe à chaleur / machine frigorifique) sont branchés via BACnet MS-TP sur une station d'automatisation du bâtiment.

### 7.2.2 Mesures de l'énergie thermique

Tous les systèmes de mesure de l'énergie (chaleur et froid) montés sur des systèmes hydrauliques doivent être branchés sur le système d'automatisation du bâtiment.

L'objectif est que, lorsqu'elles sont plausibles, les valeurs instantanées puissent être utilisées pour évaluer l'état de l'installation. C'est pourquoi la mise en service des compteurs doit se faire via BACnet MS/TP ou Modbus RTU. Dans les cas dûment justifiés et après accord du SIUF, il est également possible de procéder à une mise en service via M-Bus.

### 7.2.3 Mesures de quantité

Les compteurs de quantité (p. ex. compteurs d'usine pour le gaz ou l'eau, qui ne disposent pas d'une interface M-Bus ou BACnet (MSTP) intégrée) ne sont pas raccordés au système domotique du bâtiment.

## 8 STRUCTURE DES SYSTÈMES DE DOMOTIQUE

Le SIUF élabore une infrastructure informatique de base centrale pour l'exploitation de toutes les applications spécialisées nécessaires au fonctionnement, à la surveillance et au pilotage de systèmes de domotique. En outre, une zone technique en réseau dédiée aux systèmes de domotique est mise en place et exploitée. Cette zone comprend plusieurs réseaux VLAN qui ne peuvent en principe pas communiquer entre eux. Les systèmes de domotique du SBAT concernés sont les suivants :

- systèmes de domotique pour le fonctionnement des installations CVCS;
- compteurs électriques et systèmes de gestion correspondants.

L'infrastructure informatique de base comprend les composantes suivantes :

- plateforme de virtualisation avec VMware ESXi
- serveurs et matériel de stockage;

Microsoft Remote Desktop Services pour le déploiement d'hôtes VDI et RDS. L'exploitation de cette infrastructure informatique de base centrale permet d'une part de répondre aux prescriptions de sécurité informatique et d'autre part de commander des systèmes de domotique de manière efficace et en garantissant une haute disponibilité.

Il ne sera toutefois plus possible ni autorisé de mener des travaux de maintenance, de mise en service et d'ingénierie directement avec un logiciel installé sur l'ordinateur du prestataire par l'intermédiaire du réseau de l'UNIFR.

L'accès à l'infrastructure informatique de base et aux applications spécialisées est possible via le portail et se fait à partir de l'internet

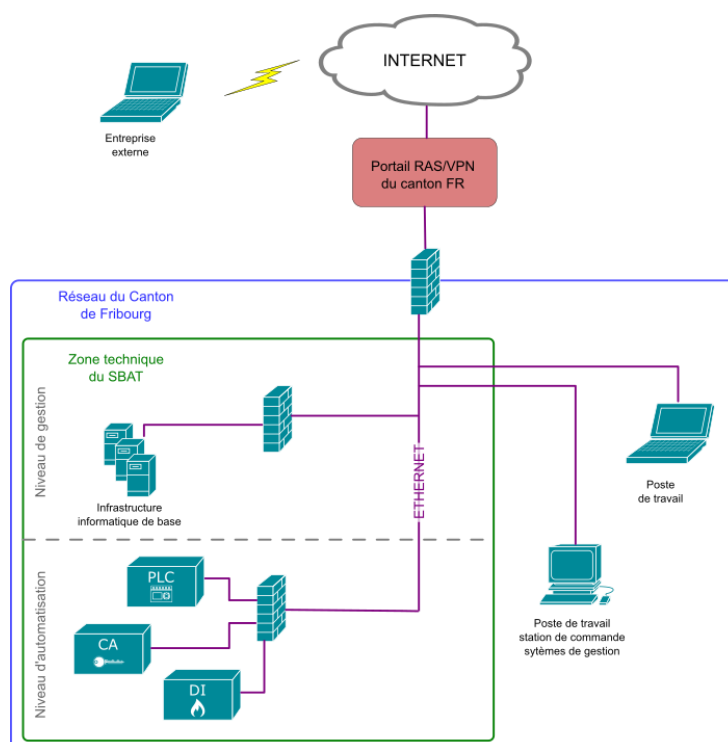


Figure 28 : Structure des systèmes de domotique à partir de 2024

## 9 INFRASTRUCTURE INFORMATIQUE SERVEURS D'APPLICATIONS SPÉCIALISÉES ET ENGINEERING CLIENTS

---

### 9.1 Objet

Il s'agit des serveurs d'applications spécialisées pour la visualisation et l'exploitation ainsi que des engineering clients pour la programmation et la mise en service des systèmes de domotique.

L'équipe Domotique du SBAT met à disposition des machines virtuelles (MV) munies d'un système d'exploitation Windows actuel pour toutes les applications spécialisées des systèmes de domotique

L'équipe Domotique du SBAT met à disposition des clients virtuels munis d'un système d'exploitation Windows actuel pour tous les outils et programmes nécessaires pour l'ingénierie et la programmation des stations d'automatisation et autres appareils de réseau du niveau d'automatisation.

### 9.2 Architecture du système

Tous les systèmes de domotique seront à l'avenir commandés dans la zone technique de l'UNIFR. Chaque fournisseur qui livre un appareil destiné à être intégré, exploité et commandé dans la zone technique de l'UNIFR établit une esquisse de l'architecture du système avec une matrice de communication. Celle-ci présente, sur la base d'un modèle fourni par le SIUF, toutes les lignes de communication et connexions qui passent par les différentes zones de réseau. Les ports TCP et UDP utilisés pour chaque connexion doivent être indiqués.

Le SIUF contrôle si les appareils peuvent être exploités dans la zone technique sur la base de cette esquisse et des prescriptions valables en matière de sécurité informatique. En cas de décision positive, les passerelles réseau (firewalls) sont adaptées en conséquence et les appareils/logiciels peuvent être intégrés et installés.

### 9.3 Installation et mise à jour des logiciels

#### 9.3.1 Applications spécialisées (p. ex. systèmes de gestion des bâtiments)

Les applications spécialisées doivent être compatibles avec les serveurs terminaux ou être entièrement accessibles en ligne. Elles doivent également pouvoir être intégrées à Active Directory de sorte à permettre une procédure SSO. L'entrepreneur concerné se charge de l'installation de toutes les applications spécialisées à partir de la dernière couche du système d'exploitation. Pour ce faire, tous les fichiers d'installation requis sont transférés par l'accès SFTP sur la MV prévue. L'installation se fait alors sans accès à Internet. Le même procédé est utilisé pour le transfert des mises à jour et des correctifs ou des licences, qui sont ensuite installés par le fournisseur.

#### 9.3.2 Outils d'ingénierie et logiciels de configuration

Les outils nécessaires pour l'ingénierie, la programmation et la configuration du matériel informatique du niveau de l'automatisation doivent être opérables sur un serveur terminal ou des infrastructures de bureau virtuel. L'entrepreneur concerné se charge de l'installation de tous les outils et logiciels nécessaires à partir de la dernière couche du système d'exploitation. Pour ce faire, tous les fichiers d'installation requis sont transférés par l'accès SFTP sur la MV prévue. L'installation se fait alors sans accès à Internet. Le même procédé est utilisé pour le transfert des mises à jour et des correctifs ou des licences, qui sont ensuite installés par le fournisseur.

## 9.4 Licence pour application spécialisée, restauration d'une MV

Une sauvegarde miroir de chaque MV dotée d'une application spécialisée est conservée en réserve. Le crash d'une MV avec application spécialisée productive entraîne automatiquement la création d'une nouvelle MV configurée exactement de la même manière. La licence utilisée pour l'application spécialisée sera la même que celle enregistrée sur la MV devenue inactive; la licence ne doit pas être perdue. L'activation de la licence des logiciels doit être possible sans connexion Internet.

## 9.5 Licence des logiciels pour engineering clients

Les engineering clients dotés de logiciels de programmation et de configuration pour le niveau de l'automatisation doivent pouvoir activer leur licence à partir d'un pool de licences, indépendamment de l'utilisateur et du matériel informatique.

### 9.5.1 Licences pour la maintenance et l'exploitation de l'ouvrage

Au cours de la conception de l'infrastructure informatique de base, un nombre à définir de licences de logiciels sont acquises et installées. Ces licences restent durablement sur le système et sont prévues pour la maintenance des installations existantes par l'entrepreneur.

### 9.5.2 Licences temporaires pour la mise en place de nouvelles installations

Lorsque de nouvelles installations sont mises en place, p. ex. lors de la construction d'un bâtiment ou du renouvellement intégral d'un système de gestion de bâtiment, il doit être possible d'augmenter temporairement le nombre de licences disponibles pour la durée des travaux. Le coût des licences temporaires est facturé dans le cadre du projet correspondant.

## 9.6 Mémoire centrale pour l'archivage de projets, etc.

Pour les données de projets stockées hors des engineering clients, il est possible de mettre à disposition aussi bien des serveurs de fichiers que des MV, p. ex. pour un serveur de données de projet.

## 9.7 Sauvegarde

Les données de projets et banques de données des applications spécialisées qui doivent être sécurisées sont sauvegardées par le SBAT au moyen de la solution de sauvegarde centrale de l'infrastructure informatique de base.

## 9.8 Transfert de données vers l'infrastructure informatique de base

L'intégralité des données, fichiers d'installation, correctifs logiciels, fichiers de projet, clés de licence, etc. utilisés pour l'installation, la maintenance ou l'ingénierie des installations sont transférés par l'entrepreneur vers l'infrastructure informatique de base via un serveur SFTP.

## 9.9 Accès aux appareils sur place, engineering clients et serveurs d'applications spécialisées

L'accès aux appareils en réseau (p. ex. stations d'automatisation) sur place est établi depuis un ordinateur de l'entreprise, toujours par une connexion Internet (wiki visiteur, hotspot, données mobiles) et via le portail RAS sur un engineering client VDI de l'infrastructure informatique de base. Les serveurs d'applications spécialisées (p. ex. système de gestion des bâtiments) sont accessibles par des services de bureau à distance. Tous les utilisateurs sont administrés par l'équipe Domotique dans un AD central. Il n'est pas possible ni autorisé de connecter l'ordinateur portable de l'entreprise directement au réseau dans la zone technique UNFIR, par exemple pour charger une configuration sur un participant au réseau.

## 10 SPÉCIFICATIONS BACNET

### 10.1 Adressage et marquage BACnet

**Renvoi** — la structure de l'adressage BACnet (Object\_Identifier, Device-ID) et le nommage des objets et appareils (Object\_Name, Device\_Name) sont régis par la « Recommandation relative à l'utilisation de la norme BACnet » et par les « Directives concernant la désignation et la signalisation des installations du bâtiment ». Les dispositions ci-dessous précisent uniquement les spécificités propres à l'État de Fribourg (numérotation, réservations, livrables).

#### 10.1.1 Adressage d'un appareil BACnet (BACnet Device-ID)

Les identifiants BACnet Device ID doivent être univoques dans tout le réseau d'automatisation des bâtiments de l'Etat de Fribourg (ils ne doivent servir qu'une seule fois).

Leur structure est la suivante :

Position	1	2	3	4	5	6	7
Adresse	Y	Y	Y	Y	Z	Z	Z

Figure 29 : BACnet Device-ID, partie 1

Position(s)	Adresse	Dénomination	Domaine
1-4	YYYY	Numéro du bâtiment (1)	0001-9999
5-7	ZZZ	Numéro courant (2)	000-999

Figure 30 : BACnet Device-ID, partie 2

- (1) Définition par la division SBAT automatisation du bâtiment; les numéros 104 et 105 sont réservés et ne peuvent être utilisés.
- (2) Attribution / structuration par le planificateur spécialisé DO / l'entrepreneur DO.

La division automatisation du bâtiment du SBAT procède à la numérotation des bâtiments. Le planificateur spécialisé DO/L'entrepreneur DO doivent la consulter avant d'installer tout appareil dans le réseau.

Les chiffres restants peuvent être attribués comme numéros courants ou selon une structure définie, dans le cadre de chaque projet.

À l'issue des travaux de projet, il convient de donner à la division automatisation du bâtiment un tableau B-PAT avec des indications sur tous les appareils BACnet/IP et MS/TP utilisés.

#### 10.1.2 Marquage d'un appareil (device)

Les propriétés de l'appareil de la station d'automatisation seront indiquées comme suit :

Device-Name : [Portefeuille]\_[Batiment]\_[niveau ouvrage]\_[type d'ITB]\_[type d'appareil]

Exemple UNIV\_1045\_L01\_B200

Device-Description : [Portefeuille]\_[Batiment]\_[niveau ouvrage]\_[type d'ITB]\_[type d'appareil] [entrepreneur, localité]

Exemple UNIV\_1045\_L01\_B200-Cetect SA ;Fribourg

Device-Description : [Localité] – [rue et numéro] - local[nom / n° du local]

Exemple Fribourg-Pérolles 21-local 115

## 10.2 Communication

### 10.2.1 Journal

La communication avec les stations d'automatisation au niveau de la gestion se fait exclusivement par le protocole BACnet/IP (selon la norme SN EN ISO 16484-5 et la Recommandation de la KBOB relative à l'utilisation de la norme BACnet).

### 10.2.2 Paramètres de communication BACnet/IP (ports UDP / User Datagram Protocol)

Les propriétés suivantes doivent être prises en compte pour la communication BACnet/IP :

Réseau port UDP: Le port 47808 sera privilégié

Bâtiment	UDP
Par défaut	47808
.....	47809
.....	47810
.....	.....
.....	47823

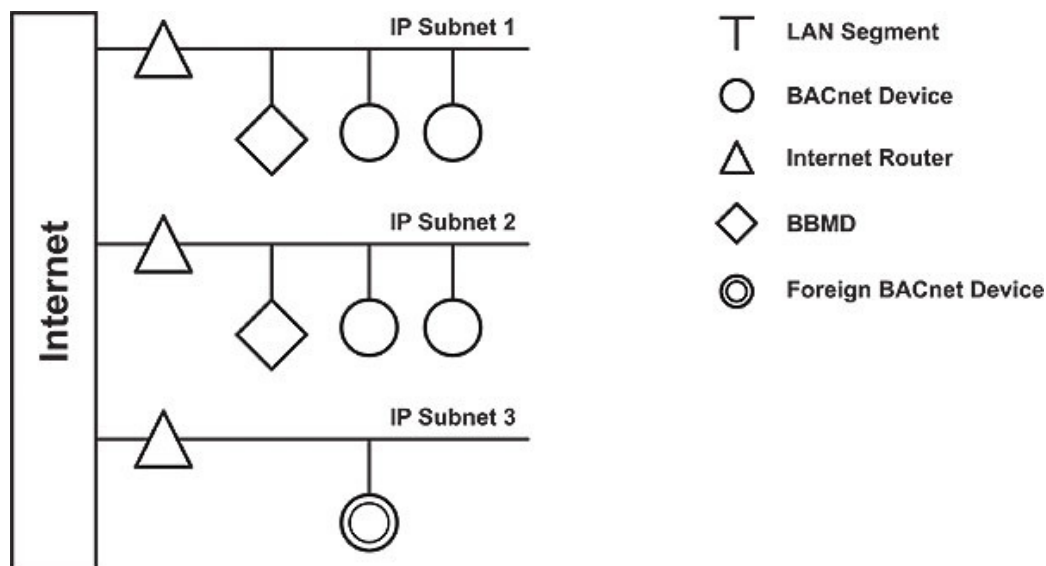
ID du réseau (communication IP): 1

Figure 31 : Ports UDP BACnet

### 10.2.3 Routage BACnet (BBMD) / Intégration de la centrale d'îlot en tant que Foreign Device

La communication au-delà des frontières du réseau ou d'un sous-réseau s'effectue à l'aide de la fonction BBMD. Cette fonction BBMD doit être paramétrée par l'entrepreneur DO sur une station d'automatisation adéquate et pour chaque sous-réseau, sans que soient créées des entrées dans la table de distribution de diffusion (Broadcast Distribution Table, BDT).

La centrale d'îlot se connecte en tant que Foreign Device à la station d'automatisation définie comme appareil BBMD. La procédure «Foreign Device» permet de synchroniser de manière dynamique des appareils distants sur un réseau ou sous-réseau tiers au moyen d'une configuration BACnet. Des services BACnet spéciaux permettent de saisir des entrées dans la « table des appareils tiers » (Foreign Device Table, FDT). Comme pour la BDT, un appareil BBMD retransmet tous les messages de diffusion IP à chaque destinataire inscrit dans la FDT. Contrairement aux entrées de la BDT, celles de la FDT s'effacent automatiquement après un certain temps. L'enregistrement doit donc être renouvelé une fois un certain délai (durée de vie) écoulé.



#### 10.2.4 Raccordement de BACnet MS/TP et Modbus

Dans l'idéal, le raccordement ou l'intégration de bus de terrain comme BACnet MS/TP, Modbus, etc. se fera directement à partir d'une station d'automatisation. Dans des cas exceptionnels et moyennant accord préalable, il est possible d'utiliser des routeurs/passerelles externes.

### 10.2.5 Paramètres de communication BACnet MS/TP

Les points suivants sont à prendre en compte pour la réalisation de BACnet MS/TP :

**Réseau ID du segment/de la chaîne MS/TP:** Identifiant BACnet-Device-ID du routeur MS/TP, sans les trois premiers chiffres

*Exemple:*

BACnet-Device-ID du routeur MS/TP = 1'151'010

ID réseau du segment BACnet = 1'010

#### Adresses MAC du module MS/TP:

Routeur/Passerelle	1
Appareils de diagnostic temporaires	2 (ne pas utiliser/laisser libre)
Appareils maîtres	De 3 à 127 (max 32 appareils/segments)

Les appareils maîtres recevront leur adresse MAC dans l'ordre, **sans interruption** de numérotation. Le dernier appareil reçoit toujours le paramètre maximum possible.

*Figure 32 : Paramètres de communication BACnet MS/TP*

### 10.2.6 Synchronisation

La synchronisation temporelle au sein du réseau BACnet repose sur le service «UTCTime-Synchronization» visé dans la Recommandation de la KBOB relative à l'utilisation de la norme BACnet, chapitre « Restriction d'utilisation de services ». La centrale d'îlot fonctionne comme calendrier maître du segment de réseau concerné.

## 10.3 Garantie de conformité

### 10.3.1 Certificats des appareils ou logiciels BACnet

L'infrastructure BACnet utilisée (stations d'automatisation, système de gestion, etc.) doit correspondre aux prescriptions de la recommandation de la KBOB relative à l'utilisation de la norme BACnet et posséder, pour la fonctionnalité en question, un certificat délivré par un organisme de certification officiel (BTL, WSPCert ou autre laboratoire adéquat).

Lors des appels d'offres, le planificateur spécialisé examinera les certificats correspondants.

### 10.3.2 Contrôle de conformité (PICS)

Lors de tout appel d'offres concernant des prestations ou appareils, il convient d'exiger la déclaration du fabricant PICS (Protocol Implementation Conformance Statement), de façon à pouvoir contrôler les informations requises sur les propriétés ou fonctionnalités de l'équipement BACnet. Pour faciliter les comparaisons, on se servira pour cette demande de la liste de contrôle de l'annexe C1.1 à C1.2 du Guide d'application de la recommandation de la KBOB relative à l'utilisation de la norme BACnet, publiée au chap. 6 « Aides au contrôle des directives BACnet », p. 29.