



600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

DIRECTIVES CHUV
600 GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT

**INSTALLATIONS GTB (GESTION TECHNIQUE BÂTIMENTS) ET
MCR (MESURE CONTRÔLE ET RÉGULATION)**

SOMMAIRE

Chapitres	Pages
Répertoire directives	5
0. <u>INTRODUCTION</u>	6
0.1. Généralités	7
0.1.1. Références	7
1. <u>CODIFICATION DES EQUIPEMENTS ET ORGANES</u>	8
1.1. Principe de codification	9
1.2. Liste des codes équipements	10
1.3. Liste des codes organes	10
1.4. Liste des codes objets GTB (classe objet)	10
1.5. Liste des codes bâtiments	10
2. <u>DESCRIPTIF DES TEXTES</u>	11
2.1. Descriptif des textes	12
2.2. Liste des codes d'Atelier utilisés dans les textes	14
2.3. Liste des états d'alarme	14
2.4. Liste des sévérités d'alarmes	14
3. <u>STANDARDISATION DES SYNOPTIQUES (IMAGE GRAPHIQUE)</u>	15
3.1. Liste des symboles graphiques	16
3.2. Principe des synoptiques	16
3.2.1. Accueil	17
3.2.2. Géographique	17
3.2.3. Schématique	17
3.2.4. Texte	18
3.2.5. Pénétration et arborescence des synoptiques	18
3.2.6. Eléments dans les synoptiques	19
3.3. Codification des synoptiques	19
3.3.1. Liste des ateliers, groupes et code spéciaux pour la codification des synoptiques	19

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

4.	<u>RESEAU MCR – GTB</u>	20
4.1.	Généralités	21
4.1.1.	Références	21
4.2.	Environnement MCR/ADB au CHUV	22
4.2.1.	Architecture des systèmes	22
4.2.2.	Points d'insertion	31
4.3.	Protocoles ouverts	36
4.3.1.	Applications privilégiées	36
4.3.2.	Echanges au travers des Réseaux vers la Supervision	36
4.4.	Le protocole BACnet	39
4.4.1.	Présentation générale du protocole et de son application au CHUV	42
4.4.2.	Cadre d'usage du protocole BACnet (RNG, RNA)	66
4.4.3.	Relation aux bus de terrain et aux bus propriétaires	76
4.4.4.	Spécification de systèmes interopérables avec BACnet	76
4.4.5.	Domaines d'interopérabilité	77
4.4.5.1.	Echange de données	77
4.4.5.2.	Alarmes et événements	77
4.4.5.3.	Programmes temporels	77
4.4.5.4.	Historisation et journaux	77
4.4.5.5.	Gestion système & réseaux	77
4.4.6.	Représentation comme piles de protocoles	78
4.4.6.1.	Déclinaisons possibles des piles admissibles au CHUV	78
4.4.6.2.	Particularités de mise en réseau, liens aux chapitres Directives DSI	78
4.4.7.	Représentation en Objets	78
4.4.7.1.	Liste des Objets, propriétés requises à minima	78
4.4.7.2.	Les services du protocole, services requis à minima	78
4.4.8.	Contraintes de priorisation des échanges	78
4.4.8.1.	Alarmes et événements	78
4.4.8.2.	Commandes	78
4.4.8.3.	Abonnements et requêtes sollicitées, (Pool à libérer pour abonnements par la supervision CHUV)	79
4.4.8.4.	Synchronisation des horloges système	79
4.4.9.	Contraintes d'identification, (Selon charte CHUV intégrée en annexe)	79
4.4.9.1.	Conventions de nommage de réseaux	79
4.4.9.2.	Convention d'adressage physique	79
4.4.9.3.	Convention d'adressage des objets "Device"	79
4.4.9.4.	Convention de nommage des objets du processus	79
4.5.	Règles liées à l'ingénierie des projets	80
4.5.1.	Documentation projet selon EN ISO 16484-3	83
4.5.2.	Conformité au PICS requis par le CHUV	85
4.5.3.	Soumission des PICS produits	86
4.5.4.	Documentation d'ingénierie et documents EDE (Engineering Data Exchange : format requis par le CHUV)	86
4.5.4.1.	Modalités de commissionnement propres aux réseaux BACnet, en relation avec les prescriptions de la DSI CHUV	98
4.5.4.2.	Dossier des Ouvrages Exécutés	100
4.5.4.3.	Dossier de Maintenance	103
4.5.4.4.	Formation des opérateurs/ mainteneurs- exploitants	103
4.6.	Glossaire	104

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

5.	<u>Codification des unités d'automatisme</u>	106
5.1.	Principes de codification	107
6.	<u>Exigences MCR (Mesures – Contrôle – Régulation)</u>	108
6.1.	Séquence "Danger de Gel"	109
6.2.	Courbes de chauffage pour Radiateurs	109
6.3.	Sécurités Echangeurs (Chauffage – ECS – Pasteurisation – Vapeur)	109
6.4.	Régulation d'un Echangeur de Pasteurisation	110
6.5.	Asservissement Vannes Gaz Naturel	110
6.6.	Asservissements FEU	110
7.	<u>Annexes</u>	111
7.1.	Liste	112

REPertoire DES DIRECTIVES CIT

N° directives	Titres
100	GENERALITES
101	IDENTIFICATION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES
102	EQUIPEMENT TECHNIQUE MURAL POUR LITS
103	DESSIN ASSISTÉ PAR ORDINATEUR (DAO)
200	ELECTRICITE
201	INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES
300	SANITAIRE
301	GAZ
302	INSTALLATIONS SANITAIRES
303	TRAITEMENT D'EAU
400	CHAUFFAGE / VENTILATION / CLIMATISATION / REFRIGERATION
401	INSTALLATIONS VENTILATION ET CLIMATISATION
402	INSTALLATION DE CHAUFFAGE
403	INSTALLATION FRIGORIFIQUE, REFROIDISSEMENT, PRODUCTION DE FROID
500	BATIMENT
502	SIGNALISATIONS INTÉRIEURES
600	GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT
600	INSTALLATIONS GTB (GESTION TECHNIQUE BÂTIMENTS) ET MCR (MESURE CONTRÔLE ET RÉGULATION)

0. INTRODUCTION

0.1. GÉNÉRALITÉS..... 7
0.1.1. RÉFÉRENCES 7

0. INTRODUCTION

0.1. GÉNÉRALITÉS

Cette directive s'applique à toutes les personnes internes ou externes (mandataires) ayant en charge des projets GTB (Gestion Technique Bâtiment).

Dans les synoptiques, les symboles sont créés sans animation.

Pour les équipements raccordés sur le réseau informatique du CHUV, il faut prévoir :

- L'installation d'un câble réseau par l'atelier ELE.
- La commande de prise informatique et renvois sur réseau par DSI.
- La demande d'adresse IP via formulaire : Connexion d'un équipement au réseau.

La codification des points, des N° d'automates et des synoptiques sont à demander à l'atelier GTB.

Toutes les mises en service seront effectuées conjointement avec les ateliers concernés et un protocole de test, point par point, sera établi par l'atelier GTB.

Pour les tests ou mise en service, un rendez-vous doit être pris avec l'atelier GTB au minimum 2 semaines à l'avance.

0.1.1. RÉFÉRENCES

DONNÉES INSTALLATIONS

La création d'images sur les diverses supervisions est basée sur :

[**DIRECTIVES-CHUV N° 101 "Identification des installations techniques"**](#)

[**DIRECTIVES-CHUV N° 201 "Installations électriques"**](#)

[**DIRECTIVES-CHUV N° 301 "Gaz"**](#)

[**DIRECTIVES-CHUV N° 302 "Installations sanitaires"**](#)

[**DIRECTIVES-CHUV N° 303 "Traitement d'eau"**](#)

[**DIRECTIVES-CHUV N° 401 "Installations ventilation et climatisation"**](#)

[**DIRECTIVES-CHUV N° 402 " Installations de chauffage"**](#)

[**DIRECTIVES-CHUV N° 403 " Installations frigorifiques, refroidissement, production de froid"**](#)

1. CODIFICATION DES EQUIPEMENTS ET ORGANES

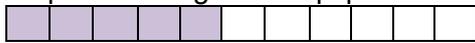
1.1.	PRINCIPE DE CODIFICATION	9
1.2.	LISTE DES CODES EQUIPEMENTS.....	10
1.3.	LISTE DES CODES ORGANES	10
1.4.	LISTE DES CODES OBJETS GTB (CLASSE OBJET).....	10
1.5.	LISTE DES CODES BÂTIMENTS.....	10

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

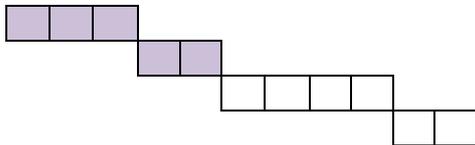
1. CODIFICATION DES EQUIPEMENTS ET ORGANES

1.1. PRINCIPE DE CODIFICATION

Principe de codage des équipements GTB



11 Caractères



Code équipement
N° instance code équipement
Code bâtiment
Niveau ❶

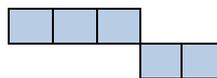
T	T	0	0	1	B	B	1	0	0	3
T	P	G	0	1	B	H	0	0	0	3

Tab. Tech. / Bât. PMU niv.3
Tab. Princ. / S/station Galette

Principe de codage des organes GTB



5 Caractères



Code organe
N° instance code organe

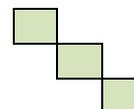
V	Z	T	0	1	B	H	0	0	0	5	C	A	0	0	1
G	T	B	5	0	B	B	1	0	0	6	P	R	A	0	1

Clapet d'air N°1 de la VZT
Prise d'alarme 01

Principe de codage des points GTB



3 Caractères



Genre de point ❷
Code type de point
N° instance point

V	Z	T	0	1	B	H	0	❸	0	0	5	C	A	0	0	1	0	C	1	
G	T	B	5	0	B	B	1	0	0	6	P	R	A	0	1	0	A	1		
V	P	0	0	1	B	B	1	0	0	3	M	0	0	0	2	Z	T	1		
G	M	D	0	1	B	L	0	0	0	2	C	P	R	0	1	0	A	1		
G	M	D	0	1	B	L	0	0	0	2	C	P	R	0	1	0	A	2		

Commande VZT
Alarme Frigo, Congélateur
Comptage horaire moteur VP
Alarme pression basse
Alarme pression haute

- ❶ Niveau : les étages sont numérotés comme la numérotation des étages des bâtiments. Pour les bâtiments qui ont des niveaux numérotés, Rez, 1^{er} Sous-sol, 2^e sous-sol, les étages sont numérotés R0, S1, S2.
- ❷ 0 = point hard, Z = point soft
- ❸ Attention : les points GTB ne possèdent aucun espace. Les caractères manquants sont remplacés par des "0".

 La codification doit être validée par un collaborateur de l'atelier GTB-MCR.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB**1.2. LISTE DES CODES ÉQUIPEMENTS ET NUMÉROS D'INSTANCE FIXE**

Les codes sont définis dans l'[annexe 600-11](#).

1.3. LISTE DES CODES ORGANES ET NUMÉROS D'INSTANCE FIXE

Les codes sont définis dans l'[annexe 600-12](#).

1.4. LISTE DES CODES OBJETS GTB (CLASSE OBJET)

Les codes sont définis dans l'[annexe 600-13](#).

1.5. LISTE DES CODES BÂTIMENTS

Les codes sont définis dans l'[annexe 600-14](#).

2. DESCRIPTIF DES TEXTES

2.1.	DESCRIPTIF DES TEXTES	12
2.2.	LISTE DES CODES D'ATELIER UTILISÉS DANS LES TEXTES	14
2.3.	LISTE DES ÉTATS D'ALARMES	14
2.4.	CODES DES SÉVÉRITÉ D'ALARMES	14

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

2. DESCRIPTIF DES TEXTES

2.1 DESCRIPTIF DES TEXTES

Les textes sont formatés en fonction de la supervision utilisée (SAUTER ou HONEYWELL).
 Pour la supervision SAUTER, la sévérité se trouve au niveau du système mais pour la supervision HONEYWELL elle se trouve comme premier caractère du texte, selon le code alphabétique décrit dans l'[annexe 600-17](#).
 Pour les codes atelier, se référer à l'[annexe 600-15](#) et pour les états d'alarme à l'[annexe 600-16](#).
 Tous les textes sont en majuscule et la valeur, entre parenthèse, (x) correspond au nombre de caractères utilisés. Le □ correspond à un espace.
 Dans les textes, les caractères de compensation sont supprimés.
 Seuls les textes validés par l'atelier GTB seront admis.

Structure pour les alarmes dont la sévérité est donnée directement dans la supervision SAUTER

Code atelier (2)	□	Bâtiment + étage (4 à 6)	□	Code de l'équipement sans "0" de compensation	□	-	□	Local desservi par l'équipement + niveau	□	-	□	Description de l'organe	□	:	□	Texte d'état d'Alarme : EN PANNE, TROP HAUT; VIDE, ...
---------------------	---	--------------------------------	---	--	---	---	---	---	---	---	---	----------------------------	---	---	---	---

Structure pour les alarmes dont la sévérité est donnée dans le texte du point HONEYWELL

Sévérité (1)	Code atelier (2)	□	Bâtiment + étage (4 à 6)	□	Code de l'équipement sans "0" de compensation	□	-	□	Local desservi par l'équipement + niveau	□	-	□	Description de l'organe	□	:	□	Texte d'état d'Alarme : EN PANNE, TROP HAUT; VIDE, ...
-----------------	------------------------	---	--------------------------------	---	--	---	---	---	---	---	---	---	----------------------------	---	---	---	---

Structure pour les points dont la sévérité est donnée directement dans la supervision SAUTER

Code atelier (2)	□	Bâtiment + étage (4 à 6)	□	Code de l'équipement sans "0" de compensation	□	-	□	Local desservi par l'équipement + niveau	□	-	□	Description de l'organe	-	Genre de point : commande, mesure, état, ...
---------------------	---	--------------------------------	---	--	---	---	---	---	---	---	---	----------------------------	---	---

Structure pour les points dont la sévérité est donnée dans le texte du point HONEYWELL

Sévérité (1)	Code atelier (2)	□	Bâtiment + étage (4 à 6)	□	Code de l'équipement sans "0" de compensation	□	-	□	Local desservi par l'équipement + niveau	□	-	□	Description de l'organe	-	Genre de point : commande, mesure, état, ...
-----------------	------------------------	---	--------------------------------	---	--	---	---	---	---	---	---	---	----------------------------	---	---

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Exemples de textes, les informations entre parenthèses sont à ajouter dans la codification Honeywell :

Clapet Coupe FEU :

- VE B25A01 CCF01 - VPE02 AXES N/39 - AIR REPRIS CLAPET_CDE
- VE B25A01 CCF01 - VPE02 AXES N/39 - AIR REPRIS CLAPET OUVERT_ETAT
- VE B25A01 CCF01 - VPE02 AXES N/39 - AIR REPRIS CLAPET FERME_ETAT
- VE B25A01 CCF01 - VPE02 AXES N/39 - AIR REPRIS CLAPET : DISCORDANCE

VCL, Recycleur :

- VE BH19 VCL01 - LOCAL 304 BH19 - CASSETTE AIR AMBIANT TEMPERATURE_MESURE
- VE BH19 VCL01 - LOCAL 304 BH19 - CASSETTE AIR AMBIANT TEMPERATURE POT._REGLAGE
- VE BH19 VCL01 - LOCAL 304 BH19 - CASSETTE AIR AMBIANT TEMPERATURE_CONSIGNE
- VE BH19 VCL01 - LOCAL 304 BH19 - CASSETTE AIR AMBIANT TEMPERATURE_CONSIGNE CALCULEE
- VE BH19 VCL01 - LOCAL 304 BH19 - CASSETTE BATTERIE FROID VANNE_REGLAGE
- VE BH19 VCL01 - LOCAL 304 BH19 - CASSETTE VENTILATEUR_REGLAGE

VZT Ventilation Zone Terminale :

- VE B25A05 VZT29 - LOCAL 260 ZONE REUNION B25A05 SUD - AIR PULSE VAV_MESURE
- VE B25A05 VZT29 - LOCAL 260 ZONE REUNION B25A05 SUD - AIR PULSE VAV_REGLAGE
- VE B25A05 VZT29 - LOCAL 260 ZONE REUNION B25A05 SUD - AIR REPRIS VAV_MESURE
- VE B25A05 VZT29 - LOCAL 260 ZONE REUNION B25A05 SUD - AIR REPRIS VAV_REGLAGE
- VE B25A04 VZT29 - LOCAL 260 ZONE REUNION B25A05 SUD - AIR REPRIS QUALITE_MESURE
- VE B25A05 VZT29 - LOCAL 260 ZONE REUNION B25A05 SUD - AIR AMBIANT TEMPERATURE_MESURE
- VE B25A05 VZT29 - LOCAL 260 ZONE REUNION B25A05 SUD - AIR AMBIANT TEMPERATURE POT._REGLAGE
- VE B25A05 VZT29 - LOCAL 260 ZONE REUNION B25A05 SUD - BATTERIES CHAUD ET FROID VANNE_REGLAGE

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB**2.2 LISTE DES CODES D'ATELIER UTILISÉS DANS LES TEXTES**

Les codes sont définis dans l'[annexe 600-15](#).

2.3 LISTE DES ÉTATS D'ALARME

Les codes sont définis dans l'[annexe 600-16](#).

2.4 LISTE DES SÉVÉRITÉS D'ALARME

Les codes sont définis dans l'[annexe 600-17](#).

3. STANDARDISATION DES SYNOPTIQUES (IMAGE GRAPHIQUE)

3.1.	LISTE DES SYMBOLES GRAPHIQUES	16
3.2.	PRINCIPE DES SYNOPTIQUES	16
3.2.1.	ACCUEIL	17
3.2.2.	GÉOGRAPHIQUE	17
3.2.3.	SCHÉMATIQUE	17
3.2.4.	TEXTE.....	18
3.2.5.	PÉNÉTRATION ET ARBORESCENCE DES SYNOPTIQUES	18
3.2.6.	ÉLÉMENTS DANS LES SYNOPTIQUES.....	19
3.3.	CODIFICATION DES SYNOPTIQUES	19
3.3.1.	LISTE DES ATELIERS, GROUPES ET CODE SPÉCIAUX POUR LA CODIFICATION DES SYNOPTIQUES	19

3. STANDARDISATION DES SYNOPTIQUES (IMAGE GRAPHIQUE)

3.1. LISTE DES SYMBOLES GRAPHIQUES

Le choix des symboles doit se faire en fonction des symboles extraits des bibliothèques CHUV sur les supervisions existantes.

Avant la création d'un synoptique, la mise à jour des bibliothèques nécessaires sera effectuée. Toutes les images doivent être validées par l'atelier GTB et l'atelier du CHUV concerné.

3.2. PRINCIPE DES SYNOPTIQUES

Les synoptiques comportent deux parties distinctes :

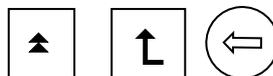


Les couleurs de fonds sont définies selon les supervisions existantes.

Le bandeau doit contenir au minimum les éléments suivants :

- Le titre du synoptique, en majuscules, se compose de :
La localisation de l'installation
La technique représentée (Ventilation, Frigos-Congélateur, etc.)
Le nom de la page
- Un bouton, représentant une maison, pour revenir à la page d'accueil du bâtiment et seulement sur la page d'accueil du bâtiment pour revenir sur la page d'accueil de la supervision.
- Un bouton fléché pour revenir à la page principale de la technique et du bâtiment dans lequel on se trouve

Exemples :



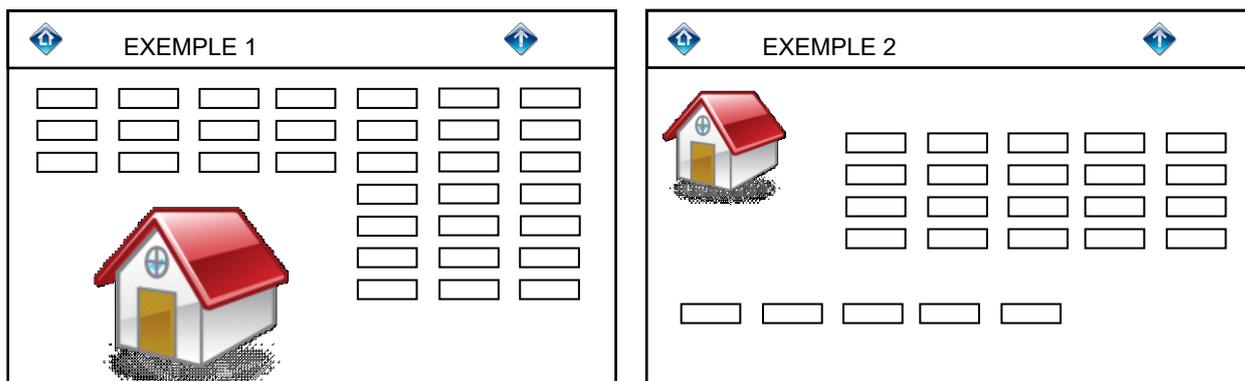
Le corps de l'image contient la partie utile à la supervision. Quatre types de corps sont utilisés :

Accueil	Page principale d'un bâtiment, d'une technique, etc.
Plan	Plan du site, du bâtiment, de l'étage ou de la zone traitée avec liens vers les différentes installations.
Géographique	Pour la pénétration par locaux ou équipements spécifiques.
Schématique	Représentation de l'installation avec un schéma fonctionnel.
Texte	Séries de textes, mis en colonne, avec le descriptif du point (Honeywell)
Liste	Séries de textes, mis en colonne, avec le descriptif du point (Sauter)

Le nom du fichier, contenant le synoptique, doit apparaître en permanence à l'écran, soit dans le bandeau ou dans la barre de titre de la fenêtre "Windows".

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

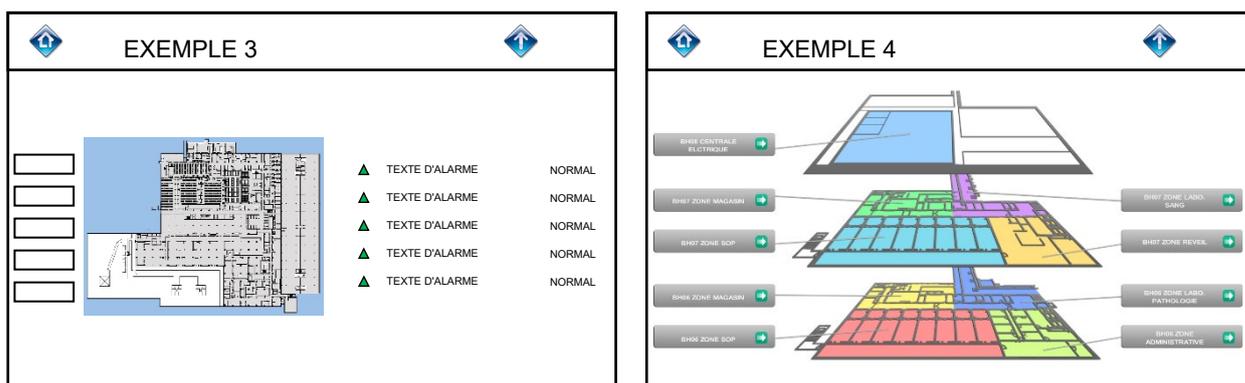
3.2.1. ACCUEIL



La page d'accueil, générale, d'un bâtiment ou d'une technique, contient :

- Une photo site ou du bâtiment.
- Des boutons triés par bâtiment, techniques, ateliers, spécialités.

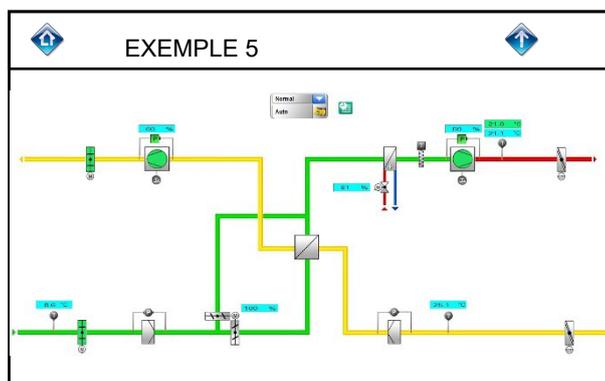
3.2.2. PLAN



La page de type géographique contient :

- Un plan ou une coupe de la zone à traiter.
- Des boutons qui permettent d'accéder dans une zone ou sur une installation.
- Eventuellement des alarmes sous format texte ou des commandes.

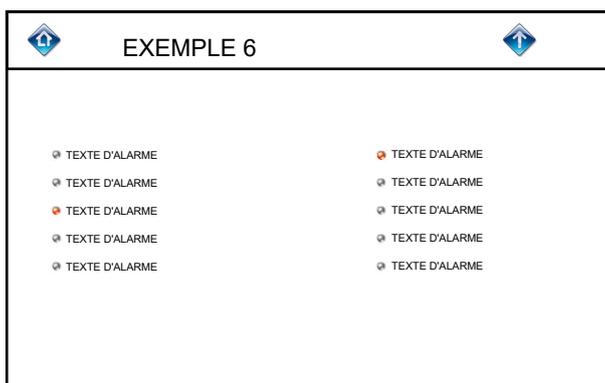
3.2.3. SCHÉMATIQUE



Représentation schématique de l'installation ou équipement selon l'[annexe 600-19](#).

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

3.2.4. TEXTE OU LISTE



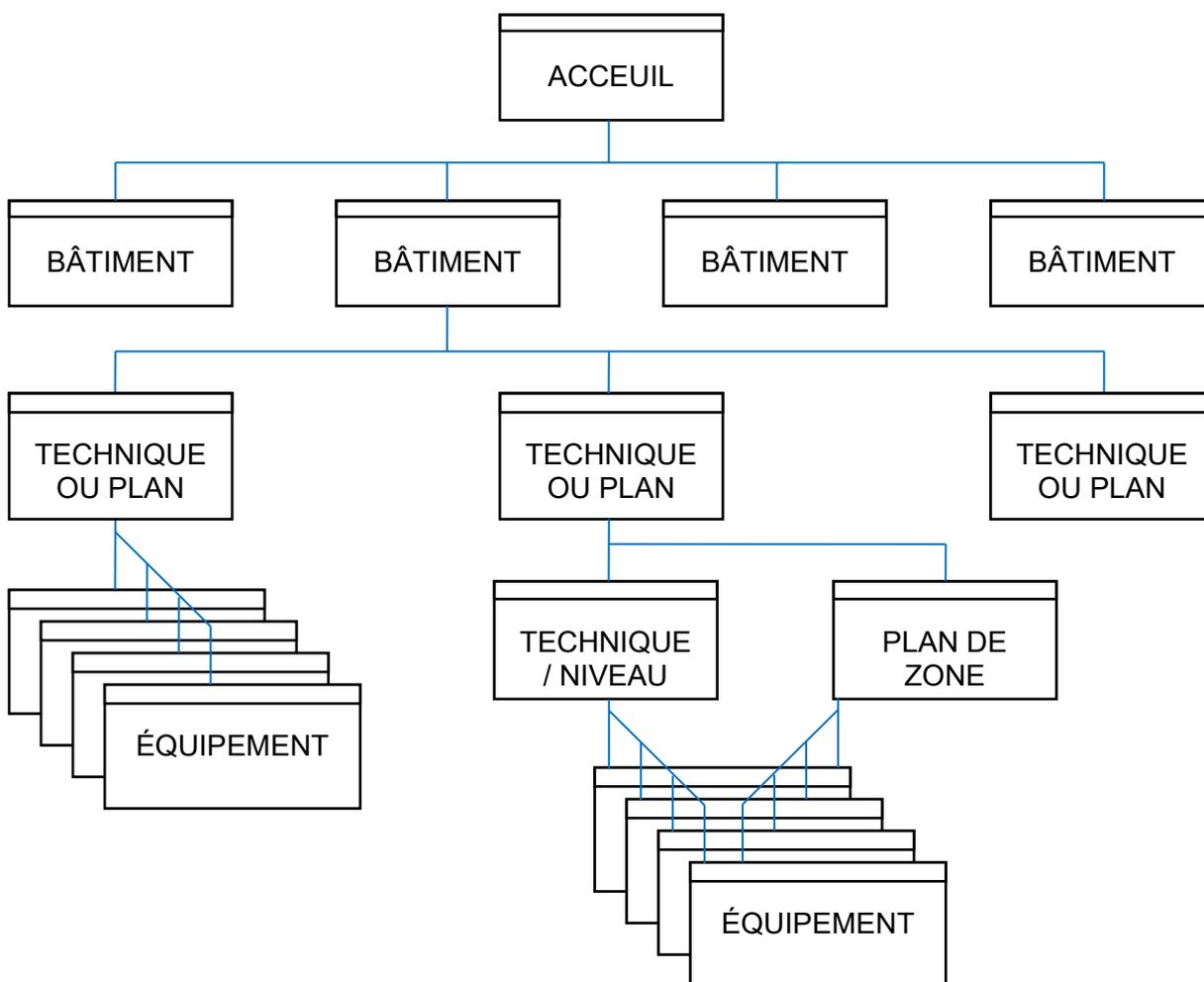
Les alarmes en texte doivent contenir :

- Le texte de l'alarme se rapprochant du texte défini au point 2.1.
- Un rond ou carré pour afficher l'état de l'alarme (selon la supervision utilisée).

L'ordre des informations n'est pas fixé.

Dans les nouvelles supervisions, une liste d'objets sera privilégiée.

3.2.5. PÉNÉTRATION ET ARBORESCENCE DES SYNOPTIQUES



600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

3.2.6. ÉLÉMENTS DANS LES SYNOPTIQUES

Point d'alarme :

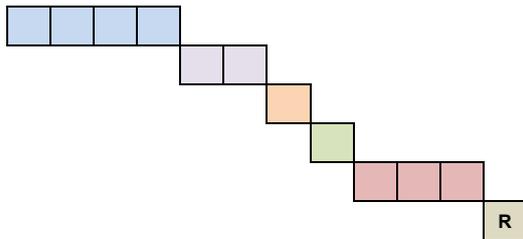
- ou ☐ Etat normal
- ou ☐ En cours

Affichages :

- Une mesure
- Consigne (modifiable)
- Consigne calculée
- Etat

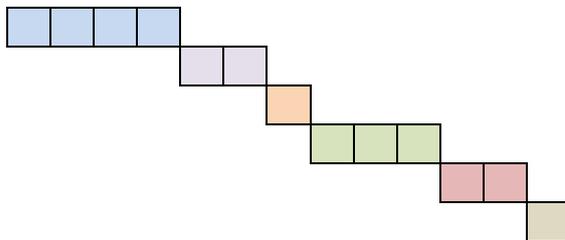
3.3. CODIFICATION DES SYNOPTIQUES

Standard :



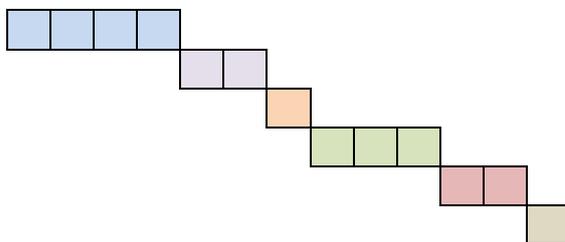
- Code bâtiment (voir liste au point 1.5.)
- Code d'étage
- Sous tiret
- Code atelier ou spécialité
- N° image
- "R" uniquement pour paramètres de régulation.

Schéma de principe des asservissements FEU (DIA)



- Code bâtiment (voir liste au point 1.5.)
- Code d'étage
- Sous tiret
- Code schéma (DIA)
- N° du secteur
- N° de l'image

Listes des clapets coupe-feu



- Code bâtiment (voir liste au point 1.5.)
- Code d'étage
- Sous tiret
- Code de liste (FEU)
- N° du groupe de CCF
- N° de la page

Exemples

M	A	T	0	0	2	-	V	0	0	5		
M	A	T	0	0	2	-	V	0	0	5	R	
B	H	0	0	1	3	-	D	I	A	2	1	1
B	I	O	2	S	1	-	F	E	U	5	0	2

- Maternité niveau 2, image ventilation n°5
- Paramètres de l'installation ci-dessus.
- Page 1 du DIA du secteur 21
- Page 2 de la liste des CCF FEU50

Les espaces, laissés par des codes bâtiments, sont remplacés par des "0".

Les numéros des images comportent 3 digits.

Le code d'étage "00" est réservé pour l'ensemble d'un site ou bâtiment.

Les étages Rez, S-S et autres sont codifiés comme au point 1.1.

Les images de paramètres liées à une installation, reprennent le nom de l'image et un "R" est ajouté à la fin.

3.3.1. LISTE DES ATELIERS, GROUPES ET CODE SPÉCIAUX POUR LA CODIFICATION DES SYNOPTIQUES

Les codes sont définis dans l'[annexe 600-18](#).

4. RESEAU MCR - GTB

4.1.	GÉNÉRALITÉS	21
4.1.1.	RÉFÉRENCE	21
4.2.	ENVIRONNEMENT MCR/ADB AU CHUV	22
4.2.1.	ARCHITECTURE DES SYSTÈMES.....	22
4.2.2.	POINTS D'INSERTION	31
4.3.	PROTOCOLES OUVERTS.....	36
4.3.1.	APPLICATIONS PRIVILÉGIÉES.....	36
4.3.2.	ECHANGES AU TRAVERS DES RÉSEAUX VERS LA SUPERVISION ...	36
4.4.	BACNET	39
4.4.1.	PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROTOCOLE ET DE SON APPLICATION AU CHUV	42
4.4.2.	CADRE D'USAGE DU PROTOCOLE BACNET (RNG, RNA)	66
4.4.3.	RELATION AUX BUS DE TERRAIN ET AUX BUS PROPRIÉTAIRES	76
4.4.4.	SPÉCIFICATION DE SYSTÈMES INTEROPÉRABLES AVEC BACNET ..	76
4.4.5.	DOMAINES D'INTEROPÉRABILITÉ.....	77
4.4.5.1.	ECHANGE DE DONNÉES	77
4.4.5.2.	ALARMES ET ÉVÉNEMENTS	77
4.4.5.3.	PROGRAMMES TEMPORELS.....	77
4.4.5.4.	HISTORISATION ET JOURNAUX.....	77
4.4.5.5.	GESTION SYSTÈME & RÉSEAUX	77
4.4.6.	REPRÉSENTATION COMME PILES DE PROTOCOLES	78
4.4.6.1.	DÉCLINAISONS POSSIBLES DES PILES ADMISSIBLES AU CHUV ...	78
4.4.6.2.	PARTICULARITÉS DE MISE EN RÉSEAU, LIENS AUX CHAPITRES DIRECTIVES DSI	78
4.4.7.	REPRÉSENTATION EN OBJETS.....	78
4.4.7.1.	LISTE DES OBJETS, PROPRIÉTÉS REQUISES À MINIMA	78
4.4.7.2.	LES SERVICES DU PROTOCOLE, SERVICES REQUIS À MINIMA	78
4.4.8.	CONTRAINTES DE PRIORISATION DES ÉCHANGES	78
4.4.8.1.	ALARMES ET ÉVÉNEMENTS	78
4.4.8.2.	COMMANDES	78
4.4.8.3.	ABONNEMENTS ET REQUÊTES SOLLICITÉES, (POOL À LIBÉRER POUR ABONNEMENTS PAR LA SUPERVISION CHUV)	79
4.4.8.4.	SYNCHRONISATION DES HORLOGES SYSTÈME	79
4.4.9.	CONTRAINTES D'IDENTIFICATION, (SELON CHARTE CHUV INTÉGRÉE EN ANNEXE)	79
4.4.9.1.	CONVENTIONS DE NOMMAGE DE RÉSEAUX	79
4.4.9.2.	CONVENTION D'ADRESSAGE PHYSIQUE	79
4.4.9.3.	CONVENTION D'ADRESSAGE DES OBJETS "DEVICE".....	79
4.4.9.4.	CONVENTION DE NOMMAGE DES OBJETS DU PROCESSUS	79
4.5.	RÈGLES LIÉES À L'INGÉNIERIE DES PROJETS	80
4.5.1.	DOCUMENTATION PROJET SELON EN ISO 16484-3	83
4.5.2.	CONFORMITÉ AU PICS REQUIS PAR LE CHUV	85
4.5.3.	SOUSSION DES PICS PRODUITS.....	86
4.5.4.	DOCUMENTATION D'INGÉNIERIE ET DOCUMENTS EDE (ENGINEERING DATA EXCHANGE : FORMAT REQUIS PAR LE CHUV).....	86
4.5.4.1.	MODALITÉS DE COMMISSIONNEMENT PROPRES AUX RÉSEAUX BACNET, EN RELATION AVEC LES PRESCRIPTIONS DE LA DSI CHUV	98
4.5.4.2.	DOSSIER DES OUVRAGES EXÉCUTÉS	100
4.5.4.3.	DOSSIER DE MAINTENANCE	103
4.5.4.4.	FORMATION DES OPÉRATEURS/ MAINTENEURS- EXPLOITANTS.....	103
4.6.	GLOSSAIRE	104

4. RÉSEAUX MCR - GTB

4.1. GÉNÉRALITÉS

La Direction des Constructions, Ingénierie et Technique du CHUV a rédigé la présente section de la Directive 600 en 2014 afin de décrire un cadre clair de spécification de l'usage des protocoles de communications dans les systèmes de GTB présents au CHUV. La présente section 4, est donc relative à l'utilisation de protocoles ouverts et normalisés et, plus particulièrement, à celle de BACnet. Son cadre d'application est celui des projets de construction, rénovation, réhabilitation comprenant des dispositifs d'Automatismes du Bâtiment (ADB). Cette Directive, communiquée en annexe à un appel d'offres, doit permettre :

- Au service d'ingénierie de projet de la Direction des CIT, de réduire et de simplifier la conception de la spécification technique pour ce qui concerne le dialogue inter-automates et entre automates et niveau de supervision, à d'éventuels amendements ponctuels spécifiques au projet.
- Au(x) prestataire(s) de connaître les contraintes et exigences communes imposées par l'environnement GTB du CHUV en ce qui concerne les dialogues et l'intégration des éléments ou îles d'automatismes modifiés ou mis en œuvre au titre de projets de construction.

Particularités

Le Niveau de Gestion (NG selon EN ISO 16484-1) comprenant les "superviseurs" GTB du CHUV est constitué de deux familles de produits : d'une part le système EBI de HONEYWELL, le SVC Sauter Vision Center de SAUTER. Tous deux offrent des possibilités de communication sur des protocoles ouverts tels que BACnet/IP et MODBUS/IP quoiqu'avec des spécifications légèrement différentes. La présente section de la Directive intègre ces contraintes.

Lectorat

La directive est destinée principalement à des entreprises agissant en intégrateurs de systèmes et ne disposant pas nécessairement des compétences techniques requises pour la mise en œuvre de tels protocoles de communication. Elle doit, d'une part créer une interface contractuelle claire et compréhensible entre les services d'ingénierie et d'exploitation du CHUV et les prestataires intégrateurs, tout en spécifiant d'autre part, dans des annexes techniques appropriées, les points techniques de détail dont la lecture ne peut être faite que par des spécialistes de tels protocoles de communication.

4.1.1. RÉFÉRENCES

EN ISO 16484 parties 1 à 5,
ANSI/ASHRAE Standard 135-2012 BACnet "A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks"
DIRECTIVES CHUV-600 Sections 1, 2 et 3.

4.2 ENVIRONNEMENT MCR/ADB AU CHUV

4.2.1 ARCHITECTURE DES SYSTÈMES

Description des réseaux RNA et RNG

Selon EN ISO 16484 les réseaux de communication au service du Niveau de Gestion sont respectivement :

- Le réseau de Niveau automatismes
- Le réseau du Niveau de Gestion.

Le réseau de niveau automatismes est le réseau fédérateur des automates principaux ou "frontaux", il permet la communication pair à pair entre ces derniers, et entre ceux-ci et le système de supervision.

Le réseau du Niveau de Gestion, quant à lui fédère l'ensemble des dispositifs du niveau de Gestion tels que Superviseurs (NPO et EBI), serveur(s) spécialisé(s) d'historisation (par exemple le serveur EMS) ou de configuration (postes hébergeant les logiciels de configuration), serveur(s) WTS (Windows Terminal Services) et l'ensemble des postes utilisateurs sous toutes leurs formes :

- Postes Clients lourds du CDC
- Postes hébergeant des applications de configuration
- Postes disposant d'un accès WTS (Windows Terminal services) quel qu'en soit l'usage au service de la GTB.
- Dispositifs d'impression spécialisés GTB ou banalisés.

Le schéma générique ci-après, issu de : EN ISO 16484, recense le vocabulaire de référence applicable à l'infrastructure GTB du CHUV.

L'architecture RNA et RNG est, au CHUV, entièrement virtualisée dans une infrastructure de réseau commune à l'ensemble des besoins de communication du CHUV (Services de médecine, sécurité, télécommunications, etc.).

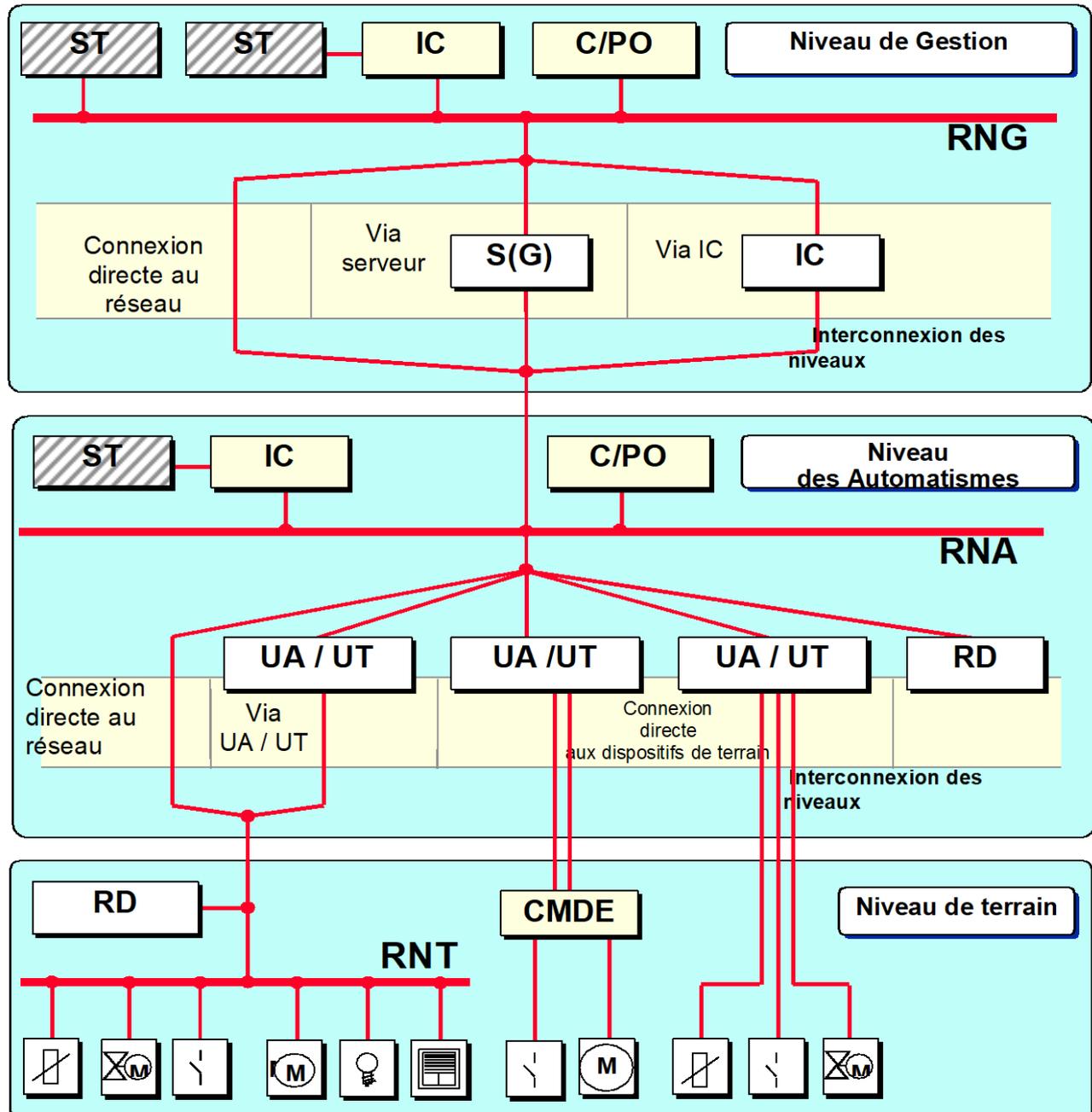
Ainsi, dans la plupart des cas de Projets d'équipement ou de rénovation de GTB, à l'exception des réseaux du Niveau de Terrain (RNT), la communication entre un Automate "frontal" (concentrateur d'île d'automatismes) et la Supervision empruntera une route mise à disposition par le CHUV.

Cette route virtuelle sera accédée à partir d'un "point d'accès" IEE 802.3, matérialisé par un connecteur RJ45 en baie de brassage ou en coffret, préexistant ou installé à la demande par les services du CHUV et faisant office de limite de prestation physique pour la fourniture des RNA et/ou RNG.

Du point de vue logique, la limite de prestation est figurée par les services de l'interface au réseau IP (Couche 3 du modèle OSI), mis à disposition par le CHUV.

Gestion Technique du Bâtiment

Structure générique système et abréviations



Legende			
RNA	Réseau Niveau des Automatismes	RNT	Réseau Niveau de Terrain
UA/UT	Unité d'Automatismes / de Traitement / contrôleur de communications	RNG	Réseau Niveau de Gestion
RD	Régulateur Dédié Par ex.: régulateur terminal	C/PO	Console ou Poste Opérateur
IC	Interface de Communication	AP	Appareil de Programmation
ST	Systèmes Tiers Par ex.: Détection incendie Gestion patrimoniale	S(G)	Serveur (Niveau de Gestion)
		CMDE	Commandes Manuelles Directes et d'Entretien

Du niveau de gestion Les segments RNG des sites du CHUV sont interconnectés au travers des infrastructures de communication générales du CHUV, via un réseau Ethernet.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Le schéma ci-après représente les principes et la topologie des réseaux RNA et RNG multi sites. Compte tenu des ajouts réalisés au cours du temps, il n'a pas de prétention à l'exhaustivité, notamment pour ce qui concerne le nombre et la localisation des nœuds d'accès. Il appartiendra, à l'entreprise, de vérifier la disponibilité de tels nœuds à proximité des équipements d'automatismes à mettre en œuvre.

L'interconnexion entre les différents sites est gérée par le CHUV, y compris les routeurs et pare-feux au Réseau Intranet du CHUV. Une stratégie d'adressage est indiquée en section 4.2.2 selon les points d'insertion.

Les superviseurs de GTB gèrent les modalités d'échanges intersites. En principe, les travaux d'automatismes et de supervision de tout nouveau Projet ne devraient pas être touchés par ces échanges. Il est toutefois important de comprendre que :

- Les domaines d'adressage IP des différents réseaux peuvent (selon les sites et le calendrier d'homogénéisation des adresses IP de la GTB) être différents.
- Les informations du site de la Maternité sont gérées en temps réel par le superviseur ...
- En règle générale, les automatismes à l'ouest de la rue du Bugnon sont gérés par le superviseur EBI Honeywell, tous les autres étant gérés par les Superviseurs NPO Sauter.

Descriptif du système de GTB du CHUV et de ses réseaux:

Les réseaux RNA et RNG du CHUV sont virtualisés dans un ensemble de segments et d'équipements physiques et/ou virtuels incluant les points d'accès physiques, les routeurs, passerelles et pare-feux appropriés. Les réseaux de terrain sont, pour la majeure partie, constitués de segments point à point Cu, et (état 2014) de piles de protocoles propriétaires.

Le Système de GTB comprend est constitué :

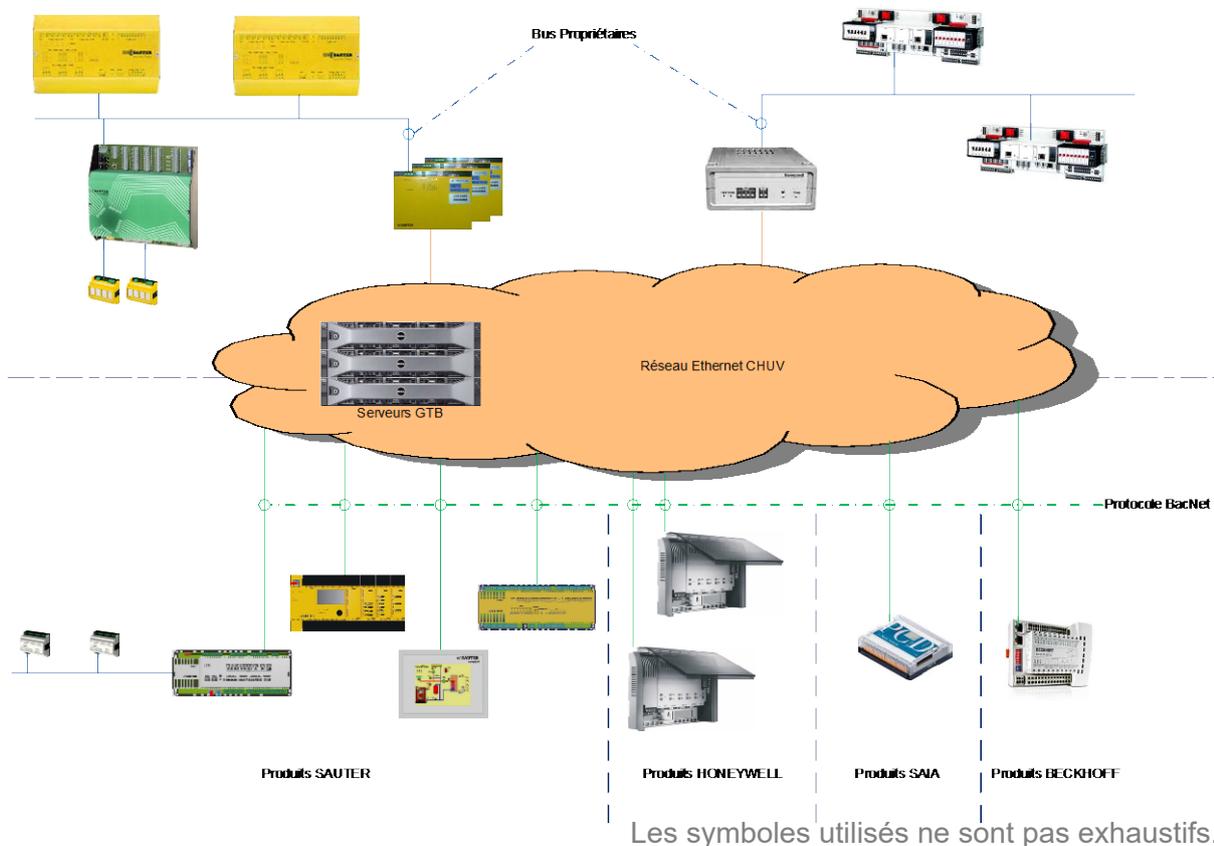
- D'une part, de l'ensemble des automatismes existants jusqu'à 2010, en deux grandes familles d'équipements, raccordés par des protocoles propriétaires : La famille d'équipements SAUTER (Sauter EY2400 ou 3600, sur communication NovaNet), la famille HONEYWELL (Honeywell Excel sur communication Cbus). Les automates de ces deux familles, lors de leurs remplacements, seront choisis de façon à respecter les impératifs de communication de la présente Directive.
- D'autre part, des automates de nouvelle génération répondants tous aux impératifs de communication décrits dans la présente Directive.

Tout nouvel équipement d'automatismes mis en œuvre au CHUV devra impérativement se conformer aux exigences de la présente Directive. Celle-ci est commune aux deux environnements de Gestion constitués d'une part par le système SAUTER NPO (Nova Pro Open) dont les caractéristiques d'interopérabilité font l'objet de l'[annexe 600-2](#) et du système Honeywell EBI (Entreprise Buildings Integrator) dont les caractéristiques d'interopérabilité font l'objet de l'[annexe 600-3](#) de la présente Directive.

Il est à noter que ces caractéristiques évoluent constamment avec les mises à jour de ces systèmes. Il est donc impératif de faire référence à la version de ces documents annexés reflétant l'état de ces systèmes au moment de la mise en œuvre d'un Projet d'automatismes.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Schéma bloc du Système de GTB



Le réseau Intranet CHUV (nuage orange) virtualise les réseaux RNA et RNG de l'infrastructure type de GTB.

On pourrait être tenté de simplifier en supprimant la distinction entre RNA et RNG et en remplaçant ces deux entités par une dénomination commune. Ce serait alors confondre le véhicule et la route. Bien qu'utilisant les services d'une infrastructure intranet commune, les deux types de réseaux RNA et RNG obéissent à des caractéristiques spécifiques propres à leur destination.

Parmi ces caractéristiques, le choix des couches supérieures de la pile de protocoles, est très différenciant :

- Le RNA, à vocation de transfert d'informations individualisées, proches des processus physiques automatisés, véhicule des informations dont la structure est orientée « objet ». Chaque objet, standardisé, quelle qu'en soit le dispositif physique source, est une image d'un segment de processus dans la chaîne des automatismes. Le protocole au service de cette communication RNA est BACnet, ou plus exactement les couches BACnet Application et BACnet Réseau ainsi que la couche d'interface BVLL : BACnet Virtual Link Layer, les couches moyennes et basses du modèle OSI étant non spécifiques (UDP, IP, "Ethernet"). Même si des services et des objets particuliers de la couche BACnet Application le permettront dans le futur, l'accès aux automates, depuis le niveau supérieur, pour des fonctions de configuration de ces derniers, imposera l'utilisation de protocoles spécifiques dont les messages sont usuellement encapsulés dans des segments TCP ou UDP.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

- Le RNG, généralement, véhicule des "blocs" d'informations de grands volumes, dont la cohérence est plutôt dictée par les besoins d'échanges entre "applications" informatiques telles que visualisation de schémas dynamiques, fichiers de données d'historiques, échanges Clients-Serveurs de bases de données, etc. Les protocoles au service des communications RNG sont soit des protocoles propriétaires Client - Serveur, soit des protocoles de type RDP (Windows Terminal Services) et/ou des protocoles de type HTTP, FTP, NNTP, SMTP, etc.

La présente Directive spécifie essentiellement les échanges de type RNA, elle indique toutefois les obligations des intervenants pour les aspects plus spécifiques à la gestion des bâtiments pour les Réseaux des types RNT et RNG.

OBLIGATIONS dans le cadre du RESEAU DU NIVEAU AUTOMATISMES (RNA)

Ces contraintes s'appliquent à tout projet d'automatismes (projet d'équipement ou de rénovation), afin d'intégrer les nouveaux dispositifs dans le système de GTB du CHUV.

Piles de Protocoles:

Les couches de protocoles utilisées par le RNA sont les suivantes :

COUCHE	PROTOCOLE	RESPONSABILITE
Hautes (Application, Présentation, Session)	BACnet (Application, Réseau, BVLL) échanges inter-pairs et échanges RNA vers Supervision. MODBus (MODBus/TCP) dans le cas de certains échanges inter-pairs (applications automatismes électriques). Spécialisés configuration (RDP, HTTP, NNTP, etc.).	Entreprise dans le cadre d'un Projet d'automatismes (équipement ou rénovation).
Transport	UDP, TCP.	
Inter-réseaux	IP v4, v6 (v6 imposé au plus tard en 2018).	CHUV Infrastructure Intranet.
Basses (Connexion de données, Physique)	Ethernet.	

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

OBLIGATIONS dans le cadre du RESEAU DU NIVEAU DE GESTION (RNG)

Ces contraintes ne s'appliquent qu'aux projets spécifiques d'extension ou de rénovation de l'Infrastructure de supervision GTB du CHUV.

Piles de Protocoles:

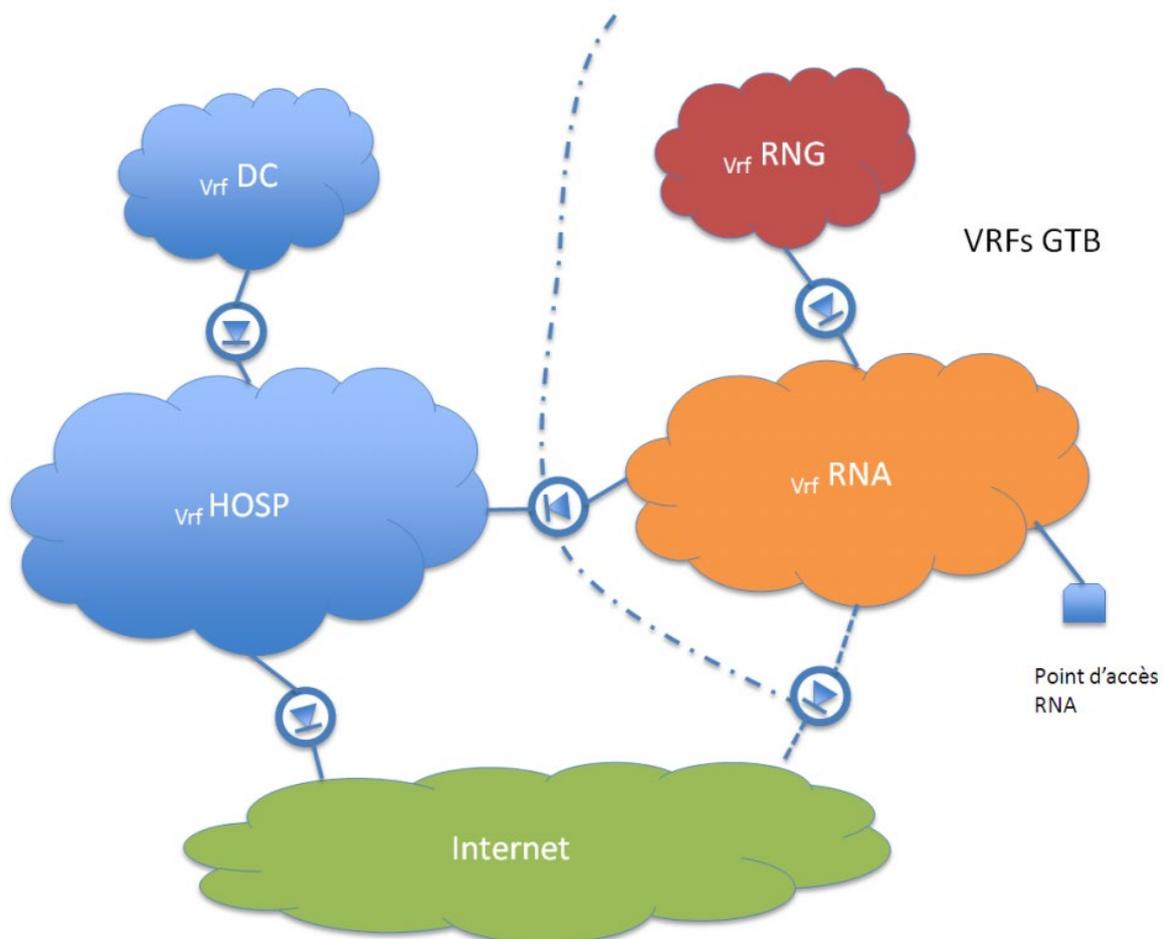
Les couches de protocoles utilisées par le RNG sont les suivantes :

COUCHE	PROTOCOLE	RESPONSABILITE
Hautes (Application, Présentation, Session)	BACnet WEB-Services (SOAP/XML sur http). Propriétaires Client - Serveur (postes Supervision-Serveurs). OPC UA (opc.tcp://server ou http://Server). Utilités (RDP, HTTP, SMTP, NNTP, etc.). BACnet (Application, Réseau) échanges "temps réel" entre Superviseurs.	Entreprise dans le cadre d'un Projet de rénovation de l'infrastructure du Niveau de Gestion.
Transport	TCP, (UDP).	
Inter-réseaux	IP v4, v6 (v6 imposé au plus tard en 2018).	CHUV Infrastructure Intranet.
Basses (Connexion de données, Physique)	Ethernet.	

Infrastructure Intranet du CHUV

Topologie :

L'infrastructure de communication Intranet du CHUV, entièrement câblée en fibre optique et offrant dans la grande majorité des cas des services redondants, est unifiée sous forme d'un ensemble d'instances de réseaux Intranet, des "VRF", isolés par des routeurs virtuels (tables de routages multiples dans un routeur physique) et, selon les cas de pare-feu, et dont les domaines d'adressage, indépendants peuvent contenir des adresses "répétées" d'un domaine à l'autre, sans conflit. Du point de vue du système de GTB, les RNA et RNG sont virtualisés essentiellement sur deux domaines de routage VRF (Virtual Routing and Forwarding) représentés dans le schéma ci-dessous. Le concept de VRF permet d'isoler des groupes d'utilisation spécifique et d'y appliquer des domaines d'adressage et des politiques spécifiques. Il est ainsi possible de séparer l'essentiel des fonctionnalités et trafics RNA de ceux du RNG en les « isolant » dans des VRF spécifiques. De plus ce concept permet la coexistence de domaines d'adressage Ipv4 et Ipv6. Il est à noter, que l'adressage Ipv4 est toléré jusqu'à 2018, date à laquelle, tout nouveau projet devra impérativement utiliser Ipv6 et se conformer à l'annexe J de BACnet pour le support de Ipv6.



La figure représente des principaux Intranets virtuels du CHUV et leurs interconnexions. Ainsi, dans la grande majorité des projets d'automatismes, le point d'intégration au système de GTB se fera au travers d'un accès au RNA virtualisé.

Point d'accès RNA et raccordement des automatismes du Projet :

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Selon les besoins en termes de communication pour tout nouveau Projet d'automatismes, il devra être précisé le lieu de connexion au RNA (éventuellement au RNG). Soit sur un point d'accès existant, soit sur un nouveau point d'accès installé dans le cadre du Projet.

Dans tous les cas, la procédure à respecter est la suivante :

1. Etape de pré-étude ou de chiffrage
 - a. Demande d'identification d'un point d'accès
Cette demande sera effectuée soit au Répondant ELE par Courriel ou directement dans DEMDEV, permettra d'identifier l'existence d'un point d'accès disponible, et/ou du lieu exact et du délai de mise à disposition d'un tel point d'accès. Cette demande, purement informative, ne génère aucune action de mise en œuvre de la part des Services du CHUV. Elle permettra, toutefois à l'entreprise soumissionnaire de connaître, outre la localisation du point d'accès, les caractéristiques de disponibilité moyenne, de présence ou non de dispositifs redondants, de latence moyenne, afin de dimensionner et de configurer son architecture matérielle et logicielle de manière appropriée.
2. Etape d'étude de projet
 - a. Demande d'un point d'accès (prise informatique)
Lorsque les détails de mise en œuvre sont définitivement arrêtés, l'entreprise adjudicatrice du projet d'automatismes effectuera une demande de mise à disposition d'un point d'accès, selon les caractéristiques confirmées en réponse de la demande d'identification effectuées au cours de l'étape précédente. Elle l'adressera soit au Répondant ELE par Courriel ou directement dans DEMDEV et indiquera le planning probable de mise en œuvre effective souhaitée.
 - b. Demande de connexion d'un équipement (activation de la prise)
A ce stade du projet, l'entreprise, ayant défini l'architecture matérielle et logicielle de son "île d'automatismes", effectuera une demande de connexion d'un (de n) équipement(s) d'automatismes via le RNA (via RNG) soit pair-à pair vers un autre automate "île d'automatismes" connecté à un autre point d'accès, soit vers le niveau de Supervision. La demande se fait via le formulaire en [annexe 600-1](#).
3. Etape de mise en œuvre
 - a. Avant raccordement définitif, il conviendra de s'assurer auprès de l'Atelier GTB, par courriel à l'adresse située en bas de l'[annexe 600-1](#), de la mise en service du point d'accès et du "canal" de communication approprié.

Interfaces de communication

Les automates mis en œuvre dans le cadre du Projet faisant l'objet de la présente spécification, seront équipés d'interfaces de communication vers le niveau AUTOMATISMES / SUPERVISION, au point d'accès du Réseau respectivement RNA/RNG. Il appartiendra au prestataire du Projet d'automatismes d'obtenir, auprès des Services Techniques du CHUV, selon l'option retenue de raccordement sur un commutateur existant, ou de la mise en œuvre d'un nouveau commutateur, les adresse et localisation du ou des ports physiques mis à sa disposition et raccordés sur ce commutateur.

Toutes les sujétions liées à l'acheminement des informations des automates vers ce port physique, sont de la responsabilité du prestataire du présent lot. La limite de prestation est constituée par la prise RJ45 mise à disposition au lieu indiqué (Baie ou coffret).

Les connexions de/vers les points d'accès aux commutateurs du réseau RNA (RNG) se feront, selon les distances de parcours des câbles, soit par câble à paires torsadées cuivre, soit par

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

câble à Fibres optiques monomode selon la spécification de câblage définie dans les Directives 101 Identification des installations techniques et 201 Installations électriques. Dans ce dernier cas, il sera vérifié, par le prestataire, auprès des Services Techniques, si le port mis à disposition (TX ou FX) permet le raccordement direct du câble à fibres, ou s'il est imposé la mise en place d'un convertisseur. Ce dernier sera alors fourni, installé et alimenté au titre du présent lot, et sera de marque et type conformes à la Directive GTB.

Acquisition des informations issues de dispositifs communicants

En règle générale, la topologie du système raccordé comprendra un automate Frontal qui assurera la concentration des réseaux de terrain vers le réseau RNA. Il pourra être admis, dans certains cas que des réseaux de terrain, soient raccordés au RNA, conformément à la "route" "Connexion directe au réseau" du schéma "Structure générique système et abréviations", par le biais de passerelles ou de routeurs appropriés, pour autant que les piles de protocoles véhiculés par le RNA ainsi que les conventions d'adressage soient respectées.

La déconnexion de l'une des voies de communications, sur un point d'accès RNA, ne devra en aucun cas affecter l'opération du système de GTB au travers des connexions restantes.

La partie matérielle des composants de chaque interface satisfera aux exigences des normes internationales telles que : IEEE, ITU (CCITT), EIA ou équivalent.

Les interfaces de communication typiques (côté entreprise) ainsi que les critères physiques de performance sont fixés, pour chaque niveau de réseau, comme suit :

- Type de protection contre les surtensions et la CEM, suivant la norme EN ISO 16483.
- Nombre total de nœuds pour chacun des réseaux : 1-64.
- Type et longueur maximale du réseau : terrain 200 m / automation 1500m.
- Longueur maximale sans ré amplification : terrain 100 m / automation 1500m.
- Nombre maximal de répéteurs : 1 / 0.

Il appartiendra au titulaire du présent lot d'intégrer dans sa prestation toutes sujétions liées au raccordement physique et logiciel des sources à ses automates concentrateurs les plus proches. Ceci comprendra entre autres :

- Collecte des informations des tables sources.
- Coordination de la mise à disposition des informations le cas échéant.
- Mise en place des connecteurs et liaisons adaptées Cu y compris répéteurs ou interfaces Cu/Fo lorsque les distances l'imposeront.
- Le câblage de ces liaisons se fera en conformité à la Directive GTB et la documentation sera conforme aux prescriptions du CHUV.
- Dispositifs de commutation intermédiaires selon types et marques approuvés par le CHUV.
- Dispositifs coupleurs adaptés dans les automates concentrateurs.
- Connexion et mapping des informations issues de ces différents éléments dans des objets BACnet, pour rapatriement vers la Supervision, avec le cas échéant, la "cartographie" de réseaux non BACnet dans un réseau BACnet selon l'annexe H de ANSI/ASHRAE 135-2012.
- La reprise des informations liées à des historiques (dont la fréquence impose des échanges fréquents et réguliers tels que comptages d'une énergie, ou autre collecte régulière) se fera avec des dispositifs de stockage locaux et par usage des Objets BACnet de la famille des compteurs (Pulse Converter ou Accumulator, ...) ou de la famille des objets de journalisation (Trendlog, Eventlog, ...).

Protocoles de communication

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Les protocoles de communication devront être compatibles aux exigences de la présente Directive.

Les échanges inter-automates de niveau RNA et entre automates et Supervision, au travers du RNA, obéiront, selon les automates et ou les domaines techniques couverts par ceux-ci à l'un des protocoles suivants :

Pile de Protocoles et Liens	Usage	Remarques
BACNet /IP Frontaux<->Supervision Frontaux<->Frontaux	Transfert de données complexes représentées par des objets normés : Régulateurs, Programmes horaires, Historiques, Valeurs ou états comportant des attributs complexes ou des limites etc.	Généralement pour des fonctions liées au domaine CVC, ou servies par des automates du domaine CVC. Seul protocole utilisable pour les échanges avec la Supervision.
MODBus/IP Frontaux<->Frontaux	Transfert de données simples pouvant être représentées par des variables unitaires, de type binaire ou analogique.	Généralement pour des fonctions liées au domaine électricité, ou servies par des automates du domaine électricité. Utilisable uniquement entre automates (de niveau RNA ou RNT).

4.2.2. POINT D'INSERTION

Il s'agit ici d'identifier 3 grands "points" d'insertion de nouveaux automatismes mis en œuvre soit, dans le cadre de projets de construction neuve, soit de projets de rénovation ou de migration, ils sont classés ici par ordre de fréquence :

1. Intégration au niveau de Supervision (par le réseau RNA : ou Réseau de Niveau Automatismes : Terminologie ISO 16484-2).
2. Intégration au niveau des Automates concentrateurs existants ou à mettre en place dans le cas d'interfaçages particuliers : (Ex Swegon MODBus sur BACnet), RNA ou RNT.
3. Intégration au niveau Supervision par une IC (Interface de Communication) par exemple par des protocoles informatiques spécialisés inter-serveurs.

Ces trois points d'insertion sont détaillés dans ce qui suit avec leurs caractéristiques propres. En effet, les modes de communication et les protocoles différeront sensiblement selon que l'on interface des automates de terrain sur un réseau dit de terrain (RNT) par exemple KNX ou Zigbee, ou que l'on interface des dispositifs de niveau supérieur (par exemple l'EMS).

Intégration au Niveau supervision via le RNA

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Ce mode d'intégration est privilégié pour les projets d'une certaine dimension comprenant une "île" fonctionnelle pour laquelle les échanges pairs vers d'autres automates préexistants sont réduits.

Par "réduit" on entend qu'ils se résument à des transferts de consignes ou d'informations distribuées telles que de températures de consignes ou météorologiques extérieures, ou des données de stratégie de délestage de charges au niveau du Site.

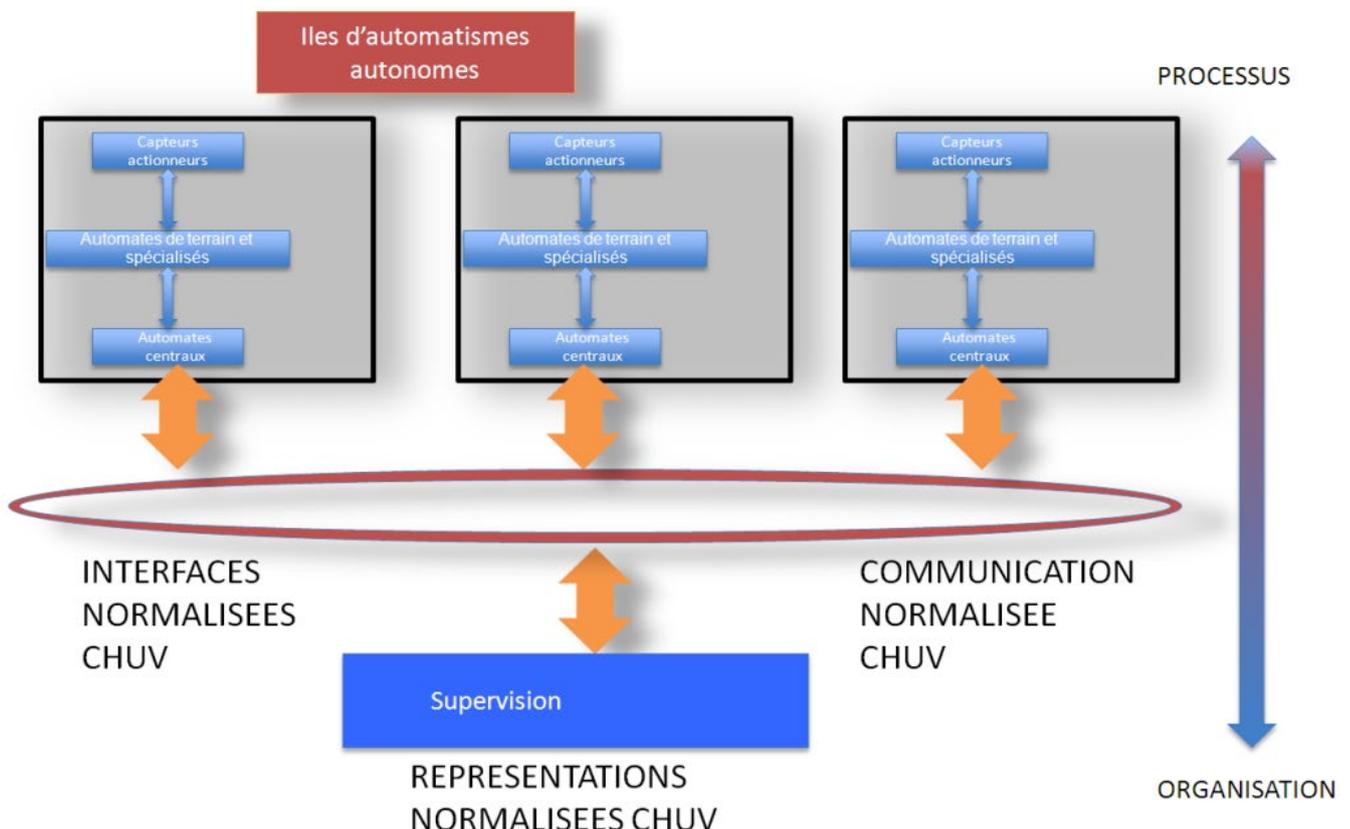
Cette intégration se fait via un ou plusieurs automates fédérateurs "frontaux" de manière à réduire le nombre de "Device unit" et autres objets communs comme les Classes de Notification à gérer au niveau de la supervision.

Le choix du nombre de frontaux se fera en tenant compte à la fois :

- De la quantité des échanges en "temps réel" exigés par le processus de l'île d'automatismes.
- Des protocoles de terrain standard ou acceptés par le CHUV aux niveaux terrain et automatismes.
- Des aspects de câblage (et du coût induit).
- Du niveau d'autonomie des processus vis à vis de la supervision.
- De l'homogénéité des produits d'automatismes en termes de marque et de mode et langage de configuration.

Les exemples suivants sont illustratifs d'une "île" munie d'un frontal BACnet :

- Des automates de terrain contrôlant des locaux de patients ou des bureaux (CVCSE).
- Des automates de terrain ou de niveau automatisme contrôlant un plateau multizones d'éclairage.
- Des automatismes de gestion d'un plateau technique contrôlant plusieurs installations techniques (Monoblocs, générateurs tels que groupe froid, chaudières ou pompes à chaleur, isolés ou en cascade, ...).



Intégration au niveau des Automates concentrateurs existants ou à mettre en place dans le cas d'interfaçages particuliers.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Dans le cas où un automate particulier à un processus existant doit être ajouté ou remplacé (obsolescence, capacité, ou autres), ainsi que dans le cas d'interfaçages particuliers au réseau RNA à partir de dispositifs de protocoles non standard (au sens de protocoles ouverts admis au CHUV pour le réseau RNA) on pourra avoir recours à une intégration des dispositifs à mettre en œuvre, au niveau d'un automate central existant ou nouvellement créé afin d'agir comme concentrateur de niveau RNA.

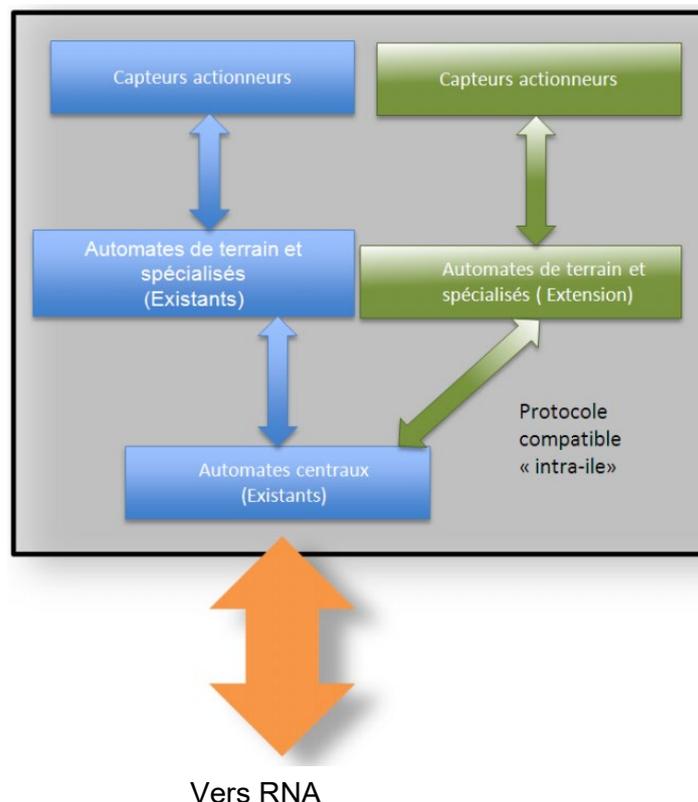
On considérera ainsi les cas suivants :

Intégration d'automates en extension d'un processus existant, avec de nombreux échanges pairs avec les automates en place.

Les automates proposés devront impérativement permettre des communications efficaces avec les automates pairs existants (peer-to-peer). Sauf dérogation expresse de l'Atelier GTB/MCR, seuls des automates compatibles, du point de vue des logiciels de configuration, avec ceux en place à l'intérieur de la même "île" de processus seront admis. Ils pourront toutefois être de génération plus récente, pour autant que les logiciels de configuration restent compatibles entre automates existants et nouveaux automates mis en œuvre au titre de l'extension.

Le cas échéant, il appartiendra à l'adjudicataire du lot automatisés de fournir les nouvelles versions modificatives des logiciels de configuration et de former le personnel des Ateliers du CHUV à leur installation et à leur emploi.

La version des logiciels de configuration sera choisie pour être compatible aux dispositifs en place, selon une liste de produits et de version fournie par l'Atelier GTB/MCR sur demande, ainsi qu'aux nouveaux dispositifs mis en œuvres.



Intégration d'automates de protocoles non compatibles avec les protocoles admis au RNA.

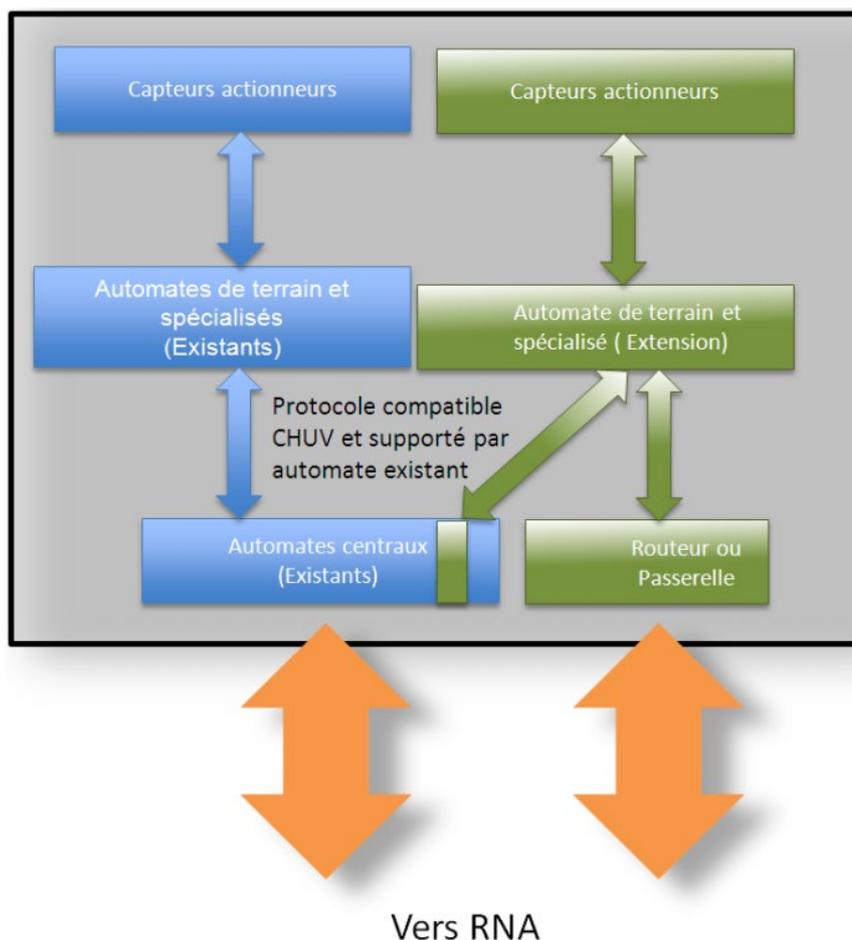
600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Ce cas correspond à des extensions particulières, rares du fait de la demande de dérogation expresse qui devra être faite auprès de l'Atelier GTB/MCR. Il s'agit, le plus souvent de dispositifs "embarqués" dans un équipement fourni au titre d'un lot technique, tels que contrôleurs spécialisés de Groupe électrogène, de groupe froid, d'unité de production d'ECS, etc.

On essaiera, en premier ressort de toujours utiliser la version de contrôleur, permettant une intégration simple en utilisant un des protocoles suivants :

- BACnet dans l'une des déclinaisons ou interfaces supportés (KNX, ou BACnet sur l'un des supports de communication autorisés : Zigbee, Ethernet, MS-TP, LonTalk, IPX, IP).
- MODBus/IP via un interfaçage BACnet réalisé dans le contrôleur hôte (passerelle spécialisée ou automate existant muni d'un coupleur MODBus/IP et apte à autoriser la configuration du "mapping" entre registres MODBus et propriétés des Objets BACnet.

Dans tous les autres cas, on aura recours à une passerelle spécialisée interfaçant le protocole spécifique au dispositif à intégrer, au réseau RNA via la pile de protocole BACnet.



Intégration au niveau Supervision par une IC (Interface de Communication) par exemple par des protocoles informatiques spécialisés inter-serveurs.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Dans cette forme d'intégration, Le dispositif source, communique directement avec la Supervision sans aucun échange direct (ou uniquement avec des échanges très réduits) avec les automates du niveau Automatismes ou Terrain. Il s'agira, le plus souvent, d'un dispositif de niveau "élevé" dans la hiérarchie, capable de fonctions de haut niveau, et de communiquer directement avec les équipements de supervision ou, d'une manière plus générale, avec les équipements du niveau de "Gestion" du CHUV, par des échanges non nécessairement en "temps réel". Ainsi, des logiciels de Reporting, d'ERP (Enterprise Resource Planning), de GMAO (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur), de configuration, mais également des échanges inter-serveurs entre des systèmes de GTB différents, directement compatibles ou non, devant coopérer pour des fonctions d'exploitation particulières.

Dans le cas le plus général, pour l'échange inter-serveurs, de données GTB de gestion, on privilégiera le protocole BACnet WEB Services décrit à l'annexe N de ASHRAE 135-2012.

Dans le cas de l'exploitation, par un système tiers, réduite à celle de la consommation de données issues de fichiers historiques produits par la GTB, il sera possible, en dérogation à la clause précédente, d'utiliser des requêtes SQL directes ou indirectes via OPC (OLE DB), ODBC, JDBC sur des serveurs de bases de données historiques, existants au niveau gestion.

Dans le cas d'échanges non possibles pour des raisons techniques, par l'une des méthodes décrites ci-dessus, on utilisera des échanges, soit par fichiers de données soit par un protocole tel que SOAP/XML, basés sur les spécifications d'échanges par formats de données XML de l'annexe Q de ASHRAE 135-2012.

4.3. PROCOLES OUVERTS**4.3.1. APPLICATIONS PRIVILÉGIÉES**

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Les fonctions de contrôle-commande et de supervision du CHUV, pouvant faire appel à des dispositifs d'automatismes de marques et de générations variées, imposent la mise en œuvre d'une plateforme fédératrice commune. Cette plateforme doit être telle que le coût d'intégration de toute nouvelle île d'automatismes dans l'infrastructure existante, à la fois en termes de planification, de réalisation et de maintenance soit optimisé tout en garantissant que les fonctions mises en œuvre au Centre de Contrôle, et applicables à une telle intégration, soient assurées.

Ces applications comprennent notamment :

- Traitement des événements et Alarmes (par trafic non sollicité) et traitement par priorités.
- Traitement des états (dans la mesure du possible par trafic non sollicité).
- Traitement du contrôle, commande et surveillance des équipements et installations techniques du CHUV avec priorisation des commandes.
- Fonctions de Diagnostic, mettant en œuvre des accès permanents ou temporaires à des variables sous monitoring.
- Fonctions d'historisation (événement, états).
- Fonctions d'assistance opérateur / exploitant.
- Fonctions d'asservissements globaux opérées au niveau de la Supervision.
- Fonctions de Configuration (pour partie, selon l'évolution des logiciels constructeurs, par l'utilisation d'objets BACnet tels que Program (PRG)).
- Fonctions de gestion, calcul et d'optimisation.

Et, par interface normalisée aux objets des automates :

- Fonctions de régulation en boucle fermée.
- Fonctions d'asservissements.
- Fonctions de calcul et d'optimisation.

4.3.2 ECHANGES AU TRAVERS DES RESEAUX VERS LA SUPERVISION

La documentation de tout Projet d'automatismes fera référence et sera construite selon les règles de la norme EN ISO 16484. Cette norme impose, pour le renseignement de tout projet d'automatismes, un formalisme d'identification des fonctions élémentaires d'un système de GTB. Les fonctions applicables aux échanges sur le RNA ou le RNG sont décrites par deux groupes principaux : le groupe de fonctions 7-1 (fonctions de communication simples) et le groupe 7-2 (fonctions de communication complexes). La section suivante identifie, dans le cadre de la documentation de projets du CHUV, les règles d'identification des fonctions d'échange sur les RNA et RNG.

Les fonctions d'échange sur le RNT sont généralement couvertes par les fonctions de la catégorie 2-1 à 2-5, lorsque les échanges entre automates ne sont pas visibles par la Supervision. Dans le cas contraire, par exemple si le RNT est directement raccordé à la supervision, les règles d'identification applicables au RNA devront également être respectées pour le RNT, pour l'ensemble des dispositifs communiquant avec le Superviseur ou tout dispositif du Niveau de Gestion.

Fonctions d'échange de EN ISO 16484-3 et objets de communication de/vers l'infrastructure de supervision ainsi qu'échanges entre pairs sur le RNA

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

La représentation des échanges vers le superviseur ou entre pairs du RNA, dans toute documentation de projet, se fera par l'usage des fonctions de la catégorie 7 (7-1 et 7-2) de la norme EN ISO 16484-3 selon le tableau suivant. Celui-ci détaille la définition des fonctions de la norme. Ces fonctions sont collectivement dénommées, par convention, Objets de communication, quel que soit le protocole utilisé et quel qu'en soit la représentation formelle :

Fonction EN ISO 16484-3	Détail de mise en œuvre dans la documentation fonctionnelle au CHUV	Objet des protocoles. Les numéros entre parenthèse correspondent à la numérotation EDE des objets BACnet
7-1 fonctions de communication simples	7-106 Objet de communication binaire	BACnet : Binary Value (5) <i>BACnet : Binary Input*</i> <i>BACnet : Binary Output*</i> BACnet : toute propriété discrète de type binaire d'un objet complexe si remontée individuellement MODBus : variable de type WordBit
	7-104 Objet de communication analogique Symbole dont la représentation est une valeur discrète	BACnet : Analog Value (2) <i>BACnet : Analog Input*</i> <i>BACnet : Analog Output*</i> BACnet : toute propriété discrète de type analogique d'un objet complexe si remontée individuellement MODBus : variable de type Word, double Word,
	7-101 Objet Sortie Binaire (12.5)	BACnet : Binary Output (4)
	7-102 Objet Sortie Composite (12.15)	BACnet : Multi-state Output (14)
	7-103 Objet Sortie Analogique (12.2)	BACnet : Analog Output (1)
	7-105 Objet Entrée Binaire (12.4)	BACnet : Binary Input (3)
	7-107 Objet Entrée Composite (12.14)	BACnet : Multi-state Input (13)
	7-108 Objet Entrée Analogique (12.1)	BACnet : Analog Input (0)
	7-109 Objet Valeur Composite (12.3)	BACnet : Multi-State Value (19)
	7-110 Objet Télé comptage / Valeur Analogique (12.3)	BACnet : Accumulator (23)
	7-111 Objet Traitement de Notification d'événement (12.16)	BACnet : Notification Class (15)
	7-112 Chaîne de caractères	BACnet : CharacterString Value
	7-113 Chaîne binaire	BACnet : BitString Value
	7-114 Valeur entière positive	BACnet : Positive Integer Value
	7-115 Date	BACnet : DateValue
	7-116 Horodate	BACnet : DateTime Value
	7-117 Valeur à double précision	BACnet : Large Analog Value
	7-118 Valeur entière	BACnet : Integer Value

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Fonction EN ISO 16484-3	Détail de mise en œuvre dans la documentation fonctionnelle au CHUV	Objet des protocoles. Les numéros entre parenthèse correspondent à la numérotation EDE des objets BACnet
	7-119 Chaîne Octets	BACnet : OctetString Value
	7-120 Temps	BACnet : Time Value
	7-121 Commande éclairage	BACnet : Lighting output (LO)
	7-122 Groupe éclairage	BACnet : Channel
	7-123 Redirection de notification	BACnet : Notification forwarder (NF)
	7-124 Masque Dates répétitifs	BACnet : Date Pattern Value
	7-125 Masque Horodates répétitifs	BACnet : DateTime Pattern Value
	7-126 Masque Temps répétitifs	BACnet : Time Pattern Value
	7-127 Compteur d'impulsions	BACnet : Pulse converter
	7-128 Senseur sécurité	BACnet : Life – Safety Point
	7-129 Zone de sécurité	BACnet : Life - Safety Zone
	7-130 Point d'accès	BACnet : Access Point
	7-131 Zone d'accès	BACnet : Access Zone
	7-132 Porte	BACnet : Access Door
	7-133 Utilisateur accès	BACnet : Access User
	7-134 Droits d'accès	BACnet : Access Rights
	7-135 Référence identitaire	BACnet : Access Credential
	7-136 Dispositif d'authentification	BACnet : Credential Data Input
7-2 fonctions de communication complexes		
	7-201 Objet Equipement (12.9)	BACnet : Device (8)
	7-202 Objet Programme calendaire (12.18)	BACnet : Schedule (17)
	7-203 Objet Abonnement événement (12.10)	BACnet : event enrollment(9)
	7-204 Objet Programme (12.17)	BACnet : Program (16)
	7-205 Objet Fichier (12.11)	BACnet : File (10)
	7-206 Objet Boucle (Régulateur) (12.13)	BACnet : Loop (12)
	7-207 Objet Commande multiple (12.8)	BACnet : Command (7)
	7-208 Objet Groupe (12.12)	BACnet : Group (11)
	7-209 Objet texte	Tous protocoles, variable représentant un symbole par une valeur discrète. Cf BACnet 7-112 ou 7-119
	7-210 Objet Calendrier	BACnet : Calendar (6)
	7-211 Objet 3M	BACnet : Averaging (18)
	7-212 Objet Journal tendance	BACnet : Trend Log (20)
	7-213 Objet Journal Événements	BACnet : Event log (EL)
	7-214 Objet Délestage/relestage	BACnet : Load Control (LC)
	7-215 Objet Structure	BACnet : Structured View (SV)
	7-216 Objet Groupe Global	BACnet : Global Group
	7-217 Objet abonnement d'alerte	BACnet : Alert enrollment

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

	7-218 Objet Journal tendances multiples	BACnet : Trend Log Multiple
	7-299 Objet sécurité Réseau	BACnet : Network Security Object type

* Toléré

4.4 LE PROTOCOLE BACNET

Spécification du protocole BACnet

La présente section décrit le protocole BACnet utilisé prioritairement dans les applications de MCR/GTB au CHUV.

Référence normative

La présente Directive fait référence au texte original de la norme "ANSI/ASHRAE Standard 135-2012, BACnet™", à sa version 135-2012, ainsi qu'aux mises à jour et versions suivantes telles que listées dans l'addendum "Versions de textes normatifs à prendre en compte".

Introduction

La présente directive a été préparée aux fins de spécifier les mécanismes au travers desquels les constructeurs et offreurs de solutions de systèmes d'automatisation du Bâtiment peuvent échanger des données d'une manière normalisée, soit directement entre eux, soit des automates des niveaux Automatismes et Terrain vers le niveau de Supervision. Elle définit des fonctionnalités inhérentes à la communication et non celles liées aux automatismes de contrôle / commande.

Inclusion de sections de la norme BACnet soit à titre d'information, soit à titre obligatoire

La présente Directive s'applique aux réseaux du NIVEAU AUTOMATISMES (RNA) et du NIVEAU DE GESTION (RNG) de la structure hiérarchique telle que définie dans la norme européenne: **"Produits et systèmes de Gestion Technique du Bâtiment pour applications CVC. Partie 1 : Définitions et structure système"**.

La norme "ANSI / ASHRAE Standard 135, BACnet", comprend certaines options pour les couches basses (Liaison et Physique) du modèle d'Interconnexion des Systèmes Ouverts (OSI), sans intérêt et non mises en œuvre sur le Site du CHUV. Les clauses de BACnet relatives à ces options ne sont référencées dans ce document qu'à titre d'information. Elles ne constituent en aucun cas une exigence de conformité à la présente Directive.

Sections incluses à titre d'information

Les sections suivantes, dans leur ensemble, ne revêtent qu'un caractère informatif :

- Section Couches LIAISON / PHYSIQUE : RESEAU ARCNET.
- Section Couches LIAISON / PHYSIQUE : RESEAU MS/TP.
- Section Couches LIAISON / PHYSIQUE : RESEAU LonTalk.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Sections incluses devant être obligatoirement respectées dans les mises en œuvre au CHUV

Toutes les sections autres que celles expressément déclarées incluses à titre d'information font partie intégrante de la présente Directive.

Préambule

Le protocole d'automatisation du Bâtiment BACnet offre des mécanismes par lesquels des équipements électroniques peuvent échanger de l'information, indépendamment de la nature particulière des services qu'ils assurent dans un bâtiment. Aussi peut-il être indifféremment utilisé par des systèmes de supervision, des automates numériques à usage multiple, des automates spécifiques à une application, ou des régulateurs individuels.

La motivation première des auteurs de la norme ANSI BACnet était le besoin d'"interopérabilité" exprimé par les propriétaires et les exploitants d'immeubles. Dans ce contexte, cela signifie la possibilité d'intégrer, de manière concurrentielle, en un système de Gestion Technique du Bâtiment cohérent, des équipements en provenance de différents fabricants. Pour répondre à ces attentes, le Comité du Projet de Normalisation (SPC ou *Standard Project Committee*) a sollicité et obtenu des informations de plusieurs dizaines de personnes et compagnies intéressées par le sujet. Il a étudié toutes les normes nationales et internationales pertinentes concernant la communication des données, qu'elles soient des normes de fait ou le résultat du travail d'un comité de normalisation.

Parmi les nombreuses questions posées par le Comité pour évaluer et sélectionner les solutions aux problèmes spécifiques du protocole, on peut en citer les suivantes :

- La solution proposée est-elle conforme au modèle de référence de base de l'Interconnexion de Systèmes Ouverts (OSI) de l'ISO (*International Organisation for Standardization*) ?
- La solution proposée est-elle applicable à toutes les classes d'équipement ?
- La solution est-elle simple et efficace ?
- Quel serait l'impact de la solution sur les possibilités d'extension du protocole, à d'autres équipements, applications, et aux futures technologies matérielles et logicielles ?
- La solution est-elle compétitive ?

Le résultat des délibérations du Comité est un *Modèle de Protocole de Communication en Réseau* aux caractéristiques suivantes :

- a) Tous les équipements nœuds du réseau, à l'exception des esclaves MS/TP, non utilisés au CHUV, sont des pairs. Toutefois, certains pairs peuvent avoir des privilèges et des responsabilités supérieures à d'autres.
- b) Tout équipement nœud est modélisé par une collection d'entités nommées et accessibles au travers du réseau. Ces entités sont dénommées "Objets". Chaque objet est caractérisé par un ensemble d'attributs ou de "propriétés". Les objets de comportement et de propriétés identiques sont décrits par une *classe* d'objets, chaque objet ou entité individuelle étant une *instance* de cette classe. Alors que la norme spécifie les classes d'objets et leurs propriétés le plus couramment appliquées, les constructeurs sont libres de créer des classes d'objets additionnelles, s'ils le désirent. Toutefois, l'utilisation de classes non standard au CHUV est interdite dans les communications vers et de la Supervision vers les automates, et sujette à l'acceptation de l'Atelier GTB, pour les communications inter-automates.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

- c) La communication est effectuée par des opérations de lecture et d'écriture sur les propriétés d'objets particuliers, et par l'exécution, mutuellement acceptable, d'autres "services" du protocole. Bien que la norme BACnet spécifie un ensemble complet de services, des mécanismes sont offerts aux constructeurs souhaitant en ajouter. Dans le cadre de la présente Directive, les seuls ajouts acceptables sont ceux ayant fait l'objet d'une demande expresse et motivée de validation, soit parce que ces services sont utiles à la maintenance des équipements et peuvent être traités par un dispositif spécifique, en parallèle aux services de base exigés pour la Supervision au PCS ; soit parce que ces services sont supposés être disponibles au niveau de Supervision du CHUV, bien que non documentés comme tels dans une des annexes de la présente Directive, au moment de la consultation du Projet.
- d) La sophistication d'un équipement nœud particulier, en termes de capacité d'effectuer des requêtes particulières de service ou de comprendre la nature de classes particulières d'objets, est reflétée par sa "Classe de Conformité" BACnet. Chaque Classe de Conformité spécifie un ensemble minimum de services, de classes d'objets, de propriétés de ces classes d'objets que l'équipement doit posséder afin de prétendre appartenir à ladite Classe de Conformité.
- e) L'adhésion de la présente norme au concept ISO-OSI d'une architecture de communication en "couches", offre la possibilité d'échanges de données en utilisant une grande variété de méthodes d'accès au support et de types de médias physiques. Ceci signifie que les réseaux BACnet peuvent être configurés de manière à correspondre à une grande diversité de besoins en vitesse et débit de communication, à des coûts correspondants.
- f) La norme BACnet a été conçue plus particulièrement pour les équipements d'instrumentation et d'automatisation du Chauffage, de la Ventilation, du Conditionnement d'air et de la Réfrigération. Mais elle a également pour but de servir de base à l'intégration d'autres systèmes d'automatismes du Bâtiment tels que : Eclairage, Sécurité et Systèmes de Détection Incendie.

En fin de compte, tous les protocoles de communication ne sont que des collections de solutions arbitraires aux problèmes d'échanges d'information. Comme telles, elles sont sujettes à changement, que ce soit au fil du temps ou des avancées technologiques. BACnet ne constitue pas une exception. La présente Directive comprend ainsi une annexe listant la version de référence pour un Projet donné. En son absence, on fera référence à la version 135-2012, "ANSI / ASHRAE Standard 135-2012, BACnet™".

1. OBJECTIF

L'objectif de la norme ANSI BACnet à laquelle se réfère la présente Directive consiste en la définition de services et de protocoles de communication de données, destinés aux équipements électroniques de la supervision et des automatismes des installations techniques du CHUV, ainsi qu'à ceux des autres disciplines du Bâtiment. Il consiste également à définir une représentation abstraite, orientée objet, des informations échangées entre ces équipements, de manière à faciliter l'application et l'utilisation des technologies numériques d'automatisation dans le Bâtiment.

2. PORTEE

- 2.1 Le protocole BACnet offre un ensemble complet de messages permettant de transporter des données codées binaires, analogiques et alphanumériques entre des équipements. Ces données dont la liste n'est pas exhaustive, comprennent :
- Valeurs d'entrées et de sorties binaires, issues de l'instrumentation process.
 - Valeurs d'entrées et de sorties analogiques, issues de l'instrumentation process.
 - Valeurs binaires et analogiques "virtuelles" issues des programmes d'automatismes.
 - Chaînes de caractères.
 - Informations liées à des programmes calendaires.
 - Alarmes et événements.
 - Fichiers.
 - Programmes d'automatismes.
- 2.2 Le protocole BACnet modélise chaque équipement d'automatismes ou de supervision comme une collection de structures de données dénommées "objets". Les propriétés de ces objets représentent les différents aspects matériels, logiciels et d'opération de cet équipement.
- Ces objets proposent un moyen d'identifier et d'accéder à de l'information sans avoir à connaître les particularités de conception ou les détails de configuration de la structure interne de l'équipement. Chaque Objet est identifié selon la Partie 1 (Codification des équipements et des organes) de la présente Directive.

4.4.1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

La norme BACnet peut être divisée en quatre composantes principales qui, ensemble, fournissent les mécanismes par lesquels des équipements d'automatisation distribuée du Bâtiment peuvent échanger des informations, afin de remplir la fonction d'automatisation attendue.

- La première de ces quatre composantes consiste en un ensemble de classes d'objets standardisées offrant, au travers du réseau, une visibilité normée des structures de données et des programmes propriétaires des équipements.
- La seconde composante consiste en un ensemble de commandes communes ou services, utilisés entre les équipements de manière à pouvoir distribuer les fonctions de contrôle / commande. Elle comprend également la définition du genre de messages que le protocole doit offrir.
- La troisième spécifie la manière dont les messages doivent être codés de manière normée. En d'autres termes, la façon dont les messages apparaissent en une suite de zéros et de uns binaires sur le support de communication.
- Enfin, sont décrites les technologies réseau utilisées pour transporter les messages BACnet d'un équipement à un autre.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Du point de vue du Modèle de Référence de l'OSI (Interconnexion de Systèmes Ouverts), BACnet se présente sous la forme d'une architecture compactée comprenant les couches 1, 2, 3 et 7, comme l'illustre la Figure 1. Les couches Application et Réseau offrent une interface uniforme à l'une des multiples options choisies, suivant le cas, pour les couches Liaison et Physique. Les couches et variantes de couleur jaune correspondent à la mise en œuvre exigée pour le CHUV pour les niveaux RNA et RNG. De plus, dans le cas du réseau RNT, il est envisageable d'utiliser, en couches basses les protocoles indiqués en bleu.

Couches BACnet						Equivalence au modèle OSI	
Couche Application BACnet						Application	
Couche Réseau BACnet						Réseau	
ISO 8802-2 Type 1		BACnet MS/TP	BACnet PTP	LonTalk	BVLL	BZLL	Liaison de données
Ethernet IEEE 802.3 ISO 8802-3	ARCnet						
		EIA 485	EIA 232		UDP/IP	ZigBee	Physique

Fig. 1

Chacun de ces aspects fondamentaux est décrit en détail, ci-après.

Couche Application de BACnet

La couche Application de BACnet est basée sur une approche orientée objet. Des classes d'objets standardisées offrent, au travers du réseau, une visibilité normée des structures de données et des programmes propriétaires des équipements. L'idée de l'objet est de rassembler, en une collection particulière, des éléments de données et des programmes contribuant à une fonction déterminée. Les éléments de données individuels sont dénommés Propriétés ou Attributs d'un objet. Alors que la conception des programmes et des structures internes, la configuration des équipements d'automatisation du Bâtiment sont propriétaires et donc différentes pour chaque constructeur, les propriétés des objets présentent un moyen d'identifier et d'accéder à de l'information sans avoir à connaître les détails internes de conception d'un équipement.

La norme 135-2012 définit 53 classes d'objets, résumées dans le Tableau 1. Selon les mises à jour périodiques de l'environnement de Gestion du CHUV, le support de l'ensemble de ces objets pourra être exigé. Toutefois, il est important de prendre en compte, dans l'annexe [600-2](#) et/ou [600-3](#) les objets et services supportés par les versions alors courantes de cet environnement à l'occasion de tout projet d'équipement. Tout équipement d'automatisation peut avoir zéro, un ou plusieurs objet(s) de chaque classe d'objets. La clé d'accès à un objet particulier est une propriété dénommée **Identifiant** de l'objet, laquelle identifie, de manière unique, chaque objet ou *instance* à l'intérieur d'un équipement particulier. L'Identifiant de l'objet consiste en une chaîne d'octets, de longueur 32 bits, contenant la référence de la classe d'objets ainsi qu'un numéro d'instance. Par ailleurs, l'identification de chaque objet, au CHUV, est renseignée dans une propriété dénommée **nom d'objet**. Cette identification est unique et structure obligatoirement conforme à la Partie 1 de la présente Directive.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Les classes d'objets décrites dans la norme regroupent et modélisent la plupart des genres d'information pouvant être trouvés dans des équipements d'automatismes numériques modernes [Dans la norme BACnet, les propriétés d'une classe d'objets se décomposent en deux groupes : un groupe de propriétés obligatoires pour chaque classe et un groupe optionnel].

Un équipement ne dispose que des objets strictement nécessaires à la représentation de la fonctionnalité du système. Le Tableau 2 montre, à titre d'exemple, les propriétés définies pour un objet de la classe Entrée Analogique.

Tableau 1 : Classes standards d'objets BACnet

Entrée Analogique (AI)	Abonnement Evénement (EEO)
Sortie Analogique (AO)	Fichier (File)
Valeur Analogique (AV)	Groupe (Group)
Entrée Binaire (BI)	Boucle (régulateur) (Loop)
Sortie Binaire (BO)	Entrée Composite (multi-états) (MSI)
Valeur Binaire (BV)	Sortie Composite (multi-états) (MSO)
Valeur Composite (multi-états) (MSV)	Groupe Global (global Group)
Calendrier (Calendar)	Classe de notification d'événement (NC)
Commande multiple (Command)	Programme (application dans l'équipement) (PROG)
Equipement (Dispositif d'instrumentation / automate) (Device)	Programme Calendaire (Schedule)
3M : Max, Min, Moyenne (Averaging)	Délestage/relestage de charges (Load Control)
Accumulateur (Accumulator)	Compteur d'impulsions (Pulse Converter)
Redirection de Notification (NF)	Abonnement Alerte (AE)
Journal Tendance (TL)	Journal tendances multiples (TLM)
Journal événements (EL)	Senseur de sécurité (LSP)
Structure (Structured View, SV)	Zone de sécurité (LSZ)
Sécurité réseau (NS)	Point d'accès (AP)
Zone d'accès (AZ)	Porte (AD)
Utilisateur accès (AU)	Droits d'accès (AR)
Référence identitaire (AC)	Dispositif Authentification (CDI)
Valeur Ana.Dble precision (Large Analog Value)	Chaîne de caractères (CharacterString Value)
Valeur Entière (Integer Value)	Chaîne Binaire (BitString value)
Chaîne Octets (OctetString value)	Valeur entière positive (Positive Integer Value)
Temps (Time Value)	Date (Date Value)
Masque Dates répétitifs (Date Pattern value)	HoroDate (Date Time Value)
Masque Horodates répétitifs (DateTime Pattern value)	Masque Temps répétitifs (Time pattern value)
Commande éclairage (LO)	Groupe éclairage (Channel)

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Description sommaire des classes standards d'objets BACnet, selon 135-2012. Il est important de noter que seuls les objets requis dans les annexes [600-2](#) et [600-3](#) seront à mettre en œuvre dans la relation Automates-Supervision. Toutefois, si des objets standards, listés ci-dessous peuvent apporter un intérêt dans la communication intra et inter processus (par exemple à l'intérieur d'un même projet ou dans la relation avec d'autres automates disposant de ces mêmes objets standard), il est admis que de tels objets puissent être proposés par le soumissionnaire et mis en œuvre avec l'accord de l'Atelier GTB :

Entrée Analogique, Entrée Binaire <i>AI, BI</i>	Représentent les caractéristiques des entrées physiques analogiques ou binaires, destinées à des capteurs.
Sortie Analogique, Sortie Binaire <i>AO, BO</i>	Représentent les caractéristiques des sorties physiques analogiques ou binaires, destinées aux actionneurs.
Valeur Analogique, Valeur Binaire <i>AV, BV</i>	Représentent les caractéristiques des variables analogiques et binaires calculées dans le logiciel de l'équipement. Les valeurs peuvent être changées au moyen d'un service BACnet ou par le processus interne à l'équipement dans lequel elles résident.
Calendrier <i>CAL</i>	Représente une liste de dates ayant une signification particulière lors de la planification de l'opération d'un équipement technique. Par exemple : une liste de dates de congés.
Classe de notification d'événement <i>NC</i>	Représente et contient les informations nécessaires à la distribution des notifications d'événements. Par exemple: cet objet spécifie, sur événement, pour les date et heure courantes, vers quel dispositif la notification doit être envoyée.
Commande multiple <i>CMD</i>	Permet l'exécution d'un ensemble de commandes prédéfinies, en réponse à l'écriture dans sa propriété Valeur_courante d'une valeur prédéfinie. Par exemple, lorsque la propriété Valeur_courante est changée de manière à contenir la valeur correspondant à "occupé", l'éclairage doit être mis en route, le système de chauffage doit être autorisé à fonctionner, etc.
Equipement <i>DEV</i>	Contient les informations générales au sujet d'un équipement d'automatisme compatible BACnet, telles que: nom et identification du constructeur, modèle, lieu, classes d'objets supportées, etc. Tout équipement BACnet doit contenir un et un seul objet "Equipement".
Abonnement Evénement <i>EEO</i>	Permet de définir des alarmes ou d'autres types d'événements et d'indiquer quels sont les destinataires à notifier lorsqu'ils apparaissent.
Abonnement Alerte <i>AE</i>	Cet objet permet de générer des alertes sans faire usage des mécanismes de génération algorithmique ou intrinsèque de l'Objet EEO. La source de l'événement étant un objet quelconque du dispositif dans lequel réside l'objet AE et le mécanisme de génération invisible au réseau.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Fichier <i>File</i>	Offre des informations permettant l'accès et la manipulation de fichiers structurés soit en chaînes d'octets, soit en enregistrements de contenu arbitraire.
Groupe <i>Group</i>	Permet de lire un nombre de propriétés d'objets différents au moyen d'une requête unique (regroupement). Cet objet peut être utilisé, par exemple, pour mettre à jour différents champs d'une vue graphique au moyen d'une seule requête de service. Cet objet ne peut reprendre que des objets présents dans le même dispositif que celui dans lequel il réside.
Groupe global <i>Global Group</i>	Identique à Groupe, mais permet la reprise d'objets présents dans de nombreux dispositifs reliés par l'inter-réseau (RNA et au travers des routeurs RNA des autres bâtiments).
Boucle (régulateur) <i>Loop</i>	Représente une boucle fermée par des combinaisons de régulations proportionnelle, intégrale et dérivée.
Entrée Composite <i>MSI</i>	Représente les caractéristiques d'une entité physique ou logique pouvant prendre différents états. Par exemple, un ventilateur peut avoir les états : ARRET, PETITE VITESSE, GRANDE VITESSE.
Sortie Composite <i>MSO</i>	Représente les états d'une ou plusieurs sorties physiques, d'un ou plusieurs processus, à l'intérieur de l'équipement BACnet dans lequel réside l'objet.
Valeur composite <i>MSV</i>	Représente les caractéristiques des entrées et sorties composites calculées dans le logiciel de l'équipement. La valeur peut être changée au moyen d'un service BACnet ou par le processus interne à l'équipement dans lequel elles résident.
Programme (application) <i>PROG</i>	Représente les caractéristiques visibles au travers du réseau d'un programme d'application ou d'un processus, sans toutefois en spécifier la logique interne. La manipulation des propriétés des objets de cette classe permet, par exemple, d'initier ou de stopper l'exécution de programmes d'automatismes dans l'équipement BACnet.
Programme Calendaire <i>Schedule</i>	Offre le moyen d'écrire une valeur donnée, spécifiée sur la base de critères de temps, dans une propriété d'un objet.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

3M : Max, Min, Moyenne
Averaging

Offre une représentation accessible par des tributs spécifiques des moyennes, maximum et minimum d'une valeur échantillonnée dans le temps. La valeur échantillonnée est généralement présente dans le dispositif dans lequel réside l'objet "Averaging", mais elle peut également se trouver dans un autre dispositif. Les objets commandés peuvent l'être au moyen de trois types de paramètres : pourcentage (de délestage), niveau (d'un tableau prédéterminé), valeur (en kW). Il est à noter que pour l'implémentation au CHUV l'attribut –optionnel Full_Duty_Baseline est obligatoire.

Accumulateur
Accumulator

Objet dont les propriétés représentent les caractéristiques visibles d'un dispositif indiquant des mesurages effectués à partir d'un compteur d'impulsions. Il est souvent couplé à un objet TL (Trend Log), dont la référence est présente dans un attribut.

Compteur d'impulsions
Pulse Converter

Comparable à accumulateur, avec la différence importante qu'il interprète chaque impulsion comptée et l'affecte d'un coefficient résidant dans un attribut et permettant de convertir le nombre d'impulsions en une valeur d'affichage. Dans le cadre du CHUV, cet Objet ne sera employé que pour des affichages Supervision ou locaux aux dispositifs. En aucun cas ces valeurs ne seront historisées au dispositif de supervision (pour lequel les valeurs stockées seront "originelles" c'est à dire issues d'un objet Accumulateur.

Redirection de Notification
NF

Objet facilitant la redistribution de notifications. Il se différencie de l'objet Classe de Notification, du fait qu'il ne génère pas de notification de lui-même, et qu'il permet leur redirection vers de nombreux récepteurs différents. Il permet de bâtir des stratégies complexes telles que celle consistant à diriger les notifications issues de nombreuses Classes de Notification vers une instance commune de Redirection de Notification afin de rediriger ces notifications vers des Clients abonnés sur un seul et même objet. Pour toutes les versions du niveau de Supervision du CHUV acceptant cet Objet, son usage sera documenté dans un amendement à l'[annexe 600-5](#), et sera obligatoire. En règle générale son implémentation se fait "au-dessus" d'objets Classes de Notification.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Journal Tendance TL	Cet Objet surveille une propriété définie d'un objet référencé, et, lorsqu'une condition prédéfinie est remplie, enregistre sa valeur ainsi qu'une horodate dans un tampon interne pour consommation ultérieure par un processus distant par exemple. L'historisation peut être échantillonnée à intervalles de temps fixes, sur déclencheur ou sur COV. Il sera indiqué la taille maximale du tampon, selon le type de données stockées par objet, ainsi que l'intervalle de temps nécessaire entre deux lectures- réarmement de ce tampon. On considérera la possibilité d'une disponibilité annuelle combinée RNA+Supervision+Historisation de 98%. Les tampons devront donc être conçus de manière à permettre de couvrir le stockage de données, quel que soit l'intervalle d'échantillonnage, durant 176 heures.
Journal événements EL	Cet Objet enregistre des notifications d'événements de la même manière que les objets TL et TLM (Tendance et tendance multiple) enregistrent des valeurs.
Structure Structured View, SV	Conteneur de références structurées entre objets, pouvant inclure d'autres objets Structure afin de former un arbre d'hierarchies (d'objets). Cet Objet est particulièrement utile dans la vision process du CHUV car elle reflète bien l'arborescence définie dans le nommage par ses extrémités (la racine : l'équipement, et l'organe le plus bas dans la structure hiérarchique composé-composant de l'équipement).
Sécurité réseau NS	L'Objet NS offre un accès aux propriétés et états liés à la sécurité d'un dispositif BACnet sécurisé au travers du réseau. Chaque dispositif BACnet sécurisé doit avoir un – et un seul- Objet NS. Cet objet est en relation à l'architecture de sécurité BACnet (BSA) détaillée en Clause 24 de la norme. La mise en œuvre, éventuelle, de BSA au CHUV est sujette à une annexe particulière : 600-6. (annexe à l'étude)
Valeur Ana.Dble precision Large Analog Value	Cet objet représente une Valeur nommée correspondant à une grandeur en virgule flottante de double précision IEEE-754. Elle peut être codée en un mot de 64 bits ou en deux mots de 32 bits :
Valeur Entière Integer Value	Cet objet représente une valeur nommée correspondant à un entier signé. Les valeurs vont de -2147483000 à 214783000.
Chaine Octets OctetString value	Cet objet représente une valeur nommée correspondant à une chaîne d'Octets, par exemple un numéro de série, un mot de passe ou un bloc de données génériques tels que ceux définissant une image GIF ou JPEG.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

<p>Temps Time Value</p>	<p>Cet objet représente une valeur nommée représentant une valeur horaire journalière. Sur 4 octets : heure (0..23), Minute (0..59), seconde (0..50), centièmes de seconde (0..99). Pas de durée ni de temps relatif. L'horaire indiqué <i>doit</i> être complètement défini (tout octet contenant des entiers) ou complètement indéfini, pour écriture subséquente (tous les octets à X'FF').</p>
<p>Masque Dates répétitifs Date Pattern value</p>	<p>Cet objet représente une valeur nommée correspondant à un masque de date. Un tel masque peut être utilisé pour représenter des dates multiples récurrentes, au moyen de codes/valeurs spécifiques entrées dans les champs de date. Certains de ces codes permettent de renseigner des valeurs telles que "mois pairs", "toutes valeurs". Il est ainsi possible de coder des masques tels que "Tous les Mercredi de tout mois d'avril", " Tous les jours de février 2015". La date indiquée sera complètement ou partiellement spécifiée sur 4 octets :</p> <p>Année : actuelle -1900 ; Mois (1...14) : 1-12 mois calendaires, 13 : mois impairs, 14 mois pairs, X'FF' : non spécifié ; Jour du mois (1...34) : 1-31 jours, 32 : le dernier jour du mois, 33 : jours impairs, 34 : jours pairs, X'FF' : non spécifié ; Jour de la semaine (1...7) Lundi-Dimanche, X'FF' : non spécifié.</p>
<p>Masque Horodates répétitifs DateTime Pattern value</p>	<p>Cet objet représente une valeur nommée correspondant à un masque d'horodate. Cet objet est identique à l'objet Horodate, avec la particularité qu'il peut être employé pour représenter des horodates récurrentes. Voir la représentation des 4 octets de date ou d'horaire dans les objets Time et Date.</p>
<p>Commande éclairage LO</p>	<p>Cet objet représente les caractéristiques visibles sur le réseau d'une sortie de commande physique d'un appareil ou d'un circuit d'éclairage. La commande pouvant être de type gradation entre deux niveaux sur une période donnée (de 100 ms à 1 jour), par rampe (entre deux niveaux en % par seconde), par degrés (ajouter ou soustraire une valeur relative, avec effet immédiat). L'idée est celle d'une sortie "normalisée" variable de 0 à 100% active entre une valeur minimale dont la valeur ne peut être inférieure à 1% (au-dessous l'éclairage est commandé HORS) et une valeur maximale pouvant être réglée à 100%. L'objet permet également la commande "d'avertissements" par clignotement de l'éclairage commandé, avant de passer à l'état commandé suivant (par exemple avant extinction).</p>

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Délestage/relestage de charges Load Control	Offre un mécanisme au travers duquel une entité interne ou externe peut contrôler des charges électriques pouvant être accessibles au travers d'un dispositif BACnet. Il permet un délestage/relestage des charges de périmètres partiels et par assemblage de plusieurs de ces objets un contrôle complet de plusieurs sous-groupes de délestages – relestages.
Journal tendances multiples TLM	Cet objet surveille une ou plusieurs propriétés définies d'un objet ou de plusieurs objets référencés dans le même dispositif ou dans des dispositifs multiples sur le réseau, et, lorsqu'une condition prédéfinie est remplie, enregistre sa valeur ainsi qu'une horodate dans un tampon interne pour consommation ultérieure par un processus distant par exemple. Les caractéristiques sont essentiellement les mêmes que celles du Journal de Tendances, à l'exception d'une limitation à la collecte de valeurs de propriétés BACnet, le COV n'est pas supporté.
Senseur de sécurité LSP	Cet Objet représente les caractéristiques visibles sur le réseau d'in dispositif de détection et de signalisation pour la sécurité et la protection incendie, ainsi que pour la sûreté et la protection des personnes. Cet Objet présente essentiellement des informations de mode et d'état. Le mode comprend des configurations telle que ON, OFF, ARMED, ENABLED,... (EN, HORS, ARME, ACTIF,...). Les états, déterminés par la logique inhérente au processus, comprennent : QUIET, PRE-ALARM, ALARM, TAMPER,... (REPOS, PRE-ALARME, ALARME, INTRUSION,...).
Zone de sécurité LSZ	L'Objet LSZ représente une collection arbitraire d'objets LSP et/ou d'autres objets LSZ dans des applications de la sécurité et la protection incendie, ainsi que pour la sûreté et la protection des personnes. Il comprend une logique et des attributs proches de ceux du LSP. Il est destiné à représenter une zone de détection incendie, de détection intrusion, une zone de détecteurs d'un tableau de sécurité-sûreté, un ensemble de contrôleurs de circuits d'extinction automatique, ou de transmission d'alerte à distance, etc. Les deux Objets LSP et LSZ sont extrêmement flexibles dans leur usage, il importe donc que leur usage et la méthode de traitement des informations qui y sont contenues soit parfaitement détaillée dans une AFD. Leur usage dans les applications du CHUV, devra impérativement être coordonné aux contraintes de sécurité en vigueur, notamment en matière de télécommande (acquiescement, réarmement, mise hors service). De manière générale, l'attribut Accepted_Modes ne devrait contenir aucun Mode en "écriture" qui ne soit dûment requis et accepté par le département de Sécurité-Sûreté du CHUV.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Point d'accès AP	Cet Objet définit un point (avec un sens) d'accès contrôlé tel qu'une porte, un tourniquet, une barrière, etc. Si l'accès doit être contrôlé dans les deux directions, deux Objets AP seront nécessaires : un point d'entrée et un point de sortie. Il permet l'entrée ou la sortie d'une zone d'accès (Objet AZ), à partir d'une Zone ou de l'absence de Zone (extérieur par ex.). Cet Objet peut générer des alarmes d'accès ainsi que des messages de transactions. Il contient, en relation à d'autres Objets spécifiques AD, AR, AZ, AU, CDI tous les attributs nécessaires à la gestion des accès ainsi qu'à l'authentification des personnes.
Zone d'accès AZ	L'Objet AZ définit les propriétés accessibles au réseau d'une Zone géographique sécurisée. L'accès à une telle Zone est conditionné par un mécanisme d'authentification et une autorisation. Les entrées et sorties d'une Zone sont respectivement effectuées via des points d'accès d'entrée et de sortie contrôlés par des Objets AP. Il est possible de configurer cet Objet de manière à calculer le temps d'occupation total et le nombre de personnes dans la zone. Il est également possible de "tracer" (via les attributs de cet objet) la présence d'une personne à un moment donné dans la zone.
Porte AD	Cet Objet représente les caractéristiques visibles par le réseau d'un point d'accès physique (porte, barrière, tourniquet etc.) et peut comprendre les informations issues de dispositifs locaux tels que serrure, clenche, contact de porte, un afficheur, etc. Cet Objet (une collection) est référencé par l'Objet AP. Il supporte la génération d'événements intrinsèque. Les états d'alarme y sont définis.
Droits d'accès AR	Cet Objet représente les caractéristiques visibles, par le réseau, associées à une collection de règles et privilèges spécifiés pour un point d'accès physique. Il définit des règles "négatives" qui interdisent l'accès, ainsi que des règles "positives" qui autorisent l'accès. Les règles négatives ayant priorité sur les règles positives. Il contient les horodates de validité de l'application de ces règles.
Utilisateur accès AU	Cet Objet représente les caractéristiques associées à un utilisateur d'un système de contrôle d'accès physique. Il peut ainsi contenir des informations d'une personne, d'un groupe de personnes, ou la propriété d'un bien matériel. Il n'est pas utilisé directement dans les opérations d'authentification ou d'autorisation, mais plutôt comme réceptacle des informations d'identification destinées à un traitement de haut niveau (gestion par des noms plutôt que par des codes). Des objets AC sont généralement associés à un Objet AU.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Référence identitaire AC	Cet Objet représente les propriétés visibles, par le réseau, associées à une référence d'identité (telle que référencée par l'Objet AU), mise en œuvre dans les processus d'authentification et d'autorisation. Les droits d'accès associés à un Objet AC référencent des Objets AR et disposent d'un drapeau d'activation ou non. Cet Objet, associé isolément ou par instances multiples, à l'Objet AU, forme le "passeport" d'accès d'une personne ou d'un bien matériel.
Dispositif Authentification CDI	Cet Objet représente les caractéristiques visibles par le réseau d'un processus d'authentification à partir de facteurs d'authentification lus par un dispositif physique tel que lecteurs de badges, claviers, lecteurs biométriques, etc. Cet Objet devra, dans sa mise en œuvre au CHUV, supporter la génération d'événement intrinsèque pour la condition de défaut.
Chaîne de caractères CharacterString Value	Cet objet représente une valeur nommée correspondant à une chaîne de caractères. Exemple : un tel objet peut être nommé "Prédiction de Vent sur toiture policlinique" et contenir en .Present_Value la chaîne de caractères issue de la prédiction de MétéoSuisse collectée par le logiciel Pythéole au CHUV.
Chaîne Binaire BitString value	Cet objet représente une valeur nommée correspondant à une chaîne binaire. Exemple : il est possible de transporter dans un tel objet un ensemble de bits définissant l'état composite d'un système externe, renseigné par une carte de 16 entrées tout ou rien d'un automate sans interprétation par ce dernier, vers un superviseur décodant l'état du système en lisant la chaîne de bits dans le même ordre. Cet objet supporte également la génération d'alarme intrinsèque par comparaison à un masque prédéfini.
Valeur entière positive Positive Integer Value	Cet objet est identique à l'objet Valeur entière, pour des entiers nuls ou positifs : de 0 à 2147483000.
Date Date Value	Cet objet représente une valeur nommée correspondant à une date. La date indiquée sera complètement ou partiellement spécifiée sur 4 octets : Année : actuelle-1900 ; Mois (1...14), 1-12 : mois calendaires, 13 : mois impairs, 14 mois pairs, X'FF' : non spécifié ; Jour du mois (1...34) 1-31 jours, 32 : le dernier jour du mois, 33 : jours impairs, 34 : jours pairs, X'FF' : non spécifié ; Jour de la semaine (1...7) Lundi-Dimanche, X'FF' : non spécifié.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

<p>HoroDate Date Time Value</p>	<p>Cet objet représente une valeur nommée correspondant à une horodate. La date indiquée sera complètement ou partiellement spécifiée sur 4 octets : Année : actuelle-1900 ; Mois (1...14) : 1-12 mois calendaires, 13 : mois impairs, 14 : mois pairs, X'FF' : non spécifié ; Jour du mois (1...34) 1-31 jours, 32 : le dernier jour du mois, 33 : jours impairs, 34 : jours pairs, X'FF' : non spécifié ; Jour de la semaine (1...7) Lundi-Dimanche, X'FF' : non spécifié. L'heure sera codée sur 4 octets : heure (0...23), Minute (0..59), seconde (0..59), centièmes de seconde (0..99). Pas de durée ni de temps relatif. L'horaire indiqué <i>doit</i> être complètement défini (tous octets contenant des entiers) ou complètement indéfini, pour écriture subséquente (tous les octets à X'FF').</p> <p>L'exemple suivant permet de mieux comprendre le codage : L'objet étant nommé "Inspection Volets coupe-feux" et indiquant dans sa propriété ..Present_Value la valeur suivante : 255-02-20-255 :10-30-255-255 Quel que soit le jour de la semaine, l'inspection des volets coupe-feux se fera le 20 février, à partir de 10:30.</p>
<p>Masque Temps répétitifs Time pattern value</p>	<p>Cet objet représente une valeur nommée correspondant à correspondant à un masque de valeur horaire journalière. Cet objet est identique à l'objet Temps, avec la particularité qu'il peut être employé pour représenter des horaires récurrents. Sur 4 octets : heure (0...23), Minute (0...59), seconde (0...59), centièmes de seconde (0...99). Pas de durée ni de temps relatif. L'horaire indiqué <i>peut</i> être complètement ou partiellement défini (tous octets contenant ou non des entiers) ou indéfini, pour écriture subséquente (certains ou tous les octets à X'FF').</p>
<p>Groupe éclairage Channel</p>	<p>Cet objet est destiné à propager une valeur unique écrite dans sa propriété. ..Present_Value vers une collection de propriétés d'objets qui peuvent être locaux ou distants par rapport au dispositif dans lequel réside cet objet. La collection de propriétés peut inclure toute combinaison de types d'objets, ainsi que des propriétés de différents types de données (pouvant imposer la "contrainte" ou la conversion de la valeur écrite en fonction du type de données des propriétés réceptrices). L'écriture vers les objets cibles peut être étalée dans le temps, cible par cible. Cet objet est extrêmement flexible (donc exige une spécification rigoureuse). Il est parfaitement possible de constituer une liste de cibles en utilisant des objets "Groupe" ou "Groupe global" afin d'affiner la sélection des dispositifs commandés. L'Objet propage la priorité avec laquelle il a été commandé vers les cibles commandées.</p>

Tableau 2 : Propriétés de la classe d'objets : "Entrée Analogique"

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Le Tableau 2 indique, pour chaque propriété de la classe d'objets "Entrée Analogique" :

- Un nom de référence français de la propriété.
- Un descriptif de la propriété.
- Un code indiquant si la propriété est Obligatoire ou Facultative pour la conformité à BACnet.
- Le nom original de la propriété tel que mentionné dans la norme BACnet.
- Le format de données pour le contenu de cette propriété, tel qu'il est imposé par la norme BACnet.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

PROPRIETE	DESCRIPTIF	O/F	REFERENCE NORME	FORMAT DONNEES
Identifiant_Objet	Identifiant de la classe, numéro d'instance.	O	<i>Object_Identifier</i>	<i>BACnetObjectIdentifier</i>
Nom_Objet	Identifiant de l'objet.	O	<i>Object_Name</i>	<i>CharacterString</i>
Classe_Objet	ENTREE ANALOGIQUE.	O	<i>Object_Type</i>	<i>BACnetObjectType</i>
Liste de propriétés	Liste des propriétés disponibles sur cet objet.	O	<i>Property_List</i>	<i>BacnetArray(N) of BacnetProperty identifier</i>
Valeur_courante	Valeur courante exprimée dans la métrique indiquée sous <i>Unité_physique</i> .	O	<i>.Present_Value</i>	<i>Real</i>
Description	Texte descriptif objet.	F	<i>Description</i>	<i>CharacterString</i>
Type_appareil	Texte descriptif équipement capteur.	F	<i>Device_Type</i>	<i>CharacterString</i>
Drapeaux_états	Les 5 états identifiant le fonctionnement de l'objet local correspondant : EN_ALARME, EN_DEFAULT, EN_LOCAL, HORS_SERVICE, DEF_COM.	O	<i>Status_Flags</i>	<i>BACnetStatusFlags</i>
Etat_événement	Dans le cas où l'équipement d'automatisation supporte la génération d'événement / alarme intrinsèque, cet attribut contient l'état correspondant en provenance de l'équipement. Dans les autres cas, la valeur de cet état est "NORMAL" et le mécanisme de génération d'événement est externe à l'objet.	O	<i>Event_State</i>	<i>BACnetEventState</i>
Fiabilité	Etat de la source d'information, préparé par le dispositif.	F	<i>Reliability</i>	<i>BACnet Reliability</i>
Hors_Service	Définit si l'entrée physique correspondante est en (Vrai) ou hors service.	O	<i>Out_Of_Service</i>	<i>Boolean</i>
Temps_rafraîchissement	Définit le temps maximal nécessaire au rafraîchissement de la Valeur courante en 1/100e de seconde pour la scrutation locale.	F	<i>Update_Interval</i>	<i>Unsigned</i>
Unité_physique	Le symbole de la métrique correspondant à la <i>Valeur_courante</i> .	O	<i>Units</i>	<i>BACnetEngineeringUnits</i>
Valeur_plancher	Valeur minimale que peut prendre la <i>Valeur_courante</i> .	F	<i>Min_Pres_Value</i>	<i>Real</i>
Valeur_plafond	Valeur maximale que peut prendre la <i>Valeur_courante</i> .	F	<i>Max_Pres_Value</i>	<i>Real</i>
Résolution	Le plus petit incrément identifiable de <i>Valeur_courante</i> .	F	<i>Resolution</i>	<i>Real</i>
Résolution_notification	Le plus petit incrément de <i>Valeur_courante</i> déclenchant une Notification de Changement de Valeur (événement transporté).	O	<i>COV_Increment</i>	<i>Real</i>

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

PROPRIETE	DESCRIPTIF	O/F	REFERENCE NORME	FORMAT DONNEES
Temps_declenchement	<p>Le temps, en secondes, durant lequel <i>Valeur_courante</i> doit se trouver en dehors de la bande définie par <i>Limite_haute</i> et <i>Limite_basse</i>, avant le déclenchement d'un événement de dépassement de seuil.</p> <p>Le temps, en secondes, durant lequel <i>Valeur_courante</i> doit se trouver à l'intérieur de <i>Valeur_hystérèse</i>, avant le déclenchement d'un événement de Retour à la Normale.</p>	O	<i>Time_Delay</i>	<i>Unsigned</i>
Traitement_Notification	Indique l'objet <i>Traitement de notification d'événement</i> devant être utilisé pour le traitement des événements et des alarmes, si le présent objet supporte la génération d'alarme intrinsèque.	O	<i>Notify_Class</i>	<i>Unsigned</i>
Limite_haute	<p>Limite haute de <u><i>Valeur_courante</i></u> qui, si :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elle est dépassée durant un temps supérieur à <i>Temps déclenchement</i> - Le <i>Drapeau_limites</i> est vrai - Le <i>Drapeau_événement</i> est vrai génère un événement « <i>Limite haute</i> ». <p>Le passage de <i>Valeur_courante</i> au-dessous de la valeur de la <i>Limite_haute</i> diminuée de la <i>Valeur_hystérèse</i> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durant un temps supérieur à <i>Temps_déclenchement</i> - Si le <i>Drapeau_limites</i> est vrai - Si le <i>Drapeau_événement</i> est vrai génère un événement: "<i>Retour_normale</i>" 	O	<i>High_limit</i>	<i>Real</i>

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

PROPRIETE	DESCRIPTIF	O/F	REFERENCE NORME	FORMAT DONNEES
Limite_basse	<p>Limite basse de <i>Valeur_courante</i> qui si :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elle est dépassée durant un temps supérieur à <i>Temps_déclenchement</i> - Le <i>Drapeau_limites</i> est vrai - Le <i>Drapeau_événement</i> est vrai <p>Génère un événement : "Limite basse".</p> <p>Le passage de <i>Valeur_courante</i> au-dessus de la valeur de la <i>Limite_basse</i> augmentée de la <i>Valeur_hystérèse</i> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durant un temps supérieur à <i>Temps_déclenchement</i> - Si le <i>Drapeau_limites</i> est vrai - Si le <i>Drapeau_événement</i> est vrai <p>génère un événement "Retour normale"</p>	O	<i>Low_limit</i>	<i>Real</i>
Valeur_hystérèse	Valeur associée aux valeurs de <i>Limite_haute</i> et de <i>Limite_basse</i> déterminant le retour à la normale.	O	<i>Deadband</i>	<i>Real</i>
Drapeau_limites	Deux drapeaux autorisant ou non respectivement le traitement des limites haute et basse.	O	<i>Limit_enable</i>	<i>BACnetLimitEnable</i>
Drapeau_événement	Comprend un drapeau d'autorisation par événement pouvant être généré par cet objet.	O	<i>Event_enable</i>	<i>BACnetEventTransitionbits</i>
Transitions_acquittement	<p>Comprend un drapeau par événement pouvant être généré par cet objet. Chacun de ces drapeaux est :</p> <p>Faux si :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'état de l'événement correspondant devant être acquitté est Vrai. <p>Vrai si :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réception de l'acquit correspondant. - L'état de l'événement correspondant est Vrai et l'attribut <i>Drapeau_événement</i> est faux (pas d'événement généré) - L'état de l'événement correspondant est Vrai et l'attribut <i>TraitementDeNotificationEvénement</i> : <p><i>Comportement_Acquit</i> de l'objet <i>TraitementDeNotificationEvénement</i> référencé dans <i>Traitement_notification</i> est Faux.</p>	O	<i>Acked_transitions</i>	<i>BACnetEventTransitionbits</i>

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

PROPRIETE	DESCRIPTIF	O/F	REFERENCE NORME	FORMAT DONNEES
			<i>Notify_Type</i>	<i>BacnetNotifyType</i>
			<i>Event_Time_stamps</i>	<i>BacnetArray(3) of characterString</i>
			<i>Event_message_text s</i>	<i>BacnetArray(3) of characterString</i>
			<i>Event_message_text s_config</i>	<i>BacnetArray(3) of characterString</i>
			<i>Event_detection_ena ble</i>	<i>BOOLEAN</i>
			<i>Event_algorithm_inhi bit_ref</i>	<i>BACnetObjectPropertyr eference</i>
			<i>Event_algorithm_inhi bit</i>	<i>BOOLEAN</i>
			<i>Time_delay_normal</i>	<i>Unsigned</i>
			<i>Reliability_evaluation inhibit</i>	<i>BOOLEAN</i>
			<i>Profile_name</i>	<i>characterstring</i>

Services BACnet

Les objets BACnet offrent une abstraction commode de la portion d'un équipement d'automatisation visible au travers du réseau. Les services de la couche Application offrent des commandes pour l'accès et la manipulation de ces informations et permettent des fonctions additionnelles.

La norme BACnet 135-2012 définit 38 services d'application regroupés en 5 catégories (Voir le Tableau 3).

De plus, les services se répartissent en services "Confirmés" et "Non Confirmés".

D'une manière analogue au support des Objets de l'infrastructure de Gestion du CHUV, le support des Services varie dans le temps. Les services disponibles et exigibles pour l'intégration dans le système de GTB du CHUV sont décrits dans les annexes [600-2](#) et [600-3](#).

Un service Confirmé impose, à l'équipement destinataire de la requête de service, l'émission d'un message de réponse appelé Acquittement ou ACK. Le message ACK peut être simple ou complexe. Un ACK simple ne contient pas d'autre information que celle indiquant que la requête a été correctement menée à son terme par l'application. Un ACK complexe contient des informations complémentaires variant selon le service.

Un service "Non Confirmé" n'est pas acquitté. Il peut être utile dans certaines circonstances. Par exemple, pour distribuer un message périodique de synchronisation à tous les équipements d'un réseau.

Tableau 3 : Services BACnet, couche Application

SERVICES LIÉS AUX ALARMES ET AUX ÉVÉNEMENTS (11)

- Acquittement d'alarme
- Notification de changement de valeur avec confirmation
- Notification d'événement avec confirmation
- Liste des alarmes actives
- Liste des objets initiateurs d'événement
- Abonnement au changement de valeur d'une propriété d'un objet
- Notification de changement de valeur sans confirmation
- Notification d'événement sans confirmation
- Abonnement au changement de valeur d'une propriété prédéfinie
- Exploitation événements Sécurité-Sûreté
- Liste de l'ensemble courant des événements dont l'état est actif

SERVICES LIÉS AUX FICHIERS (2)

- Lecture d'un fichier par éléments
- Écriture d'un fichier par éléments

SERVICES LIÉS AUX OBJETS (Accès et manipulation) (10)

- Ajout d'élément dans une liste
- Suppression d'élément dans une liste
- Création d'Objet
- Suppression d'Objet
- Lecture d'une propriété d'un Objet
- Lecture conditionnelle d'une ou de plusieurs propriétés d'un ou de plusieurs Objets
- Lecture d'une ou de plusieurs propriétés d'un ou de plusieurs Objets
- Modification de valeur d'une propriété d'un Objet
- Modification de(s) valeur(s) d'une ou de plusieurs propriétés d'un ou de plusieurs Objets
- Modification de(s) valeur(s) d'une ou de plusieurs propriétés des Objets d'un Groupe.
- Service non confirmé, permet le broadcast ou le multicast

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

SERVICES LIES A LA TELEGESTION DES EQUIPEMENTS D'AUTOMATISATION (12)

Commande d'autorisation de communication pour un équipement
 Requête avec confirmation de services propriétaires (non BACnet)
 Requête sans confirmation de services propriétaires (non BACnet)
 Commande de réinitialisation de l'équipement
 Envoi avec confirmation de message textuel
 Envoi sans confirmation de message textuel
 Commande de synchronisation de l'horloge interne
 Requête d'identification d'équipement contenant un Objet spécifié
 Réponse d'identification d'équipement contenant un Objet spécifié
 Requête d'identification d'équipement sur un même réseau
 Réponse d'identification d'équipement sur un même réseau
 Commande de synchronisation UTC

SERVICES DE TERMINAL VIRTUEL (3)

Ouverture de session VT
 Fermeture de session VT
 Transfert de données sous VT

Pour permettre l'échange de ces messages, des règles de communication ont été développées, sous la forme d'un protocole de couche Application. Un modèle de communication basé sur les relations client-serveur a été adopté (Figure 2). Un client émet une requête de service auprès d'un serveur, ce dernier tente d'accomplir le service requis et fournit une réponse.

La mise en œuvre des services listés ci-dessus et du modèle client-serveur requiert la définition de huit types de messages distincts appelés APDUs (*Application Protocol Data Units ou éléments de protocole (PDU) de la couche Application (A)*).

Chacun de ces huit messages de la couche Application consiste en un en-tête indiquant le service concerné et, le cas échéant, en une partie variable contenant des données relatives au service. Ces APDUs sont encapsulés dans des trames réseau ou NPDU qui, à leur tour, sont encapsulées dans des trames de la couche Liaison de données (LPDU). Le message encodé LPDU constitue la trame effectivement transportée sur le réseau. Les huit types de messages BACnet APDU sont :

- BACnet-Confirmed-Request-PDU
- BACnet-Unconfirmed-Request-PDU
- BACnet-SimpleACK-PDU
- BACnet-ComplexACK-PDU
- BACnet-SegmentACK-PDU
- BACnet-Error-PDU
- BACnet-Reject-PDU
- BACnet-Abort-PDU

L'utilisation des quatre premiers messages a été brièvement décrite auparavant. Le message de type *BACnet-SegmentACK-PDU* est utilisé pour accuser réception d'un segment d'un message ayant dû être partagé en plusieurs segments pour faire face aux limitations de taille imposées par le réseau sous-jacent mis en œuvre. Un tel message "long" peut, par exemple, être créé, à la suite de la demande par un opérateur, de l'ensemble des alarmes courantes sur un équipement particulier.

Les messages *BACnet-Error-PDU* et *BACnet-Reject-PDU* sont utilisés pour transporter une information relative aux problèmes rencontrés lors de la transmission ou de l'interprétation d'une trame PDU précédente. Le message *BACnet-Abort-PDU* est utilisé afin de terminer une transaction pour cause de limites des ressources disponibles ou pour tout autre problème émergeant lors de la transmission.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

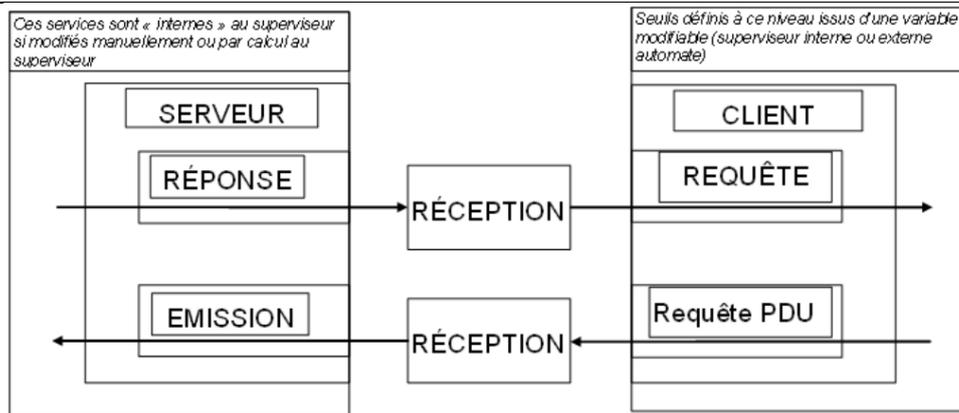


Fig. 2

Concepts d'encodage de BACnet

La norme décrit également la façon dont les différents messages sont présentés en une suite binaire de zéro(s) et de un(s). Ce processus est dénommé "encodage". Dans BACnet, deux considérations majeures prévalent : 1. Comment représenter la structure d'un message BACnet de manière telle que chaque partie de message soit clairement identifiable. 2. Comment convertir un message BACnet dans le format binaire qui convient à la transmission.

1. La structure des messages BACnet se présente sur la base de la norme ISO 8824, ASN.1 (*Abstract Syntax Notation One*). L'avantage proposé par ASN.1 et ses règles d'encodage associées, est son utilisation d'étiquettes (*tags*) identifiant de manière explicite chaque paramètre du PDU, plutôt que de dépendre d'une connaissance implicite de la position d'un paramètre dans une chaîne d'octets. L'usage de telles étiquettes augmente le nombre d'octets nécessaires à la transmission d'un élément de message. Il peut, par contre, en réduire le nombre total du message dans le cas où certains paramètres, optionnels, sont omis.
2. Au contraire des règles d'encodage de l'ISO 8825 ASN.1 Basic Encoding Rules, lesquelles imposeraient un codage non ambigu mais inefficace, BACnet a adopté un compromis utilisant à la fois un encodage implicite et explicite. Le codage implicite suppose la connaissance préalable de la position, de la longueur, de la signification d'un élément de données. Il en résulte des messages plus efficaces. La partie fixe (en-tête) d'un APDU est encodée de manière implicite ; par contre, la partie variable contenant des données spécifiques au service est encodée de manière explicite.

Par exemple, la requête du service de lecture d'une propriété d'un objet : ReadProperty est spécifiée de la manière suivante :

```
ReadProperty-Request = SEQUENCE {
  objectIdentifier      {0} BACnetObjectIdentifier
  propertyIdentifier    {1} BACnetPropertyIdentifier
  propertyArrayIndex   {2} Unsigned OPTIONAL
```

Cette production ASN.1 représente la structure de la requête ReadProperty (Lecture d'une propriété d'un Objet). Dans le cas présent, la structure est une séquence consistant en trois éléments dont l'un est optionnel et peut être omis suivant les circonstances. Les nombres entre crochets sont les étiquettes utilisées pour le codage explicite.

Encodage des caractères :

Le jeu de caractères ISO 10646 (UTF-8 : Universal Character Set Transformation Format – 8 bits) doit être totalement supporté. Les jeux de caractères ANSI X3.4 ou ISO 8859-1 sont insuffisants dans la mise en œuvre au CHUV.

Couche Réseau BACnet

Le protocole de couche Réseau dans BACnet, aussi bien que celui d'autres piles OSI, a pour but de faciliter le routage de messages d'un réseau vers un autre, au travers de l'*Interréseau*. On dénomme ici "*Interréseau*" (*Inter network*) un ensemble de deux ou plusieurs réseaux dont les couches sous-jacentes peuvent être de technologies différentes. (Exemple : Ethernet et Réseau Téléphonique Commuté), reliés par des dispositifs appelés "routeurs".

A l'intérieur d'un système BACnet, il est possible d'utiliser, dans des sous-systèmes distincts, des options différentes pour les couches Liaison de données et Physique. Par exemple, le superviseur peut supporter deux options : Ethernet, d'une part et une liaison RTC basée sur RS-232, d'autre part. De plus, des niveaux plus bas dans la structure hiérarchique du système peuvent utiliser la même couche Application BACnet et différer dans les options d'une même couche Physique. Le but de la couche Réseau est de connecter ces différents sous-réseaux de manière à former un *Interréseau* tel qu'illustré dans la Figure 3.

S'il n'est pas nécessaire de disposer de réseaux multiples dans un système d'automatisation, la partie spécifique Réseau du message transporté est compactée à 2 octets, éliminant ainsi pratiquement toute surcharge.

Le protocole de couche Réseau fournit des messages à des routeurs dynamiques, leur permettant ainsi de créer et de maintenir leurs tables de routage. Le protocole de couche Réseau BACnet permet également l'envoi de messages vers un équipement individuel particulier sur un réseau distant, l'envoi multiple vers l'ensemble des équipements sur un réseau distant, l'envoi multiple à tous les équipements sur l'ensemble des réseaux constitutifs du système.

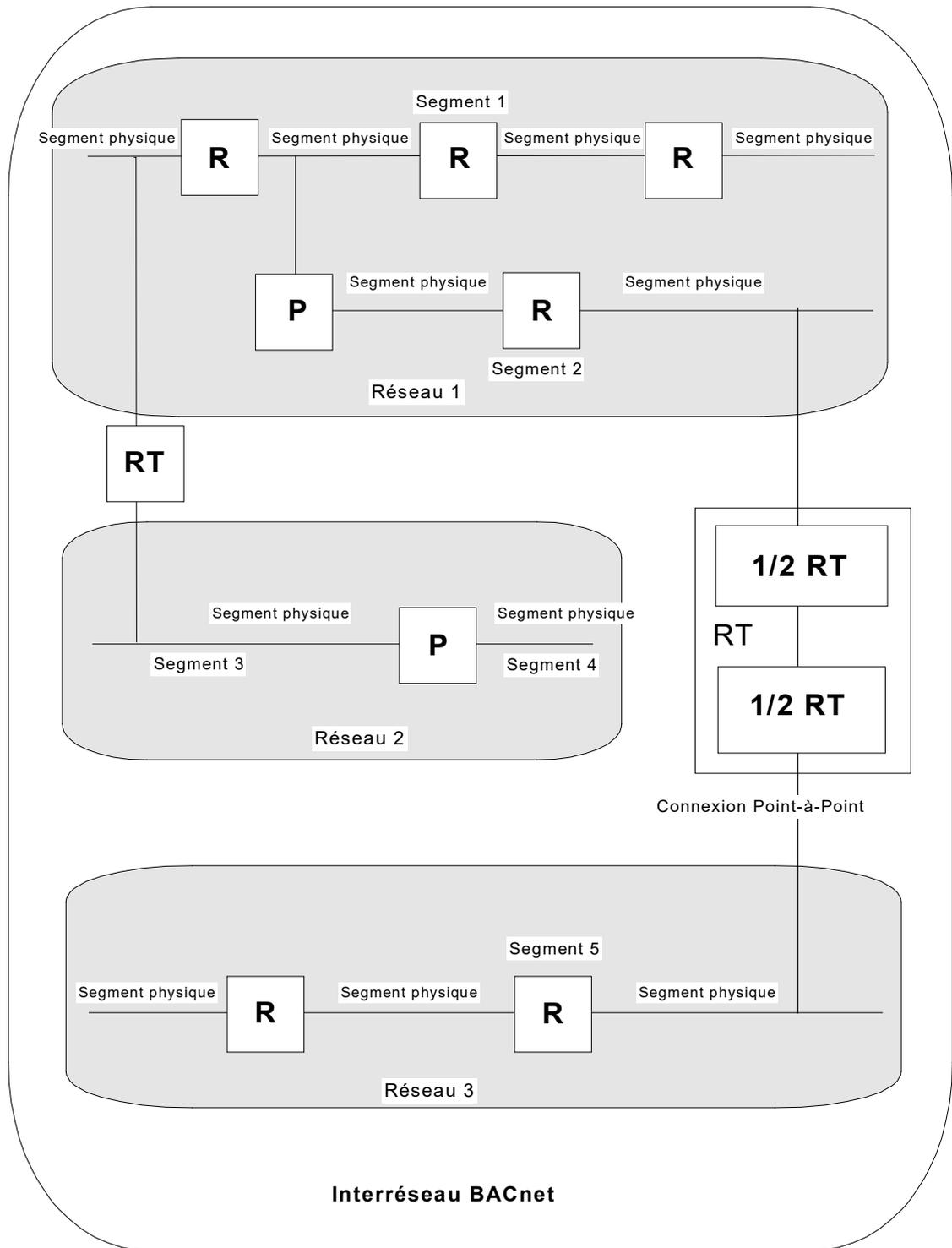


Figure 3

P = Pont
 R = Répéteur
 RT = Routeur
 1/2 RT = Demi-Routeur

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Un Inter réseau BACnet illustrant les concepts de Segments physiques, Répéteurs, Segment, Ponts, Réseaux, Demi-Routeurs et Routeurs.

Les fonctions suivantes, assignées à la couche Réseau dans le modèle de référence OSI, ne sont pas nécessaires dans BACnet :

- Sélection d'un routage de communication sur la base d'un algorithme d'optimisation.
- Segmentation d'un message.

Couche liaison Point-à-Point

Le protocole BACnet PTP, de couche Liaison de données, définit les procédures par lesquelles deux équipements BACnet peuvent communiquer en utilisant des mécanismes de communication série asynchrone, typique des connexions au travers du Réseau Téléphonique Commuté. Ceux-ci sont décrits dans la norme EIA-RS232 (connue en Europe sous le nom CCITT V.24 et V.28). Ils impliquent généralement l'utilisation de modems. BACnet ne tente pas de spécifier les moyens par lesquels une connexion physique est établie, ni le mode de fonctionnement des modems (détection et/ou correction d'erreurs). La présente norme spécifie plutôt un protocole permettant à deux entités couche Réseau d'établir une connexion PTP, d'échanger de façon sûre des PDUs BACnet et de terminer de manière ordonnée la session de communication. Le processus de connexion offre également la possibilité de protéger l'accès par un mot de passe dans les cas où la connaissance privilégiée d'un numéro de téléphone n'est pas considérée comme suffisante du point de vue de la sécurité. Une connexion PTP diffère d'une connexion sur un réseau local de plusieurs manières : elle est, usuellement, de nature temporaire ; elle peut être singulièrement plus lente ; elle permet une communication Full-duplex.

Ethernet

L'option Ethernet couvre une des technologies de réseau local les plus communément utilisées de nos jours. L'organisation de normalisation ISO a adopté Ethernet comme standard de fait en 1989 et l'a légèrement modifié pour pouvoir intégrer l'architecture ISO. La norme ISO correspondante est ISO 8802-3.

La norme ISO 8802-3 décrit une famille de systèmes utilisant une technologie d'accès multiple avec écoute de la porteuse et détection de collisions (CSMA/CD) fonctionnant à des débits théoriques de 1 à 10 mégabits par seconde. Trois types de supports physiques optionnels sont définis : Ethernet Standard (10 Base 5), Ethernet Fin (10 Base 2), Paire torsadée (10 Base T). La norme définit le nombre de nœuds autorisés sur un même segment physique ainsi que la longueur maximale de ce segment. Ces caractéristiques varient suivant le type de support physique employé. Elles sont résumées au Tableau 4.

Tableau 4 : Caractéristiques des supports ISO 8802-3

Type	Ethernet Standard 10 Base 5	Ethernet Fin 10 Base 2	Paires Torsadées 100/1000 Base T
Câble	coaxial	coaxial	Paires torsadées non-écrantées
Nœuds /Segments (Max.)	100	50	1
Long. max segment	500m	182m	100m
Topologie	Bus	Bus	Etoile

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Au-dessus d'Ethernet qui ne couvre, dans la couche Liaison de données, que la spécification du contrôle de l'accès au support (MAC), se trouve la sous-couche de Contrôle de Liaison Logique (LLC). Cette dernière est conforme à 8802-2 Type 1. Les équipements BACnet utilisant cette technologie de réseau local doivent être compatibles aux exigences formulées pour la sous-couche LLC Classe 1. L'interface LLC Classe 1 n'offre à la couche réseau que les services orientés datagramme (mode sans connexion et sans confirmation).

Conformité et Spécification de Conformité

La conformité à BACnet implique le respect d'un certain nombre de contraintes minimales:

- Tout équipement conforme au protocole BACnet doit pouvoir offrir le service ReadProperty (service de lecture d'une propriété d'un objet), contenir l'objet Equipement (Classe de conformité 1) et offrir les services de messagerie de la couche Réseau applicables aux équipements sans fonction de routage.
- Le constructeur de l'équipement doit fournir une Déclaration de Conformité de la Mise en œuvre du Protocole ou PICS (PICS : *Protocol Information Conformance Statement*). Ce document identifie, pour un type d'équipement donné, les objets et les services offerts.
- Pour garantir une compatibilité au protocole BACnet, les équipements doivent passer un test de conformité, afin d'assurer la bonne mise en œuvre des différentes classes d'objet et des services indiqués dans le PICS. Ce test consiste en une collection de dialogues de communication issus d'une procédure standardisée. Dans sa présente version, la norme ne spécifie pas ces procédures de manière explicite.
- Tout Equipement doit offrir, pour les couches Liaison / Physique, au moins une des options définies dans la norme BACnet.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

4.4.2 CADRE D'USAGE DU PROTOCOLE BACNET (RNG, RNA)

Compatibilité BACnet

Les "objets de communication" BACnet pouvant être exploités par les automates mis en œuvre devront être des types suivants (référence à la norme EN 16484-5 et ANSI /ASHRAE 135-2012 au minimum). Leur mise en œuvre effective et les caractéristiques valables au moment du Projet sont définies dans les annexes [600-2](#) et [600-3](#) :

OBJET	REFERENCE DOCUMENTAIRE	CODE EDE	CARACTERISTIQUES MINIMALES*					
			OC	OD	CMD	COV	OOS	IR/AR
Device								
Binary Input								
Binary Value								
Binary Output								
Analog Input								
Analog Value								
Analog Output								
Calendar								
Multi-state Input								
Multi-state Value								
Multi-state Output								
Notification Class								
Schedule								
File								
TrendLog								
Event Enrollment								
Loop								
Averaging								
Command								
Group								
Program								
Accumulator / + Pulse Converter								

Voir Annexes 600-2 et 600-3
pour le détail de mise en œuvre

- * Les caractéristiques minimales correspondent aux propriétés additionnelles suivantes, exigées pour le traitement au niveau de la supervision :
- OC
 - OD
 - CMD
 - COV : Change of value
 - OOS : Out-Of -Service
 - IR/AR

Seuls des Objets standard BACnet seront autorisés, à l'exclusion de tout Objet "constructeur". Ces derniers pourront être "transportés" par le RNA, mais ne pourront en aucun cas être utilisés dans le raccordement à l'infrastructure de supervision du CHUV.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB**Services requis**

Les services de communication BACnet supportés seront conformes à la liste indiquée dans les annexes [600-2](#) et [600-3](#) pour la mise en œuvre du Projet d'automatismes, en principe, les couples de services suivants sont requis :

Le formalisme de ces standards d'interopérabilité ou "BACnet Interoperability Building Blocks" (BiBBs) est le suivant :

- Le Code est composé de 3 éléments séparés par un trait d'union " - "
- Le premier élément identifie le type d'argument d'interopérabilité (Interoperability Area ou IA)
- Le second élément identifie la fonction (service)
- Le troisième élément identifie l'appairage en notant à quel dispositif (A : Client ou consommateur de Services, B : Serveur ou Producteur de Services) cette spécification s'applique.

Il existe 5 types d'arguments d'interopérabilité dans BACnet :

- DS : Data Sharing : Echange de données
- AE : Alarm and Event : Alarme et Événement
- SHED : Scheduling : Programmation temporelle
- T : Trending : Journalisation
- DM : Device and Network Management : Gestion Réseaux et d'Équipement (au sens de dispositif sur le réseau).

Les services sont décrits plus haut au chapitre "Services BACnet", Par exemple RP correspond à Read Property et RPM à Read Property Multiple.

BIBBs de base :

- DS-RP-A
- DS-RP-B
- DS-RPM-A
- DS-RPM-B
- DS-WP-A
- DS-WP-B
- DS-WPM-B
- DS-COV-A
- DS-COV-B
- AE-N-I-B
- AE-ACK-B
- AE-ASUM-B
- AE-INFO-B
- SCHED-I-B
- SCHED-E-B
- T-VMT-I-B
- DM-DDB-A
- DM-DDB-B
- DM-DOB-A
- DM-DOB-B
- DM-DCC-B
- DM-TS-B
- DM-RD-B
- DM-BR-B
- NM-CE-A
- DM-UTC-A

Un des critères de jugement portera sur la qualité et la pertinence des propriétés optionnelles, ainsi que sur la capacité d'écriture et de création d'objets disponibles qui seront renseignées par le PICS du dispositif de communication vers le RNG, impérativement communiqué avec la proposition technique.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB**Gestion des Evénements et alarmes sous BACnet et application aux projets du CHUV.**

Le mécanisme de transfert des informations d'événements peut se faire soit sous forme de génération intrinsèque soit sous forme extrinsèque selon les dispositifs récepteurs. Le système de supervision du CHUV utilise une modalité de génération intrinsèque. C'est à dire que les alarmes sont générées localement aux dispositifs d'automatismes à partir de changements d'état ou de valeurs par rapport à des états ou des valeurs de référence. Il sera dès lors obligatoire d'utiliser des Classes de Notifications définies selon les modalités listées en [annexe 600-5](#) et au présent chapitre.

Généralités à propos des procédés de traitement des événements et alarmes sous BACnet.

Les événements et alarmes de BACnet sont orientés "Objet". Un événement est un changement de la valeur d'une propriété correspondant à un critère prédéterminé. Un Objet capable de détecter un tel événement est dénommé "objets initiateur d'événements". Il réside dans un dispositif connu sous le nom de "Serveur de Notifications" qui communique avec les dispositifs consommateurs d'événements que sont les "Clients de Notification".

Une "Alarme" est un événement particulier en ce sens qu'il est destiné à un opérateur humain, et qu'il peut exiger prise en compte et action de sa part. Les événements sont originellement conçus pour une communication "machine-à-machine". Toutes les Alarmes sont des événements mais tous les événements ne sont pas des Alarmes.

Une situation de "Défaut" est un état qui rend un Objet incapable de détecter correctement l'occurrence d'un autre événement (futur de cet état) et neutralise le processus de détection de cet Objet. Une propriété dénommée "Reliability" (fiabilité) d'un objet source d'événements renseigne sur l'état de fonctionnement de son mécanisme de détection, ou si un défaut a été détecté. L'état de défaut peut être dû à un processus interne au dispositif (par ex : automate) source, et non visible/accessible en tant que tel à partir du réseau, ou par l'exécution d'un algorithme spécifique commun et visible sur le réseau.

Les mécanismes de détection de défaut et d'événement peuvent être activés ou désactivés localement à chaque objet.

BACnet propose deux mécanismes essentiels pour gérer les événements :

- La signalisation de changement de valeur : CoV (Change-of-Value)
- La signalisation événementielle.

La signalisation de changement de valeur

Par ce mécanisme, un Client de CoV s'abonne à un Serveur de CoV, de façon temporaire ou permanente. Il reçoit ainsi, de façon non sollicitée, les changements de la valeur d'une propriété d'un objet selon un critère prédéfini. Il est également possible d'avoir des signalisations de CoV envoyées spontanément sans abonnement selon des intervalles de temps fixes ou d'autres critères, par exemple l'envoi spontané d'une température extérieure toutes les 5 minutes même si la valeur n'a pas changé. De manière générale, les signalisations de CoV sont envoyées vers des programmes d'interface opérateur du système de Supervision. Pour une Valeur numérique un changement de valeur (CoV) est un incrément défini selon une propriété (COV_IncrementProperty) qui renseigne de la valeur de seuil à partir de laquelle le CoV est considéré "à signaler". Pour une valeur non numérique (état) d'une propriété, tout changement d'état est considéré comme devant être signalé. Il en va également de toute modification d'un drapeau d'état d'un objet offrant la propriété "Status-Flags". Il est important, dans toute installation au CHUV de spécifier les objets pour lesquels un abonnement COV devra être réalisé, ainsi que les précautions à prendre pour réinitialiser cet abonnement en cas d'arrêt intempestif du dispositif Serveur de COV (l'automate originateur des COV).

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Par défaut, tous les objets disposant de la possibilité d'abonnement COV seront abonnés, et utiliseront ce mécanisme non sollicité. L'objet Device de l'automate Serveur COV contiendra, dans la propriété Active_COV_subscriptions, si les services SubscribeCOV ou SubscribeCOVProperty sont supportés par le dispositif, la liste des abonnements courants (Client, référence à objet et propriété surveillée, un drapeau indiquant l'utilisation ou non de services confirmés, une indication de temps et une valeur d'incrément). Par défaut, tout automate proposé pour une mise en œuvre au CHUV devrait supporter au moins un des deux services d'abonnement aux COV.

La signalisation événementielle

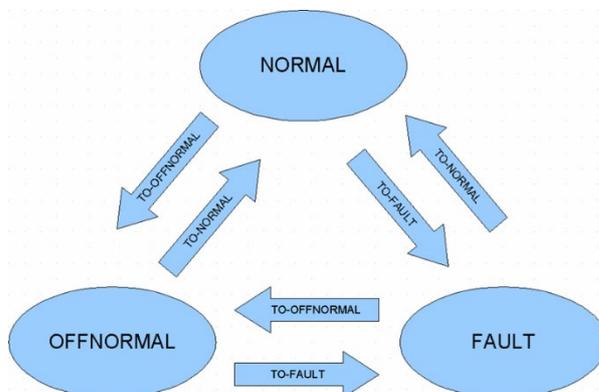
Les événements détectés par des Objets ayant cette capacité, peuvent générer des "Notifications" d'événement qui peuvent être "envoyées" vers une ou plusieurs destinations. La signalisation événementielle peut être effectuée selon trois principes :

1. Signalisation intrinsèque : mécanisme de détection simple interne à un Objet : limites hautes et basses par exemple.
2. Signalisation selon un algorithme : mécanisme utilisant un Objet spécifique de monitoring : l'objet "EEO" (abonnement d'événement)
3. Signalisation d'alerte : mécanisme de télégramme d'alerte, depuis BACnet 2012, permettant à un Objet, indépendamment de l'état de ses propriétés d'envoyer un message vers un Objet AEO (Abonnement d'alerte) et de là, vers un client.

En général, les signalisations d'événements, sont envoyées vers des opérateurs ou des dispositifs de journalisation, représentés par des "processus" hébergés par un dispositif Client (superviseur, tableau de commande ou autre automate). Puisqu'une alarme est par essence, un événement, ce sont ces mécanismes de notification qui permettent la distribution des Alarmes. Trois groupes d'états sont globalement considérés pour la détection et la signalisation d'événements :

- Le défaut ("Fault"), qui correspond à un fonctionnement défectueux de la chaîne de détection
- La situation de dérive de la normale ("OffNormal") qui identifie un état incorrect du système ou un état hors limites d'opération "normale"
- La situation "normale" ("Normal") correspond à toute situation non couverte par les états précédents.

Les notifications sont initiées par la transition d'un état d'une propriété d'un objet, ainsi toute transition d'un état vers un état "OffNormal" est dénommée "TO_OFFNORMAL", d'un état vers un état de défaut, "TO_FAULT", alors que toute autre transition est identifiée comme "TO_NORMAL".



L'ensemble de ces traitements et principes doit être respecté par les dispositifs intégrés dans l'infrastructure de Supervision du CHUV, pour les objets utilisant la fonction de traitement d'événement intrinsèque (Intrinsic Reporting ou IR).

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Le schéma suivant illustre le modèle Alarme et Evénement de BACnet et les relations entre les différents objets intervenant dans le traitement et la gestion des événements et alarmes. 4 grandes fonctions y sont à l'œuvre :

1. La détection d'événement et d'état événementiel, qui surveille une ou plusieurs propriétés d'un Objet (initiateur) incluant la propriété Reliability (Etat de Fiabilité) par un algorithme externe (extrinsèque) ou interne (intrinsèque). La propriété Reliability qui renseigne de l'état de santé de l'objet et de ses liens, va, le cas échéant, masquer la détection de changement d'état si son statut est FAULT.
2. La distribution des notifications d'événements :
Lorsqu'une transition événementielle a été détectée et signalée au processus de distribution des notifications d'événements, celui-ci a pour rôle de distribuer les notifications appropriées à tous les objets pertinents locaux tels qu'un Objet Journal d'événements EL (local : associés à l'objet équipement du dispositif dans lequel réside l'objet initiateur de l'événement) ainsi qu'aux Clients de notification résidants dans des dispositifs externes. Ces notifications comprennent aussi bien les transitions d'événements que les transitions d'acquiescement. Elles sont distribuées en utilisant les Services de Notification d'événement avec et sans confirmation.
3. L'acquiescement d'alarme :
Ce processus est initié, dès lors qu'une Propriété Acquiescement_Requis d'un Objet de Classe de Notification existe en référence à l'Objet initiateur de l'événement, pour l'une des transitions suivantes (TO_NORMAL, TO_OFFNORMAL, TO_FAULT) à l'état VRAI. Ce processus est responsable de maintenir l'état des acquiescements dans une propriété Acked_Transitions de l'Objet initiateur, et de signaler les transitions d'acquiescement au processus de distribution des notifications d'événements.

Les transitions d'état d'événement sont reçues du Processus de détection des états d'événements (voir schéma), tandis que les acquiescements d'alarme sont reçus du processus d'acquiescement d'alarme ou d'une source locale au dispositif. L'occurrence d'un acquiescement est signalée au processus de distribution des notifications.

Lorsqu'une transition d'événement est reçue le bit correspondant est activé / désactivé dans la propriété Acked_transition de l'Objet initiateur. Si le bit correspondant (à cette transition) de la propriété Acked_Required est activé, le bit Acked_Transition est mis à zéro, sinon il est activé.

Lorsqu'un acquiescement est reçu, le bit correspondant dans Acked_Transitions est activé et une transition d'acquiescement est signalée au processus de distribution des notifications.

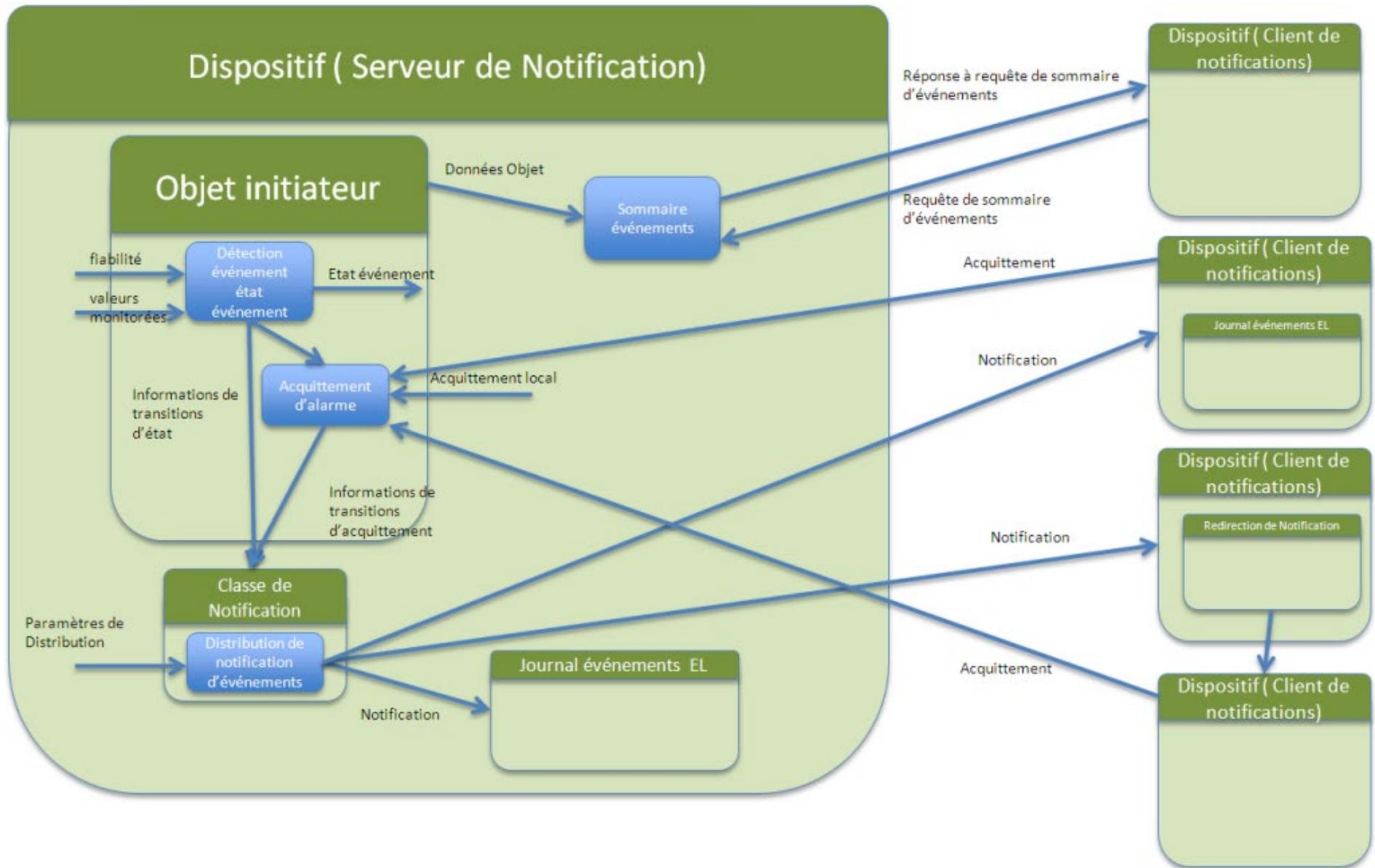
4. Le sommaire d'événement :

Ce processus est destiné à pallier les cas où une notification d'événement peut avoir été manquée par un Client de Notification ou plus simplement lorsqu'un Client de Notification souhaite valider sa liste d'événements courants et leurs états. Trois services ont été définis à cet effet :

- Liste des alarmes actives
- Liste des objets initiateurs d'événement
- Liste de l'ensemble courant des événements dont l'état est actif (recommandé).

Ces trois services offrent des sommaires plus ou moins complets (le premier est le plus simple, le second est le plus complet : il donne l'identifiant de l'objet, le type d'événement, l'état courant, la priorité et la classe de Notification associée, le troisième est un compromis plus approprié et correspond à la mise en œuvre la plus récente de BACnet).

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB



600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

PRIORITY ARRAY

Afin d'assurer une gestion priorisée des commandes provenant de différentes sources (processus, commande manuelle, système de supervision), les modules de programmation utilisent un système de priorité. Les différentes sources écrivent leurs valeurs respectives dans une matrice de priorité.

Dans la matrice, la valeur présente sur la plus haute priorité activée est écrite sur ".Present_Value". Si aucune priorité n'est activée, la valeur par défaut présente sur "Relinquish Default" est écrite sur ".Present_Value".

Dans le standard BACnet, 16 priorités sont disponibles. La priorité 1 étant la plus élevée et la priorité 16 la plus basse.

Standard CHUV

En raison de l'interopérabilité, 5 priorités sont définies dans BACnet. Les autres priorités sont à disposition des utilisateurs pour des utilisations spécifiques.

Le standard du CHUV doit être respecté mais l'utilisation des priorités libres et possible pour des besoins particuliers. La table suivante est donnée à titre indicatif, la table effective à prendre en compte est donnée selon le système en [annexe 600-4](#).

Priorités	Standard BACnet	Standard CHUV
1	Manual-Life Safety	Danger de vie humaine (Manuel)
2	Automatic-Life Safety	Danger de vie humaine (Automatique)
3	available	Réserve
4	available	Réserve
5	Critical Equipment Control	Alarmes critiques d'équipement
6	Minimum On/Off	Minimum On/Off
7	available	Commande manuelle (hardware)
8	Manual Operator	Commande manuelle (software)
9	available	Délestage
10	available	Ecrêtage
11	available	Réglage LOOP
12	available	Réserve
13	available	Réserve
14	available	Programme horaire local
15	available	Programme horaire global
16	available	Fonctionnement automatique

Exemple d'utilisation :

1. **Danger de vie humaine (MANUEL)** : Cette priorité est la plus élevée, elle intègre les poussoirs d'urgence tels que les poussoirs "feu", etc.
2. **Danger de vie humaine (AUTO)** : Les commutations automatiques de type "Life-Safety" comme par exemple la commande des clapets coupe-feu seront paramétrées en *priorité* 2. Les fonctionnalités de désenfumage font également partie intégrante de cette dernière.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Les commutations en cas d'alarmes critiques (gel, sur-température, défaut volet d'air ou moteur, ...) seront paramétrées en priorité 5.

Dans le standard du CHUV, deux priorités pour les commandes manuelles sont définies. Les commandes manuelles de type hardware ont une priorité plus élevée que les commandes manuelles de type Software.

Deux priorités sont également disponibles pour les programmes horaires (PH global avec jours d'exceptions tels que fériés, etc.).

La priorité du mode automatique est par défaut, la moins élevée.

Intrinsic Reporting

La fonction Intrinsic Reporting (IR) permet d'avertir les clients BACnet dont les dispositifs du Niveau de Gestion du CHUV, en cas d'évènements divers ou d'alarmes. Les clients peuvent s'inscrire dans une liste de destinataires par défaut, (un des serveurs de supervision). Ces Serveurs étant abonnés aux automates.

L'utilisation des objets "classe de notification" pour la définition des évènements ou des alarmes est obligatoire. Ces objets représentent toute une catégorie d'alarmes ou d'évènements. Le titulaire du projet d'automatismes doit impérativement configurer les priorités et la nécessité ou non d'un acquittement selon les standards définis par le CHUV.

Diffusion de notifications**Principe**

Pour diffuser des notifications lorsque les propriétés des objets changent d'état, le système GTB du CHUV utilise des objets BACnet nommés "**Notification Class**" (classe de notification) et "**Alert Notification**" (Notification d'alerte). Selon les mises à jour des programmes de supervision, il conviendra de se référer aux annexes [600-2](#) et [600-3](#) pour les types et instances mises en œuvre à la date du projet.

Comme tout objet BACnet, ces "Notification Class" doivent obligatoirement avoir un numéro d'instance et un nom d'objet.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Standard CHUV pour les classes de notification.

Pour chaque interconnexion de systèmes sous BACnet, il sera nécessaire définir les priorités et les impératifs d'acquiescement pendant la phase de planification.

La table suivante est donnée à titre indicatif, les tables effectives à prendre en compte sont données selon le système d'exploitation en [annexe 600-5](#) :

NC	Domaine	Priorité	sévérité	Acquittement To-Offnormal	Acquittement To-Fault	Acquittement To-Normal
10	CVC	00 – 10	Alarme 'Immédiat'	Oui	Oui	Oui
11	SAN	11 – 20				
12	ELE	21 – 30				
13	MEC	31 – 40				
30	CVC	64 - 74	Alarme 'Urgent'	Oui	Oui	Oui
31	SAN	75 - 84				
32	ELE	85 - 94				
33	MEC	95 - 104				
40	CVC	128 - 138	Alarme 'Non-Urgent'	Oui	Oui	Non
41	SAN	139 - 148				
42	ELE	149 - 158				
43	MEC	159 - 168				
60	CVC	192 - 202	Alarme 'Protocole'	Non	Non	Non
61	SAN	203 - 212				
62	ELE	213 - 222				
63	MEC	223 - 255				

Les notifications de type "**Immédiat**" coupent l'installation (réserve des NC 14-29 avec priorités de 41-63).

(Exemple : Feu, Gaz, etc.)

Les notifications de type "**Urgent**" coupent l'installation (réserve des NC 34-39 avec priorités de 105-127).

(Exemple : Danger de Gel, etc.)

Les notifications de type "**Non-Urgent**" ne coupent pas l'installation (réserve des NC 44-59 avec priorités de 169-191).

(Exemple : Régulation, capteurs, actionneurs, etc.)

Les notifications de type "**Protocole**" ne coupent pas l'installation (réserve des NC 64-79 avec priorités de 233-255).

(Exemple : Type information, retours de position, interrupteurs, etc.)

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Transmission des valeurs

Les changements de valeur sont transmis à tous les clients abonnés BACnet, si la valeur actuelle **PV** dépasse la valeur de seuil d'incrément **COV**.

Il faut régler l'incrément du **COV** de manière à ne pas surcharger le réseau.

Exemples de paramétrage

Voici quelques exemples de paramétrages pour différents types de mesures:

	Unit	MinPV	MaxPV	TiDly	CoVIncr	CovPrd
Température (sonde Ni1000)	°C	-50	150	1	1.0	1800
Signaux 0-100%	%	0	100	1	10	1800
Qualité d'air	ppm	0	1000	1	50	1800

Profils horaires

Pour les profils horaires, c'est l'objet Schedule qui joue un rôle prépondérant. Les liens entre les objets Schedule et les commandes de sortie sont faits par le biais de références.

Les objets de commande peuvent se trouver dans la partie Locale ou Globale.

Pour des types de points de données différents (sorties digitales ou analogiques), il s'agira d'utiliser des objets Schedule distincts.

Pour des exceptions qui toucheraient plus d'un objet, il sera nécessaire de mettre en œuvre des objets Calendrier (CAL).

Relevé des données

BACnet permet de faire des courbes de relevé des données grâce aux objets Trend Log.

Les objets Trend Log sont des objets se trouvant localement dans le dispositif d'automatismes. Ils sont créés ou supprimés de façon dynamique à l'aide d'un client BACnet.

L'objet Trend Log peut saisir une Propriété d'un objet BACnet interne ou externe. L'objet Trend Log Multiple permet de reprendre plusieurs propriétés de plusieurs objets répartis dans un domaine réseau.

Les données sauvegardées peuvent être lues par un client BACnet quelconque, elles sont également reprises dans la base de données du superviseur du Centre de Contrôle.

4.4.3. RELATION AUX BUS DE TERRAIN ET AUX BUS PROPRIÉTAIRES

Il est envisageable, dans le cadre d'un projet spécifique, de mettre en œuvre des bus de terrain directement ou indirectement compatibles à BACnet. Dans tous les cas, il appartiendra à l'entreprise d'interfacer les données véhiculées par ces bus de terrain et devant être traitées au niveau inter-automatismes (entre deux îles cohérentes reliées par le Réseau de Niveau Automatismes BACnet), ou au Niveau de Gestion, aux propriétés adéquates d'Objets BACnet appropriés.

Ces "mappages" ou "cartographies" seront documentés en détail (soit par Classes : cartographie générique soit par instances : cartographie spécifique à un objet particulier) par le titulaire du projet. Cette exigence est applicable dans tous les cas et comprend notamment les tables d'association des "points de données" et "bloc fonctionnels de KNX" aux objets et propriétés de BACnet.

Ils seront "hébergés" par un automate du Niveau automatismes, lui-même relié au RNA BACnet. Deux configurations sont possibles :

- a) Un automate passerelle dédié
- b) Fonctions de passerelle assurées par un automate, en charge d'autres processus.

Une attention toute particulière sera apportée à la charge des unités de traitement de ces automates, afin d'assurer que celle-ci n'introduira pas de temps de latence supérieur à 250 ms, dans le temps de propagation entre source et cible.

En règle générale, il sera préféré l'utilisation de protocoles directement interfaçables à BACnet, tels que stipulés sous 4.4.4. La validation définitive en sera faite par l'Atelier GTB, en fonction des besoins particuliers propres au projet.

4.4.4. SPÉCIFICATION DE SYSTÈMES INTEROPÉRABLES AVEC BACNET

Interfaçage niveau couche application des protocoles (OSI : 7)

Dans cette catégorie se trouve les protocoles dont l'interopérabilité au niveau des objets de la couche application est spécifiée par la norme BACnet elle-même. Un exemple est le protocole de terrain EIB/KNX dans la version 135-2012 de BACnet.

Un autre exemple est le protocole d'échange avec des systèmes de type ERP : BACnet/WS dans la version 135-2012 de BACnet.

Interfaçage niveau couche connexion de données (OSI : 2)

Il s'agit de l'usage, au niveau terrain, de l'usage de média et de spécification de la couche liaison de données, différents d'Ethernet UDP/IP. Ceci ne préjuge pas de l'interopérabilité devant être réalisée au niveau de la couche 7. Par exemple, si l'usage et le transport de données et de services BACnet conformes à la spécification 135-2012 peuvent être envisagés sur un réseau LonTalk, ceci ne permet pas d'utiliser les objets ou profils LonMark, sauf à les interfacer, au travers d'une passerelle aux objets BACnet, pour des échanges inter-automatismes et/ou entre automatismes et supervision.

Les protocoles LonTalk et ZigBee sont des exemples documentés (BACnet 135-2012) pouvant être utilisés pour le transport des données BACnet.

4.4.5. DOMAINES D'INTEROPÉRABILITÉ

La Conformité d'un produit à la norme BACnet ne signifie pas que l'interopérabilité avec les systèmes du CHUV soit garantie. Pour parvenir à ce qui constitue la finalité de la présente Directive : assurer l'interopérabilité entre systèmes existants au CHUV à un moment donné et systèmes nouvellement mis en place, il est nécessaire de respecter les prescriptions stipulées ci-après.

4.4.5.1. ECHANGE DE DONNÉES

Les dispositifs d'automatismes doivent respecter l'architecture système et les obligations propres au type de réseau (RNA, RNG) telles que définie sous 4.2.1. Les points d'insertion au réseau existant devront se conformer au 4.2.2, en utilisant un protocole décrit sous 4.3. La documentation de ces échanges sera conforme au 4.3.2.

4.4.5.2. ALARMES ET ÉVÉNEMENTS

Les procédures d'alarme et de notification d'événement mettront en œuvre les Classes de Notification décrites en [annexe 600-5](#).

Les limites en nombre d'abonnements disponibles pour un automate donné seront indiquées dans toute documentation de projet. Toute mise en œuvre d'un nouvel automate devra prévoir une réserve d'au moins 30% en nombre d'abonnements pouvant être sur ce même automate.

L'utilisation des Objets de Redirection de Notification (NF) sera vue en fonction des mécanismes clients de Notification d'événements mis en œuvre au niveau de Supervision. L'annexe précitée mentionnera éventuellement les règles applicables.

Tous les objets disposant, selon la version du standard BACnet en vigueur des propriétés permettant le traitement du processus COV (abonnement à échanges non sollicités entre le Client COV - le superviseur généralement – et un Serveur de COV – l'automate contenant des objets utilisant cette technique) seront utilisés avec le processus de COV pour le renseignement des changements de valeur, les valeurs d'incrément de COV seront renseignées par le GTB selon les processus à contrôler. L'entreprise indiquera les paramètres des mécanismes de surveillance à mettre en place des deux côtés afin de surveiller la permanence d'un abonnement, de même elle indiquera les précautions à prendre dans le cas de redémarrage du dispositif, afin de garantir la restauration des abonnements antérieurs à la coupure ou à l'arrêt du dispositif.

4.4.5.3. PROGRAMMES TEMPORELS

Les programmes temporels décrits par la fonction EN ISO 16484 : 6.4 seront intégralement représentés par des objets BACnet Schedule associés aux Objets CAL et Date Pattern Value préexistants sur le Site au moment du Projet.

4.4.5.4. HISTORISATION ET JOURNAUX

Les données déclarées à journaliser par le moyen des fonctions EN ISO 16484 7.3 et 7.4 devront être historisées dans les automates sources ou dans des automates concentrateurs au moyen des objets Journalisation d'événements (Event Log) et Journalisation de tendance (Trend log ou Trend log multiple), respectivement.

4.4.5.5. GESTION SYSTÈME & RÉSEAUX

Toute nouvelle mise en œuvre d'un segment de réseau RNA, RNT ou RNG imposera, par défaut, la mise en place de fonction de surveillance de l'état du réseau de manière distincte de l'état du dispositif BACnet par l'Objet Equipement. Cette surveillance concernera tout dispositif actif mis en place en aval du point d'insertion. La signalisation sera effectuée par tout moyen approprié (SNMP Trap, entrée dans un automate d'un réseau parallèle, etc.). Le GTB est seul habilité à autoriser des dérogations à ce principe.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB**4.4.6. REPRÉSENTATION COMME PILES DE PROTOCOLES**

La documentation projet de toute nouvelle mise en œuvre d'automatismes au CHUV, comprendra une description détaillée des protocoles mis en œuvre, de leurs versions, des logiciels ou modules logiciels ou firmware utilisés pour l'implémentation de ces derniers dans les dispositifs installés sur le site du CHUV. Cette description sera complète pour l'ensemble des couches de la pile.

4.4.6.1. DÉCLINAISONS POSSIBLES DES PILES ADMISSIBLES AU CHUV

Strictement selon 4.2.1 de la présente Directive.

4.4.6.2. PARTICULARITÉS DE MISE EN RÉSEAU, LIENS AUX CHAPITRES DIRECTIVES DSI

Selon indications de 4.2.1 et 4.2.2.

4.4.7. REPRÉSENTATION EN OBJETS

La documentation des projets d'automatismes au CHUV devra impérativement indiquer les fonctions mises en œuvre en utilisant le formalisme décrit sous 4.5 et en établissant un lien clair entre Objets de communication décrits dans les documents EDE et recueil des fonctions d'automatismes, par le biais des fonctions EN ISO 16484 7.1 et 7.2 et du complément de codification indiqué sous 4.3.2.

Par défaut, pour tout nouvel automate mis en œuvre, et sauf dérogation expresse du GTB, les Objets stipulés dans les annexes [600-2](#) et [600-3](#) selon le superviseur de rattachement doivent être disponibles dans les mises en œuvre firmware proposées et mises en œuvre au titre du Projet, indépendamment de l'usage qui en est fait par le Projet lui-même. Ceci afin de garantir une flexibilité dans l'utilisation des réserves.

4.4.7.1. LISTE DES OBJETS, PROPRIÉTÉS REQUISES À MINIMA

Les Objets stipulés dans les annexes [600-2](#) et [600-3](#) doivent être munis des propriétés indiquées.

4.4.7.2. LES SERVICES DU PROTOCOLE, SERVICES REQUIS À MINIMA

Les services regroupés sous forme de BACNET INTEROPERABLE BUILDING BLOCKS sont définis sous 4.4.2.

4.4.8. CONTRAINTES DE PRIORISATION DES ÉCHANGES

L'entête de la couche réseau BACnet dispose d'un masque de 2 bits permettant de définir la priorité des échanges, particulièrement lors de traversée de routeurs, selon 4 valeurs clé : NORMAL (00), URGENT (01), EQUIPEMENT CRITIQUE (10), SECURITE SURETE (11). Sauf indication spécifique du GTB les échanges représentatifs seront codés par défaut NORMAL (00). Toutefois, le GTB se réserve de pouvoir exiger l'emploi d'un code de priorité plus élevée pour certains cas particuliers, ou en rapport avec des priorités de messages.

4.4.8.1. ALARMES ET ÉVÉNEMENTS

La spécification des priorités d'événements sera conforme à l'[annexe 600-5](#).

4.4.8.2. COMMANDES

Les priorités des commandes seront paramétrées selon l'[annexe 600-4](#).

4.4.8.3. ABONNEMENTS ET REQUÊTES SOLLICITÉES,

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB**(POOL À LIBÉRER POUR ABONNEMENTS PAR LA SUPERVISION CHUV)**

Une réserve de 30% sera toujours disponible après installation et paramétrage d'un système quelconque raccordé à l'un des superviseurs du CHUV.

4.4.8.4. SYNCHRONISATION DES HORLOGES SYSTÈME

Tous les équipements d'automatismes auront leur horloge interne synchronisée au Superviseur via l'un des services supportés par le Superviseur de rattachement et indiqués dans les annexes [600-2](#) et [600-3](#).

4.4.9. CONTRAINTES D'IDENTIFICATION, (SELON CHARTE CHUV INTÉGRÉE EN ANNEXE)

Tous les Objets de communication seront identifiés selon la charte CHUV 600. Cette identification, conforme à la codification des équipements et organes CHUV 600 1.1 portera principalement sur le nom d'objet (Object_name) en 19 caractères alphanumériques. Elle représentera l'équipement, l'organe, le lieu géographique, ainsi que le type de "point GTB" sur 3 caractères, c'est à dire la fonctionnalité GTB servie par l'Objet. Lorsque cette dernière partie de l'identifiant est ambiguë ou sans intérêt, les 3 derniers caractères, indiqueront, par Organe, le numéro d'instance d'objet BACnet, et seront codés comme suit :

- 1^{er} caractère : B pour Objet BACnet
- 2^{ème} caractère : Chiffre du nombre de dizaines
- 3^{ème} caractère : Chiffre du nombre d'unités

Ainsi chaque organe de chaque équipement pourra disposer de 49 instances d'objets BACnet dénommées : B01 à B49

Ce codage ne renseigne pas sur la nature de l'objet, qui est identifiée par la propriété Object key-Name de chaque Objet. Par ailleurs, tous les explorateurs BACnet identifient directement le type d'objet et le présentent selon les catégories adéquates.

En revanche, dans la documentation fonctionnelle et l'EDE, les codes appropriés seront employés afin d'identifier de façon claire le type d'objet mis en œuvre.

4.4.9.1. CONVENTIONS DE NOMMAGE DE RÉSEAUX

Selon Charte DSI CHUV.

4.4.9.2. CONVENTION D'ADRESSAGE PHYSIQUE

Les règles d'adressage MAC sont fixées par la DSI du CHUV et font l'objet de la demande décrite dans le processus sous 4.2.1.

4.4.9.3. CONVENTION D'ADRESSAGE DES OBJETS "DEVICE"

Les objets DEVICE reprendront la codification de l'automate qu'ils représentent, suivi du code unique B00.

4.4.9.4. CONVENTION DE NOMMAGE DES OBJETS DU PROCESSUS

Dans le cas où des objets BACnet sont utilisés dans des automates, mais ne font pas l'objet de communication vers le Superviseur, mais sont utilisés vers des dispositifs tiers ou en échanges inter automates, ces objets obéiront aux mêmes règles que sous 4.4.9, avec une identification des 3 derniers caractères, unique par Organe, débutant à B50 et finissant à B99 par Organe d'équipement.

4.5. RÈGLES LIÉES À L'INGÉNIERIE DES PROJETS

Modalités de spécification standardisée automatismes / GTB

La spécification standard GTB du CHUV comporte deux parties :

- Un ensemble de documents types spécifiant les éléments communs à tout projet d'automatismes, au sein du CHUV.
- Un jeu de documents spécifiques au projet, constitués d'un (ou de plusieurs) fichier(s) comprenant les structures et les identifications finales des informations (ou points) d'échange entre automate(s) tiers et infrastructure de Supervision GTB.

Généralités

Documents et Informations

En complément des documents de conformité BACnet (PICS) le soumissionnaire devra communiquer les documents suivants, à la fois durant les étapes du projet, et dans la version finale du Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) :

1. Les profils de classe et d'instance selon EN ISO 16484-3 en utilisant pour le détail des colonnes 7.1 et 7.2 les tableaux sous 4.3.2 de la présente Directive
2. Les fichiers d'échange EDE en version 2.x structuré au format CSV, avec indication des fonctions EN ISO 16484-3 sous 4.3.2 de la présente Directive et en indiquant le nom d'objet conforme à la présente Directive.
3. Les programmes de l'ensemble des automates mis en œuvre au format natif (ST, FBD, IL, CFC) selon IEC 61131-3 ou structuré XML.

Normalisation des Objets

Convention de nommage

Les noms d'objet, numéro et identification de l'Objet Device auxquels ils appartiennent et numéros d'instances devront être validés par l'Atelier GTB selon la partie 1 de la présente Directive, et ses annexes en vigueur pour les systèmes et équipement MCR/GTB.

Note : Les identifiants et numéros d'instances doivent être unique sur le réseau. Les noms d'objet sont limités à 64 caractères.

Documents Types

Les éléments communs, joints à tout DCE mettant en œuvre des fonctions d'automatismes, comprennent une référence à la présente Directive qui devra être appliquée sauf exception expressément validée par l'Atelier GTB du CHUV :

Pour chaque projet, il pourra être joint, en complément de la présente Directive, une spécification particulière, émise par l'Atelier GTB, comprenant essentiellement :

- Le descriptif type des Fiches de Profil
- La (ou les) Fiche(s) de Profil par Type d'Equipement ou par Equipement.

Cette fiche de renseignements sera réalisée, selon les projets et leur complexité, par le Maître d'œuvre, interne ou externe, ou par une collaboration entre Maîtrise d'œuvre externe et Ateliers GTB / MCR du CHUV. Elle sera généralement réalisée à partir de "Profils GTB" existants au CHUV. Elle comprendra un ensemble de fichiers de format Microsoft EXCEL de format identique à celui donnée en [annexe 600-7](#) à la présente Directive, comprenant les structures de données et les identifications des points d'automatismes.

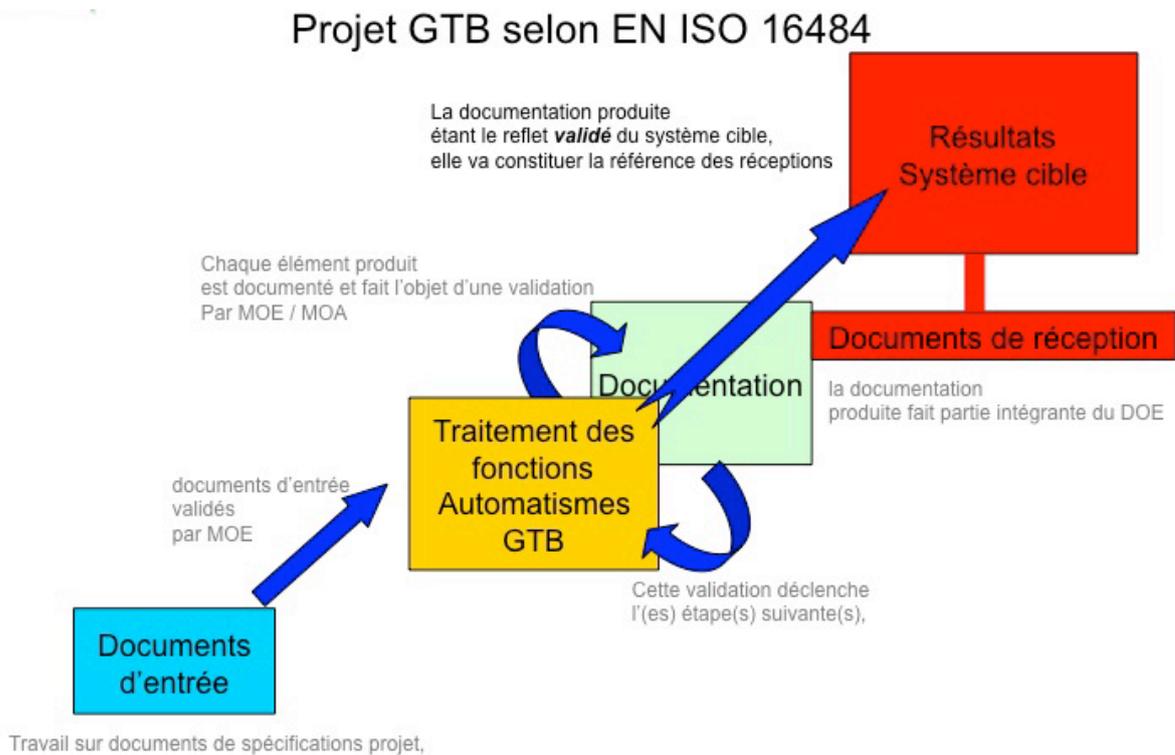
600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Ces fichiers sont destinés à être utilisés par les entreprises comme sources pour leurs fichiers "EDE" (Engineering Data Exchange) afin de compléter leur documentation de projet, et, de renseigner, en retour, l'outil de configuration de la Supervision GTB du CHUV.

A cette fin, les fichiers produits comprennent des zones précises devant être remplies par les entreprises durant l'exécution de leur prestation, notamment en termes d'identification et d'adresses d'automate mis en œuvre, ainsi que des adresses, internes aux automates fournis, des objets BACnet représentant les échanges avec la Supervision.

Processus d'ingénierie des systèmes d'automatisme du bâtiment

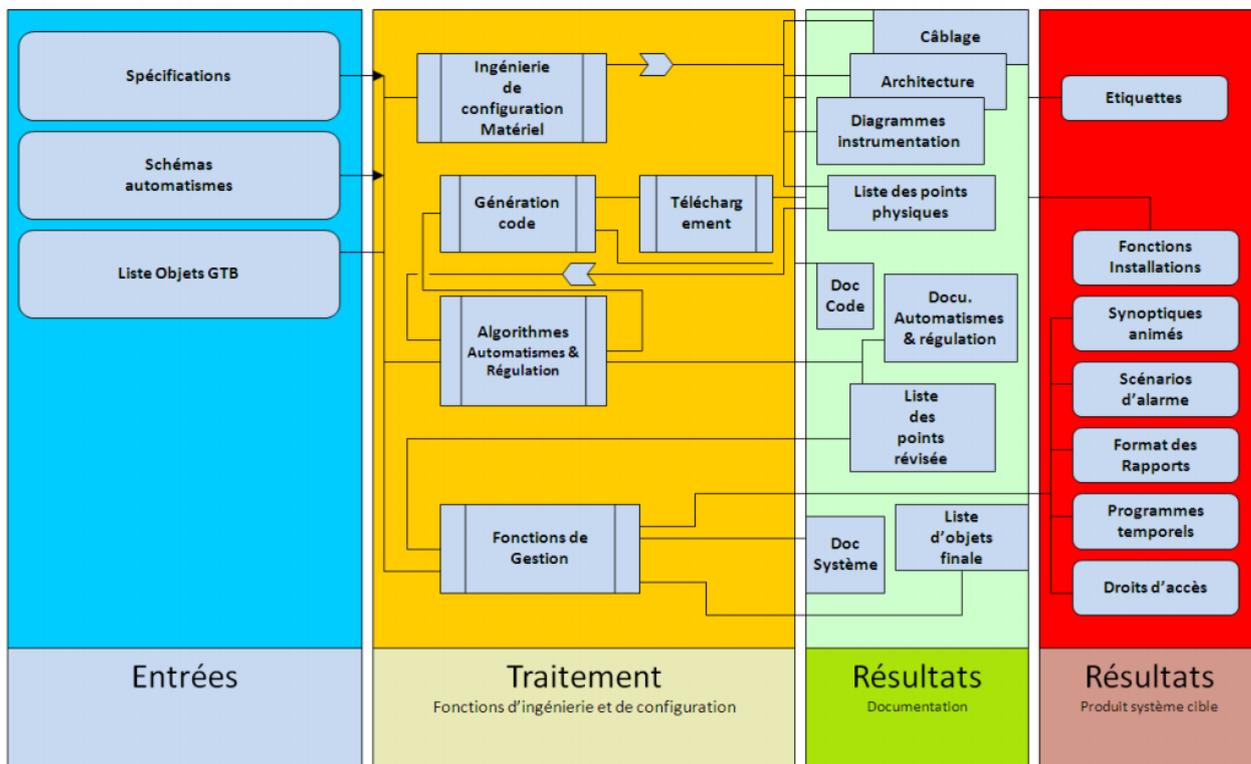
Les documents d'ingénierie seront conformes aux spécifications de EN ISO 16484. Les phases de déroulement des études respecteront le schéma général décrit ci-après :



600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Chacune des étapes reprenant les éléments suivants :

Projet GTB selon EN ISO 16484



600 / INSTALLATIONS MCR - GTB**4.5.1. DOCUMENTATION PROJET SELON EN ISO 16484-3**

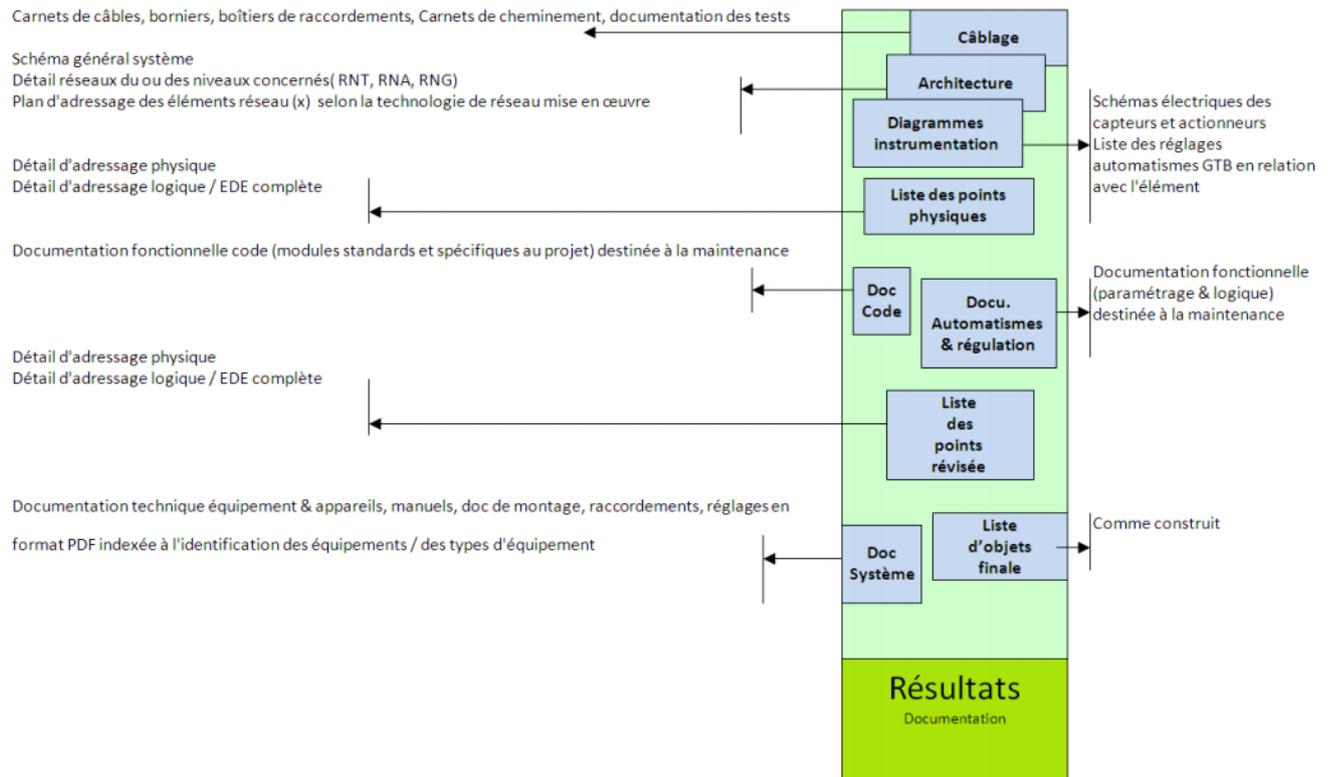
La documentation projet d'automatisme au CHUV comprendra au minimum les éléments suivants :

1) Partie Automates & Terrain

- Schéma général du système d'automatismes indiquant les différents dispositifs d'automatismes principaux et leurs identifiants :
 - o Selon convention de nommage du CHUV,
 - o ET,
 - o Si nécessaire, du fait de la non-compatibilité, de la procédure d'identification CHUV au standard des dispositifs employés, les identifiants "constructeur" spécifiques.
- Analyse fonctionnelle détaillée utilisant le vocabulaire et les "fonctions" ou "Services" décrits dans la partie 3 de la norme précitée. Cette AFD comprendra une Liste des Objets GTB d'une forme similaire à celle donnée dans l'annexe correspondante de EN ISO 16484-3, et jointe en [annexe 600-7](#) du présent document. La "finesse" de la description sera spécifiée par l'Atelier GTB, de manière à expliciter :
 - o Les objectifs des automatismes et les limites du domaine fonctionnel
 - o Les processus automatisés, les objets de régulation et/ou d'asservissement et le comportement du système aux limites.
 - o Les interfaces avec le Superviseur selon les profils (cf. Profils GTB)
- Dans les cas où les fonctions décrites sont complexes et/ou répétitives, il sera demandé de fournir un diagramme "Schéma automatismes" soit de type logigramme soit par blocs de fonction.
- Sauf expressément convenu avec l'Atelier GTB, il sera fourni, en correspondance avec les blocs fonctionnels de EN ISO 16484-3 le détail de mise en œuvre (code de haut niveau selon une des 5 formes de IEC 1131-3). Il pourra être admis l'usage d'UdF (Fonctions macros de haut niveau) pour autant que ces fonctions soient décrites dans une documentation jointe.
- Pour chaque fonction des types 1-, 2-, 7-1,7-2 de EN ISO 16484-3 le détail de mise en œuvre :
 - o Fonctions 1- : les listes de points d'E/S avec identifiants matériels
 - o Fonctions 2- : les listes de variables d'échanges et adresses
 - o Dans le cas d'interfaçage (tel que visé par 4.4.3) à un bus de terrain, les tables de cartographie entre objets BACnet et points de données, variables ou blocs fonctionnels du protocole interfacé.
 - o Fonctions 7-1,7-2 : les listes d'objets d'échanges
- Une liste des paramètres de réglages (seuils, limites) avec les valeurs préconisées après mise en service et indication des identifiants de ces paramètres sur les dispositifs interface IHM locaux.
- Une liste des matériels d'instrumentation avec les caractéristiques exactes (matériel, firmware, documentation constructeur)
- Une liste des matériels d'automatismes avec les caractéristiques exactes (matériel, firmware, documentation constructeur)
- Un schéma de câblage des armoires d'automatismes reprenant les identifications conformes à la Directive CHUV et mentionnant les sources d'alimentation ainsi que les localisations et dénominations des protections amont.
- Un Carnet de câbles comprenant les cheminements et boîtiers de raccordements, pour l'ensemble des câblages réseaux, d'instrumentation et d'installations électriques.
- Une description de l'ensemble des réseaux de communication indiquant, pour chaque couche fonctionnelle (selon ISO OSI) les éléments d'adressage pertinents. Tous les équipements réseau (passifs ou actifs) seront également décrits dans ce document, en incluant les numéros ou identifiants de ports utilisés et les caractéristiques du dispositif.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Projet GTB selon EN ISO 16484



2) Partie communication RNA vers la supervision

Le DOE du projet d'automatismes comprendra la version finale des documents d'échanges spécifiés aux chapitres correspondants de la présente Directive, renseignés pour chaque instance de profil des adresses exactes des objets et/ou variables d'échanges.

3) PARTIE SUPERVISION

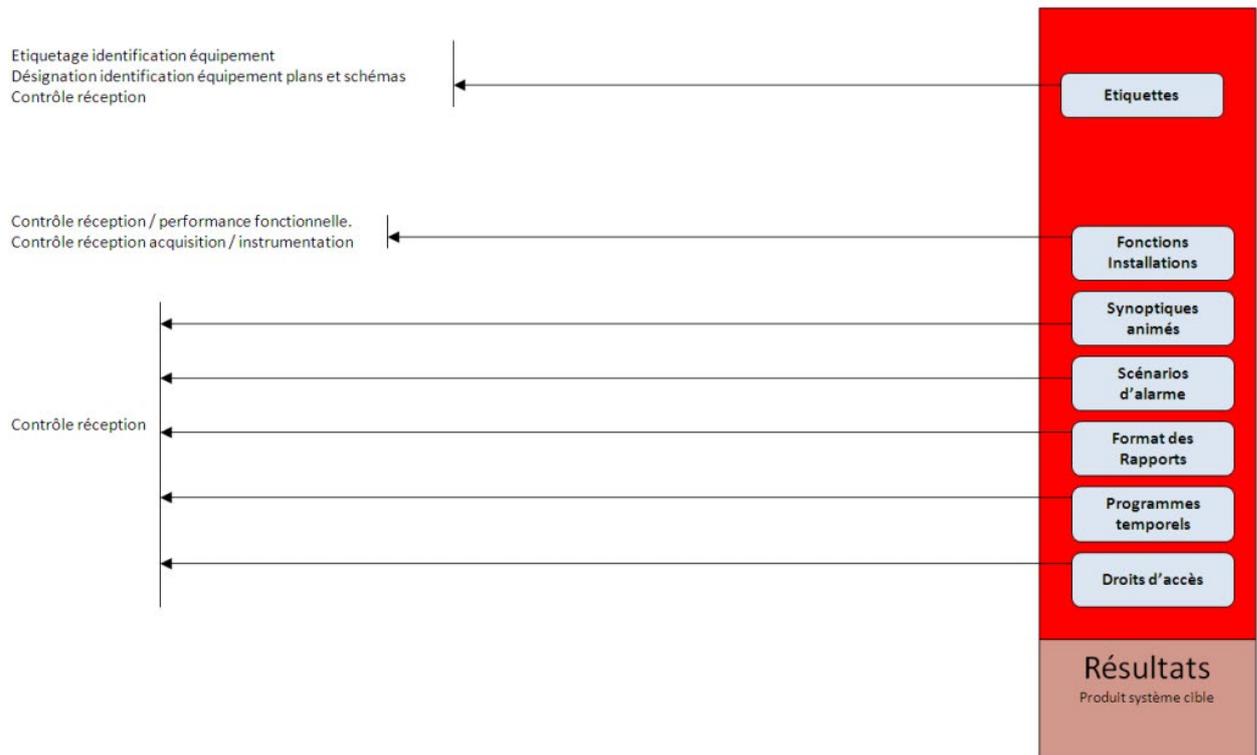
Le DOE du Projet d'automatismes comprendra les descriptions des éléments mis en œuvre au niveau supervision, il appartiendra à l'entreprise en charge du projet d'automatismes d'obtenir, via l'Atelier GTB, les éléments documentaires standard issus de la mise en œuvre de la partie Supervision de leur projet.

Ces documents comprendront :

- Documents de réception fonctionnelle (autotests et réception formelle) des liens de bout-en-bout.
- Fonctions principales et limites/ valeurs de consignes / paramètres
- Synoptiques animés (Géographiques et Fonctionnels, le cas échéant)
- Scénarios d'alarme (messages, priorités, consignes, actions visées)
- Rapports ou modifications de Rapports
- Programmes temporels
- Droits d'accès aux objets mis en œuvre.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Projet GTB selon EN ISO 16484



Forme des documents

L'ensemble des documents constitutifs du DOE sera remis sous une forme papier en deux exemplaires et sous forme de documents électroniques aux formats suivants :

"Comme construit", en format .PDF de la version supportée par le CHUV au moment du Projet.

Aux formats natifs éditables, non protégés, avec indication des progiciels sources et des versions employées.

4.5.2. CONFORMITÉ AU PICS REQUIS PAR LE CHUV

Il ne sera pas accepté de proposition dans laquelle le PICS BACnet du ou des systèmes proposés n'autorise pas, à minima, les caractéristiques minimales (ou PICS minimal du CHUV) en vigueur au moment de l'appel d'offres et joint à la présente Directive, sous [600-2](#) et/ou [600-3](#).

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB**4.5.3. SOUMISSION DES PICS PRODUITS**

Les PICS de l'ensemble des équipements d'automatismes seront fournis avec toute proposition. Ils devront comprendre les descriptions de Profils des dispositifs standards BACnet (selon l'annexe L de BACnet 135-2012) dont les 8 Profils standard sont rappelés ci-dessous :

- BACnet Operator Workstation (B-OWS)
- BACnet Advanced Operator Workstation (B-AWS)
- BACnet Operator Display (B-OD)
- BACnet Building Controller (B-BC)
- BACnet Advanced Application Controller (B-AAC)
- BACnet Application Specific Controller (B-ASC)
- BACnet Smart Actuator (B-SA)
- BACnet Smart Sensor (B-SS)

ainsi que celle des blocs d'interopérabilité BIBBs (selon l'annexe K de BACnet 135-2012).

4.5.4. DOCUMENTATION D'INGÉNIERIE ET DOCUMENTS EDE (ENGINEERING DATA EXCHANGE : FORMAT REQUIS PAR LE CHUV)**Introduction**

Dans la grande majorité des cas, un équipement technique installé au CHUV sera exploité et supervisé au travers du Système de Gestion Technique du Centre Hospitalier (SGTB). Le choix de son intégration ainsi que de la "richesse" des informations échangées entre équipement et SGTB feront l'objet d'une décision entre Maître d'œuvre du projet d'équipement et Services techniques du CHUV. Cette décision sera basée sur un ensemble de critères tels que sécurité & performance opérationnelles, optimisation des coûts d'exploitation de l'équipement en termes de maintenance, de gestion des énergies et de gestion des consommables.

La présente spécification a pour but de décrire le processus par lequel des documents spécifiques : les *Documents de Profils GTB*, relatifs aux informations d'automatismes des équipements mis en œuvre dans le cadre d'un projet d'équipement, seront, le cas échéant, produits et exploités par les différents intervenants du projet : Services Techniques du CHUV, Maîtrise d'œuvre et Prestataires.

La configuration du système de supervision GTB, au CHUV, est effectuée selon des procédures standardisées, afin de garantir une cohérence des modèles et des traitements de données, et pour en simplifier la mise en œuvre.

Pour tout nouvel équipement du patrimoine technique devant être supervisé, les éléments d'information sont créés par les Responsables du Système de GTB. Ces derniers génèrent une "fiche" d'équipement, par le choix d'un "*Profil GTB*" approprié. Ce Profil détaille la structure des informations d'exploitation à partir d'un *modèle "métier"* * issu d'un référentiel.

Le respect d'un modèle et des règles d'identification des données, est obligatoire pour tout acteur chargé de la mise en œuvre d'automatismes au CHUV, ainsi par exemple, au titre de projets de rénovation ou de travaux neufs ou, plus simplement, dans le cadre de la maintenance améliorative d'un équipement du patrimoine technique du CHUV.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Différentes options de mode de spécification ont été testés avec des entreprises locales lors de projets de construction au CHUV. Ces expériences ont démontré qu'il n'était pas réaliste d'exiger, de la part d'une entreprise externe, intervenant au titre de travaux neufs ou de rénovation, une connaissance de l'ensemble des aspects liés à la structuration des données, telle qu'elle doit être présentée au Superviseur GTB. Le temps de compréhension des mécanismes nécessaires dépassant, en règle générale, le temps d'appropriation raisonnable, dans le cadre de tels marchés. Il est donc apparu nécessaire d'effectuer ce travail de structuration au préalable, afin de joindre aux appels d'offre du CHUV, sous une forme directement utilisable par les entreprises, les éléments d'échanges nécessaire à l'intégration des automatismes tiers dans l'infrastructure de supervision SGTB et de maintenance.

Le présent document doit, ainsi, permettre une compréhension suffisante des mécanismes et du contenu des *Documents de Profils GTB* pour en permettre une utilisation efficace.

Il débute par un rappel de la notion de "Mécanismes d'échanges d'informations" entre automates et Supervision GTB et décrit le modèle de données utilisé au CHUV.

Une "foire aux questions", autorise une lecture rapide des principaux thèmes et définitions.

Chaque grande étape du circuit documentaire est explicitée dans le chapitre "Cycle de renseignements du profil GTB", le chronogramme des échanges entre les différents partenaires du projet est décrit sous "Chronogramme du déroulement d'un projet GTB".

Le chapitre "Document de profil GTB" détaille les champs, formats et contenus du document d'échange et précise ce qui doit être rempli par le prestataire d'un projet. Un exemple d'un tel profil avant et après renseignement, est donné en annexe.

Le maître d'œuvre d'un Projet d'équipement, trouvera également dans une "Annexe" les références aux modalités de création, d'édition et d'exportation d'un "Profil GTB". Enfin, un tableau explicite les différentes priorités d'alarmes et leur signification dans l'exploitation su SGTB du CHUV par les opérateurs.

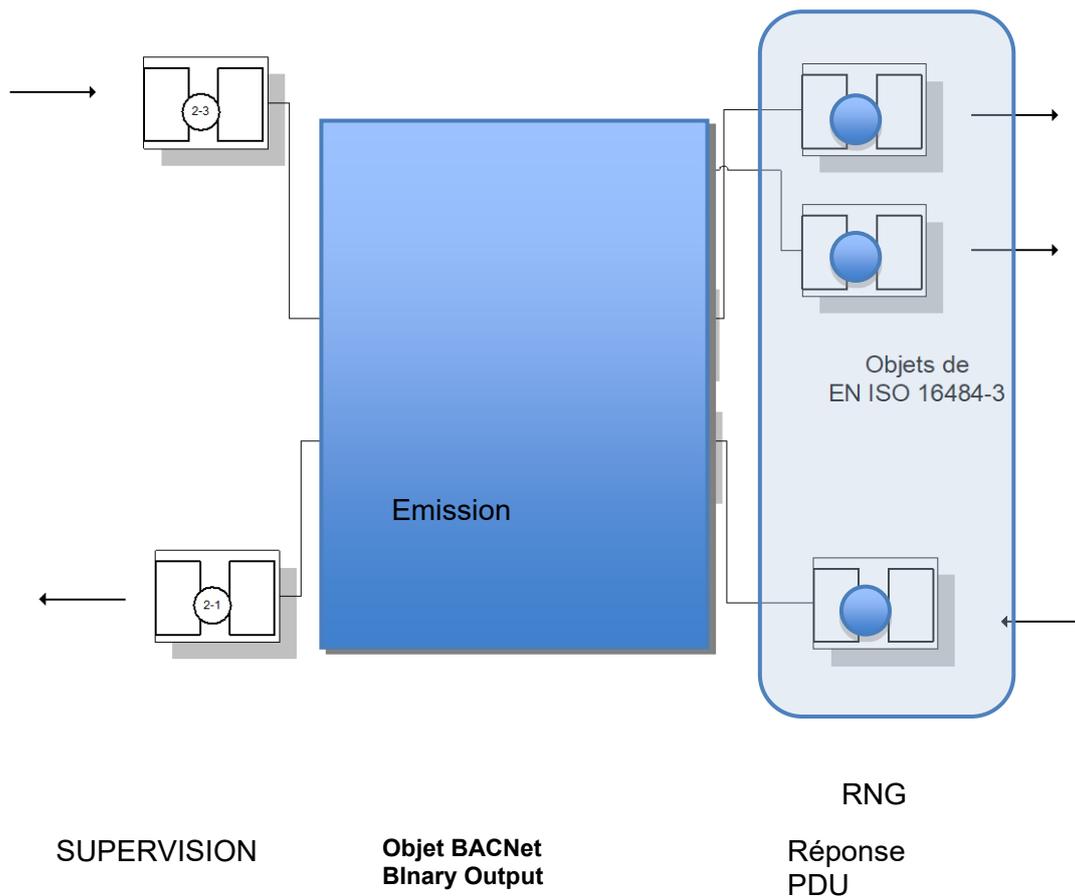
**une instance est un "exemplaire" unique propre à un équipement donné, au contraire d'une Classe ou d'un modèle métier qui décrivent un modèle générique applicable à tout équipement du type considéré.*

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Mécanismes d'échanges entre automates de procédés et Supervision

Afin de bien comprendre la notion de "Profil GTB", son usage, et le type d'information qu'il manipule, un exemple d'échange entre automate et superviseur va être détaillé. Cet exemple utilise un Objet BACnet Binary Output.

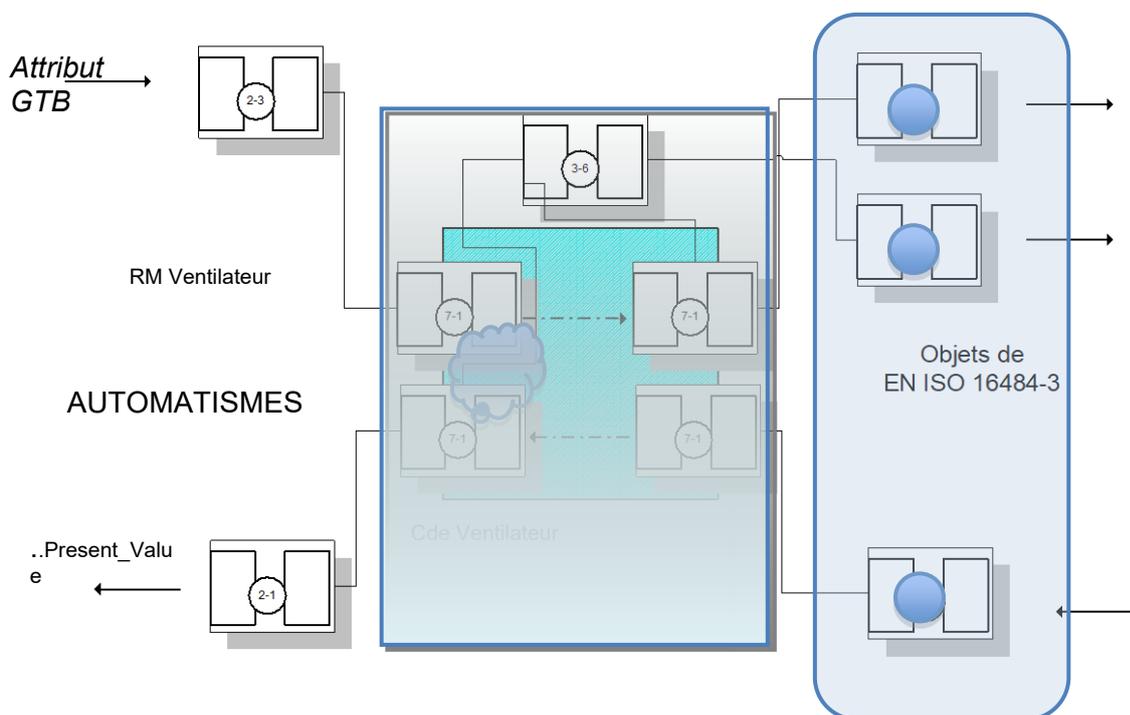
Le schéma ci-après illustre les mécanismes par lesquels deux fonctions d'automatismes d'un automate (sur la gauche de la figure) telles que représentées dans une feuille EN ISO 16484-3 (ici les fonctions 2.1 et 2.3) communiquent, par le biais d'un objet de communication BACnet (au centre), avec des fonctions d'automatismes internes à l'étage de supervision (à droite). Les fonctions ou "services" du superviseur sont regroupées pour former une information unique multivaluée dans un Attribut.



600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Ce même schéma, plus détaillé, illustre l'application d'un Objet BACnet, Binary Output (le carré bleu au centre de la figure) dont les propriétés `..Present_Value` (Valeur commandée) et `Feedback_Value` (retour de marche) vont être figurées par deux fonctions unitaires 7-1(06) correspondant chacune à une des propriétés considérées. *Le schéma représente 4 fonctions 7-1 autour de cet objet, pour figurer commodément la représentation du même objet, avec deux "visions" des mêmes propriétés binaires, représentées de part et d'autre du canal de communication (figuré par le nuage, à l'intérieur du carré bleu).*

Par contre, dans la fiche EN ISO 16 484-3 Cet objet ne sera représenté que par une seule instance de 7-106.



Dans l'automate (à gauche de l'objet BACnet) :

Une première variable, correspondant à l'état d'entrée d'une fonction EN ISO 168484-3 de type 2-1 (fonction de communication de réseau de terrain pour un état binaire : télécommande d'état), reprend l'état de la propriété `..Present_Value` de l'objet de communication (fonction 7-1 (06) du bas). Cette fonction 2-1 commande, via une sortie binaire sur un module de sorties déportées, le fonctionnement tout ou rien du moteur électrique d'un ventilateur.

Une Seconde variable, correspondant à l'état de sortie d'une fonction EN ISO 168484-3 de type 2-3 (fonction de communication de réseau de terrain pour un état binaire : télésurveillance), reprend les informations d'un module d'entrée déporté, auquel on a raccordé le contact sec du retour de marche du même ventilateur. Cette fonction 2-3 communique son état à la propriété `Feedback_Value` (fonction 7-1(06) du haut) d'un objet de communication BinaryOutput.

L'objet Binary Output peut également gérer, selon les mises en œuvre (propriétés Optionnelles) les propriétés `.Time_Delay` et `.Notification_Class` permettant de gérer la génération d'alarme intrinsèque par la Classe de Notification pointée par `.Notification_Class`, si, au bout du temps de `Time_Delay`, la valeur de `Feedback_Value` ne correspond pas à celle de `..Present_Value`. Cet ensemble de fonctions a été résumée, dans le schéma, par sa production "événementielle", sous forme de fonction 3-6.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Modèle de Données GTB au CHUV

Principes

- Le système de GTB du CHUV fonctionne avec des collections de données baptisées "équipements" (*et non avec des "points"*).
- Ces "équipements" sont des images complexes des installations ou des équipements réels du processus qu'ils modélisent.
- Un "équipement" est composé "d'organes" qui représentent les organes réels d'un équipement ou d'une installation.
- Chaque "organe" est vu et manipulé, dans le système de GTB du CHUV, par ses "attributs GTB" qui sont les informations sensibles, compréhensibles par un opérateur / exploitant, des états et des valeurs, associés au fonctionnement des organes d'un équipement sur le terrain.
- Chaque "Attribut GTB" est "servi" par des données individuelles créées à partir des informations temps réel en provenance des îles d'automatismes.
- Ces données individuelles, répondant à la norme EN ISO 16484-3 sont dénommés "Services GTB".

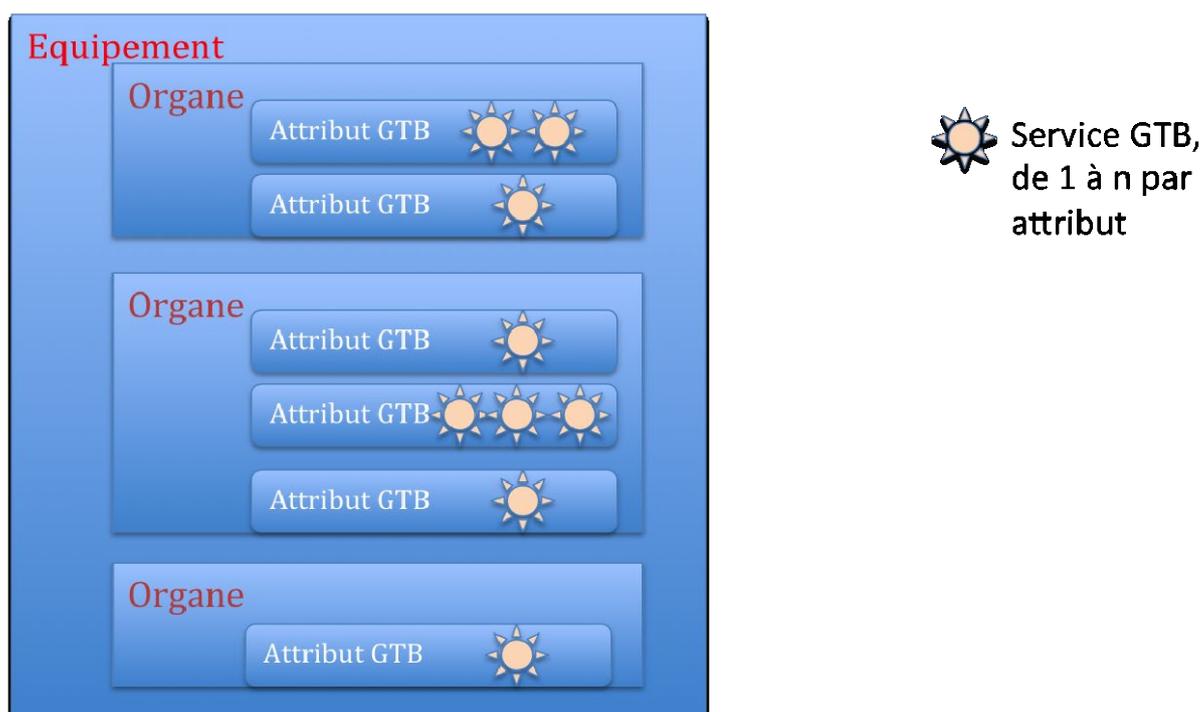


Illustration graphique de l'arborescence Equipement-Organes-Attributs-Services

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Représentation du Modèle de données

Dans la base des *Modèles métiers* au CHUV, un modèle de données se présente comme illustré dans l'illustration de droite (donnée à titre d'exemple, la représentation effective dépend du logiciel éventuellement utilisé pour documenter de telles arborescences).

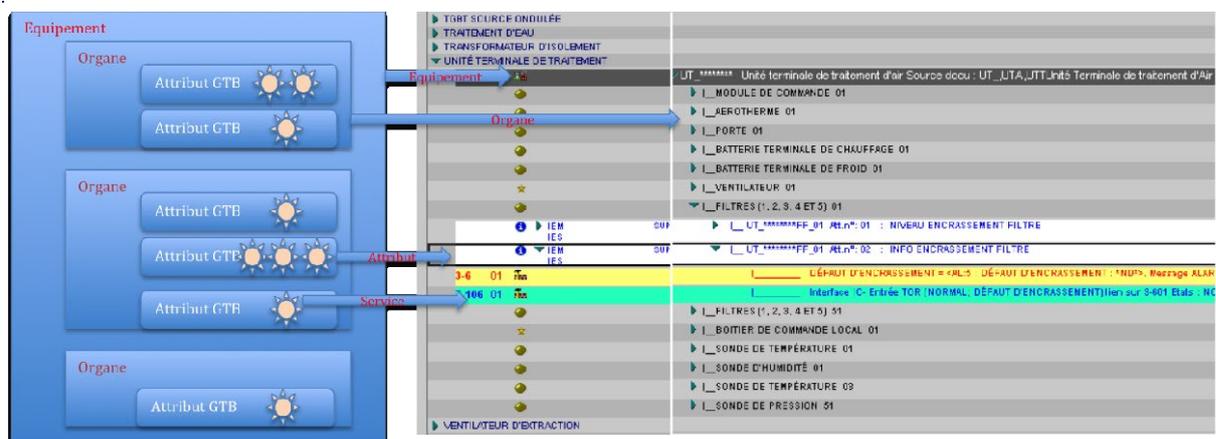
Chaque ligne de la vue représente un objet de la hiérarchie.

Dans l'exemple ci-dessous, les lignes du haut *en bleu* décrivent le titre donné à une *Classe* ou à un *Modèle métier*. Chacune de ces lignes est précédée d'un triangle vert permettant de développer ou de compacter le modèle de la Classe. Dans l'exemple illustré, le *modèle métier* : "Unité Terminale de traitement (d'air)" est développé, son triangle pointe vers le bas.

La première ligne, en gris foncé précédée du logo  représente l'équipement lui-même, les lignes suivantes en gris moyen, précédées du logo  (ou  si l'organe est itératif*) représentent les organes. Les organes peuvent (ce n'est pas le cas dans cet exemple) être hiérarchisés selon une arborescence spécifique.

Pour chaque organe, on trouvera, le cas échéant, le ou les *Attributs GTB* (lignes en blanc précédées du logo ).

Enfin, chaque *Attribut GTB* "contient", le cas échéant, un ou plusieurs *Services GTB* représentés par des lignes de couleur, selon leur catégorie, dans la norme EN ISO 16484-3. Ces lignes sont précédées du logo .



La catégorie de fonction utilisée dans l'identifiant des *Services GTB* est représentée par le premier chiffre variant de 1 à 8, selon la catégorie de EN ISO 16484-3 :

- 1 : Fonctions d'Entrées-Sorties physiques
- 2 : Fonctions d'Entrées-Sorties de communication (variables inter-automates)
- 3 : Fonctions de Traitement : Surveillance des processus
- 4 : Fonctions de Traitement : Asservissements
- 5 : Fonctions de Traitement : Régulation (boucles fermées)
- 6 : Fonctions de Traitement : Calcul / Optimisation
- 7 : Fonctions de Gestion et d'échange
- 8 : Fonctions d'Interface Homme Machine.

Une catégorie 9 peut exister dans certains cas pour des fonctions spéciales.

* Dans la base des *Modèles métier*, certains objets : *Organes* ou *Services* peuvent être déclarés *itératifs*, ceci signifie que leur description est commune et qu'il n'a pas été nécessaire, dans le modèle, de créer autant de "répliques" que rencontrées dans un équipement réel. Ainsi, dans un modèle de réseau d'eau chaude, qui disposerait de 3 ou 4 pompes placées en parallèle, le modèle "métier" pourrait ne représenter qu'une seule pompe déclarée "itérative". Le modèle ne représente pas, dans ces cas, l'image exacte de l'arborescence, mais elle autorise une généralisation plus grande, dans la mesure où la description "commune" n'existe qu'à un seul exemplaire.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Ceci aura pour conséquence, au moment de la création du Profil GTB "réel" de l'installation, d'obliger le prestataire, à déclarer, pour chaque élément instancié, le nombre d'instances devant être créées ainsi que leurs plages de numéros d'ordre.

Profil GTB : FAQ (Foire aux Questions)**Qu'est-ce qu'un Profil GTB ?**

Un Profil GTB est un document électronique, propre à un équipement ou à un type d'équipement du patrimoine technique du CHUV, qui contient les références à un équipement particulier (Instance de Profil GTB) ou à un modèle métier d'équipement (Classe de Profil GTB). Une Instance de Profil ou une Classe de Profil peuvent être produits et présentés sous forme d'une feuille MS-Excel : le *Document de Profil GTB*.

A quoi sert un Profil GTB ?

- 1) Un Profil GTB permet un échange structuré d'informations entre des partenaires d'un projet d'automatismes :

En amont du Projet :

- Le Maître d'œuvre du Projet de travaux d'équipement comprenant des automatismes GTB.
- Les Services techniques du CHUV, afin de définir le contenu, en termes d'informations, devant être échangé entre les automatismes mis en œuvre et la supervision GTB.

Durant les travaux :

- Le prestataire en charge de l'équipement d'automatismes.
- L'Atelier GTB, ses responsables.

Durant les opérations de mise en service et de réception des ouvrages :

- Le Maître d'œuvre du Projet de travaux d'équipement comprenant des automatismes GTB.
- Le prestataire en charge de l'équipement d'automatismes.

- 2) Un Profil GTB permet de renseigner de la configuration du superviseur GTB, en minimisant les risques d'erreurs ou d'omission.

En quoi le Profil GTB diffère-t-il d'un EDE ?

Le document d'EDE (Engineering Data Exchange) défini par le BIG (BACnet Interest Group) à essentiellement le même objectif final que le *Profil GTB*, toutefois, la structuration de base de l'EDE correspond à une liste "plate" des objets BACnet mis en œuvre et ne reflète ni les automatismes (non visibles au réseau) ni la structure image de l'équipement de processus dans l'échange homme-machine. Les informations contenues dans un EDE sont, par contre, essentiellement les mêmes que celles contenues par le *Document de Profil GTB*. Il est donc, en principe, relativement simple de dériver un EDE à partir d'un *Document de Profil GTB*. Le *Profil GTB* est neutre vis à vis du protocole de communication employé.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB**Que contient un Profil GTB ?**

Les informations indispensables à la spécification et à la compréhension "rapide" des automatismes mise en œuvre ainsi que des échanges entre automatismes et supervision GTB au CHUV:

- Les données de base d'un équipement ou d'un type d'équipement.
- Une collection d'organes de cet équipement pour lesquels des fonctions de supervision sont souhaitées.
- Pour chacun de ces organes, la collection des *Attributs GTB*, correspondant à un type d'exploitation et/ou à une certaine richesse informationnelle.
- Pour chacun des *Attributs GTB*, les "pointeurs" aux fonctions d'échange (Services GTB) avec les variables d'automatismes (au travers d'Objets de communication BACnet)

Un tel document ne remplace pas les Analyse Fonctionnelles Détaillées (AFD) ni les descriptions données dans les documents de programmation. Toutefois, il permet une compréhension immédiate de leur contenu, et des échanges fructueux lors des étapes d'études en simplifiant les échanges entre prestataires et Atelier GTB/MCR.

Comment définit-on un Profil GTB ?

Un nouveau Profil GTB est défini en effectuant :

- 1) Le Choix d'un modèle métier.
- 2) Le choix d'un Profil existant que l'on souhaite modifier.
ET/OU
- 3) Une sélection des organes et attributs que l'on souhaite appliquer à ce nouveau Profil.

Comment exploite-t-on un Profil GTB ?

Un Profil GTB est, à la base, générique, (il s'agit d'une *Classe de Profil GTB*). Il n'est pas encore "configuré" pour un équipement particulier. Cette configuration se déroule en trois temps :

- a) Exportation du *Profil GTB* sous forme d'un *Document de Profil GTB*. Ce Document, est une feuille Microsoft Excel. Elle comporte :
 - o Des colonnes pré-remplies : Toutes les données configurées, comprenant les organes, attributs et services pré-identifiés* ou identifiés* selon les règles d'identification du CHUV.
 - o Des colonnes à remplir, pour toutes les informations de "raccordement" des variables ou objets de communication issus de l'automate gérant cet équipement, en regard des renseignements préconfigurés.
- b) Dérivation du *Profil GTB* type sous forme d'une instance de profil d'équipement particulière propre à l'équipement considéré.
- c) Compléter le Profil instancié par l'EDE correspondante.

* La différence entre pré-identifiés et identifiés tient au choix d'exportation du Profil GTB. Voir question suivante : "Quelle est la différence entre un Document de Profil générique et un Document de Profil instancié ?"

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Quelle est la différence entre un Document de Profil générique et un Document de Profil instancié ?

Lors de la création d'un dossier de Consultation des Entreprises pour un Projet de GTB (DCE), le Maître d'œuvre d'un corps d'état technique ou l'Atelier GTB/MCR du CHUV, peuvent ne pas connaître précisément le nombre d'équipements d'un type donné, la typologie exacte étant déterminée par le choix des matériels ou par des principes établis lors des études du prestataire.

Il peut alors exporter un *Document de Profil générique* qui servira de base au chiffrage par le prestataire. Celui-ci peut, durant sa phase d'études, être amené à modifier un *Profil GTB*. Dans ce cas, les changements demandés par le Prestataire feront l'objet d'un ou de plusieurs *Profil(s) GTB* amendé(s).

Dans le cas le plus fréquent, ce n'est qu'au moment des études du prestataire, que le nombre d'équipements appartenant à un type donné, et correspondant donc à un *Profil GTB générique* spécifié, sera déterminé.

Il sera alors possible de créer des *Documents de Profils GTB* "Instanciés" par recopie "manuelle" ou "automatique" (assistée) du *Document de Profil générique* : les renseignements préconfigurés tels que les identifiants des équipements, organes, attributs et Services seront alors génériques et il appartiendra au prestataire de recopier ce *Document de Profil*, autant de fois qu'il aura d'équipement correspondant à ce *Profil GTB* puis de compléter les codes d'identification pré-générés.

Cycle de renseignement du profil GTB

Création de la Classe de Profil GTB



PROFIL
TYPE

Modalité de spécification standardisée automatisation / GTB

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

La spécification standard GTB du CHUV comporte deux parties :

- Un ensemble de documents types spécifiant les éléments communs à tout projet d'automatismes au sein du CHUV.
- Un jeu de documents spécifiques au projet constitués d'un ou de plusieurs fichier(s) comprenant les structures et identifications finales des informations (objets BACnet) d'échange entre automate(s) tiers et infrastructure de supervision GTB.

Documents types

Les éléments communs joints à tout DCE mettant en œuvre des fonctions d'automatismes comprennent :

- La présente introduction.
- La **Directive GTB du CHUV**.
- Le **Dictionnaire de Codification**.
- La **Directive de Câblage**.

Pour chaque Projet, il sera joint une spécification particulière propre :

- Le descriptif type des **Fiches de Profil**.
- La ou les **Fiche(s) de Profil par Type d'Équipement ou par Équipement**.

Cette fiche de renseignements sera réalisée, selon les Projets et leur complexité, par le Maître d'œuvre Interne ou Externe ou par une collaboration entre Maîtrise d'œuvre externe et les Ateliers GTB/MCR du CHUV. Elle sera réalisée à partir de la feuille Excel donnée en [annexe 600-9](#) ou au moyen d'un assistant spécifique, permettant, à partir de "Profils GTB" existants au CHUV, pour une catégorie d'équipement, d'opérer les amendements qui pourraient être nécessaires dans le cadre spécifique du Projet, et d'obtenir, en final, un ensemble de fichiers de format Microsoft Excel, comprenant les structures de données et les identifications des points d'automatismes.

Ces fichiers sont destinés à être utilisés par les entreprises en complément des fichiers "EDE" (Engineering Data Exchange) afin de finaliser leur documentation de projet, et, de renseigner, en retour, le processus de configuration de la Supervision GTB du CHUV.

A cette fin, les fichiers produits comprennent des zones précises devant être remplies par les entreprises durant l'exécution de leur prestation, notamment en termes d'identification et d'adresses d'automate mis en œuvre, ainsi que des adresses, internes aux automates fournis, des objets BACnet représentant les échanges avec la Supervision.

Feuille d'échange EDE**Normes et directives applicables**

- EN ISO 16484-3 : description fonctionnelle.
- EN ISO 16484-5 : protocoles de communication ouverts.

Engineering Data Exchange for BACnet.
Convention de nommage du CHUV.

Spécification fonctionnelle

Cadre général

La spécification fonctionnelle comprendra une description de l'ensemble des fonctionnalités des automatismes mis en place dans le cadre d'un projet selon EN ISO 16484-3. Le niveau de "profondeur" de la description sera celui indiqué par cette norme. La "granulosité" de la description est celle des fonctions standardisées qui y sont décrites.

Nature des renseignements

(Voir exemple en [annexe 600-7](#))

Au minimum, les informations suivantes seront communiquées sous format électronique réutilisable (MS-EXCEL, XML, xBase, Access, MS-SQL).

- Les champs de Nommage selon convention du CHUV
- Le repère de la fonction standard tel que décrit dans EN ISO 16484-3
- Un repère d'instance de la fonction standard
- Un texte décrivant le rôle de cette instance de fonction standard
- Un repère de position hiérarchique dans une arborescence équipement-organe-attribut GTB-Service (fonction EN ISO 16484-3).

Dans le cas où l'on fait usage d'un descriptif type (Classes&Objets)

- Un repère de type de traitement ou de classe
- Un identifiant indiquant si la fonction est héritable directement
- Un identifiant indiquant si la fonction supporte la surcharge

Présentation

Il n'est pas nécessaire d'utiliser la feuille Excel type donnée en annexe informative dans la norme EN ISO 16484-3 et l'[annexe 600-9](#), on pourra utiliser l'exemple donné en annexe au présent document (feuille AF Type VPE00) en [annexe 600-7](#).

Exemple d'utilisation en annexe

La feuille Excel **AF Type VPE00** donnée en [annexe 600-7](#), détaille l'AF d'une Centrale de Traitement d'Air typique (code de type / classe : "VPE00") selon la norme EN ISO 16484-3.

Les colonnes A-H reçoivent la codification de la fonction suivant la "Convention de Nommage" du CHUV.

Les colonnes I à K reçoivent le type d'objet BACnet utilisé pour la communication, s'il y a lieu, le repère de la propriété (lorsque nécessaire pour lever une ambiguïté) et l'usage principal de l'objet.

Les repères de code hiérarchique (col. L) correspondent au schéma type CLASSE VPE00 donné en annexe.

Les repères des fonctions standards (col. M) correspondent au tableau de l'annexe informative de la norme. Le premier chiffre correspondant au *Type* de fonctions ; de 1 à 8. Le second chiffre, de la colonne de fonction, identifie la position de la fonction dans le *type*. Ainsi 1-3 correspond à *Fonctions d'entrées-sorties physiques* : (1) et TS, *Compte rendu d'état* : (3).

Feuille d'échanges Supervision

Cadre général

Les feuilles d'échange *Engineering Data Exchange* (EDE) sont destinées à renseigner les données destinées à des équipements "consommateurs" tels qu'automates ou superviseurs dans le cadre d'un projet ouvert.

Les types de communication suivants donnent lieu à l'usage d'une feuille EDE type.

Les équipements au standard BACnet, frontaux de communication au Superviseur d'une île d'automatismes.

Feuille d'échange BACnet

Le CHUV adopte le format EDE du Groupe d'intérêts BACnet Europe, tel que décrit dans la spécification jointe dans l'[annexe 600-10](#) (v2 9.02.04).

Exemple d'utilisation en annexe

La feuille *EDE*, donnée en [annexe 600-7](#), reprend quelques objets BACnet issus de l'analyse fonctionnelle type *AF Type VPE00* appliquée à la liste d'entrées sorties de la VPE 05 (voir feuille *Ex ES VPE05*) dans cette même [annexe 600-7](#).

Les feuilles *State-Texts*, *Unit-Texts*, *Object-types* décrivent respectivement, les textes d'état standard, les unités et les repères des objets BACnet tels qu'ils sont décrits dans la feuille EDE.

La feuille EDE décrit, pour tout objet BACnet mis à la disposition d'un dispositif tiers, un certain nombre d'informations de base telles que :

Propriétés obligatoires : (en rouge)

Le code mnémotechnique de l'objet suivant la spécification du CHUV, le numéro d'instance de l'automate hôte (donné selon une règle propre au CHUV), le nom de l'objet, le type d'objet (tag code BACnet : voir feuille *Object-Type*), le numéro d'instance de cet objet dans l'automate.

Propriétés dépendant du contexte : (en vert)

La description de l'objet (de l'instrument ou de l'organe source) une valeur par défaut, une valeur minimale acceptable, une valeur max acceptable, la possibilité de commander cet objet, si cet objet supporte les services de *CoV* (*ChangeofValue*, permet de transférer des changements de valeurs de l'objet de manière non sollicitée) les limites hautes et basses s'il y a lieu, les repères de textes d'état utilisés, les codes d'unités physiques, l'adresse interne spécifique à la source.

4.5.4.1. MODALITÉS DE COMMISSIONNEMENT PROPRES AUX RÉSEAUX BACNET, EN RELATION AVEC LES PRESCRIPTIONS DE LA DSI CHUV

Le commissionnement (Cx) des automatismes et des réseaux BACnet se fera selon le Plan de commissionnement type ci-après qui sera révisé à l'occasion de chaque projet. Un responsable Cx sera proposé par le titulaire du projet et sera l'interlocuteur privilégié de l'Atelier GTB pour toutes les opérations liées au contrôle Qualité des Etudes, Travaux et Mise en Œuvre, Mise en service et Opérations de réception fonctionnelle.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

PHASE	Activité	Objectif	Document	Moyens déployés / contenus attendus	
ETUDES AAVANT PROJET		Analyse du risque	Rapport de risque	Elaborer une matrice de risque	Risques exploitation durant travaux; Risques liés à la quantité et à la qualité des informations mise à disposition des opérateurs; Risques liés aux intervention et aux temps d'accès; risques liés à la Disponibilité des Equipements sous surveillance
		Conception de l'opération	Avant Projet	Spécifier le matériel et validation des différentes étapes selon le processus avant-Projet Spécifications fonctionnelles •Spécification du Plan de formation •Identification des moyens pour identification des défauts et suivi contractuel •Elaboration des stratégies de maintien de la performance d'ensemble •Spécification des impératifs d'exploitation & de Maintenance	EN ISO 16484-3 en termes d'objectifs pédagogiques et de cibles indicateurs, rapports ? maintenance système GTB, mais aussi actions de maintenance Patrimoine surveillé pouvant être facilitées par la GTB
		Elaborer suivi qualité du projet	MAJ plan de commissionnement	Intégrer spécifications techniques du plan (contrôles à effectuer) Budget définitif du commissionnement	
		Documentation projet	MAJ DOE	•MAJ Spécification du Plan de formation •MAJ Spécification des impératifs d'exploitation & de Maintenance	
		Suivi des écarts /spécifications initiales	Rapport inter Cx phase Etudes	CR réunions de Cx Récapitulatif des écarts	
		Rédaction obligations contractuelles	MAJ Spécification		
ETUDES DE DETAIL	ETUDES DETAILLEES	Conception opération	SPECIFICATIONS DETAILLEES	•Etudes de détail (MAJ avant Projet) et validation des différentes étapes selon le processus des Spécifications Détaillées •MAJ Spécification du Plan de formation Spécifications fonctionnelles (etAFD) •Elaboration des stratégies de maintien de la performance d'ensemble MAJ des spécifications techniques du plan (contrôles à effectuer)	Selon Détail Directive Description des auto-tests et des modalités de contrôle
		Elaborer suivi qualité du projet	MAJ plan de commissionnement	•MAJ Spécification du Plan de formation •MAJ Spécification des impératifs d'exploitation & de Maintenance	
		Documentation projet	MAJ DOE		
		Suivi des écarts /spécifications initiales	Rapport d'audit Etudes Liste des réserves Rapport des réserves Rapport final Cx phase Etudes		
		Rédaction Dossier ETUDES FINAL	DOSSIER ETUDES DETAILLES	Objectifs techniques, de performance, analyse de risques, moyens mis en œuvre, budget	
		Conception de l'opération	Compléments EXE	MAJ	
Mise en œuvre du Projet	Travaux et mise au point	Elaborer suivi qualité du projet	MAJ plan de commissionnement Plans et approche coordination livrables corps d'état techniques Checklists des inspections travaux & procédures de tests	Identification des interfaces intermédiers pour réceptions fonctionnelles Liste des vérifications ponctuelles Essais statiques Essais dynamiques Spécification autocontrôle	De bout en bout (jusqu'à l'IHM Supervision)
		Suivi des écarts /spécifications initiales	Liste des soumissions (matériels) et décisions Rapports d'inspection et essais	•Mise en œuvre et vérifications ponctuelles durant travaux •Tests opérationnels individuels, contrôles des auto-tests des entreprises Stockage des matériaux / équipements	
		Rédaction obligations contractuelles pour garantie	Rapport préliminaire Cx phase Travaux Compléments au Programme performanciel définitif (comme construit)	CR réunions de Cx	
		Documentation projet /formation	MAJ DOE	Remise au client + formation (personnels et accompagnement à la validation des connaissances)	
		Elaborer suivi qualité du projet	MAJ Plan Cx		
	Réception	Suivi des écarts /spécifications initiales	Liste des réserves Rapport des réserves et levées Rapport final Cx phase Travaux	•Réception des travaux et tests opérationnels d'ensemble •Réception des documents de tests, le DOE, le DIUO, le manuel d'exploitation, le manuel de maintenance, les manuels de formation	

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB**4.5.4.2 DOSSIER DES OUVRAGES EXÉCUTÉS****Check liste des documents constitutifs du DOE automatismes**

Les DOE des projets d'automatismes comprendront, à minima, les documents suivants :

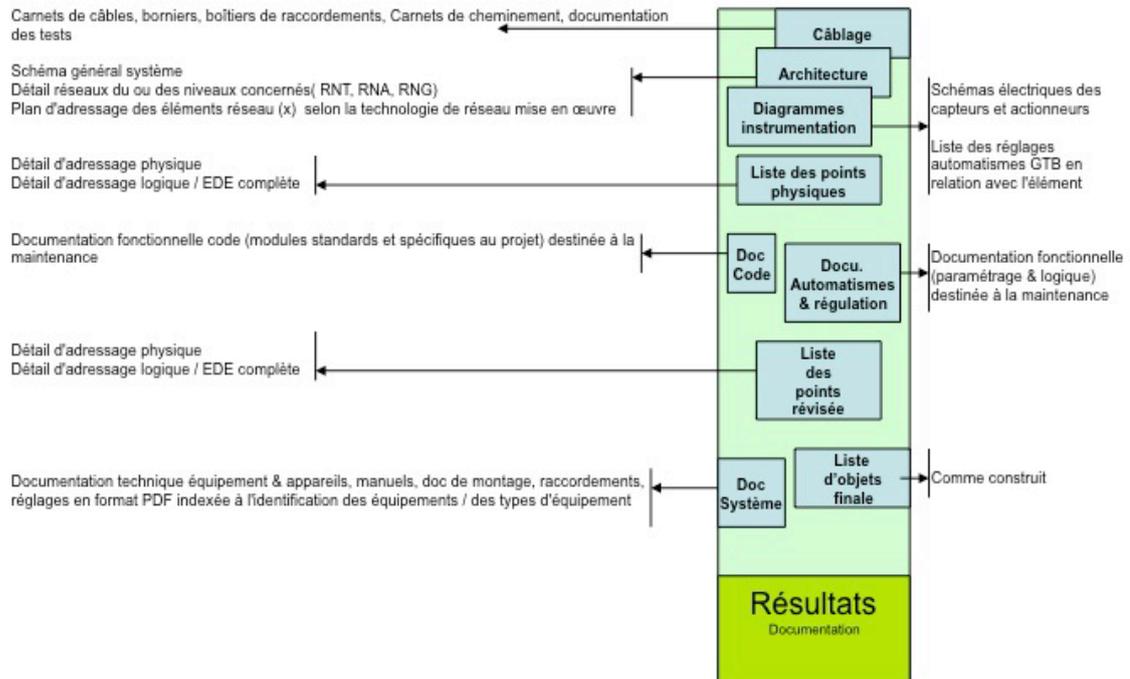
1) Partie Automates & Terrain

- Schéma général du système d'automatismes indiquant les différents dispositifs d'automatismes principaux et leurs identifiants :
 - o Selon convention du CHUV,
 - o ET,
 - o Si nécessaire du fait de la non-compatibilité de la procédure d'identification CHUV au standard des dispositifs employés, les identifiants "constructeur" spécifiques.
- Analyse fonctionnelle détaillée utilisant le vocabulaire et les "Fonctions" ou "Services" décrits dans la partie 3 de la norme précitée. Cette AFD comprendra une Liste des Objets GTB d'une forme similaire à celle donnée dans l'annexe correspondante de EN ISO 16484-3, et jointe en [annexe 600-7](#). du présent document. La "finesse" de la description sera spécifiée par le Maître d'œuvre du Projet, de manière à expliciter :
 - o Les objectifs des automatismes et les limites du domaine fonctionnel
 - o Les processus automatisés, les objets de régulation et/ou d'asservissement et le comportement du système aux limites.
 - o Les interfaces avec le Supervision selon les profils visés par la présente Directive.
- Dans les cas où les fonctions décrites sont complexes et/ou répétitives, il sera demandé de fournir un diagramme "Schéma automatismes" soit de type logigramme soit par blocs de fonction.
- Sauf expressément convenu avec le Maître d'œuvre du projet, il sera fourni, en correspondance avec les blocs fonctionnels de EN ISO 16484-3 le détail de mise en œuvre (code de haut niveau selon une des 5 formes d'IEC 1131-3). Il pourra être admis l'usage d'UDF (Fonctions macros de haut niveau) pour autant que ces fonctions soient décrites dans une documentation jointe.
- Pour chaque fonction des types 1-, 2-, 7-1,7-2 de EN ISO 16484-3 le détail de mise en œuvre :
 - o Fonctions 1- : les listes de points d'E/S avec identifiants matériels
 - o Fonctions 2- : les listes de variables d'échanges et adresses
 - o Fonctions 7-1,7-2 : les listes d'objets d'échanges, correspondants aux EDE proposés par le prestataire.
- Une liste des paramètres de réglages (seuils, limites) avec les valeurs préconisées après mise en service et indication des identifiants de ces paramètres sur les dispositifs interface IHM locaux.
- Une liste des matériels d'instrumentation avec les caractéristiques exactes (matériel, firmware, documentation constructeur)
- Une liste des matériels d'automatismes avec les caractéristiques exactes (matériel, firmware, documentation constructeur)
- Un schéma de câblage des armoires d'automatismes reprenant les identifications spécifiées et mentionnant les sources d'alimentation ainsi que les localisations et dénomination des protections amont.
- Un Carnet de câbles comprenant les cheminements et boîtiers de raccordements, pour l'ensemble des câblages réseaux, d'instrumentation et d'installations électriques.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

- Une description de l'ensemble des réseaux de communication de l'île d'automatismes (indépendamment du raccordement au RNA du CHUV, indiquant, pour chaque couche fonctionnelle (selon ISO OSI) les éléments d'adressage pertinents. Tous les équipements réseau (passifs ou actifs) seront également décrits dans ce document, en incluant les numéros ou identifiants de ports utilisés et les caractéristiques du dispositif.

Projet GTB selon EN ISO 16484



17

2) Partie communication vers SSC

Le DOE du projet d'automatismes comprendra la version finale des documents d'échanges spécifiés par la présente Directive renseignés pour chaque instance de profil et de l'EDE des adresses exactes des objets d'échanges.

3) Partie supervision SCC

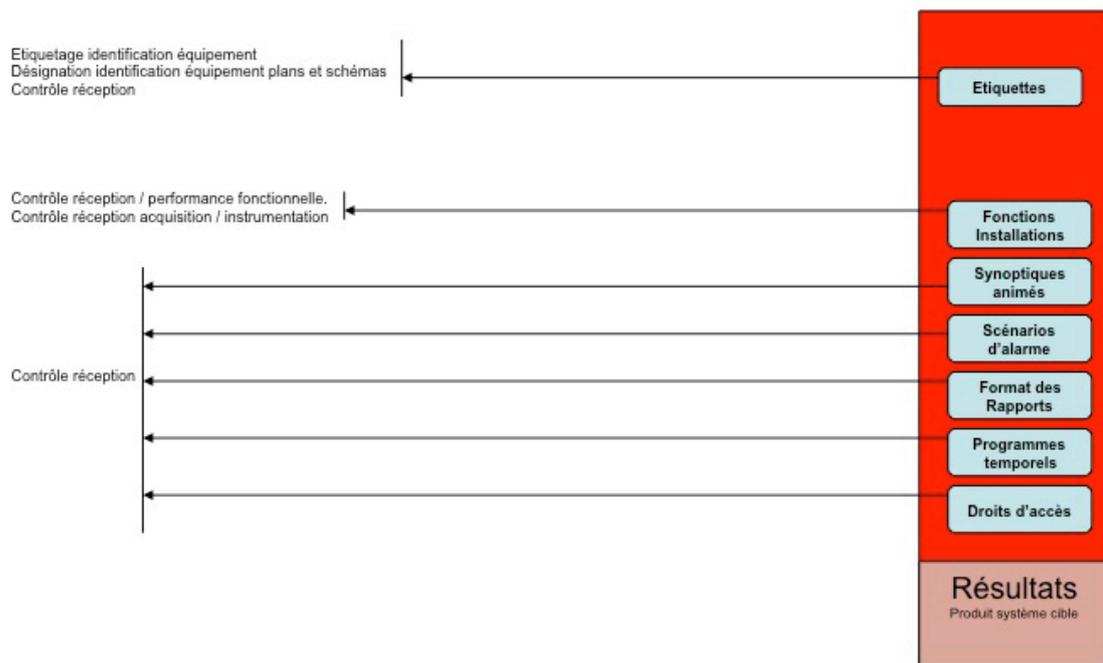
Le DOE du Projet d'automatismes comprendra les descriptions des éléments mis en œuvre au niveau supervision, il appartiendra à l'entreprise en charge du projet d'automatismes d'obtenir, via la maîtrise d'œuvre du projet ou, le cas échéant, directement de l'Atelier CdC, les éléments documentaires standard issus de la mise en œuvre de la partie Supervision de leur projet.

Ces documents comprendront :

- Documents de réception fonctionnelle (autotests et réception formelle) des liens de bout-en-bout.
- Fonctions principales et limites/ valeurs de consignes / paramètres.
- Synoptiques animés (Géographiques et Fonctionnels, le cas échéant).
- Scénarios d'alarme (messages, priorités, consignes, actions visées).
- Rapports ou modifications de Rapports.
- Programmes temporels.
- Droits d'accès aux objets mis en œuvre.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Projet GTB selon EN ISO 16484



24

Forme des documents

L'ensemble des documents constitutifs du DOE sera remis sous une forme papier en deux exemplaires et sous forme de documents électroniques aux formats suivants :

"Comme construit", en format .pdf de la version supportée par le CHUV au moment du Projet. Aux formats natifs éditables, non protégés, avec indication des progiciels sources et des versions employées.

4.5.4.3 DOSSIER DE MAINTENANCE

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Le Dossier de maintenance Automatismes comprendra, au-delà du DOE reflétant l'ingénierie de configuration, des éléments standards permettant de définir les opérations de maintenance applicables aux matériels et logiciels mis en œuvre dans le cadre du Projet d'automatismes.

Ces éléments comprendront, à minima :

- Fiches techniques des équipements d'automatismes, incluant, pour tous les équipements communicants au niveau RNA, le détail des certifications BTL ou similaire approuvées par le CHUV.
- Indication des gammes de maintenance préventive pour les équipements capteurs, actionneurs, automates, concentrateurs, routeurs, consoles et postes opérateurs et de manière générale, tous équipements actifs mis en œuvre dans le projet.
- Indication des procédures d'intervention curative de premier niveau, incluant les mesures palliatives, et de procédures de correction telles que proposées et acceptées, le cas échéant par le biais d'un contrat de maintenance.
- Listing des éléments logiciels (firmware, système d'exploitation, logiciels applicatifs, logiciels de configuration) ainsi que leurs versions telles que mises en œuvre dans le cadre du Projet.
- Listing synthétique des réserves équipées : en nombre de points physiques, de variables et/ou "points" logiciels (au sens d'un objet de complexité équivalente à un objet BACnet de la catégorie 7-1), en quantité d'abonnements CoV disponibles après mise en œuvre, en mémoire résiduelle libre pour tous usages locaux d'historisation (Objets TL, TLM, EL). La charge moyenne du processeur de tout équipement d'automatismes raccordé au RNA sera également indiquée ainsi que sa réserve effective, sans ralentissements notables.

4.5.4.4 FORMATION DES OPÉRATEURS/ MAINTENEURS- EXPLOITANTS

Tout Projet d'automatismes comprendra un Dossier de formation des différentes catégories d'utilisateurs :

- Configureurs GTB/MCR (Configuration logicielle et explication détaillée du DOE réalisé selon les prescriptions de la présente Directive).
- Opérateurs CDC.
- Administrateurs systèmes GTB/MCR.
- Opérateurs des Consoles d'automatismes (Maintenance Processus surveillé, Maintenance MCR).
- Opérateurs – Utilisateurs finaux dans le cas de fonctions interagissant avec des personnels non techniques (par exemple : consoles de régulation terminale).

Ces formations, feront l'objet, avant toute préparation du matériel pédagogique, d'une spécification préalable comprenant :

- Un descriptif du Contenu.
- Le public auquel s'adresse cette formation.
- Le niveau de connaissances de base considéré.
- L'objectif pédagogique, exprimé selon la taxonomie de Bloom en 6 niveaux. Cet Objectif sera décliné pour l'ensemble de la formation mais également pour tout module individuel (typiquement d'une durée maximale de 50 minutes).

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Le dossier sera remis pour validation à l'Atelier GTB/MCR, aux différentes étapes visées par le Plan général de Commissionnement du Projet, ou, à défaut, dans les premiers temps des travaux de mise en œuvre effective du Projet.

Le document de formation réalisé selon les prescriptions précédentes sera validé, en principe, par l'Atelier GTB/MCR, avant la formation.

Tout ajout, rendu nécessaire, lors de la formation, du fait d'un non-respect des prescriptions de la spécification, fera l'objet des compléments ou rectifications nécessaires, aux frais du prestataire. Celui-ci ne pourra faire valoir la validation de principe du document de formation présenté, effectuée préalablement par l'Atelier GTB/MCR, pour se libérer de ses responsabilités. Cette validation ne peut préjuger de l'adéquation effective du contenu aux besoins réels de la spécification, mais uniquement du respect de la procédure décrite dans le présent chapitre.

Le document de formation final fera partie intégrante du DOE final.

4.6. GLOSSAIRE

GLOSSAIRE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

Ci-dessous, la liste des acronymes et abréviations utilisés dans ce document.

Acronyme	Désignation
ASHRAE	American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers
B-AAC	BACnet Advanced Application Controller
BACnet	Building Automation and Control Network
B-ASC	BACnet Specific Controller
B-BC	BACnet Building Controller
BBMD	BACnet Broadcast Management Device
BDT	BACnet Device Table
BIBB	BACnet Interoperability Building Blocks
BMS	Building Management System
B-OWS	BACnet Operator Workstation
BTL	BACnet Test Laboratory
CASE	Computer Aided SAUTER Engineering
CMD	Object Commandable
COV	Change of Value
CSV	Comma-Separated Values
DBE	Unité de commande/signalisation directe
DDE	Dynamic Data Exchange
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name Server
DOI	Device Object Identifier
EDE	Engineering Data Exchange Files
EY2400	Gamme de génération d'automates Sauter
EY3600	Gamme de génération d'automates Sauter
FBD	Function Block Diagram
FD	Foreign Device
FTP	File Transfer Protocol
GTB	Gestion Technique du Bâtiment
GTC	Gestion Technique Centralisée
HA	High Availability (Haute disponibilité)

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB

Acronyme	Désignation
http	Hypertext Transfer Protocol
https	Hypertext Transfer Protocol Secure
IEC	International Electrotechnical Commission
IAT	Ile d'automatismes : ensemble d'automatismes cohérent pour un projet ou un service donné, comprenant de fortes liaisons/reliations internes (intra et inter automates), des liaisons avec des automatismes existants (iles existantes) « faibles » (en volume et en fréquence) et une ou plusieurs liaison(s) d'intégration dans l'un des systèmes de Supervision existant au CHUV
IR	Intrinsic Reporting
ISO	International Standardization Organization
LAN	Local Area Network
MAC	Media Access Control Address
MAN	Metropolitan Area Network
MCR	Mesure Commande Régulation
Modulo2/5	Gamme de génération d'automates Sauter
NAT	Network Address Translation
novaNet	nova Network (protocole propriétaire Sauter)
nPO	novaPro Open
NTP	Network Time Protocol
OC	Dynamic object Creation
ODBC	Open Database Connectivity
OLE	Object Linking & Embedding
OOS	Out-Of-Service
OPC	OLE for Process Control
OSI	Open Systems Interconnection
P2P	Peer-to-Peer (Liaison point à point)
PA	Priority Array
PICS	BACnet Protocol Implementation Conformance Statement
PR	Priority
PV	Present Value
SBC	Sauter Building Control
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SMS	Short Message Service
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SNAPP	Simple Network Application Process Protocol
SQL	Special-purpose programming language (Base de données)
SSH	Secure Shell protocol
SSL	Secure Sockets Layer
SVO	Structured View Object (BACnet)
TL	Trend-Log
UDP	User Data Protocol
UGL	Unité de gestion locale
ULT	Unité Locale de Traitement
UMS	Unified Messaging Service
URL	Uniform Resource Locator
VLAN	Virtual Local Area Network
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network
XML	Extended Markup Language

5. Codification des unités d'automatisme

5.1. PRINCIPES DE CODIFICATION 107

5. Codification des unités d'automatisme

5.1. PRINCIPES DE CODIFICATION

Les unités d'automatisme sont codifiées avec un numéro unique selon l'[annexe 600-20](#) appelé DOI.

Le numéro DOI correspond à l'adresse machine fixe et elle doit être unique au CHUV. Dans les automates BACnet, cette adresse se trouve dans l'objet DEVICE.

Le nom de l'automate sera composé du DOI, du numéro de tableau et d'un descriptif. Les informations sont séparées par un sous tiret selon l'[annexe 600-20](#).

Exemples :

4301_TR002BH0004_BOR IRC BUREAUX BH04

23661_TT001BOI3S1_ONCOLOGIE AS1

21901_TT001EC00S1_CHAUFFERIE

6. Exigences MCR (Mesures – Contrôle – Régulation)

6.1.	SÉQUENCE "DANGER DE GEL"	109
6.2.	COURBES DE CHAUFFAGE POUR RADIATEURS	109
6.3.	SÉCURITÉS ECHANGEURS (CHAUFFAGE – ECS – PASTEURISATION – VAPEUR).....	109
6.4.	RÉGULATION D'UN ÉCHANGEUR DE PASTEURISATION	110
6.5.	ASSERVISSEMENT VANNES GAZ NATUREL	110
6.6.	ASSERVISSEMENTS FEU	110

6. Exigences MCR (Mesures – Contrôle – Régulation)

6.1. SÉQUENCE "DANGER DE GEL"

Le traitement de l'alarme gel se déroule comme suit :

Lors de la présence de la 1ère alarme :

- Arrêt de l'installation de ventilation et fermeture du clapet AF.
- Ouverture de la vanne de chaud.
- Pas de transmission d'alarme CDC.
- Asservissement non maintenu.

Lors d'une 2^{ème} alarme dans un délai de 30 minutes

- Arrêt maintenu de l'installation de ventilation et fermeture du clapet AF
- Ouverture maintenue de la vanne de chauffage
- Transmission d'alarme au CDC
- Asservissement maintenu jusqu'au retour à la normale du thermostat et de la quittance externe.

6.2. COURBE DE CHAUFFAGE POUR RADIATEURS

Une courbe de chauffe sera définie avec les points d'inflexion suivant :

Temp. Ext.	Consigne Départ Nuit	Consigne Départ Jour
-10.0 °C	50.5 °C	70.5 °C
8.0 °C	23.5 °C	43.5 °C
12.0 °C	Arrêt	35.5 °C
15.0 °C	Arrêt	30.0 °C

Seuil limite de déclenchement

Jour	18 °C	Extérieur
Nuit	8°C	Extérieur

Les instructions pour les Programmes de Commande Horaire (PCH) seront fournies par l'atelier GTB ou CVC.

Une commande saisonnière (ETE/HIVER) du superviseur verrouillera l'enclenchement des groupes de chauffage.

Les commandes Jours/Nuit doivent être modifiables en supervision.

Les installations qui doivent être pilotées par une température extérieure doivent prendre les valeurs sur les stations "météo" existantes (BH ou BE).

6.3. SÉCURITÉ ÉCHANGEURS (CHAUFFAGE – ECS – PASTEURISATION – VAPEUR)

L'asservissement de la vanne de sécurité de l'échangeur se fera de manière câblée. Un système de relais, maintenu par manque de tension, supprimera la tension de commande sur la vanne de sécurité.

Par manque de tension, la vanne de sécurité doit se fermer par son mécanisme.

600 / INSTALLATIONS MCR - GTB**6.4. RÉGULATION D'UN ÉCHANGEUR DE PASTEURISATION**

La boucle de régulation s'effectuera avec un régulateur PID standard.

Dès la mise en service de l'échangeur une surveillance stricte de la température doit s'effectuer. La différence de température entre la consigne et l'eau devra être signalée par "une alarme maintenue" sur le tableau et au CDC.

La consigne de pasteurisation et la température de départ seront affichées localement au moyen d'un afficheur de type LCD.

6.5. ASSERVISSEMENT VANNES GAZ NATUREL

L'asservissement des vannes de Gaz naturel pour les BE doit s'effectuer conformément à la procédure :

Gaz – Asservissement des vannes principales de gaz naturel dans les BE,
[SAN PROCEDURE 1171.](#)

6.6. ASSERVISSEMENTS FEU

1. Les commandes des asservissements feu, CCF (Clapets Coupe-Feu), ventilation de pulsion, ventilation d'extraction, monoblocs, doivent être actionnés depuis la supervision (GTB) selon les programmes établis par le département sécurité et par l'exploitant des équipements de ventilation (atelier CVC)
2. Les informations des messages sur "GSM" (feu, gaz médicaux, agression) doivent passer par le système de supervision afin de gérer la diffusion des messages.
3. Les CCF doivent avoir 3 informations et 1 alarme :
 - La commande
 - L'état ouvert
 - L'état fermé
 - L'alarme de discordance (état indéterminé ou état ne correspondant pas à la commande).

7. Annexes

7.1. LISTE..... 112

7. Annexes

7.1. LISTE

- [600-1 Demande de numérotation de tableau, automates et connexion d'un équipement au réseau](#)
- [600-2 PICS Applicable aux mises en œuvre d'automatismes des lieux sous environnement Sauter NPO ou SVC](#)
- [600-3 PICS Applicable aux mises en œuvre d'automatismes des lieux sous environnement Honeywell EBI](#)
- [600-4 Tables des priorités BACnet](#)
- [600-5 Tables des Classes de Notification](#)
- [600-6 Mise en œuvre de BACnet Security Architecture au CHUV \(*en préparation*\)](#)
- [600-7 Profil GTB Exemple type](#)
- [600-8 Librairie des Profils GTB applicables](#)
- [600-9 Formulaire type de Profil GTB](#)
- [600-10 Spécification EDE](#)
- [600-11 Liste des codes Equipements et Numéros d'instance fixe](#)
- [600-12 Liste des codes Organes et Numéros d'instance fixe](#)
- [600-13 Liste des codes objets GTB \(Classe Objet\)](#)
- [600-14 Liste des codes Bâtiments](#)
- [600-15 Liste des codes Atelier utilisés dans les textes](#)
- [600-16 Liste des Etats d'Alarmes](#)
- [600-17 Liste des Sévérités d'Alarmes](#)
- [600-18 Liste des Ateliers, Groupes et Codes spéciaux pour la codification des synoptiques](#)
- [600-19 Liste des couleurs pour gaines et tuyaux](#)
- [600-20 Liste Codification des unités d'automatisme](#)