

Spécifications Techniques

Automatisme et Supervision

Réalisé par :	Bernard Roussel	12/10/1998
Mis à jour par :	Richard PIMENTA/J-C. FALLET	26/02/2019
Validé par :	Vincent ROUCAUTE	Mars 2019

Caractéristique de document

Référence du fichier :	Spécifications Techniques Automatisme et Supervision
------------------------	--

Historique des modifications

Date	Version	Auteur	Observation
12/10/1998	1.0	B. ROUSSEL	Création du document
25/02/2016	1.1	B.ROUSSEL	Mise à jour du document
26/02/2019	1.2	R.PIMENTA/J-C. FALLET	Mise à jour du document

Table des matières

1 - Objet:.....	4
2 - Programmation des automates:.....	4
2-1 Types d'automates présents sur l'aéroport :	4
2-2 Analyse fonctionnelle :.....	4
2-3 Langages de programmation :.....	4
2-4 Construction des programmes :	4
2-4-1 Principes généraux :	4
2-4-2 Déclaration des variables :	5
2-4-3 Création et utilisation de blocs programmes :.....	5
2-4-4 Programmation de la communication :	6
2-5 Livraison des programmes :	6
2-6 Essai :	6
3 – Spécifications matériels automate:	7
3-1 Caractéristiques communes :	7
3-2 Processeurs :.....	7
3-3 Cartes d'entrées TOR in rack :	8
3-4 Cartes de sorties TOR in rack :	8
3-5 Cartes entrées sorties analogiques:	9
3-6 Cartes de communication série in rack:	9
3-7 Cartes de communication ethernet in rack:.....	9
3-8 Cartes bus de terrain embarquées dans l'automate:.....	10
3-9 Stations réseau:.....	10
4 – Références matériels automate:	11
5 – Caractéristiques des armoires automates:.....	13
6 – Réseaux industriels:.....	15
6-1 Principes :	15
6-2 Réseau RS485 :	15
6-3 Réseau ethernet industriel :	15
6-4 Contraintes de sécurité du réseau industriel :	17
7 – Supervision:	18
7-1 Logiciel de supervision :	18
7-2 Matériels :.....	18
7-3 Les différents superviseurs de l'aéroport:.....	18

7-4 Les différents métiers de l'aéroport:.....	19
7-5 Création ou modification d'une application de supervision:	19
7-6 Livraison d'une application de supervision:	20
7-7 Essai d'une application de supervision:.....	20
8 – Solution Getex :	20
8-1 Principes :	20
8-2 Descriptif technique :	21
8-3 Supervision	21
8.4 Developpement :	21
8-5 Livraison d'une application De supervision Getex :	21
8-6 Essai d'une application de supervision Getex :	22

1 - OBJET:

L'objet de la présente "Spécification technique automatisme et supervision" est de définir les standards à utiliser tant en interne (personnel Aéroport Marseille Provence) qu'en externe (Sous-traitants) lors de la réalisation de programmes d'automatisme et du développement des applications de supervision de l'Aéroport Marseille Provence.

2 - PROGRAMMATION DES AUTOMATES:

2-1 TYPES D'AUTOMATES PRESENTS SUR L'AEROPORT :

- APRIL :

- Ces automates sont obsolètes et sont en cours de remplacement, de ce fait les modifications sur ceux-ci ne sont réalisées que par l'AMP.

- Premium :

- Unité centrale PL7 (automate équipé d'un ou de plusieurs racks reliés par câbles cuivre). Avec des bus de terrain RS485 protocoles MODBUS et FIPIO, ou sur réseau Ethernet protocole MODBUS/TCP.
- Unité centrale Unity (automate équipé d'un ou de plusieurs racks reliés par câbles cuivre spécifique). Avec des bus de terrain RS485 protocoles MODBUS et FIPIO, ou sur réseau Ethernet protocole MODBUS/TCP, ETHERNET/IP.

Ces automates toujours présents sur l'aéroport sont en cours de remplacement.

- M580 :

- Unité centrale Unity (automate équipé d'un ou de plusieurs racks reliés par câbles cuivre spécifique ou liaisons Ethernet). Avec des bus de terrain RS485 protocoles MODBUS, ou sur réseau Ethernet protocole MODBUS/TCP, ETHERNET/IP. Certaines applications sont redondantes.

La gamme M580 correspond aux automates actuellement déployés sur l'aéroport.

2-2 ANALYSE FONCTIONNELLE :

Tous les programmes et modifications de programme feront l'objet d'une analyse fonctionnelle qui sera validée par le responsable GTC de l'aéroport. Le document instruction, PS-AER-PAT-001-A02, fourni par l'aéroport constitue le document de référence pour la rédaction de l'analyse fonctionnelle.

2-3 LANGAGES DE PROGRAMMATION :

Pour faciliter la lecture des programmes par les techniciens de la maintenance, le langage de programmation choisi est le langage « LADDER». L'utilisation de tout autre langage de programmation, grafcet, littéral structuré, est soumise à l'accord écrit du responsable GTC.

2-4 CONSTRUCTION DES PROGRAMMES :

2-4-1 PRINCIPES GENERAUX :

- Les noms des sections de programme doivent correspondre à une fonction du process, leurs noms et nombres seront définis par l'analyse fonctionnelle.
- Toutes les lignes de programmes seront commentées, y compris celles destinées à la supervision.

- Afin de permettre le forçage des variables, les variables binaires internes destinées au process seront des « EBOOL » localisées.
- L'utilisation des bits de mots est de ce fait réservée aux variables destinées à la supervision.
- La copie du mot image des entrées/sorties dans un mot à destination de la supervision est interdite. Toutes les variables destinées à la supervision sont nommées et commentées.
- L'utilisation des blocs opérations et comparaison PL7 est interdite dans les automates équipés d'unité centrale Unity.
- L'utilisation des blocs et fonctions des bibliothèques obsolètes est interdite pour les nouveaux programmes Unity et notamment pour la plateforme M580.

2-4-2 DECLARATION DES VARIABLES :

- Toutes les variables présentes dans les programmes automates (entrées, sorties, bool, ebool, tables, éléments des tables, ect) seront déclarées et commentées.
- La variable IODDT de l'I/O scanning sera déclarée et utilisée pour remonter vers la supervision les états et défauts des équipements scannés. Les variables seront remontées unitairement vers la supervision avec les mêmes principes que pour les autres variables destinées à la supervision.
- Tous les noms des variables seront en majuscule, pour faciliter la lecture dans les programmes, le nombre est limité à 12 caractères.
- Le nom des variables sera constitué de deux parties, une partie nom de l'équipement, l'autre partie fonction de l'équipement. Exemple « PA12_FER » où PA12 est le nom de l'équipement (porte automatique n°12), FER est la fonction (porte fermée). L'ordre retenu sera appliqué dans toute l'application.
- Les commentaires des variables pourront être en caractères minuscules.
- Toutes les variables utiles au démarrage du process auront des valeurs initiales chargées lors du démarrage de l'automate, passage de stop en run. Selon les impératifs de l'application, elles pourront être initialisées dans les déclarations ou en utilisant les bits systèmes de l'automate.
- Utilisation de la mémoire automate, elle sera découpée en autant de zones que nécessaire :
 - Zone process.
 - Zones I/O scanning, lecture et écriture.
 - Zones DTM.
 - Zones destinées aux superviseurs.

Chaque zone aura des réserves suffisantes pour répondre aux modifications et extensions éventuelles. Ces zones sont définies dans l'analyse fonctionnelle.

2-4-3 CREATION ET UTILISATION DE BLOCS PROGRAMMES :

- Pour faciliter et optimiser l'écriture et la lecture des programmes, il est possible de recourir aux blocs programme appelé BFU (automates série 1000) et DFB (automates premium et Unity).
 - La constitution de BFU ou DFB devra impérativement avoir reçu l'aval du responsable GTC de l'Aéroport Marseille Provence ou de son représentant.
 - Toute création implique la rédaction d'une analyse fonctionnelle spécifique. La partie commentaire du DFB sera complétée afin d'expliquer son rôle et la description du programme assuré par le DFB. Toutes les variables seront nommées et commentées, les sections de programmes seront réalisées selon le même principe que les autres sections de programme de l'automate.
 - Les instances des DFBs seront nommées selon le même principe que les variables.

- La modification des interfaces de DFB existantes est strictement interdite. Toute modification d'une DFB aboutira à la création d'une nouvelle DFB qui devra être validée par le service automatisme de l'AMP.

2-4-4 PROGRAMMATION DE LA COMMUNICATION :

- L'utilisation de l'IO scanning est réservée aux stations advantys en Modbus/TCP, toutes les autres programmations utiliseront les DFBs de lecture et d'écriture développés par l'AMP.

- Pour limiter le trafic réseau inutile, l'écriture événementielle est privilégiée, le recours à l'écriture cyclique doit obtenir l'accord du responsable GTC de l'aéroport.

- Le recours à des mécanismes de communication utilisant le multicast doit également obtenir l'accord du responsable GTC de l'aéroport.

- Les adresses des équipements sont données par le responsable GTC de l'aéroport ou son représentant. Les adresses IP ou Modbus sont des adresses uniques. Dans la mesure du possible la numérotation correspond à l'ordre de câblage sur le réseau.

- Les états et les défauts de communication sont calculés dans l'automate et visualisés sur les superviseurs.

Format de communication Modbus :

- Vitesses: 19200/9600/4800/2400/1200 Bauds.
- Nombre de bits: 8.
- Parité : paire
- Bit de stop : 1

Format de communication Ethernet :

- Vitesses: 10 ou 100 Mb/s.

2-5 LIVRAISON DES PROGRAMMES :

Les entreprises remettent les programmes qu'elles ont créés ou modifiés à la version en vigueur à l'AMP.

Les programmes stockés sur des supports USB doivent être scannés sur la station de décontamination « KUB CLEANER » avant d'être copiés sur les postes de travail.

Les programmes sont installés dans les répertoires suivants :

- PL7 USER sur ordinateur « Poste B », pour les automates premium équipé d'unité centrale PL7.
- UNITY sur ordinateur « Poste C », pour les automates programmés sous Unity (Premium ou M580).

Les anciens programmes seront sauvegardés avec en extension la date du jour.

Avant toute intervention le chef de quart du PCT doit être informé, il sera également informé de la fin de l'intervention.

2-6 ESSAI :

Avant chargement ou modification d'un programme automate, l'entreprise fournit la recette des tests filaires des entrées/sorties de l'application automate. Ensuite le programme est chargé dans l'automate, l'ensemble des installations pilotées par l'automate sont vérifiées. Dans le cas d'une modification de programme, sont vérifiées, la partie concernée par la modification et toutes celles ayant un lien.

3 – SPECIFICATIONS MATERIELS AUTOMATE:

3-1 CARACTERISTIQUES COMMUNES :

- Tous les automates et matériels GTC installés sur la plateforme doivent être inter opérables avec le parc existant. Pour cela ils devront posséder nativement, sans intermédiaire d'une passerelle, les protocoles Modbus/TCP et Modbus/série et Ethernet/IP.

- Les automates devront fonctionner dans un environnement industriel éventuellement perturbé, dans une plage de température de -5° à 60°. Ils seront du type modulaire et devront pouvoir intégrer des cartes supplémentaires.

- Le système sera constitué d'un ensemble de modules du type Entrées/Sorties, pouvant être réparties sans contrainte dans différents racks distants. Toutes les entrées sorties devront être scrutées et rafraîchies à chaque cycle automate.

- Le raccordement des différents racks entre eux devra se faire par simple câble sans module interface extérieur au rack automate.

- Tous les modules comporteront un bloc de visualisation permettant l'identification d'un défaut de niveau module, de niveau voie: entrée, sortie, équipement bus,.... Ce diagnostic s'effectuera sans aucun recours à un outil spécifique.

- Les modules seront entièrement configurables par paramétrage avec le logiciel de conception et d'exploitation. Les paramètres seront chargés automatiquement par le processeur lors d'un transfert de programme.

- L'ensemble des informations de diagnostic sera accessible au programme utilisateur : variables de diagnostic, défauts I/O, défaut racks, défaut carte, défaut voie.

- Les défauts systèmes seront horodatés et stockés à la source dans une pile de défauts gérée automatiquement par le système d'exploitation et consultable soit par :

- Une console d'exploitation
- Un terminal de dialogue ou un superviseur
- Lorsque l'automate est raccordé à un réseau, via un navigateur web standard.

Compte tenu des besoins de disponibilité, de sécurité et de continuité de service des installations de l'aéroport et de leur topologie, les caractéristiques suivantes sont indispensables:

- Les cartes automate devront être débrochables et embrochables sous tension sans provoquer l'arrêt de l'automate à l'exclusion de l'unité centrale et de la carte d'alimentation.
- L'automate (processeur + carte Ethernet) devra comporter deux ports Ethernet indépendants, l'un dédié aux communications process et l'autre dédiée à l'administration de l'API.
- La distance inter rack maximale en Bus X est de 100m cumulé sans carte de déport.

3-2 PROCESSEURS :

- Les processeurs de l'offre devront appartenir à la même gamme du constructeur.

- La gamme de processeur comprendra des capacités de performance, mémoire, nombre d'entrées/sorties, nombre de réseaux et fonctions différentes. Le nombre d'entrées sorties gérées par les différents processeurs

variera de 512 à 6144 TOR de 24 à 1024 entrées analogiques de 1 à 4 connexions réseaux ethernet, de 4 à 24 liaisons séries.

- Temps de cycle inférieur à 8ms avec la capacité programme maximum et la configuration matérielle maximum.
- La gamme devra proposer un processeur avec port Ethernet intégré automate.
- La solution doit comporter au moins un équipement dans sa gamme certifié auprès de l'agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI).
- Les processeurs devront offrir un emplacement capable d'accueillir une carte mémoire de type SD permettant le stockage d'application et de données.
- La gamme de CPU assurera la compatibilité ascendante des applications, un programme écrit pour une CPU peut être exécuté par une autre CPU de la gamme sans autre modification que la sélection du processeur par le logiciel de configuration.
- Le module processeur doit comporter une connexion au terminal de programmation. Cette liaison doit s'effectuer via les ports séries ou USB du PC sans carte spécifique dans le PC.
- Mise à jour du firmware du processeur par simple flashage de la mémoire.
- La gestion d'un bus de terrain, la gestion de racks déportés par réseau Ethernet et de modules d'entrées sorties distribués.
- Les mnémoniques de variables devront être stockables dans la mémoire par choix utilisateur lors de la configuration logicielle.

3-3 CARTES D'ENTRÉES TOR IN RACK :

- 24 VCC.
- Nombre d'entrées par carte 64 voies.
- Configuration des temps de filtrage entrée par entrée via le logiciel de programmation.
- Configuration de la surveillance de l'alimentation de chaque entrée via le logiciel de programmation.
- Fonctions de diagnostic paramétrables via le logiciel de programmation.
- Les entrées doivent être isolées conformément à la norme IEC1131-2 de type 1 ou 2.
- Pour des traitements prioritaires, il sera possible d'affecter des entrées à un traitement sans interruption.

3-4 CARTES DE SORTIES TOR IN RACK :

- Statiques 24 VCC
- Le nombre de sorties par carte sera de 64 sorties.
- Configuration du type de réarmement via le logiciel de programmation.
- Configuration du repli pour chaque sortie via le logiciel de programmation.

- Configuration de la surveillance de l'alimentation de chaque sortie via le logiciel de programmation.
- Fonction de diagnostic paramétrable via le logiciel de programmation.
- Les sorties doivent être isolées conformément à la norme IEC1131-2.
- L'offre devra répondre aux besoins de temps de réponse de l'ordre de 300µs entre l'activation d'une entrée et la mise à jour d'une sortie associée.

3-5 CARTES ENTRES SORTIES ANALOGIQUES:

- Cartes 4, 8 et 16 voies avec diagnostic, isolées ou non isolées suivant le besoin.
- Fonctionnement tension -10V - +10V , 0 - 10V, 0 - 5V.
- Fonctionnement courant 0 - 20 mA, 4 - 20 mA
- Résolution 12 bits.

3-6 CARTES DE COMMUNICATION SERIE IN RACK:

- Les cartes doivent supporter les réseaux RS485, RS422, RS232D, boucle de courant.
- Elle doit donner la possibilité :
 - De câbler des réseaux en 2 ou 4 fils.
 - De polariser la ligne.
 - De mettre des résistances de fin de ligne.
- La carte doit accepter :
 - Le protocole MODBUS RTU, posséder les performances propres à ce réseau.

3-7 CARTES DE COMMUNICATION ETHERNET IN RACK:

- Elle doit avoir à minima les caractéristiques suivantes :
 - 10 /100 Mbs en full et half duplex.
 - Avoir des ports RJ45, blindés, auto-crossing, auto-polarity et autonégociation 10/100 Mb/s.
 - Contrôle d'accès sur adresse IP.
 - Serveur DHCP + BOOTP.
 - Protocole SNMP.
 - Assurer la fonction de passerelle.
 - Intégrer des fonctions d'optimisation de la sécurité réseau.

Le coupleur Ethernet ainsi que l'automate seront accessibles pour du diagnostic via un navigateur standard (Explorer, Chrome...) et un serveur Web embarqué dans le module. Ce serveur Web ne nécessite aucune configuration préalable, ni logiciel spécifique et devra obligatoirement être sécurisé par un mécanisme d'authentification basé sur un élément secret. Le mot de passe sera configuré par l'AMP mais devra supporter à minima le format ci-dessous :

- Longueur de 12 caractères
- Composition de 90 symboles différents (lettres majuscules, minuscules, chiffres, accents et caractères spéciaux)

Le coupleur Ethernet doit mettre à disposition de l'utilisateur de la mémoire pour permettre le téléchargement via FTP de pages Web personnalisables. La taille mémoire disponible devra être au moins égale à 16 M octets. Le coupleur doit fournir une interface ouverte de programmation au niveau de la couche TCP pour le codage de requêtes émission / réception de données.

- Le coupleur Ethernet devra posséder en visualisation dynamique les éléments suivants:

- Visualisation du trafic total et par type.
- Visualisation du nombre de connexions ouvertes.
- Visualisation de son état.
- Compteurs total messages émis.
- Compteurs total messages reçus.
- Compteurs total messages erreur.

Avoir les protocoles MODBUS/TCP, ETHERNET/IP.

Permettre la connexion à l'automate afin de consulter le programme.

Permettre le transfert de programme dans l'automate.

Fournir un service de messagerie industrielle en mode client et serveur sur le profil TCP/IP permettant des requêtes jusqu'à 1 K octets.

Supporter les fonctions agent SNMP v3 pour la base MIBII standard (RFC 1213).

3-8 CARTES BUS DE TERRAIN EMBARQUEES DANS L'AUTOMATE:

- Proposer une carte maître réseau MODBUS/TCP capable de communiquer avec tous les équipements conformes au standard. Les fonctions de diagnostic du bus, intégrées au logiciel de conception et d'exploitation doivent permettre d'identifier très rapidement un défaut sur le bus et sur les équipements distants (défauts des cartes et des voies).

Les rafraîchissements d'état avec les Entrées/Sorties distantes se feront sans aucune programmation dans l'application.

Le scanner d'entrées sorties doit garantir un temps de scrutation de 64 équipements en 20ms maximum.

- Proposer une carte maître réseau ETHERNET/IP possédant toutes les performances propre à ce protocole, notamment le déterminisme par rapport au temps de cycle.

- Proposer une carte maître pour réseau AS-i version 2, la carte devra posséder un bloc de visualisation permettant de visualiser :

- L'état de la carte et du réseau.
- L'état de la connexion de chaque esclave du réseau.

3-9 STATIONS RESEAU:

Les têtes des stations déportées doivent permettre le rafraîchissement des entrées sorties sans avoir besoin d'écrire des requêtes dans le programme automate. Elles doivent accepter les protocoles MODBUS/TCP ou ETHERNET/IP. Pour répondre aux besoins d'extension, les stations seront extensibles par simple ajout de cartes.

- Cartes d'entrées/sorties TOR:

- Modularité 16 voies par cartes.
- Alimentation 24 VCC
- L'état des entrées sorties sera visualisé par une LED pour chaque voie.
- Les modules d'entrées sorties devront disposer d'une gamme de bornes à ressort.
- Proposer des cartes avec le contrôle de filerie en entrée et sortie.
- Filtrage programmable à affecter aux entrées.

- Repli des sorties configurables suite à une perte de communication.

- Cartes d'entrées sorties analogiques:

- Fonctionnement tension -10V à +10V, 0 - 10V, 0 - 5V.
- Fonctionnement courant 0 - 20 mA, 4 - 20 mA.

4 – REFERENCES MATERIELS AUTOMATE:

Pour tous travaux, les caractéristiques des matériels sont les suivantes.

Les matériels TSX ne concernent que des travaux d'extensions d'installations comportant un automate de la série Premium. Les travaux de remplacements ou de nouvelles installations sont faits avec des matériels M580. L'utilisation de références non mentionnées dans ces listes de matériel devra avoir l'approbation du responsable automatisme de l'AMP.

Matériel TSX PREMIUM

Désignations	Références
Rack 12 emplacements extensible	TSX RKY 12EX
Rack 8 emplacements extensible	TSX RKY 8EX
Rack 12 emplacements non extensible	TSX RKY 12
Rack 6 emplacements non extensible	TSX RKY 6
Bouchon de fin de ligne	TSX TLY EX
Câble inter rack (longueur 100m)	TSX CBY XXX
Carte bus X	TSX REY 200
Câble Bus X	TSX CBRY 2500
Connectique Bus X	TSX SBRY K5
Alimentation 220V 50W	TSX PSY 5500M
Alimentation 220V 25W	TSX PSY 2600M
Cartouche extension mémoire 128Ko + 128Ko	TSX MRP 2128P
Cartouche extension mémoire 256 K.	TSX MRP 0256
Pile pour mémoire	TSX BAT M01 (BR2325)
Carte 64 entrées 24Vcc	TSX DEY 64 D2K
Carte 64 sorties 24Vcc 0,1A	TSX DSY 64 T2K
Entrées ANA 8 voies isolées	TSX AEY 810
Câble entrées ANA Lg 3m	TSX CAP 030
Embase 8 entrées analogiques	ABE 7C PA02
Embase 4 entrées analogiques	ABE 7C PA21
Coupleur JBUS RS485 adressage de 1 à 99	TSX SCY 21601
Carte JBUS adressage de 1 à 247	TSX SCY 11601
Carte coupleur additionnel RS485	TSX SCP 114
Carte coupleur additionnel boucle de courant	TSX SCP112
Connectique coupleur JBUS	TSX SCP CX 4030

Désignations	Références
Connectique prise console	TSX P ACC 01
Coupleur ASI	TSX SAY 100
CPU Unity moins de 512 ES in rack sans port ethernet intégré	TSX P57 104M
CPU Unity moins de 1024 ES in rack sans port ethernet intégré	TSX P57 304M
CPU Unity avec port FIPIO maître intégré	TSX P57 254M
CPU Unity moins de 512 ES in rack avec port ethernet intégré	TSX P57 1634M
CPU Unity moins de 1024 ES in rack avec port ethernet intégré	TSX P57 3634M
CPU Unity moins de 2048 ES in rack avec port ethernet intégré	TSX P57 4634M
CPU Unity moins de 2048 ES in rack avec port ethernet intégré (tri bagage H1)	TSX P57 5634M
Cartouche extension mémoire 128 Ko	TSX MRPP 128K
Cartouche extension mémoire 384 Ko	TSX MRPP 384K
Cartouche extension mémoire 1 Mo	TSX MRP C001M
Cartouche extension mémoire 2 Mo	TSX MRP C002M
Cartouche extension mémoire 7 Mo	TSX MRP C007M
Carte archivage Aidiag XL	AIDIAG PREMIUM XL
CARTE DE COM ETHERNET	TSX ETY 4103
CARTE DE COM ETHERNET	TSX ETY 5103

Matériel STB ADVANTIS

Désignations	Références
Coupleur contrôleur ETHERNET protocole MODBUS/TCP 10Mb/s	STB NIP 2212
Coupleur contrôleur ETHERNET protocole ETHERNET/IP 100Mb/s	STB NIC 2212
Coupleur contrôleur dual port ETHERNET protocole MODBUS/TCP 100Mb/s	STB NIP 2311
Coupleur contrôleur CANOPEN	STB NCO 2212
Distributeur d'alimentation 24 VCC	STB PDT 3100
Module 16 entrées TOR	STB DDI 3725
Module 2 entrées ANA	STBACI1230
Module 16 sorties TOR statiques	STB DDO 3705
Module 2 sorties ANA	STBACO1210

Matériel M580

Désignations	Références
Processeur M580 2048 E/S TOR 512 E/S ANA – 2 ports ETHERNET temps reel-DIO	BME P582020
Processeur M580 2048 E/S TOR 512 E/S ANA – 2 ports ETHERNET temps reel-DIO/RIO	BME P582040
Processeur M580 4096 E/S TOR 1024 E/S ANA – 2 ports ETHERNET temps reel -DIO	BME P584020
Processeur M580 4096 E/S TOR 1024 E/S ANA – 2 ports ETHERNET temps reel-DIO/RIO	BME P584040
Processeur M580 2048 E/S TOR 512 E/S ANA – 2 ports ETHERNET temps reel – DIO/RIO – HOT STANDBY	BME H582040
Processeur M580 6144 E/S TOR 1536 E/S ANA – 2 ports ETHERNET temps reel – DIO/RIO – HOT STANDBY	BME H586040
Module de communication ETHERNET pour M580	BME NOC0301

Module de communication Ethernet RIO	BME CRA31210
Rack 8 positions ETHERNET + bus X pour M580	BME XBP0800
Rack 12 positions ETHERNET + bus X pour M580	BME XBP1200
Module interface série bus RS485/RS232 MODBUS ASCII 2 voies	BME NOM0200
Module d'alimentation X80 – 100..240Vca – 20W	BMX CPS2000
Module d'alimentation X80 – 100..240Vca – 40W	BMX CPS4002
Rack 10 positions ETHERNET + bus X compatible alim. Redondante et Std	BME XBP1002
Module convertisseur FO multimode / Cuivre RJ45 2 voies	BMX NRP0200
Désignations	Références
Carte 64 entrées TOR 24Vcc	BMX DDI6402K
Carte 64 sorties TOR statiques 24Vcc	BMX DDO6402K
Connecteur 40 points 2xHE10 – 1m	BMX FCC103
Connecteur 40 points 2xHE10 – 2m	BMX FCC203
Connecteur 40 points 2xHE10 – 3m	BMX FCC303
Carte 8 entrées ANA rapides non isolées	BMX AMI0800
Carte 8 entrées ANA rapides isolées	BMX AMI0810
Carte 4 sorties ANA isolées	BMX AMO0410
Carte 8 sorties ANA non isolées	BMX AMO0802
Bornier de raccordement à ressort 20 contacts débrochable	BMX FTB2020
Bornier de raccordement à ressort 28 contacts débrochable	BMX FTB2820
Embase de raccordement passive 16 voies	ABE 7H16C21
Embase de raccordement à relais 16 voies	ABE 7R16T111

5 – CARACTERISTIQUES DES ARMOIRES AUTOMATES:

Les armoires destinées à accueillir des matériels automates, in rack ou déportés sur réseaux, comprennent au minimum les caractéristiques suivantes.

- Un éclairage coupé par un contact de porte.
- Un contact d'autoprotection
- Une prise de courant avec sa protection différentielle.
- Une prise réseau Ethernet RJ45, deux prises minimum dans le cas d'une configuration API avec 1 processeur.
- Un rangement pour les plans.
- Une porte vitrée face au rack automate.
- Elle disposera de toutes les protections électriques nécessaires.
- Une tablette pour poser un PC portable.
- Une serrure de type kaba à propriété unique de l'AMP.
- Ouverture par commande unique sur toutes les portes.
- Repérage par étiquette fixée en face avant en haut à gauche.

- L'alimentation 24 VCC, dont la puissance est adaptée à l'installation, est protégée en amont et en aval par des disjoncteurs. L'alimentation utilisée sur l'AMP est de type Quint Power PS100 de Phoenix contact, les alimentations installées doivent répondre à ces caractéristiques.

- Pour les configurations d'automate redondant et/ou les applications pour le tri-bagages, deux alimentations 24Vcc avec un module de redondance doivent être fournis et installés tels que :

- 2 Alimentations 230Vca/24Vca – QUINT-PS 20A – la 1^{ère} raccordée sur le réseau électrique 230Vca Normal, la seconde sur le réseau électrique 230Vca ondulé.
- 1 module de redondance QUINT-ORING 24Vcc – 2x20A, dont la sortie alimente le contrôle commande de l'API (polarités des cartes E/S).
- Protections électriques par disjoncteurs amont et aval comprises.

- Pour les cartes d'entrées sorties in rack, chaque carte de 64 voies est protégée par un disjoncteur. Une synthèse des défauts disjoncteurs des cartes est créée, de préférence elle est raccordée sur un autre automate ayant une alimentation différente.

Le disjoncteur pour chaque carte peut être magnéto-thermique ou électronique type PTCB E1 24DC/1-8A NO de chez PHOENIX-CONTACT. Dans le cas de l'utilisation de disjoncteurs électroniques, un disjoncteur magnéto-thermique doit être installé entre la sortie de l'alimentation 24Vcc et les disjoncteurs électroniques aval, pour pouvoir isoler la tension 24Vcc.

- Pour les stations d'entrées/sorties déportées sur réseaux, chaque carte de distribution d'alimentation est protégée par un disjoncteur (magnéto-thermique ou électronique – Voir ci-dessus). Dans une station il y a une carte de distribution d'alimentation pour les entrées et une pour les sorties. Une synthèse des défauts disjoncteurs des cartes est créée, de préférence elle est raccordée sur un autre automate ayant une alimentation différente.

- Une synthèse des protections 220V AC de l'armoire est créée, de préférence elle est raccordée sur un autre automate ayant une alimentation différente.

- Les câbles venant des équipements externes de l'armoire sont connectés sur des borniers de brassage composés de bornes à ressort, qui pourront être à double étage. Les borniers de brassage seront définis par unité fonctionnelle (équipement, tableau électrique,...). Chaque information est ensuite brassée sur l'interface d'entrées/sorties correspondante suivant la liste d'entrées/sorties de l'automate. Le câblage des interfaces sur un seul bornier (Entrées ou Sorties) est proscrit. Le câblage vers ces équipements externes à l'armoire peut être réalisé à l'aide de :

câbles type CNOMO en 1mm²

câbles type U1000R2V Télécommande en 1,5mm²

câbles type SYT2 multi-paires uniquement pour les informations GTC relatives aux ascenseurs et au contrôle d'accès (portes et informations vers la sureté) limitées aux tensions maximales 48Vca et 24Vcc.

- Un câblage interne, repéré selon la logique tenant/aboutissant, assure la liaison entre les borniers de brassage et les interfaces d'entrées/sorties. Les interfaces d'entrées/sorties sont reliées aux cartes des automates ou des stations déportées sur réseau, par des cordons de pré câblage.

- Du fait que les interfaces de pré câblage ne permettent plus le marquage des entrées/sorties, leurs noms seront ajoutés sur les étiquettes de chaque conducteur.

- Une fiche plastifiée, listant les noms des entrées/sorties avec leurs adresses automate et le n° de la borne de l'interface de pré câblage, sera apposée à l'intérieur de l'armoire.

- Tous les équipements présents dans l'armoire seront repérés.

- Toutes les entrées et sorties non utilisées des cartes automates seront câblées à minima jusqu'à leurs interfaces et repérées en tant que réserves.

- Tout les bus de communication non utilisées des cartes automates seront câblées à minima jusqu'à leurs borniers en tant que réserves.

6 – RESEAUX INDUSTRIELS:

6-1 PRINCIPES :

Pour répondre aux besoins de communication inter automates ou automates vers superviseurs, l'ensemble des équipements automates sont inter connectés par des réseaux RS 485 (protocole Modbus/série) ou Ethernet (protocole Modbus/TCP ou Ethernet/IP).

6-2 RESEAU RS485 :

Chaque réseau reliant un équipement maître à un esclave (liaison point à point) ou à plusieurs esclaves (liaisons multipoints) a un numéro unique attribué par le responsable GTC de l'AMP ou son représentant. Ce numéro est consigné dans un document AMP, qui contient également les numéros des esclaves.

Les câbles sont repérés selon la logique tenant/aboutissant. Les repères sont mis aux entrées/sorties des borniers, des armoires et à chaque changement de direction.

- Caractéristiques câbles Modbus :

- Câble basse capacitance: < 60 pF/m.
- Impédance caractéristique 120Ω/Km.
- Nombre de conducteurs 2 paires.
- Section conducteurs 0,22mm².
- Paires torsadées blindées paire à paire.
- Conforme à la norme EIA RS485.

Référence: AWG24/MCP2

6-3 RESEAU ETHERNET INDUSTRIEL :

Switchs :

Les équipements actifs du réseau sont des switchs de marque Hirschmann manageables formant une topologie en anneau.

Le réseau industriel de l'AMP comporte plusieurs anneaux en fibre optique multimode 62,5/125 et en fibre optique monomode 9/125 sur la partie la plus récente. Chaque switch a une adresse IP et un nom unique. Les adresses et noms d'équipement sont déterminés par le responsable GTC de l'AMP ou son représentant et communiqués au prestataire pour la configuration préalable du switch avant son installation sur site.

- Caractéristiques des switchs :

- Supporter la topologie en anneau.
- Assurer la cicatrisation de l'anneau en moins de 100 ms (le protocole gérant la cicatrisation sera précisé).
- Administrables.
- Supporter la norme Ethernet IP garantissant le déterminisme.
- Gérer les VLANs.
- Avoir une double alimentation.
- Communication et état de chaque port visualisé par une LED.
- Refroidissement passif.
- MTBF >300 000 heures.
- Montage sur rail-din. Types RS20 ou MS20.
- Port cuivre RJ45 blindés.

- Port fibre connectique SC.

- Installation des switches :

Les switches sont installés dans des coffrets optiques dédiés qui doivent respecter les dimensions et caractéristiques des coffrets existants :

- Porte vitrée.
- Une serrure de type kaba à propriété unique de l'AMP.
- Deux bandeaux de brassage fibre optique, connectiques SC.
- Un bandeau de brassage cuivre (RJ45).
- Deux alimentations 24Vcc avec tension d'entrée 230VAC dont les origines électriques sont distinctes, une origine ondulée, l'autre de source normale.
- Protections des alimentations par disjoncteurs avec renvoi des défauts vers la GTC via une entrée TOR automate.
- Renvoi du défaut switch vers la GTC via une entrée TOR automate.

Exceptionnellement avec l'accord du responsable de la GTC, les switches peuvent être installés en partie haute des armoires automatés. Les principes de réalisations sont identiques.

Toute installation d'un switch donne lieu à une fiche de configuration et de recette, remise au responsable de la GTC.

Les nouveaux switches doivent avoir le plus haut niveau de compatibilité avec les switches existants et le logiciel de supervision réseau.

Le logiciel assurera la visualisation des switches et des équipements qui y sont connectés, il offrira toutes les fonctionnalités propres à ce type de logiciel. Il permettra également de configurer le réseau.

- Câbles fibres :

Sauf exception les extensions du réseau seront faites en fibre optique monomode.

Dans le cas de raccordement de fibres monomodes sur des multimodes existantes, il faudra prévoir une adaptation. Les câbles doivent avoir une protection contre les rongeurs et être conformes aux normes de non propagation du feu. Ils sont repérés selon la logique tenant/aboutissant avec le nom du réseau Rind.XXXXX, le principe de repérage des liaisons filaires s'applique.

En cas de nécessité le câble est protégé par un fourreau assurant sa protection mécanique, le choix est laissé à l'appréciation du responsable de la GTC ou de son représentant.

Toute nouvelle liaison donne lieu à un test de réflectométrie, la fiche est transmise au responsable de la GTC.

Les connecteurs sont de type SC (CEI 61754-4).

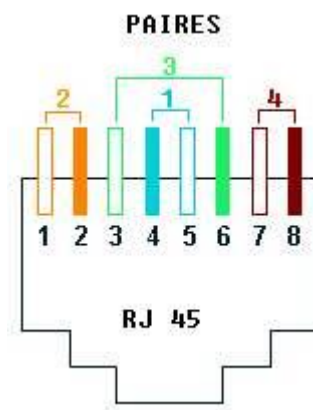
- Câbles cuivre :

Tous les câbles seront au minimum de catégorie 6. Le type de câble est F/UTP ou SF/UTP, en cas de pose à l'extérieur il devra avoir une gaine résistant aux UVs.

Tous les câblages sont obligatoirement réalisés à la norme **568B**

Nom	N°	Couleur
RD+	1	Blanc/Orange
RD-	2	Orange
TD+	3	Blanc/Vert
Non utilisée	4	Bleu
Non utilisée	5	Blanc/Bleu
TD-	6	Vert
Non utilisée	7	Blanc/Marron
Non utilisée	8	Marron

Exemple de câblage d'une fiche RJ45



- Dans les armoires automatiques les câbles arriveront sur une prise femelle RJ 45 et seront raccordés au réseau Ethernet par un cordon de brassage cuivre de la catégorie 5E.
- Avant le raccordement sur les switchs de l'aéroport l'entreprise remet au responsable de la GTC le rapport de certification du câble. Le port du switch ne sera pas ouvert sans le rapport validant le câble.

6-4 CONTRAINTES DE SECURITE DU RESEAU INDUSTRIEL :

Le réseau industriel de l'AMP est soumis à des contraintes réglementaires en matière de cyber-sécurité. Le réseau GTC doit respecter des règles SSI (Sécurité des Systèmes d'Information) afin de se prémunir de défaillances techniques non désirées ou d'actes malveillants.

La conformité à ces règles fait l'objet d'un processus d'homologation, qui permet d'identifier, d'atteindre puis de maintenir un niveau de risque de sécurité acceptable pour le système d'information considéré. Le pilotage du respect de la réglementation SSI est opéré par le Responsable de la Sécurité des Systèmes d'Information en collaboration avec les équipes du département maintenance.

Tout nouveau système d'automatisme et l'ensemble des matériels/logiciels associés doivent respecter ces principes. Pour cela, en phase d'études de projet, un dossier de conception du réseau industriel doit être fourni à l'AMP pour approbation, comprenant notamment une cartographie réseau sous forme d'inventaire avec pour chaque équipement communicant :

- Le nom de l'équipement
- L'emplacement géographique
- La marque
- La version du logiciel embarqué
- Le support physique (Ethernet, Liaison Série)
- L'adresse Mac et l'adresse IP
- Le protocole de communication (Ethernet/IP, Modbus, Xway, CANopen, etc.)
- L'adresse bus de terrain.
- Le ou les métiers associés
- Le ou les vlans associés

Un schéma d'architecture réseau des équipements doit être mis en place dans le cadre des travaux.

Dans le cas d'une modification de la topologie existante ou la création de nouveaux sous réseaux, avant travaux, une étude et un audit réseau devra être réalisé par un expert certifié par le fabricant des commutateurs.

Aucun équipement ne pourra être raccordé sur le réseau industriel tant que leur fiche de recette et de configuration n'ont pas été validées par le responsable automatisme de l'AMP.

7 – SUPERVISION:

7-1 LOGICIEL DE SUPERVISION :

- Les superviseurs installés sur l'aéroport sont du type PC VUE de la société ARC Informatique ou de type Getex de la société Schneider Electric, la version du logiciel étant confirmée par le responsable de la GTC.

- Les spécifications ou préconisations des différents éditeurs du logiciel ou intégrateurs viennent en complément mais en aucun cas ne se substituent aux spécifications automatisme et supervision de l'AMP.

- Tout nouveau superviseur installé sur la plate-forme aura au minimum les mêmes caractéristiques que les logiciels déjà installés en matière de :

- Historisation en mode propriétaire ou sous SQL.
- Historique alarme (utilisation sans logiciel externe).
- Fonction magnétoscope (utilisation de pages graphiques sans utilisation de logiciel externe).
- Nombre de variables illimité.
- Import direct de fichiers Autocad format DXF ou DWG et mise à jour automatique à travers des liens OLE ou autres.
- Fonction Zoom à l'intérieur d'une même page graphique par utilisation de la fonction "Click and Drop".
- Développement de script en langage Visual Basic.
- Développement de la base de données sous Excel®.
- Consultation des vues via un simple navigateur internet.
- Fonctionnement mono poste ou client serveur.
- Client-serveur de web services.

L'utilisation de pages web intégrées ne sont autorisés qu'après approbation du responsable automatisme.

Les 2 postes de l'atelier logiciel du PCT seront équipés de licences « Full Développement ».

Les superviseurs installés seront équipés de licences « Run Time » mono poste ou client-serveur si nécessaire.

7-2 MATERIELS :

Le logiciel est installé sur un micro-ordinateur équipé à minima du système d'exploitation WINDOWS 64 bits (Windows Seven Pro ou Windows 10 Pro).

Tout matériel et nouvelle version d'OS doivent être conformes aux préconisations de l'éditeur du logiciel.

Configuration minimum :

- Processeur : Intel core I5 6500 ou équivalent.
- Mémoire : DDR4 8 GO
- Carte graphique avec 2 Go de mémoire
- Disque dur 1To
- Ecran 24 pouces
- Lecteur DVD

7-3 LES DIFFERENTS SUPERVISEURS DE L'AEROPORT:

- Les superviseurs PCE1 et PCE2 gèrent uniquement le fonctionnement des portes par les exploitants du PCE.

- Le superviseur PCT1 gère les informations de la distribution électrique.
- Le superviseur PCT2 gère les informations de chauffage/climatisation.
- Le superviseur PCT3 gère les informations électromécaniques et électroniques.
- Le superviseur PCS3 gère les alarmes ascenseur, la visu des portes de l'aérogare, l'armoire à clé.
- Les superviseurs IFBS en architecture client-serveur gèrent le contrôle commande de l'ensemble des enregistrements bagages (5 postes, 2 serveurs 3 clients).
- Les superviseurs BALISAGE gèrent la visualisation de l'ensemble des états du balisage (2 postes).
- Les superviseurs GETEX en architecture client-serveur permettent la gestion de la centrale énergie et des postes HT/BT du site (2 postes serveurs,1 client).

7-4 LES DIFFERENTS METIERS DE L'AEROPORT:

- Electricité : Postes HT/BT, Transformateurs, TGBT, CPI , SEPAM, Onduleurs, armoires divisionnaires, coffrets, Eclairage, Force motrice.
- Electronique : Sonorisation, Détection incendie, Vidéo, Téléphone, Parcs.
- Electromécanique : Passerelles, bagages, ascenseurs, escalators, portes.
- Chauffage/Climatisation : Production eau chaude/eau froide, Distribution eau chaude/eau Froide, caissons de traitement d'air, chambres froides, station de relevage, pompage.
- Sûreté : Contrôle d'Accès bâtiments, passerelles, transporteurs bagages.

7-5 CREATION OU MODIFICATION D'UNE APPLICATION DE SUPERVISION:

- Toute création ou modification d'une application de supervision entraine la création ou la mise à jour d'une analyse fonctionnelle. Elle est validée par le responsable GTC de l'AMP ou de son représentant. Le document instruction, PS-AER-PAT-001-A02, fourni par l'AMP constitue le document de référence pour la rédaction de l'analyse fonctionnelle. Ce document sera remis au service automatisme avant travaux et mis à jour pour toute modification pendant la phase de travaux.

- Tout point de connexion supplémentaire sur un automate devra avoir fait préalablement l'objet d'une réflexion quant à sa destination finale.

- L'utilisation du Scada basic ou du VBA est limitée au strict nécessaire et doit obtenir l'accord du responsable GTC. Les programmes nécessaires à l'application de supervision sont en conséquence réalisés dans l'automate. En cas d'utilisation des programmes VBA ou Scada basic, la programmation respecte les règles précisées pour la programmation des automates.

- Lors de la création ou de la modification d'une application le tableau Excel® de suivi des variables, de l'automate jusqu'au superviseur, est mis à jour. Ce tableau est formaté à l'identique des tableaux existants.

- Lors du câblage des nouveaux points de supervision, un test en point à point est réalisé par l'Entreprise en collaboration avec l'équipe automatisme.

Ces tests sont faits à partir de page Excel® imprimée, chaque point testé fait l'objet d'une mention manuscrite. En fin de test, l'édition du groupe de page sera signée par le responsable de l'Entreprise et le responsable GTC de l'AMP ou de son représentant.

- L'utilisation des fichiers format .JPEG ne devra se faire que pour des symboles dont les formes et attributs ne devront plus être modifiés.

- L'utilisation de fichiers Autocad .DWG ne pourra être réalisée qu'après acceptation de responsable GTC de l'AMP.

- L'utilisation des photos obtenues à partir d'un appareil numérique sont utilisables pour le traitement de certains détails ponctuels après accord du responsable GTC de l'AMP ou de son représentant. Les conséquences sur la taille du fichier de la vue sont prises en compte afin que le superviseur ouvre la vue dans un délai inférieur à 1 seconde.

7-6 LIVRAISON D'UNE APPLICATION DE SUPERVISION:

- Les entreprises remettent l'application créée ou modifiée à la version en vigueur à l'AMP.
Les variables ajoutées à la base de données sont envoyées pour vérification au responsable GTC ou à son représentant, plusieurs jours avant l'intervention, au format Excel®.

- Les anciens fichiers, varexp.dat, action.dat, com.dat, ect, seront sauvegardés avec en extension la date du jour.

- Avant toute intervention sur site le chef de quart du PCT doit être informé, il sera également informé de la fin de l'intervention.

7-7 ESSAI D'UNE APPLICATION DE SUPERVISION:

- Les essais sont réalisés depuis le poste C du PCT, l'entreprise doit posséder son propre dongle pour utiliser le logiciel de supervision PC VUE.

- Tous les points ajoutés à la base de données sont testés unitairement de l'entrée physique sur le terrain à l'affichage sur la vue de supervision. Le résultat du test est consigné en respectant le format défini au paragraphe précédent.

8 – SOLUTION GETEX :

8-1 PRINCIPES :

La centrale électrique et les postes électrique de l'AMP sont supervisés via la solution Schneider, système de gestion technique électrique GTE.

Le rôle de la GTE est la gestion de la distribution de l'énergie électrique. Elle vient en complément des fonctions traditionnelles de protection réalisées au niveau des équipements électriques, en autorisant de nombreuses fonctions du domaine contrôle/commande électrique :

- la supervision (représentation graphique de l'état du réseau, mémoire des événements et pilotage de l'installation).
- le contrôle-commande local et à distance (signalisations, alarmes, commandes et modifications des réglages,...),
- gestion des sources (normal/secours)
- Délestage des charges sur perte EDF
- réalimentation automatique et progressive des départs après défaut (relestage),
- reconfiguration de boucle HTA
- optimisation du fonctionnement des batteries de condensateurs,
- participation à la sélectivité (coordination des protections).

8-2 DESCRIPTIF TECHNIQUE :

Chaque ensemble de GTE, de la centrale ou des postes électriques comporte une ou plusieurs stations automatiques de type M580.

Le type d'armoire, les équipements la composant ou y étant rattachée, les protocoles de communications et les normes de conception des armoires devront être conformes à ce qui est décrit dans les chapitre 3, 4, 5 et 6 de la présente spécification.

8-3 SUPERVISION

La GTE du site est élaborée sur le principe de 2 serveurs redondants et un poste de développement de type PCVue d'Arc Informatique.

Elle est composée de :

- Getex 1, Serveur 1 implanté au Bureau Gestion Local
- Getex 2, Serveur 2 Implanté à la centrale TFE
- Getex Dev Implanté à la centrale TFE

Le serveur 1 sera le serveur principal de communication et d'archivage des historiques.

Le serveur 2 sera le serveur secondaire de communication et d'archivage des historiques.

Le Client de développement a pour fonction :

- Mise à jour des deux serveurs pour des optimisations ou des ajouts d'équipements via l'utilitaire de gestion de version.
- La mise à jours des fichiers projets et documentations associées.
- Les essais avant exploitation.

Chaque serveur dispose de son serveur de sauvegarde application et base de données.

Les vues, blocs d'animations, alarmes, courbes respecteront le format existant.

Chaque nouveau poste et liens avec les autres postes seront animés sur le synoptique d'accueil.

L'accès à la vue du poste se fera soit à partir du symbole du synoptique d'accueil ou via le menu déroulant.

Tous les équipements communicants ou raccordés sur les cartes d'entrées seront animés sur des pages ou via des pop-ups tout en respectant le format original de la supervision.

Dans le cas d'utilisation de nouveaux symboles, ceux-ci devront être approuvés et validés par le service automatisme de l'AMP.

Toutes les commandes à partir des superviseurs seront à accès limité avec des droits d'exploitation ou d'administration.

8.4 DEVELOPPEMENT :

Toute nouvelle version applicative sera archivée dans le répertoire Getex_central.

La mise à jour sera déployée depuis le poste de développement Getex situé à la centrale TFE.

La base documentaire et les fichiers de suivi de version seront mis à jour pour chaque modification de l'applicatif.

8-5 LIVRAISON D'UNE APPLICATION DE SUPERVISION GETEX :

- Les entreprises remettent l'application créée ou modifiée à la version en vigueur à l'AMP.

Les variables ajoutées à la base de données sont envoyées pour vérification au responsable GTC ou à son représentant, plusieurs jours avant l'intervention, au format Excel®.

- Les serveurs et le poste de développement seront mis à jour avec la même version.

- Les anciennes versions seront sauvegardées.

- Avant toute intervention sur site le chef de quart du PCT doit être informé, il sera également informé de la fin de l'intervention.

8-6 ESSAI D'UNE APPLICATION DE SUPERVISION GETEX :

- Les essais sont réalisés depuis le poste Serveur 2 au PCT, l'entreprise doit posséder son propre dongle pour utiliser le logiciel de supervision PC VUE.

- Tous les points ajoutés à la base de données sont testés unitairement de l'entrée physique sur le terrain à l'affichage sur la vue de supervision. Le résultat du test est consigné en respectant le format défini au paragraphe précédent.