

Analyse fonctionnelle



Life Ingénierie

UPEC - CRITISC

P25-016-NT-DCE-CVC-001-A

REVISION DU DOCUMENT

Couleur	Indice	Date	Commentaires
	A	07/05/2026	1 ^{ère} émission

TABLE DES MATIERES

REVISION DU DOCUMENT	2
TABLE DES MATIERES	3
1 FONCTIONNEMENT GENERAL	4
2 FONCTIONNEMENT DES EQUIPEMENTS CVC	5
2.1 Centrales de traitement d'air tout air neuf	5
2.1.1 Fonctionnalités	5
2.1.2 Séquence de fonctionnement	5
2.1.3 Régulation de la température	6
2.1.4 Régulation de la pression	6
2.1.5 Régulation de l'hygrométrie	7
2.1.6 Gestion des défauts	8
2.2 Extracteurs	9
2.2.1 Fonctionnalités	9
2.2.2 Gestion de l'installation	9
2.2.3 Régulation de la pression	9
2.2.4 Autorisation de marche	9
2.2.5 Séquence de fonctionnement	9
2.2.6 Régulation de la pression en gaine	10
2.2.7 Gestion des défauts	11
2.3 Régulation des sorbonnes et hottes à flux laminaire	12
2.4 Alarmes en salle blanche	12
3 EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES	13
3.1 Generalites	13
3.2 Production EG	13
3.3 Production EC	13
3.4 Séquence de démarrage	13
3.5 Séquence d'arrêt	14
3.6 Régulation hydraulique	14
3.6.1 Pompe à débit constant	14
3.6.2 Régulation des batteries terminales	14
3.6.3 Régulation du thermoplongeur du ballon d'eau chaude	14
3.6.4 Tracé électrique des réseaux extérieurs	15
3.7 GESTION DE DEFAUTS	15
4 REMONTEE DES INFORMATIONS DES EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES	16
4.1 Sondes	16
4.1.1 Sondes de température	16
4.1.2 Pressostat	16
4.2 Debitmetre	16
4.3 Vannes 3 voies	16
5 COMMUN	17
5.1 Synthese defect general	17
5.2 Temps de fonctionnement	17
5.3 Acquiesement des defects	17
5.4 Non reponse des sondes	17

1 FONCTIONNEMENT GENERAL

Cette analyse fonctionnelle permettra de déterminer le mode de fonctionnement des systèmes de traitement aéraulique et thermique de la plateforme CRISTIC.

Toutes les installations seront neuves. L'apport d'air hygiénique sera réalisé depuis une Centrale de Traitement d'Air simple flux installée en toiture dans le cadre du projet pour les salles blanches au R+3.

La zone Moyen d'Essais situé au niveau du parking sera traitée par une centrale double flux autorégulée.

Le traitement thermique sera assuré par batterie terminale hydraulique chaude dans les salles blanches et par des unités à détente directe intérieure dans la zone Moyen d'Essais.

La production de chaud et froid sera réalisée 2 groupes de production constitués d'une PAC pour la production d'eau chaude et d'un groupe froid pour la production d'eau glacée.

La pression, température, hygrométrie et taux de particules seront contrôlées et monitorée dans les salles d'intégration, CSU et lavage.

La régulation des paramètres contrôlés sera programmable et communicante à l'aide d'un automate remontant les informations à la supervision.

Un mode économie d'énergie devra être développé en augmentant les plages de tolérance de température et hygrométrie pendant les périodes d'inactivité.

2 FONCTIONNEMENT DES EQUIPEMENTS CVC

2.1 CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR TOUT AIR NEUF

2.1.1 Fonctionnalités

CTA :

- Marche auto de l'installation,
- Marche forcée de l'installation,
- Arrêt de l'installation,
- Régulation de température,
- Régulation de l'hygrométrie
- Régulation de pression en gaine,
- Automatismes,
- Défauts Majeurs,
- Défauts Mineurs

2.1.2 Séquence de fonctionnement

L'autorisation de fonctionnement est asservie à un commutateur Marche/Auto/Arrêt placé sur la façade de l'armoire.

a) A l'arrêt

Quand la centrale est à l'arrêt, l'installation sera conforme aux conditions suivantes :

- Registres motorisés fermés (alarme en cas de discordance),
- Signaux variateur remis à zéro,
- Variateur du ventilateur arrêté,
- Vannes de régulation fermées (hors défaut antigel),
- Humidificateur à l'arrêt,

b) Séquence de démarrage

Quand un ordre de démarrage est émis, la séquence suivante commence :

- Commutateur d'armoire et autorisation GTC sont sur « AUTO », pas de défaut ou alarme critique présent,
- Asservissement entre CTA et Extracteur, pas de défaut extracteur,
- Ouverture des registres motorisés
- Contrôle d'ouverture par la fin de course avec une temporisation paramétrable en cas de défaut, interruption de la séquence et émission d'une alarme de discordance auto-maintenue,
- Démarrage des ventilateurs,
- Contrôle du retour de marche du ventilateur,
- Autorisation de régulation sur le variateur,
- Autorisation des autres régulations après une temporisation paramétrable,
- Autorisation de régulation des vannes de régulation,
- Autorisation de régulation des humidificateurs

c) Séquence de redémarrage automatique

Après une coupure d'alimentation électrique alors que l'installation est en autorisation de marche, au redémarrage de l'automate celui-ci gèrera l'auto-acquittement des défauts actifs afin d'assurer un redémarrage automatique de l'installation.

Nota : Il faudra vérifier s'il n'y a pas eu enclenchement de défauts majeurs (réarmement manuel nécessaire).

d) Séquence d'arrêt normale ou défaut

La CTA peut être arrêtée par une demande de l'opérateur ou sur défaut. Dans ce cas, la séquence suivante commence :

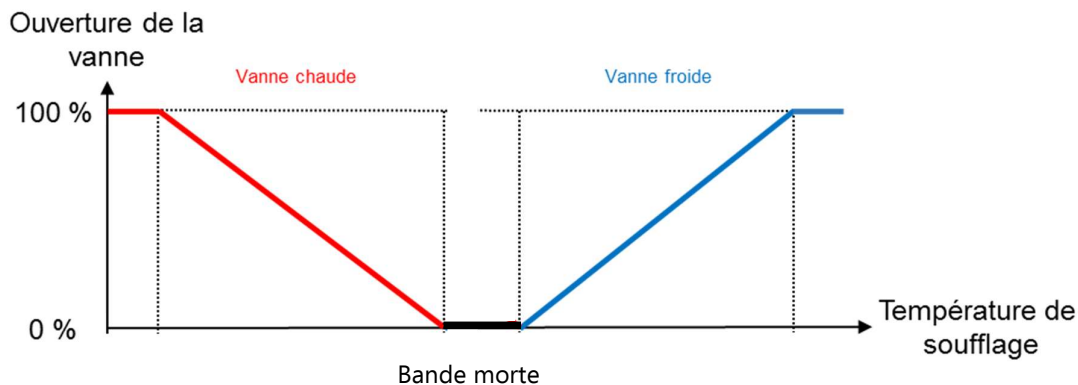
- Arrêt de toutes les boucles de régulation,
- Arrêt du ventilateur,
- Fermeture temporisée (paramétrable) des registres et vérification du fin de course de fermeture après la perte du retour de marche de la CTA.
- Arrêt de l'humidificateur
- Fermeture des vannes de régulation
- Arrêt de l'extracteur

2.1.3 Régulation de la température

La CTA régule une température de consigne fixe paramétrable en fonction de la sonde de température en sortie de centrale à l'aide de batteries hydrauliques chaudes ou froides.

La régulation de la température de soufflage est à action proportionnelle et intégrale. Pour tout écart (mesure - consigne), cette action fait évoluer un signal de correction. Une légère bande morte autour de la consigne sera prévue à $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

Ce signal agit sur la vanne eau chaude et la vanne eau glacée, comme suit :

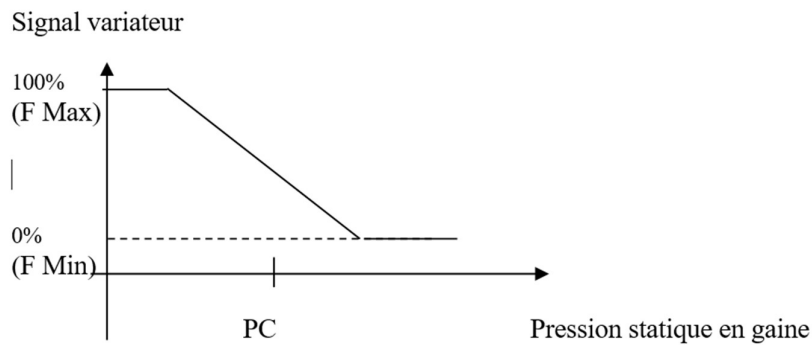


2.1.4 Régulation de la pression

L'autorisation de cette régulation se fera sur le retour de marche du variateur. La pression statique de soufflage est maintenue à un point de consigne constant grâce à une sonde de pression sur la gaine de soufflage.

La régulation de la pression de soufflage est à action proportionnelle et intégrale. Pour tout écart (mesure - consigne), cette action fait évoluer un signal de correction. Les mesures de pressions sont lissées sur 30 secondes pour obtenir des mesures stables.

Ce signal agit sur le variateur de fréquence du ventilateur de soufflage, comme suit :



Une rampe de montée sera appliquée sur le signal du variateur au démarrage de l'installation.

Dans le cas où la sonde de pression ne fonctionne pas correctement (alarme de non réponse), le PID de régulation reste figé dans son état.

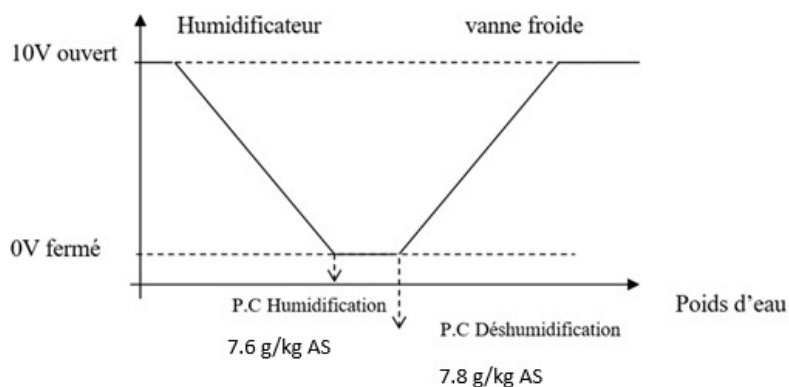
2.1.5 Régulation de l'hygrométrie

L'autorisation de cette régulation se fera sur le retour de marche du variateur. Le poids d'eau de soufflage est maintenu constant ($9g_e/kg_{as}$, paramétrable), à l'aide de deux points de consigne (Humidification et déshumidification)

Note : L'automate signale tout dépassement de seuils bas et haut du poids d'eau de soufflage.

La régulation du poids d'eau est à action proportionnelle et intégrale. Pour tout écart (mesure - consigne), cette action fait évoluer un signal de correction.

Ce signal agit en séquence sur l'humidificateur et la vanne froide, comme suit :



En cas de non-réponse de la sonde servant au calcul, le PID de régulation reste figé dans son état.

2.1.6 Gestion des défauts

Les défauts sont dits « Majeurs » lorsqu'ils sont bloquants et arrêtent la CTA.

Ce type de défauts nécessite, après disparition du défaut, un réarmement soit :

- Sur le BP de l'armoire électrique.
- Sur l'IHM en façade d'armoire
- Depuis la supervision

Ces défauts sont :

- Discordance d'ouverture registres d'isolement d'air neuf,
- Discordance d'ouverture registres d'isolement de soufflage,
- Discordance ventilateur soufflage,
- Défaut pression de soufflage haute et basse
- Défaut extracteur
- Arrêt d'urgence
- Défaut manque de tension
- Arrêt par commutateur d'armoire
- Défaut antigel

Cas particulier sur des défauts majeurs :

Ce type de défaut nécessite aussi un réarmement sur l'appareil concerné (variateur et thermostat antigel).

- Défaut variateur soufflage,
- Défaut variateur extraction
- Défaut antigel

En cas de défaut antigel, la CTA est mise à l'arrêt et la vanne chaude est ouverte à 100% dans ce cas.

a) L'ensemble des défauts majeurs sera traité par l'automate comme suit :

- Un message d'alarme,
- L'arrêt de la centrale,
- La fermeture des registres d'isolement,
- L'activation du défaut correspondant au système sur l'armoire

b) L'ensemble des défauts mineurs sera traité par l'automate comme suit :

- Un message d'alarme,
- L'activation du défaut correspondant au système sur l'armoire

Cas particulier sur des défauts mineurs :

Hygrostat de sécurité, ce type de défaut arrête uniquement les humidificateurs.

2.2 EXTRACTEURS

2.2.1 Fonctionnalités

Extracteur :

- Marche auto de l'installation
- Marche forcée de l'installation,
- Arrêt de l'installation,
- Régulation de pression en gaine
- Défauts Majeurs
- Défauts Mineurs

2.2.2 Gestion de l'installation

L'autorisation de fonctionnement de l'installation est asservie à un commutateur Marche/Auto/Arrêt placé sur la façade de l'armoire (1 par extracteur).

L'automate est prévu pour piloter l'installation et permet la remontée de points sur GTC.

2.2.3 Régulation de la pression

La pression d'extraction en gaine est maintenue constante (paramétrable) par action sur le variateur de vitesse de l'extracteur.

Dans le cas où la sonde de pression est hors plage (alarme de non réponse), la boucle de régulation PID reste figée.

2.2.4 Autorisation de marche

Le fonctionnement de chaque extracteur est géré par :

- Un B.P. « Marche / Auto / Arrêt » pour chaque extracteur,
- Au fonctionnement de la centrale de traitement d'air

La mise à l'arrêt d'un extracteur par commutateur correspond à un arrêt de fonctionnement piloté par le système de commande. Cet arrêt ne garantit pas l'absence d'énergie résiduelle ou de remise en marche intempestive. Il ne peut en aucun cas être considéré comme une mise en sécurité. Toute intervention nécessite une consignation préalable conforme aux règles de sécurité. En cas de défaut arrêtant un des extracteurs en service, pour permettre le redémarrage l'opérateur doit :

- Une fois la panne résolue
- Réarmer soit par le bouton poussoir en façade de l'armoire, sur l'IHM ou depuis la GTC,

2.2.5 Séquence de fonctionnement

a) Extracteurs à l'arrêt

Quand un extracteur est à l'arrêt, l'installation sera comme l'indique les conditions suivantes :

- Variateur de l'extracteur arrêté,

b) Séquence de démarrage

Quand un ordre de démarrage est émis, la séquence suivante commence :

- Commutateur d'armoire et autorisation GTC sont sur « MARCHE », pas de défaut ou alarme critique présent,
- Asservissement entre CTA et Extracteur, pas de défaut CTA,
- Démarrage de l'extracteur sur variateur en rampe (réglage lors de la mise en service),
- Contrôle du retour de marche du ventilateur,
- Autorisation de régulation sur le variateur (accélération de la rampe variateur/moteur).

c) Séquence d'arrêt

Les extracteurs peuvent être arrêtés par un défaut ou par une demande de l'opérateur. Dans les deux cas, la séquence suivante commence :

- Arrêt de la régulation
- Mise à zéro du signal du variateur,
- Arrêt de l'extracteur,

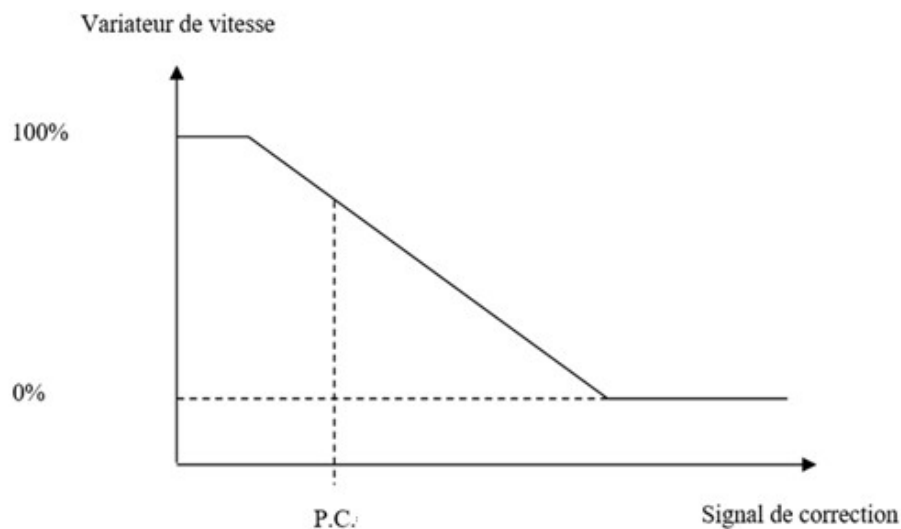
2.2.6 Régulation de la pression en gaine

La pression d'extraction en gaine est maintenue constante (paramétrable) par action sur le variateur de vitesse de l'extracteur.

L'autorisation de cette régulation se fera sur un retour de marche.

La pression statique de la ligne d'extraction est maintenue à un point de consigne en gaine constant (paramétrable depuis la GTC) grâce à une sonde de pression sur la gaine d'extraction.

La régulation de la pression de la ligne d'extraction est à action proportionnelle et intégrale. Pour tout écart (mesure - consigne), cette action fait évoluer un signal de correction. Ce signal agit sur le(s) variateur(s), comme suit :



Note Une rampe de montée est appliquée à chaque sollicitation.

Dans le cas où la sonde de pression est hors plage (alarme de non réponse), la boucle de régulation PID reste figée.

L'extracteur fonctionnant à pression constante ne possède pas de régulation spécifique lié au mode de fonctionnement des salles. Le débit d'extraction général s'adaptera de façon autonome avec les changements de pressions en gaine par action sur le variateur de vitesse.

2.2.7 Gestion des défauts

Les défauts sont dits « Majeurs » lorsqu'ils arrêtent les extracteurs. Ce type de défaut nécessite un réarmement de la part de l'opérateur sur l'armoire électrique.

Ces défauts sont :

- Défaut variateur,
- Défaut pression de soufflage haute et basse,
- Défaut CTA,
- Arrêt d'urgence,
- Défaut manque de tension,
- Arrêt par commutateur d'armoire

Cas particulier :

Ce type de défaut nécessite aussi un réarmement sur l'appareil concerné (variateur).

- Défaut variateur extraction,
 - a) L'ensemble des défauts majeurs sera traité par l'automate comme suit :
 - Un message d'alarme,
 - L'arrêt de l'extracteur en défaut après la temporisation de décélération du variateur,
 - L'activation du voyant défaut correspondant sur l'armoire et remontée en supervision
 - b) L'ensemble des défauts mineurs sera traité par l'automate comme suit :
 - Un message d'alarme,
 - L'activation du voyant défaut correspondant sur l'armoire et remontée en supervision

2.3 REGULATION DES SORBONNES ET HOTTES A FLUX LAMINAIRE

La gestion du débit d'extraction des sorbonnes et hottes à flux laminaire dépend de la hauteur d'ouverture de la guillotine, pour ajuster le débit on utilise des registres à débit variables asservis à un capteur de position d'ouverture de la guillotine (capteur mécanique ou analogique via une sonde de vitesse) qui renvoie un signal électrique proportionnel au degré d'ouverture de la guillotine au registre. Afin de maintenir la pression constante une compensation des débits d'extraction aura lieu entre les extractions spécifiques variables et l'extraction générale de la pièce afin de maintenir un débit d'extraction global constant. Pour cela les registres fonctionnent en « maître-esclave » 1 appareil maître remonte toutes les données des autres appareils esclaves à la GTC et régule les appareils esclaves. Ils sont reliés par un bus via des prises RJ45 et communiquent à l'aide d'une carte BACnet/IP. Il est possible de remonter jusqu'à 5 appareils maîtres en série à la GTC. Il n'est pas possible de faire d'écriture depuis la GTC pour la gestion des registres. Il sera nécessaire de développer sur la GTC une image par pièce regroupant tous les débits des registres variable associés aux différents équipements et du débit global de la pièce associée. Les registres remontent à l'automate les débits d'extraction des sorbonnes.

2.4 ALARMES EN SALLE BLANCHE

Le monitoring des paramètres des salles blanches devra permettre en cas de dérive d'un des paramètres d'émettre un signal lumineux via une verrine pour avertir le personnel dans la salle associée. Les paramètres sont les suivants :

- Température
- Pression
- Hygrométrie
- Taux de particules

Une plage de tolérance des différentes consignes sera associée à chaque paramètre et sera paramétrable. Une temporisation paramétrable sera également active avant de transmettre le signal d'alarme.

3 EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES

3.1 GENERALITES

La production de chaud et froid sera réalisée 2 groupes de production constitués d'une PAC pour la production d'eau chaude et d'un groupe froid pour la production d'eau glacée. Les groupes sont équipés de modules hydrauliques.

Le circuit d'eau chaude est composé d'un réseau avec un ballon tampon équipé d'un thermoplongeur électrique sur l'aller, la régulation générale du circuit est à débit constant avec régulation des terminaux par vanne 3 voies.

3.2 PRODUCTION EG

La demande de production d'eau glacée s'effectue selon l'information obtenue sur la température de retour alimentant le groupe froid. Lorsque la température est supérieure à une température de consigne paramétrable, l'installation est donc en demande de froid et le groupe froid s'active après une temporisation paramétrable.

Un pressostat de sécurité est installé en entrée du groupe froid afin de couper la mise en marche de ce dernier dans le but de protéger le module hydraulique si la pression chute sous une valeur paramétrable.

Un flow switch est également installé en sortie d'équipement pour vérifier qu'un débit d'eau circule bien dans le groupe froid et ne pas endommager ses pièces si ce dernier fonctionne sans circulation d'eau. Si le switch renvoie un défaut, il coupe la mise en marche du groupe froid.

3.3 PRODUCTION EC

La demande de production d'eau chaude s'effectue selon l'information obtenue sur la température de retour alimentant la PAC. Lorsque la température est inférieure à une température de consigne paramétrable, l'installation est donc en demande de chaud et la PAC s'active après une temporisation paramétrable.

Un pressostat de sécurité est installé en entrée de la PAC afin de couper la mise en marche de cette dernière dans le but de protéger le module hydraulique si la pression chute sous une valeur paramétrable.

Un flow switch est également installé en sortie d'équipement pour vérifier qu'un débit d'eau circule bien dans la PAC et ne pas endommager ses pièces si elle fonctionne sans circulation d'eau. Si le switch renvoie un défaut, il coupe la mise en marche de la PAC.

3.4 SEQUENCE DE DEMARRAGE

Sur demande de mise en marche en fonction des besoins de l'installation ou bien qu'une marche forcée manuelle est demandée :

La production ne pourra démarrer que si les conditions suivantes sont validées soit :

- Le commutateur du groupe est en mode « Auto »
- Le commutateur des pompes est en mode « Auto »

- Contrôle de retour de marche pompes
- Contrôle de la pression du réseau via le pressostat
- Contrôle de la présence de débit via le flow switch
- Contrôle de l'autorisation de marche
- Contrôle de retour de marche
- Absence de défaut majeures (notamment pressostat)
- Libération de la régulation sur température de retour (en chaud ou froid)

Sur demande de marche forcée d'un groupe la séquence est :

- Contrôle de la présence de débit via le flow switch
- Démarrage du groupe

3.5 SEQUENCE D'ARRÊT

Sur demande d'arrêt car les besoins de l'installations sont atteints ou qu'un arrêt forcé manuel est demandé :

- Arrêt de la régulation sur température de retour
- Arrêt de l'équipement
- Arrêt des pompes (incluses dans le module hydraulique)

3.6 REGULATION HYDRAULIQUE

3.6.1 Pompe à débit constant

Toutes les pompes incluses dans les modules hydrauliques des moyens de production du projet fonctionneront à débit constant. Elles seront paramétrées à leur mise en service et le débit sera réglé avec les capteurs interne à chaque pompe.

3.6.2 Régulation des batteries terminales

Les batteries chaudes terminales installées en gaine seront régulées par action sur vanne 3 voies. La régulation sera faite sur le débit.

La batterie régule une température de consigne fixe paramétrable en fonction de la sonde de température installée sur chaque antenne d'extraction des salles blanches.

La régulation de la température de soufflage est à action proportionnelle et intégrale. Pour tout écart (mesure - consigne), cette action fait évoluer un signal de correction. Une légère bande morte autour de la consigne sera prévue à $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

3.6.3 Régulation du thermoplongeur du ballon d'eau chaude

Le thermoplongeur est à fonctionnement tout ou rien. Son fonctionnement doit être en complément de la PAC une fois qu'elle a atteint ses capacités maximales.

La régulation du thermoplongeur pourra être réalisé soit par suivi de la consommation hydraulique soit par une activation via une consigne sur la température extérieure.

Les conditions d'activations sont les suivantes :

- La capacité de production d'eau chaude de la PAC atteint une consigne paramétrable (90%) ET la température d'eau chaude retour OU aller est inférieure à la température de consigne

- L'activation du thermoplongeur s'active automatiquement si la température extérieure atteint une valeur inférieure à une température de consigne. La température extérieure sera relevée depuis la sonde de température sur la gaine d'air neuf de la centrale de traitement d'air.

3.6.4 Traçage électrique des réseaux extérieurs

Un traçage électrique extérieur sera prévu sur les réseaux hydrauliques extérieurs. Ce dernier sera régulé et asservi à la sonde de température sur l'air neuf pour s'activer quand la température de l'air extérieur sera inférieure à une température de consigne paramétrable (5°C).

3.7 GESTION DE DEFAUTS

L'ensemble des défauts majeurs sera traité par l'automate comme suit :

- Un message d'alarme,
- L'arrêt de l'équipement en défaut,
- L'activation du défaut correspondant au système sur l'armoire (1 voyant par équipement)

L'ensemble des défauts mineurs sera traité par l'automate comme suit :

- Un message d'alarme,
- L'activation du défaut correspondant au système sur l'armoire (1 voyant par équipement)

Ce défaut est auto-maintenu et nécessite un réarmement sur le groupe en défaut et sur la GTC ou IHM du groupe.

4 REMONTEE DES INFORMATIONS DES EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES

4.1 SONDES

4.1.1 Sondes de température

Toutes les sondes de température d'eau délivrent les températures des réseaux eau chaude et eau glacée de l'installation, pas de régulation.

4.1.2 Pressostat

Les sondes de pression permettent de détecter un manque d'eau dans le réseau et d'arrêter les pompes en cas de défaut avec remontée d'une alarme à l'automate.

4.2 DEBITMETRE

Les débitmètres seront communiquant et remontent à la supervision via l'automate les valeurs suivantes :

- Débit instantané
- Débit cumulé

Un débitmètre sera installé sur l'arrivée d'eau de ville en toiture pour le remplissage des réseaux thermiques ainsi que l'alimentation des humidificateurs.

4.3 VANNES 3 VOIES

Les vannes 3 voies via un signal électrique renvoient leurs positions d'ouverture à l'automate. Le fonctionnement de la vanne sera piloté par un servomoteur géré par l'automate. La modulation de la puissance se fera par variation du débit.

5 COMMUN

5.1 SYNTHÈSE DÉFAUT GÉNÉRAL

Une sortie digitale sera activée lorsqu'un défaut apparaîtra sur l'automate.

5.2 TEMPS DE FONCTIONNEMENT

L'automate calcule le temps de fonctionnement de l'ensemble des équipements.

5.3 ACQUITTEMENT DES DÉFAUTS

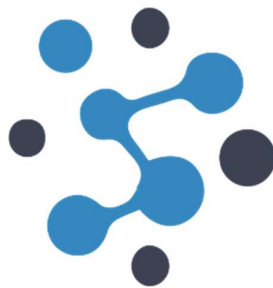
Après suppression du défaut, le réarmement permet d'effacer l'alarme mémorisée
Ce réarmement s'effectue par paramètre ou par bouton poussoir.

5.4 NON RÉPONSE DES SONDÉS

L'automate gère la non-réponse des sondes (de régulation uniquement) et maintient le PID de régulation dans son état. Sur détection de la non-réponse, l'automate gère :

- Un message d'alarme,
- L'activation de la synthèse défaut,
- Le PID de régulation reste figé.

Ce défaut n'est pas auto maintenu et ne nécessite pas de réarmement. Sur retour normal de la mesure après une temporisation le PID repart depuis son dernier signal.



Life Ingénierie

Concept, Design & Build

Life Ingénierie

www.life-ingenierie.com

04 28 70 71 80

contact@life-ingenierie.com

445 Rue Lavoisier,

38330 Montbonnot-Saint-Martin