

AUTOMATISATION DU BATIMENT

DIRECTIVES POUR LA CONCEPTION ET LA REALISATION DES INSTALLATIONS D'AUTOMATISATION DU BÂTIMENT

Ecrit par	Contrôlé par	Date	Version	Remarques /Modifications
Paul-Henri Hons		10.09.20	3	Modifications sur schémas électriques et tendances à enregistrer
Nils Demarchi	Paul-Henri Hons	23.04.20	2	Mise à jour
Paul-Henri Hons		13.08.19	1	Version initiale

Sommaire

Sommaire	2
Préambule	3
Aspects conceptuels :	4
Planification et exécution – Généralités :	5
Planification et exécution – Organes périphériques de terrain – Partie commune :	5
Planification et exécution – Organes périphériques de terrain – Motorisations :	6
Planification et exécution – Organes périphériques de terrain – Sondes température : ..	7
Planification et exécution – Organes périphériques de terrain – Chauffage :	8
Planification et exécution – Organes périphériques de terrain – Ventilation :	9
Planification et exécution – Organes périphériques de terrain – Froid :	9
Planification et exécution – Câblage des périphériques de terrain :	11
Planification et exécution – Tableaux de commande AdB :	11
Planification et exécution – Automates de terrain – Partie hardware :	13
Planification et exécution – Automates de terrain – Partie software – Partie commune :	14
Planification et exécution – Automates de terrain – Partie software – Chauffage :	16
Planification et exécution – Automates de terrain – Partie software – Ventilation :	17
Planification et exécution – Automates de terrain – Partie software – Froid :	19
Planification et exécution – Bus de communications :	19
Planification et exécution – Supervision :	21

Préambule

Les présentes directives ont été établies afin d'obtenir des installations cohérentes et homogènes sur l'ensemble des bâtiments occupés par l'Université de Lausanne. Elles constituent le cadre à appliquer pour la conception, la réalisation et la mise en service de toute installation d'automatisation du bâtiment.

Toute dérogation à l'application des présentes directives devra être validée formellement par écrit par les ingénieurs du domaine Planification et projets ou du domaine Exploitation (groupe technique ou du groupe énergie) d'UNIBAT à l'issue de la phase projet, sauf contre-indication dans le texte. Dans le cas contraire et comme stipulé dans les « *Conditions générales pour l'exécution de travaux de construction, applicables à tous les corps de métier travaillant pour l'UNIL* », la mise en conformité a posteriori des installations aux présentes directives sera réalisée à la charge du mandataire et/ou de(s) l'entreprise(s) ayant omis de les appliquer (frais de mesure, frais d'études et frais d'assainissement).

Aspects conceptuels :

<p>Nombre de points</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Limiter le nombre de points. En prévoir autant que nécessaire, mais également aussi peu que possible. • Le nombre de points doit rester faible, ceci tant dans l'optique de l'investissement initial que de la complexité de l'installation, la mise en service ou encore dans l'optique de l'entretien et la maintenance futures.
<p>Etendue des fonctionnalités à prévoir</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnalités de base qui permettent à l'installation de rendre le service demandé + fonctionnalités supplémentaires pour avoir un comportement économe en énergie + fonctionnalités pour sécurité + fonctionnalités pour le comptage de la consommation d'énergie et son télé-relevé + fonctionnalités pour télégestion (pour la maintenance et l'optimisation).
<p>Commande en fonction des besoins</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les installations techniques du bâtiment seront commandées à priori en fonction des besoins, de manière à n'être en service que lorsque cela est nécessaire. • Attention toutefois à mettre en balance la complexité AdB plus grande de ces installations ayant beaucoup de régulations terminales, avec le gain d'énergie attendu. <p>Il pourrait cas échéant s'avérer plus intéressant du point de vue global (y.c. énergie grise) de faire une installation plus simple du point de vue AdB et utiliser le montant ainsi économisé sur l'AdB, pour faire par exemple un monobloc plus gros, afin de diminuer intrinsèquement les pertes de charges et donc la consommation d'énergie de transport de l'air. L'abandon de la régulation terminale au profit d'autres actions menant à des économies d'énergies identiques ou supérieures sera justifié par un calcul économique (prenant également en compte les frais d'entretien de l'AdB auquel il a été renoncé) et un calcul d'impact environnemental. Par autres actions menant à des économies d'énergie s'entend toute prescription allant au-delà des exigences légales pour les bâtiments de l'Etat de Vaud et des directives techniques Unibat.</p>
<p>Acceptation par les occupants des locaux</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les éléments suivants doivent pouvoir être pilotés par les occupants des locaux : <ul style="list-style-type: none"> ○ Ouvrants des fenêtres – impostes – coupoles – ○ Lumière artificielle. ○ Stores de protection solaire et d'obscurcissement. ○ Vannes de chauffage dans les locaux individuels. • Les éléments suivants n'ont pas besoin de pouvoir être pilotés par l'utilisateur : <ul style="list-style-type: none"> ○ Vannes de chauffage dans les locaux collectifs (salles de cours, ...). ○ Ventilation. ○ Froid.

Planification et exécution – Généralités :

AdB installations sanitaire	<ul style="list-style-type: none"> Sauf exception, à intégrer au reste de l'AdB, pas d'AdB ou de tableau autonome pour cela.
-----------------------------	---

Planification et exécution – Organes périphériques de terrain – Partie commune :

Accès en maintenance des périphériques d'AdB	<ul style="list-style-type: none"> Espace de révision suffisant autour des périphériques d'AdB. Aussi espace suffisant pour remplacement de pièces, sans devoir démonter des éléments de l'installation tels que conduite, gaine, isolation. (en particulier servomoteurs de clapets coupe-feu, vannes, sondes).
Etalonnage des capteurs	<ul style="list-style-type: none"> Toutes les mesures des capteurs doivent être alignées sur site à la mise en service à l'aide d'un capteur de référence => protocole y relatif à joindre au dossier de révision. En sus, pour les capteurs et sondes étalonnés en laboratoire, le certificat doit être fourni dans le dossier de révision.
Planification du comptage	<ul style="list-style-type: none"> Selon directive Unil du 07.01.2020 « Directive pour le concept des installations de mesures des énergies et de télé-relevage »
Longueur des câbles	<ul style="list-style-type: none"> Prendre en compte la chute de tension et la résistance de ligne (force, commande et sondes) lorsque les périphériques de terrain commencent à être éloignés du tableau de commande. Les prolongations de câbles de sonde de type thermocouple doivent être fait avec un câble adapté

Planification et exécution – Organes périphériques de terrain – Motorisations :

<p>Convertisseurs de fréquence</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Emplacement des convertisseurs de fréquences : <ul style="list-style-type: none"> ○ A monter le plus près possible du consommateur => câbles entre convertisseurs et moteurs = les plus courts possibles car ils émettent beaucoup de perturbations électromagnétiques. ○ Pas de convertisseurs montés dans des armoires de commandes. • Protection contre les perturbations électromagnétiques : <ul style="list-style-type: none"> ○ Filtres RFI en amont indispensables. ○ Selfs de lissage en aval si anciens moteurs. • Blindage des câbles : <ul style="list-style-type: none"> ○ Câble entre convertisseur et moteur impérativement blindé, avec mise à terre des 2 côtés. ○ Attention à la continuité du blindage dans les éventuels interrupteurs SUVA. ○ Mise à terre du blindage au niveau du moteur via presse-étoupes blindés à 360°. • By-pass de convertisseur : <ul style="list-style-type: none"> ○ Seulement pour équipements à haut niveau de disponibilité => à définir avec Unibat. • Réglages du convertisseur : <ul style="list-style-type: none"> ○ Couple quadratique pour tout ce qui est applications ventilation et pompes fonctionnant en circuit fermé. ○ A l'arrêt du convertisseur couper l'alimentation pour supprimer les pertes de veille. Si impossible, mettre au moins le convertisseur en veille profonde avec étage de puissance désactivé (= réduction d'un facteur 10 des pertes de veille par rapport à veille avec étage de puissance activé). • Afficher sur l'imagerie de la régulation, non seulement le % de fonctionnement, mais également la fréquence en Hz.
------------------------------------	---

Planification et exécution – Organes périphériques de terrain – Sondes température :

Sondes passives	<ul style="list-style-type: none"> • Privilégier les sondes passives plutôt que les sondes actives qui sont beaucoup plus chères.
Emplacement des sondes pour mesure en ambiance	<ul style="list-style-type: none"> • Position des sondes d'ambiance dans les locaux à bien définir : <ul style="list-style-type: none"> ○ A l'abri du rayonnement direct du soleil. ○ A l'abri d'éventuelles autres sources convectives et rayonnantes qui pourraient fausser la mesure (p.ex lampes sur pieds). ○ Attention à ne pas mesurer finalement la température du mur sur laquelle la sonde est montée (pas de sonde engravée dans un mur). Prévoir cas échéant des écarteurs. ○ A fixer à priori entre 1 et 1.5m du sol environ.
Sonde extérieure	<ul style="list-style-type: none"> • Une seule sonde par bâtiment, placée de manière à être toujours à l'abri de l'influence directe du soleil. • Si pas possible, mettre 2 sondes en opposition (p.ex. une à l'Est et une à l'Ouest) et en extraire le signal le plus faible comme référence de température extérieure. • Raccorder la sonde extérieure physiquement sur l'automate le plus proche. • Transmettre la température extérieure aux autres automates du bâtiment via le bus inter-automates ou via le protocole BACnet.
Sondes sur collecteurs de chauffage	<ul style="list-style-type: none"> • A installer systématiquement sur les départs et retour de chaque groupe, même ceux non régulés.
Affichage température	<ul style="list-style-type: none"> • Sauf exception, les sondes n'ont pas de display ou de leds d'affichage.
Variation de consigne	<ul style="list-style-type: none"> • Les sondes n'ont, sauf exception, pas de potentiomètre de dérogation de consigne intégré. • Si ce dernier est indispensable, il faut que le degré d'influence puisse être programmé au niveau de l'automate, ceci jusqu'à pouvoir supprimer toute influence sur la consigne si nécessaire.

Planification et exécution – Organes périphériques de terrain – Chauffage :

Régulation terminale de chauffage	<ul style="list-style-type: none"> • Privilégier les vannes thermostatiques plutôt que les régulations électriques qui sont beaucoup plus chères. • Locaux seulement chauffés : <ul style="list-style-type: none"> ○ Pour les locaux publics : Réglage terminal des besoins de chauffage par vanne thermostatique classique avec réglage non modifiable par l'utilisateur et position de réglage non visible pour l'utilisateur (p.ex. IMI Heimeier, tête thermostatique B). ○ Pour les bureaux et autres locaux individuels : Réglage terminal des besoins de chauffage par vanne thermostatique classique avec réglage modifiable par l'utilisateur. • Locaux chauffés et refroidis : <ul style="list-style-type: none"> ○ Vanne de chauffage électrique pilotée par l'automate en séquence avec le froid, avec verrouillage réciproque pour éviter de chauffer et refroidir en même temps.
Débouillage des pompes	<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les pompes qui ne tournent pas régulièrement toute l'année sont équipées d'une fonction de débouillage hebdomadaire pour éviter le grippage pendant les périodes d'arrêt.
Débouillage des vannes motorisées	<ul style="list-style-type: none"> • Pour éviter le grippage des petites vannes (p.ex. vannes motorisées de radiateurs qui restent longtemps fermées en été) il faut prévoir une fonction de débouillage hebdomadaire dans le software, comme on le fait pour les pompes.
Chauffage sol	<ul style="list-style-type: none"> • A équiper d'un thermostat de sécurité sur le départ du groupe au collecteur de chauffage. • Lorsque le thermostat de sécurité déclenche en sécurité cela déclenche en hardware : <ul style="list-style-type: none"> ○ Fermeture de la vanne de chaud. ○ Arrêt de la pompe. ○ Remontée de l'information de panne dans l'AdB.

Planification et exécution – Organes périphériques de terrain – Ventilation :

Clapets coupe-feu	<ul style="list-style-type: none"> Alimenter les clapets en 230V et pas en 24V. Grouper dans toute la mesure du possible les CCF pour diminuer le nombre de points de l'AdB. Surveillance des positions des CCF = via bus de communication spécifique : <ul style="list-style-type: none"> Force des CCF à prendre depuis le tableau d'AdB considéré et pas à prendre « localement ». Signalisation des positions des clapets via boîtier ad hoc à placer dans l'armoire.
Clapets d'air neuf et d'air rejeté	<ul style="list-style-type: none"> Prévoir des servomoteurs à ressorts de rappel pour ces clapets, de manière à être sûr que la circulation d'air soit interrompue en cas de coupure de courant (Danger de gel).
Pressostats de filtres à air	<ul style="list-style-type: none"> Pas de pressostats ni de sonde de pression différentielle pour signaler l'encrassement des filtres à air à l'AdB.
Pressostats de sur-, dépression inadmissible	<ul style="list-style-type: none"> Afin de protéger les réseaux de ventilation et le monobloc, il est nécessaire d'installer des pressostats de surveillance de sur- / dépression inadmissible entre le monobloc et les premiers CCF, ceci tant au soufflage qu'à la reprise. En cas de déclenchement du pressostat Lorsqu'une sur- / dépression arrive, cela déclenche en hardware : <ul style="list-style-type: none"> L'arrêt des ventilateurs de soufflage et de reprise. La transmission d'une alarme correspondante à la régulation.
Sondes de températures sur monoblocs	<ul style="list-style-type: none"> A mettre à chaque changement de température. Les sondes mises en place doivent également permettre le calcul automatique et continu du rendement de la récupération de chaleur par l'AdB.
Indicateurs de débits d'air sur les monoblocs	<ul style="list-style-type: none"> Tous les monoblocs sont munis d'un afficheur du débit d'air en circulation (p.ex. de type OPP-SENS de Oppermann Regelgeräte) monté sur la carcasse du monobloc. Chaque signal de débit est ensuite remonté dans l'AdB et affiché sur la supervision. Le débit peut également être récupéré depuis les groupes moto-ventilateurs via bus si disponible.
Régulateurs de débit / clapets auto-régulants	<ul style="list-style-type: none"> Il est interdit de piloter le régime du ventilateur en fonction de la pression dans la gaine. Le pilotage de débit se fait en fonction de la somme des consignes des débits d'air des régulateurs.
Mesure de la pollution de l'air	<ul style="list-style-type: none"> Pas de sondes de mesure de la « qualité d'air », seulement sondes de CO₂ et/ou humidité, voire autre s'il s'agit d'un polluant « industriel ». Pas d'affichage de la valeur mesurée sur la sonde.
Tuyaux des sondes de pression	<ul style="list-style-type: none"> Les tuyaux seront impérativement prévus en silicone. Idem pour les tuyaux des éventuels pressostats.
Commandes à distance	<ul style="list-style-type: none"> Uniquement avec des boutons à impulsions qui peuvent être resetés par l'AdB, pas de boutons tournants.

Planification et exécution – Organes périphériques de terrain – Froid :

Machines de froid (+PAC)	<ul style="list-style-type: none"> L'AdB doit impérativement être équipé de manière à permettre la mesure, l'affichage et l'enregistrement en continu de l'ensemble des paramètres nécessaires pour faire le bilan annuel COP_a du système de production de froid, ceci avec et sans les auxiliaires. Voir également directives de comptage.
--------------------------	---

Directives architecturales et techniques

2. Prescriptions conceptuelles

2.3 Installations techniques

Automatisation du bâtiment

Planification et exécution – Câblage des périphériques de terrain :

Blindage des câbles	<ul style="list-style-type: none"> Blinder tous les câbles de signaux analogiques (sondes ohmiques, 0-10 V, 4-20 mA, PTC bobinages moteurs, ...), ainsi que les comptages à impulsions. Idem pour les câbles bus, sauf spécification contraire expresse du fabricant.
Séparation	<ul style="list-style-type: none"> Séparer physiquement les câbles des signaux analogiques des autres câbles dans les chemins de câbles => Limitation de la perturbation électrique des signaux.

Planification et exécution – Tableaux de commande AdB :

Accessibilité	<ul style="list-style-type: none"> Les armoires de commande doivent être facilement accessibles, avec suffisamment de place libre devant pour pouvoir y travailler en sécurité et assurer le chemin de fuite en cas d'urgence, ceci même avec les portes des cellules ouvertes.
Place de réserve	<ul style="list-style-type: none"> 30%, non équipée, ceci tant pour les borniers, que pour la partie automate, ou encore la partie force et commande. Le rail de la partie automate comportera 30% de réserve pour l'ajout de modules. Pour les coffrets IRC, la réserve est de 10%.
Dimensions des cellules	<ul style="list-style-type: none"> Les cellules auront au maximum les dimensions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ○ Hauteur : 2'200 mm ○ Largeur : 1'000 mm ○ Profondeur : 400 mm
Matériau de construction et Portes	<ul style="list-style-type: none"> Les armoires des tableaux de commande seront réalisées en matériaux métalliques. Des exceptions peuvent être admises pour les tableaux exposés aux intempéries (p.ex. fibre de verre). Portes : <ul style="list-style-type: none"> ○ Non vitrées. ○ Selon besoins, dans les locaux plus exigus, augmenter le nombre de portes pour en diminuer leur largeur, ceci afin d'assurer une meilleure capacité de fuite en cas d'urgence.
Couleur des cellules	<ul style="list-style-type: none"> Les tableaux seront de couleur RAL 7032 avec socle antirouille de couleur noire de 10 cm.
Protection	<ul style="list-style-type: none"> A minima IP 55 + IK08, câblage systématiquement depuis le côté inférieur du tableau. Un seul câble par presse-étoupe !
Clés de fermeture des cellules	<ul style="list-style-type: none"> La fermeture des cellules sera réalisée par un cylindre pour clé carrée femelle de 6mm.
Eclairage	<ul style="list-style-type: none"> Eclairage automatique de l'intérieur de l'armoire avec allumage via contact de porte. Sondes de présences interdites.
Prises	<ul style="list-style-type: none"> Un bloc de 3 prises 230 V à disposition pour les interventions dans le tableau. Le bloc de prises sera sur un disjoncteur dédié.
Porte-documents	<ul style="list-style-type: none"> Un porte-documents sera installé à l'intérieur du tableau
Tablette repliable	<ul style="list-style-type: none"> 1 tablette repliable pour la pose d'un PC portable dans ou à proximité immédiate tableau.

Lampes+ boutons de quittance	<ul style="list-style-type: none"> • Les lampes de signalisation suivantes sont à prévoir pour les circuits de force : <ul style="list-style-type: none"> ○ Lampes rouges : alarmes (alarmes urgentes) ○ Lampes jaunes : dérangements techniques (alarmes non urgentes) ○ Lampes vertes : fonctionnement normal ○ Lampes blanches : équipement sous tension • Les boutons poussoir suivants sont à prévoir : <ul style="list-style-type: none"> ○ Quittance alarmes ○ Test des lampes • Les interrupteurs à clé suivants seront mis en place : <ul style="list-style-type: none"> ○ Dérangement ○ Alarme technique ○ Alarme Feu ○ Ascenseur <p>Ils permettront d'annuler momentanément le renvoi d'alarmes sur le système HF.</p>
Parafoudres	<ul style="list-style-type: none"> • Parasurtension type 2 obligatoire sur l'alimentation.
Surveillance tension	<ul style="list-style-type: none"> • Triphasée standard, avec une seule sortie de défaut remontée dans l'automate pour les 3 phases.
Surveillance des disjoncteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les disjoncteurs liés à la commande seront surveillés. • La surveillance peut être groupée par fonction pour diminuer le nombre d'entrées d'automate nécessaires à cette tâche.
Commande 230/24V	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser un maximum la tension de 230VAC pour la force, la commande ainsi que pour les périphériques afin de diminuer la section des câbles. • Le 230V est natif dans le tableau, alors que le 24V (alternatif ou continu) doit être « fabriqué » à partir du 230V et nécessite donc des équipements auxiliaires, ce qui augmente le risque de panne par rapport au 230V.
24V continu ou alternatif	<ul style="list-style-type: none"> • Eviter d'avoir les deux systèmes dans un même tableau, choisir l'un ou l'autre, mais pas les deux. • Les servomoteurs progressifs pilotés en 0-10V sont alimentés en standard en 24V.
Alimentation externe	<ul style="list-style-type: none"> • Les alimentations à piles sont interdites (p.ex. compteurs de chaleur). • Les sources d'alimentation externe doivent être indiquées par une couleur spécifique (fil ou gaine thermo-rétractable, pas de toile isolante).
Commande de secours	<ul style="list-style-type: none"> • Seulement pour appareils importants pour la sécurité, à définir avec Unibat.
Pré-câblage des points en réserve	<ul style="list-style-type: none"> • Ne pas pré-câbler sur bornes les éventuels points en réserve.
Alimentation de secours	<ul style="list-style-type: none"> • Ne prévoir des alimentations secourues et sans coupure que pour les cas particuliers à haute exigence de sécurité, à définir avec Unibat.
Alarmes	<ul style="list-style-type: none"> • Voir Directives Unibat sur les installations électriques - paragraphe 2.3.6.3.4.3 Transmission des alarmes techniques. • La définition de ce qui constitue une alarme technique ou un dérangement se fera en collaboration avec les responsables techniques des bâtiments, si existants ou avec le chef du groupe technique.

Couleur des câbles	<ul style="list-style-type: none"> La couleur des câbles sera homogénéisée par fonction sur l'ensemble du bâtiment. Pour les conducteurs anciens ne répondant plus aux normes de couleurs actuelles qui sont réutilisés, de la gaine thermo-rétractable correspondante aux nouvelles normes de couleur en vigueur devra être installée sur les derniers 10cm du fil sur chaque extrémité raccordées dans le tableau
Schéma électrique	<ul style="list-style-type: none"> Tous les périphériques et appareils mentionnés dans le schéma électrique seront numérotés non seulement avec leur numéro standard de schéma électrique, mais aussi avec le numéro UNIL de périphérique. Une vue de face du coffre ADB sera présente dans le schéma électrique. Une copie du schéma électrique du tableau (état après réception) devra être à disposition dans le tableau

Planification et exécution – Automates de terrain – Partie hardware :

Automates de dernière génération	<ul style="list-style-type: none"> Le fournisseur du hardware doit impérativement fournir uniquement les automates de dernière génération au moment de l'exécution des travaux, ceci afin qu'Unibat puisse les exploiter ensuite sur la période la plus longue possible. La documentation sur la durée de vie doit être fournie avec l'offre et avant la fabrication du tableau
Interface Homme-Machine	<ul style="list-style-type: none"> Pas de IHM sur les armoires => pas d'interface locale. Une prise bus (USB, RJ45 ou sériel) afin de pouvoir connecter un ordinateur sur le bus de terrain dans chaque armoire.
Forçage manuel des sorties	<ul style="list-style-type: none"> Tous les modules de sorties auront impérativement des interrupteurs de dérogation manuelle pour les sorties digitales TOR (DO), et des interrupteurs + potentiomètres de dérogation manuelle pour les sorties analogiques (AO). Les interrupteurs de dérogation peuvent être internes ou externes à l'automate. La dérogation doit être signalée par une lampe à proximité de l'interrupteur et signalée au software de l'automate.
Automates modulaires ou compacts	<ul style="list-style-type: none"> Vu la taille des bâtiments de l'Unil, prévoir toujours à priori des automates modulaires qui sont beaucoup plus souples d'utilisation en cas de panne et pour d'éventuelles extensions futures.
Points de réserves	<ul style="list-style-type: none"> Les automates étant modulaires, il ne faut pas prévoir de réserve d'entrée de jeu sur les entrées/sorties digitales et analogiques. Il faut par contre qu'il y ait 30% de réserve au niveau de la capacité de l'automate ou alors, si pas de réserve, qu'il soit facilement possible par la suite d'étendre le nombre de points traités par l'automate. En cas d'automates compacts ou d'IRC, il faut prévoir 10% de réserve pour chaque type de point (entrées & sorties digitales, entrées & sorties analogiques) et aussi 10% de réserve en capacité de traitement de l'automate.
Contrôle d'atelier	<ul style="list-style-type: none"> Le système (tableau et programmation) sera testé dans les locaux de l'entreprise. Ce test doit permettre le contrôle du bon fonctionnement des algorithmes, des entrées et sorties physiques et des interfaces vers la supervision. Le protocole du contrôle d'atelier doit être fourni avant la mise en service ainsi que dans le dossier de révision.

Mise en service	<ul style="list-style-type: none"> • Chaque point raccordé à l'automate fait l'objet d'un « contrôle de point » lors de la mise en service. • Ce contrôle de point s'étend depuis le périphérique jusqu'à la supervision, en passant par l'automate. • Une check-list de contrôle des points doit être rédigée. Elle indiquera pour chaque point le contrôle effectué au niveau du périphérique, du câblage, de l'automate et enfin au niveau de la supervision. Cette check-list fait ensuite partie intégrante du dossier de révision de l'installation.
Pièces de rechange	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilité garantie pour 10 ans au moins, comptée à partir de la réception des installations. • La fin de commercialisation des pièces de rechange devra, dans la mesure du possible, être transmise à Unibat par le fabricant du tableau électrique dès qu'il en aura connaissance.

Planification et exécution – Automates de terrain – Partie software – Partie commune :

Descriptif des fonctionnalités	<ul style="list-style-type: none"> • Chaque installation commandée par l'AdB aura un descriptif de fonctionnement, il sera établi par l'ingénieur mandataire pour la fin de la phase projet (et pas par l'entreprise adjudicataire de l'AdB). • Le descriptif de fonctionnement utilisera le code d'identification des périphériques propre à l'UNIL et contiendra un schéma permettant d'identifier chaque périphérique • Pour le contenu du descriptif, voir check-list contenu du descriptif des fonctionnalités. • Le descriptif devra être validé par Unibat avant programmation par l'entreprise
Régulateurs	<ul style="list-style-type: none"> • Les régulateurs doivent être de type P, PI ou PID selon le procédé régulé • Les régulateurs autoapprenant sont interdits
Programmation	<ul style="list-style-type: none"> • Les blocs logiques propriétaires sont interdits • Les fichiers-source de la programmation doivent être fournis avec le dossier de révision (forme informatique uniquement)
Compteurs d'heures software	<ul style="list-style-type: none"> • A prévoir pour tous les équipements sujets à usure mécanique (pompes, ventilateurs, compresseurs, brûleurs) ou autres à définir avec Unibat. • Mode de remise à zéro des compteurs = manuel, selon besoins (révision des équipements), par l'utilisateur.
Comptage des énergies	<ul style="list-style-type: none"> • Se référer aux directives Unil du 07.01.2020 « Directive pour le concept des installations de mesures des énergies et de télé-relevage »
Capteurs analogiques	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir d'office la possibilité de filtrer légèrement les entrées en vue de stabiliser le signal d'entrée. • Idem pour la possibilité de faire un décalage linéaire pour compenser une éventuelle erreur de sonde (étalonnage à faire à la mise en service) ou une trop grande longueur de ligne.
Points à traiter en hardware	<ul style="list-style-type: none"> • Les points les plus importants pour la sécurité des installations sont à traiter en hardware, à savoir en électromécanique classique via contact sec et non pas par software. • Il s'agit au moins des points suivants : <ul style="list-style-type: none"> ○ Alarme incendie. ○ Danger de gel en ventilation ou froid. ○ Sur- / dépression inadmissible dans le réseau de ventilation. ○ Thermostats danger de surchauffe en chauffage.

Directives architecturales et techniques

2. Prescriptions conceptuelles

2.3 Installations techniques

Automatisation du bâtiment

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">○ Interrupteurs coup de poing.○ Autres installations sensibles, à définir avec Unibat au cas par cas.○ Même si la mise en sécurité se fait en hardware, il faut quand même remonter l'information à l'AdB. |
|--|--|

Planification et exécution – Automates de terrain – Partie software – Chauffage :

Température production chaleur et/ou primaire	<ul style="list-style-type: none"> • Consigne de température de la production de chaleur et/ou du primaire = variable en fonction du groupe secondaire le plus demandeur + offset de surélévation modifiable par l'utilisateur (par défaut 5°C). • Minimum de température = selon exigences du producteur.
Fonctionnalités de régulation minimales d'un groupe	<ul style="list-style-type: none"> • Un groupe de chauffage disposera au minimum des fonctionnalités de régulation suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ○ Courbe de chauffe liant la consigne de température de départ à la température extérieure. ○ La courbe de chauffe est liée sur une température "moyennée" sur une durée définissant l'inertie des locaux traités par le groupe. Cette valeur doit être modifiable par Unibat (par défaut 24h) ○ Abaissement nocturne de la courbe de chauffe. ○ Horloge hebdomadaire pour la gestion de l'abaissement nocturne. ○ Limitation absolue min et max de la consigne de température de départ du groupe. ○ Limite de non chauffage en mode normal et en mode abaissement nocturne. ○ Arrêt ou enclenchement automatique du chauffage en fonction d'une température moyenne extérieure. Cette valeur est différente de l'inertie du bâtiment définie plus haut et doit être modifiable par Unibat (par défaut 24h) • Toutes les consignes susmentionnées doivent pouvoir être modifiables par l'utilisateur.
Régulation des pompes	<ul style="list-style-type: none"> • Les petites pompes pour lesquelles une communication BACnet IP n'est pas disponible, seront pilotées en marche et panne à partir de l'ADB. La consigne de pression (régime) et la stratégie de régulation (pression constante, pression proportionnelle, régime) seront programmées dans le software de la pompe. • Les plus grandes pompes seront pilotées via BACnet IP, en prévoyant la possibilité de faire varier la consigne de pression (régime) de la pompe, dans le but de diminuer la consommation d'électricité du transport de l'eau, ceci par exemple en fonction de la température extérieure ou d'un autre critère simple adéquat. • En réduction nocturne, le débit d'eau en circulation a tendance à augmenter du fait de l'abaissement de la température. Il peut donc s'avérer judicieux de combiner l'abaissement nocturne de température avec une baisse de la consigne de pression pour limiter ce phénomène.
Interrupteur Eté / Hiver général	<ul style="list-style-type: none"> • Prévoir un interrupteur software hiver/été général commun pour couper les pompes de circulations et la production de chaleur en été.

Planification et exécution – Automates de terrain – Partie software – Ventilation :

<p>Ventilations = avec capacité multi-régimes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Par principe, toutes les installations de ventilations doivent, dans leur conception, avoir la capacité de pouvoir travailler si besoin en multi-régimes, ceci en vue de limiter l'énergie électrique de transport de l'air en adaptant le mieux possible l'offre à la demande, ce qui signifie : <ul style="list-style-type: none"> ○ Moteurs de ventilateurs avec capacité de vitesse variable, soit par moteur EC, soit par moteur avec convertisseur de fréquence. ○ Pas de régulateurs à débit constants mécaniques qui sont de facto seulement mono-régime. • Le multi-régime peut être exploité : <ul style="list-style-type: none"> ○ Soit de manière centrale via la charge (thermique, humidité, CO₂, autre ...), soit via un programme horaire. Solution à privilégier si possible car ne nécessite pas de régulateurs de débits terminaux. ○ Ou en fonction des besoins terminaux en débit d'air, via régulateurs de débits actifs avec servomoteurs, auquel cas le régime du ventilateur n'est pas piloté en fonction de la pression de gaine (=interdit), mais en fonction de la somme des débits demandés par les différents régulateurs actifs raccordés au réseau.
<p>Baisse du débit d'air par temps froid ou chaud</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La norme SIA 382/1 prévoit expressément la possibilité de baisser le débit d'air par temps froid pour soutenir l'humidité ambiante, ainsi que par temps chaud et humide pour limiter les besoins en rafraîchissement. • Les installations de ventilation – sauf exceptions à convenir avec Unibat – seront d'emblée équipées d'une telle fonctionnalité.
<p>Calcul du rendement de récupération de chaleur</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'AdB installée doit permettre le calcul, l'enregistrement en continu et la visualisation des performances de la RC (températures : entrée air neuf – sortie RC côté air neuf – entrée RC côté reprise, débits d'air, efficacité thermique, puissance, ...).
<p>Eventuelles ventilations avec refoulement direct sans RC</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Faire varier les débits d'air et les horaires de marche pour limiter et la consommation électrique de transport de l'air et la quantité de chaleur rejetée à l'extérieur sans récupération de chaleur.
<p>Régulation de température sur le soufflage</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La régulation de température sur le soufflage avec une seule consigne fixe est interdite. • Il faut au moins prévoir une rampe linéaire, permettant de faire varier la consigne de soufflage en fonction de la température extérieure ou d'un autre paramètre pertinent.
<p>Cascade ambiance (reprise) / soufflage</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En cas de régulation par cascade ambiance (ou reprise) – soufflage, la consigne de soufflage variable est encadrée par une fonction de limite absolue haute et basse modifiable par l'utilisateur.

<p>Arrêt incendie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alarme incendie : <ul style="list-style-type: none"> ○ La centrale feu met à disposition une série de contacts libres de potentiels qui permettent de remonter l'alarme feu aux différents tableaux de ventilation. Ces contacts restent fermés au niveau de la centrale feu tant qu'il n'y pas d'alarme feu. ○ L'intégrité du câblage de liaison peut ainsi être facilement surveillée. • Lorsque l'alarme feu arrive, cela déclenche en hardware : <ul style="list-style-type: none"> ○ L'arrêt des ventilateurs. ○ La fermeture des clapets coupe-feu et également de tous les autres clapets sur le réseau. ○ Remontée de l'information d'arrêt feu dans l'AdB.
<p>Danger de gel</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lorsque le danger de gel arrive, cela déclenche en hardware : <ul style="list-style-type: none"> ○ L'arrêt des ventilateurs de soufflage et de reprise (aussi reprise pour ne pas mettre les locaux en dépression). ○ Le forçage de la marche de la pompe de la batterie de chaud. ○ Le forçage à 100% de l'ouverture de la vanne de la batterie de chaud. ○ Le forçage à 100% de la RC. ○ Remontée de l'information danger de gel dans l'AdB.
<p>Protection antigel à l'arrêt des monoblocs</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Monoblocs intérieurs : <ul style="list-style-type: none"> ○ Si les volets d'air neuf et d'air rejeté sont bien étanches et bien fermés, il ne devrait pas y avoir de risque de gel. ○ Il n'y a donc pas de mesure active à prendre par temps froid. ○ Il est interdit de maintenir la batterie de chaud en température lorsqu'il n'y a pas de besoin de chaud. • Monoblocs de toiture (par principe interdits pour les nouvelles installations) : <ul style="list-style-type: none"> ○ Prévoir via le software d'entre-ouvrir la vanne de chaud et de faire fonctionner la pompe lorsque la température extérieure est p.ex. < +5°C. Le point de consigne sera en tous cas réglable par l'utilisateur depuis l'interface de la supervision ○ Une autre solution consiste à placer une sonde de température de l'air vers la batterie et de faire une fonction de maintien selon besoins par temps froid.
<p>Démarrage hivernal batterie de chaud</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pour écarter le risque de partir en danger de gel au démarrage de l'installation par temps froid (typiquement < 5°C extérieur), il faut : <ul style="list-style-type: none"> ○ Pré-rincer la batterie de chauffage avant le démarrage (typiquement pendant l'ouverture des clapets coupe-feu, voire un peu plus longtemps), ce qui permet de garder les conduites d'alimentation froides au repos de l'installation, donc diminue les pertes de veille du système. ○ Démarrer avec RC active à 100% (plutôt que 0 % comme on le ferait par temps doux). ○ Démarrer avec vanne chaud 100% ouverte et pompe active (plutôt que vanne à 0% et pompe OFF, comme on le ferait par temps doux). ○ Avec ce système on vient « chercher » la consigne de température depuis le haut, plutôt que depuis le bas comme c'est souvent fait en standard.

Régulation installations avec chauffage et refroidissement par air	<ul style="list-style-type: none"> Le fait de transporter le chaud et le froid via la ventilation a tendance à fortement augmenter la consommation électrique du transport de l'air. Pour limiter au minimum cette augmentation, il faut faire varier le débit d'air en séquence avec les besoins de chaud et de froid. On pourra par exemple augmenter le débit d'air en parallèle avec les ouvertures des vannes chaud et froid, mais avec un léger retard à l'augmentation du débit d'air par rapport à l'ouverture des vannes.
--	---

Planification et exécution – Automates de terrain – Partie software – Froid :

Mesure des performances	<ul style="list-style-type: none"> Voir exigences selon tableau ci-dessus « Planification et exécution - Organes périphériques de terrain – Froid ».
Température d'eau glacée	<ul style="list-style-type: none"> La température de départ d'eau glacée des différents groupes doit au moins pouvoir être variée en fonction de la saison, par exemple en dépendance de la température extérieure ou de tout autre critère pertinent. Au primaire, la consigne de température est réglée en fonction du groupe le plus demandeur, avec cas échéant un petit offset supplémentaire modifiable par l'utilisateur.
Régulation des pompes d'eau glacée	<ul style="list-style-type: none"> Idem régulation pompes de chauffage. Pour limiter la consommation électrique du transport de l'eau glacée, prévoir au moins la possibilité de faire légèrement varier le débit d'eau fonction de la saison, par exemple en dépendance de la température extérieure ou de tout autre critère pertinent.
Régulation des plafonds actifs chaud/froid	<ul style="list-style-type: none"> Les plafonds actifs seront régulés selon la logique suivante : <ul style="list-style-type: none"> La température ambiante moyenne sur les dernières 48 heures défini la plage de température opérative admissible selon la norme SIA 180 : 2014, § 2.3.2. La température inférieure de cette plage + 0.5°C constitue la limite de température ambiante à partir de laquelle le plafond doit fonctionner en mode chaud. Lorsqu'elle est atteinte, la vanne de régulation travaille pour obtenir une température ambiante supérieure de 1°C à la température opérative minimale admissible. La température supérieure de cette plage - 0.5°C constitue la limite de température ambiante à partir de laquelle le plafond doit fonctionner en mode froid. Lorsqu'elle est atteinte, la vanne de régulation travaille pour obtenir une température ambiante inférieure de 1°C à la température opérative maximale admissible. Entre ces deux valeurs, ni chaud, ni froid ne sont distribués. Une temporisation de 30 minutes est mise en place pour le basculement entre mode chaud et mode froid.

Planification et exécution – Bus de communications :

Bus entre automates et entre automates et superviseur	<ul style="list-style-type: none"> Protocole de communication à privilégier entre automate = BACnet IP. L'utilisation de bus de communication propriétaire doit être limité au maximum et cette utilisation doit être validé par Unibat. Les bus à utiliser pour envoyer des données sur le système de comptage d'énergie sont le Modbus et le M-Bus Réseau de câblage bus entre automates et entre automates et superviseur = Ethernet IP.
---	---

<p>Comportement en cas de perte de communication bus</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En cas de perte de communication bus (entre automates et/ou entre automates et superviseur), chaque automate doit pouvoir continuer à fonctionner « presque » normalement : <ul style="list-style-type: none"> ○ La stratégie à adopter peut varier en fonction du niveau de sécurité requis. ○ Basiquement on peut envisager de continuer à régler sur les dernières valeurs reçues avant la rupture du bus. ○ Il est aussi possible de partir sur des valeurs spécifiques pré-programmées et utilisées seulement en cas de rupture de communication. ○ Si les risques sont importants en cas de rupture de communication, il faut définir la solution à adopter en coordination avec Unibat. • En cas de panne de communication, l'automate doit pouvoir stocker en interne pendant au moins une semaine (168 heures) les données d'enregistrements (données pour graphiques de tendance, énergies consommées, ...) qu'il remonte en temps normal en continu (ou par paquets) dans le superviseur. Lors du retour à la normale, l'automate transfère automatiquement les données temporairement stockées au superviseur. • En cas de perte de communication sur le bus de terrain entre les automates et leurs modules d'entrées/sorties, on arrête les installations concernées. • Les différents automates d'un bâtiment se surveillent mutuellement et envoient une alarme lorsque l'un d'eux perd la communication.
<p>Schéma de topologie bus</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'ingénieur mandataire doit dessiner un schéma de principe de la topologie des divers bus de communication utilisés (inter-automates & superviseur, CCF, comptage (M-Bus, Modbus, ...)) et de leur imbrication.

Planification et exécution – Supervision :

Principes généraux	<ul style="list-style-type: none"> • Selon « Directive de l'exploitation technique de l'Université », version 7 du 31.08.2017
Descriptif des fonctionnalités	<ul style="list-style-type: none"> • Les fonctionnalités désirées du superviseur doivent faire l'objet d'un descriptif, il sera établi par l'ingénieur mandataire (et pas par l'entreprise adjudicataire de l'AdB). • Pour le contenu du descriptif, voir check-list contenu du descriptif des fonctionnalités.
Liste des variables réglées accessible depuis le superviseur	<ul style="list-style-type: none"> • La liste de toutes les variables éditables par les utilisateurs (y.c. programmes horaires), avec leur valeur de consigne réglée au départ, doit être disponible sous forme d'un fichier Excel modifiable et mis à jour à chaque changement de consigne, avec nouvelle consigne, date, visa opérateur, remarque éventuelle, accessible directement depuis le superviseur, via un simple-clic sur un bouton dédié, à partir de l'imagerie de l'installation concernée. • Une première version est établie après la mise en service et une deuxième version est établie à l'issue de l'optimisation. • La numérotation des variables est réalisée à partir de la méthode de numérotation UNIL. • Il est impératif que pour une variable donnée, le numéro de référence utilisé soit le même dans la liste, dans l'imagerie et dans le descriptif software. • Lorsque l'installateur du tableau AdB et le fournisseur du système de supervision sont deux entreprises différentes, ils devront se coordonner pour l'intégration des différentes variables sur leur système respectif. Ils doivent également chacun valider la liste finale de point sur le système AdB.
Autres documents devant être accessibles depuis le superviseur	<ul style="list-style-type: none"> • Les documents suivants de l'installation doivent également être accessibles depuis le superviseur, en PDF, par un simple-clic à partir de l'imagerie de l'installation concernée : <ul style="list-style-type: none"> ○ Descriptif de fonctionnement. ○ Schéma électrique. ○ Liste des installations avec numérotation. ○ Schéma de principe. ○ Plans. ○ Documentations techniques des équipements (AdB et les autres). ○ Protocoles de mise en service, de mesures et d'équilibrages.
Compteurs d'heures	<ul style="list-style-type: none"> • A afficher dans la supervision, cas échéant sur des pages synthétiques dédiées.
Enregistrement des tendances	<ul style="list-style-type: none"> • Enregistrement dans les tendances, de tous les changements d'état et de toutes les variables et consignes calculées pour tous les périphériques (% d'ouverture des vannes, régime des variateurs, débits, températures, ...), chaque minute avec un affichage possible par minute, par 10 minutes (moyenne) et par heure (moyenne) sur une durée de deux ans.
N° des appareils selon schéma électrique	<ul style="list-style-type: none"> • Tous les périphériques dessinés dans l'imagerie porteront à côté de leur dessin le même numéro que celui qu'ils portent dans le schéma électrique correspondant.