

Programme minimal d'entretien des systèmes de climatisation

Manuel

Version juillet 2013

Plus d'infos : www.bruxellesenvironnement.be

- Professionnels
- Performance Energétique des Bâtiments
- Installations techniques

Bruxelles Environnement-IBGE
Département chauffage et climatisation PEB
Email : climpeb@environnement.irisnet.be



ÉNERGIE



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT



PROGRAMME MINIMAL D'ENTRETIEN DES SYSTÈMES DE CLIMATISATION

CONTENU DU MANUEL

CONTENU	3
PUBLIC-CIBLE	3
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION	4
1. POURQUOI ENTREtenir UN SYSTÈME DE CLIMATISATION ?	4
2. OBJECTIFS.....	4
CHAPITRE 2 : DEFINITIONS.....	5
CHAPITRE 3 : MANUEL	7
1. GÉNÉRALITÉS	7
1.1 Structure.....	7
1.2 Tenue d'un carnet de bord	8
1.3 Considérations générales pour l'entretien	8
2. CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR (GROUPES DE PULSION ET D'EXTRACTION)	12
2.1 Recommandations générales.....	12
2.2 Clapets et registres.....	14
2.3 Filtre à air	16
2.4 Batteries de refroidissement et de chauffage	19
2.5 Systèmes de récupération de chaleur.....	22
2.6 Humidificateurs d'air.....	24
2.7 Ventilateur	27
2.8 Variateur de fréquence	28
3. RÉSEAU DE VENTILATION	29
3.1 Grilles d'aspiration et de refoulement, pare-gouttelettes, pièges à son	29
3.2 Conduits d'air, gaines de ventilation et plenums	29
3.3 Bouches de pulsion et d'extraction	30
4. INSTALLATIONS DE RÉFRIGÉRATION	31
4.1 Prescriptions générales	31
4.2 Circuit contenant le fluide frigorigène.....	31
4.3 Compresseur(s).....	34
4.4 Condenseurs et évaporateurs.....	36
4.5 Autres Echangeurs de chaleur.....	40
5. LES ÉMETTEURS (HORMIS CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR)	41
5.1 Émetteurs dynamiques.....	41
5.2 Émetteurs statiques	43
6. CIRCUITS D'EAU	44
6.1 Prescriptions générales	44
6.2 Appoint d'eau.....	45
6.3 Pompes.....	47
6.4 Vannes.....	51
6.5 Systèmes d'expansion	52
6.6 Filtres.....	55
6.7 Séparateurs de particules et débourbeurs, désemboueurs	56
6.8 Purgeurs d'air et séparateurs de microbulles.....	57
6.9 Dégazeurs automatiques par dépression	58
6.10 Stockage/déstockage de froid à l'aide de matériaux à changement de phase.....	58
7. RÉGULATION.....	59
CHAPITRE 4 : RÉFÉRENCES	60



CONTENU

Ce manuel vise à décrire des lignes de conduites générales pour l'entretien périodique minimum des systèmes de climatisation.

Il s'inscrit dans le cadre de l'arrêté du 15 décembre 2011 du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à l'entretien et au contrôle des systèmes de climatisation et aux exigences PEB qui leur sont applicables lors de leur installation et pendant leur exploitation.

Il doit être complété par les informations fournies par les fabricants, les installateurs, les utilisateurs et les gestionnaires des installations techniques, ainsi que par le tableau des fréquences du programme minimum d'entretien des systèmes de climatisation.

PUBLIC-CIBLE

Les professionnels chargés de l'entretien et du contrôle des systèmes de climatisation : techniciens climatisation PEB et contrôleurs.



CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

1. POURQUOI ENTREtenir UN SYSTÈME DE CLIMATISATION ?

Le secteur de la climatisation mentionne généralement que le manque d'entretien d'une petite installation de climatisation peut entraîner une surconsommation d'énergie de 25 à 30 % par rapport à une installation correctement entretenue.

L'entretien des équipements du système de climatisation permet donc d'éviter une surconsommation d'énergie, mais il constitue également un élément clé pour atteindre les objectifs suivants :

- assurer le bon fonctionnement des équipements et, par conséquent, diminuer la fréquence des pannes du système de climatisation
- garantir la qualité du climat intérieur et le confort des personnes
- allonger la « durée de vie » des équipements et limiter le budget alloué aux réparations et au remplacement des équipements défectueux
- conserver la garantie du fabricant, pour les équipements neufs

2. OBJECTIFS

Les différents types de maintenance peuvent être résumés par le diagramme suivant (sur base de la norme EN 13306:2001 - terminologie de la maintenance) :

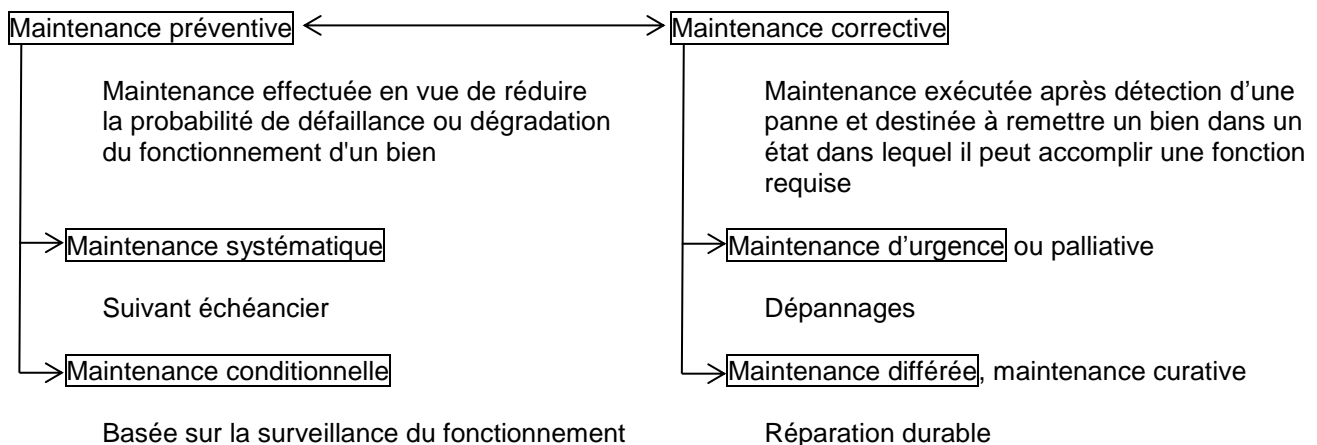


Figure 1.1 diagramme des types de maintenance

Des différences importantes entre les niveaux de maintenance des systèmes de climatisation sont souvent observées : certaines installations sont très bien entretenues et d'autres quasiment pas.

Le programme minimal d'entretien des systèmes de climatisation vise à mettre en place une maintenance préventive et corrective minimale sur tous les systèmes de climatisation.

L'objectif est d'effectuer un entretien minimum sur les systèmes dont l'entretien est insuffisant, mais pas de diminuer le niveau d'entretien effectué lorsque celui-ci dépasse ce niveau minimal (par exemple : maintenance prévisionnelle ou prédictive, analyse vibratoire, analyse thermographique, détection ultrasonore ...).

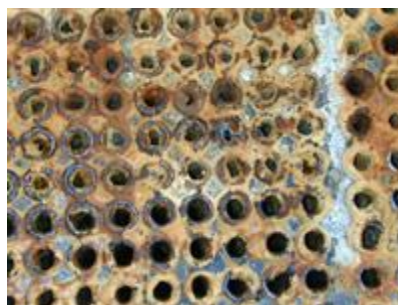


Figure 1.2 exemple d'entretien à améliorer : échangeur encrassé (entartrage et corrosion)

CHAPITRE 2 : DEFINITIONS

Arrêté climatisation PEB :

Arrêté du 15 décembre 2011 du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à l'entretien et au contrôle des systèmes de climatisation et aux exigences PEB qui leur sont applicables lors de leur installation et pendant leur exploitation.

Arrêté techniciens frigoristes :

Arrêté du 22 mars 2012 du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à la fixation des exigences de qualification minimale des techniciens frigoristes, à l'enregistrement des entreprises en technique du froid et à l'agrément des centres d'examens.

Arrêté installations de réfrigération :

Arrêté du 22 mars 2012 du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif aux installations de réfrigération.

Système de climatisation :

Une combinaison de toutes les composantes nécessaires pour assurer une forme de traitement de l'air dans un bâtiment, par laquelle la température est contrôlée ou peut être abaissée, éventuellement en conjugaison avec un contrôle de l'aération, de l'humidité et/ou de la pureté de l'air (Ordonnance du gouvernement de la Région Bruxelles-Capitale du 7 juin 2007 relative à la performance énergétique et au climat intérieur des bâtiments).

Puissance nominale effective du système de climatisation :

Cette puissance nominale effective est la somme des puissances frigorifiques des installations de réfrigération qui composent le système de climatisation et qui sont connectées à une régulation commune, à l'exclusion des pompes à chaleur non réversibles (Arrêté climatisation PEB).

Période de refroidissement :

Période de l'année où les locaux climatisés nécessitent généralement d'être refroidis. Les besoins de refroidissement dépendent des conditions météorologiques. Mais cette période se situe généralement entre avril et fin septembre.

Période de chauffe :

Période de l'année où les locaux climatisés nécessitent généralement d'être chauffés. Les besoins liés au chauffage dépendent des conditions météorologiques. Mais cette période se situe généralement entre octobre et fin mars.

Fluide réfrigérant (ou frigorigène) :

Composé pur ou mélange de composés utilisé pour le transfert de chaleur dans une installation de réfrigération qui absorbe la chaleur à basse température et à basse pression et rejette de la chaleur à haute température et haute pression impliquant un changement d'état de ce fluide.

Tour de refroidissement hybride :

Equipement de refroidissement capable de fonctionner suivant 2 modes : mode "évaporatif" (pulvérisation d'eau comme dans une tour de refroidissement) et mode "refroidissement sec" (refroidissement par air tel un aérorefroidisseur).

Fonctionnement normal :

Installation fonctionnant en régime et suivant les consignes normales du système de commande (pas de dérogation).

Installation en régime :

Situation où cette installation fonctionne depuis un temps suffisamment long (supérieur à quelques minutes) et de manière constante (du point de vue consommation électrique, température de départ et de retour, débits ...).



Emetteur dynamique :

Equipement permettant de transférer l'énergie calorifique ou frigorifique amenée par un fluide à l'air ambiant en utilisant un ventilateur.

Exemples : les unités intérieures des systèmes à détente directe (mono et multisplits), les cassettes de froid, les ventilo-convecteurs, gainables, armoires climatisées alimentées en eau glacée ...

Emetteur statique :

Equipement qui n'est pas pourvu d'un ventilateur et qui permet de transférer l'énergie calorifique ou frigorifique amenée par un fluide à l'air ambiant du local.

Exemples : planchers ou plafonds rafraîchissants et/ou chauffants, radiateurs, convecteurs ...



CHAPITRE 3 : MANUEL

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 Structure

Ce manuel décrit les opérations de contrôle et d'entretien en suivant l'ordre du tableau des fréquences du programme minimum d'entretien des systèmes de climatisation.

Ces informations sont présentées de la manière suivante :

EQUIPEMENT CONCERNÉ (OU RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES)

exemple : clapets et registres

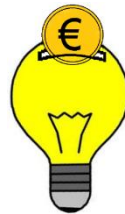
Opération de contrôle ou d'entretien mentionnée dans le tableau des fréquences

exemple : contrôler que la position de l'organe de sectionnement ou de régulation est correcte.

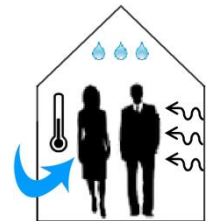
- Objectifs

Ce paragraphe décrit les objectifs visés par cette opération. Certains objectifs sont cités à plusieurs reprises. Ceux-ci sont représentés par les symboles suivants :

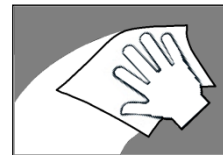
- Optimiser ou réduire la consommation d'énergie



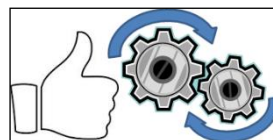
- Améliorer ou garantir la qualité du climat intérieur et le confort des personnes



- Hygiène : limiter les risques de contamination bactérienne et fongique, propreté des surfaces, qualité microbiologique de l'eau ...



- Assurer le bon fonctionnement des équipements



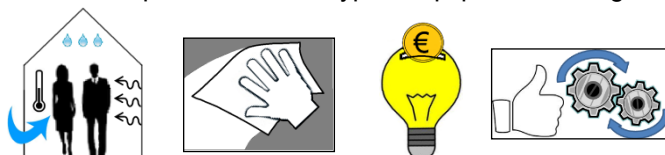
- Actions

Ce paragraphe décrit les principales actions à entreprendre pour mener à bien l'opération mentionnée dans le tableau des fréquences (exemple : dépoussiérer un moteur), ainsi que les conditions dans lesquelles celles-ci doivent être effectuées (exemple : installation en mode de fonctionnement normal).

- Valeurs guides et recommandations

Lorsque des valeurs guides généralement prescrites pour ce type d'équipement sont disponibles, celles-ci sont énoncées dans cet intitulé. Ce point reprend également des recommandations quant aux actions correctives généralement conseillées pour ce type d'équipement.

Le technicien climatisation PEB veillera à rechercher la meilleure solution à court et à long terme pour éviter que le problème constaté ne réapparaisse, en tenant compte des prescriptions du fabricant, des retours d'expérience sur ce type d'équipement, et également des 4 objectifs précités :



1.2 Tenue d'un carnet de bord

- Objectifs :
 - o vision globale d'un bâtiment, de son utilisation, des installations techniques, ainsi que des actions de réparation et de maintenance effectuées
- Actions :
 - o mettre à jour à chaque changement important des installations de climatisation ou action conséquente et au minimum 1x/an
 - o joindre au carnet de bord les rapports d'entretien, de mesure et d'intervention sur le système de climatisation.

Les exigences réglementaires relatives à la tenue d'un carnet de bord, le contenu minimal, ainsi qu'un exemple sont présentés dans un document consacré au carnet de bord.

1.3 Considérations générales pour l'entretien

1.3.1 Qualification

- L'entretien des installations de climatisation est effectué sous la supervision d'un professionnel agréé, le « technicien climatisation PEB ». Ce professionnel agréé doit avoir suivi une formation de « technicien climatisation PEB » et disposer de l'agrément. Avant d'effectuer une tâche d'entretien, il veillera à consulter les notices d'entretien et les consignes de sécurité liées à l'équipement à entretenir.
- Toute intervention qui présente un risque d'émission de fluide frigorigène (produit qui agit sur la couche d'ozone, gaz à effet de serre, gaz nocif ...) doit être réalisée par un technicien frigoriste qualifié, conformément à l'arrêté techniciens frigoristes

1.3.2 Mode opératoire

- Pour les installations de réfrigération soumises à permis d'environnement, suivre l'arrêté installations de réfrigération et les prescriptions de la norme NBN 378-4 « Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur - Exigences de sécurité et d'environnement - Partie 4 : fonctionnement, maintenance, réparation et récupération »

Lors de chaque entretien, chaque dépannage ou réparation d'une installation de réfrigération soumise à l'arrêté installations de réfrigération, les actions suivantes seront effectuées (si elles sont d'application) conformément à la norme NBN EN 378-4 :

- o vérification des équipements de contrôle, de mesure et d'alarme,
 - o test du fonctionnement des équipements de sécurité,
 - o test d'étanchéité des parties de l'installation de réfrigération concernée,
 - o rectification de la quantité de fluide frigorigène.
- Les installations doivent être entretenues suivant les prescriptions du fabricant et en tenant compte des matériaux présents, c'est-à-dire :
 - o utiliser les produits chimiques adéquats
exemple : pas d'acide fort sur une pièce constituée d'aluminium
 - o utiliser les outils adaptés
exemples :
 - pour nettoyer les tubes d'un échangeur tubulaire, utiliser des brosses conçues pour éviter de rayer les parois internes des tubes
 - utiliser les pinces ampèremétriques adéquates (taille et gamme de mesure) pour mesurer l'intensité électrique absorbée par un moteur
 - employer des thermomètres étalonnés pour effectuer les mesures de température
 - ne pas utiliser un nettoyeur haute pression sur certaines ailettes constituées d'aluminium
 - lorsqu'un équipement nécessite des outils spécifiques pour éviter le démontage par tout un chacun, disposer de cet outillage
 - o suivre le mode opératoire préconisé par le fabricant.
exemple : notice d'entretien d'une machine frigorifique



1.3.3 Fréquence

Les fréquences mentionnées dans le tableau des fréquences du programme minimum d'entretien des systèmes de climatisation sont des fréquences annuelles minimales. Elles peuvent être adaptées à la hausse en fonction du nombre d'heures de fonctionnement annuel des installations (fonctionnement 24h/24, saisonnier, quelques heures par jour ou par an ...), en fonction des problèmes précédemment rencontrés sur certains équipements et en fonction de la fréquence préconisée par le fabricant.

1.3.4 Autres législations liées à l'entretien et aux contrôles périodiques :

Ce manuel s'inscrit dans le cadre de l'arrêté climatisation PEB. Il est axé sur l'entretien des systèmes de climatisation en vue d'améliorer leur performance énergétique.

Attention, certains aspects liés aux opérations d'entretien sont imposés par d'autres réglementations.

Notamment :

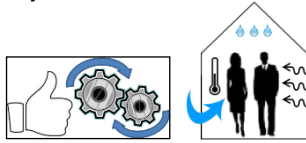
- Les aspects liés à la sécurité et au bien-être : R.G.P.T. (Règlement général pour la protection du travail), loi sur le bien-être et le code sur le bien-être au travail ...
Nous souhaitons attirer votre attention sur l'importance du respect des consignes générales de sécurité et celles propres à chaque équipement lors des opérations de maintenance (travail en hauteur, port des Equipements de Protection Individuelle adéquats, utilisation de produits chimiques, risques bactériologiques, risques liés au levage de charges, risques de brûlures, risques électriques, importance de la consignation des équipements du point de vue électrique, mécanique, hydraulique, chimique ...).
- Le Règlement Général des Installations Electriques (R.G.I.E.) est d'application en ce qui concerne les installations de climatisation, notamment en matière d'installation, de modification, de contrôle et d'entretien. L'entretien des installations électriques a toute son importance quand il s'agit d'assurer le bon fonctionnement des installations, limiter la consommation d'énergie et les risques liés aux installations électriques.
- La réglementation et les normes relatives aux équipements sous pression (vapeur, air comprimé ...) :
 - o Se référer à la transposition de la directive européenne 97/23/CE relative aux appareils sous pression par l'Arrêté Royal du 13 juin 1999
 - o Pour les générateurs vapeur : Arrêté Royal du 18 octobre 1991 relatif aux appareils à vapeur (et arrêté d'exécution du 28 octobre 1991), modifié par l'AR du 13 juin 1999 et par l'AR du 6 décembre 2005.
 - o Normes pour l'exploitation des chaudières vapeur : entre autres les normes EN 12952-18, EN 12953-10, EN 12953-13, ...
- La réglementation relative à la prévention des incendies et des explosions (notamment d'application pour les clapets coupe-feu ...) : notamment l'Arrêté Royal 7 juillet 1994 fixant les Normes de base "prévention incendie" pour les nouveaux bâtiments modifié par les arrêtés royaux du 19 décembre 1997 (AR 19/12/1997), du 4 avril 2003, du 13 juin 2007, du 1^{er} mars 2009 et du 12 juillet 2012.
- Les exigences liées au permis d'environnement qui précisent les dispositions techniques que l'exploitant d'une installation classée doit respecter : Ordonnance du Gouvernement de la Région Bruxelles-Capitale du 5 juin 1997, Ordonnance du 22 avril 1999 (liste installations classe 1A) et Arrêté du 4 mars 1999 (liste installations classe 1B, 1C, 2 et 3).
Le permis peut mentionner des conditions types d'exploiter (générales) ou des conditions particulières (propres aux installations concernées) : se référer au permis d'environnement pour les conditions d'exploiter des ventilateurs de plus de 20 000 m³/h, les tours de refroidissement, les installations de réfrigération, les appareils à vapeur, les installations de géothermie, ...



1.3.5 Gestion des alarmes

Prendre en compte les alarmes des équipements du système de climatisation

- Objectifs :



- Actions :

- Organiser des rondes dans les locaux techniques afin de relever les alarmes indiquées localement sur les équipements (voyants, afficheurs ...) et vérifier leur fonctionnement (bruit, vibrations, ...)
- En présence d'une supervision (système de gestion technique centralisée), mettre en oeuvre un planning de consultation afin de prendre en compte les alarmes indiquées sur cette supervision ou mettre en place un système de réception à distance des alarmes.
- Entreprendre les actions correctives adéquates afin d'éliminer la cause de chaque alarme.

- Valeurs guides et recommandations :

Suite à une alarme liée aux installations techniques, les étapes généralement conseillées peuvent être résumées comme suit :

- gestion de l'alarme : évaluer le niveau d'alarme, c'est-à-dire son impact en ce qui concerne la sécurité (ex. : risque d'incendie), l'environnement (ex. risque d'écoulement d'eau glycolée), le bon fonctionnement des installations (ex. : risque de dégâts à long terme) et le confort des personnes (ex. : problème de bruit).
- aspects « sécurité » d'une intervention : évaluer le risque d'une intervention pour soi (ex. : intempéries), mais également pour les autres (ex. : prévoir le matériel nécessaire pour consigner un équipement)
- dépannage : solution la plus simple et la plus rapide possible qui permettra de garantir la sécurité de tous les intervenants, la protection de l'environnement, le bon fonctionnement des équipements, le confort des personnes et éviter une surconsommation d'énergie
- fiabilisation : solution qui permet d'éviter que le problème ne se reproduise (vision à plus long terme). Cette solution peut être une modification de la gestion de l'alarme, un changement des paramètres de fonctionnement, l'augmentation de la fréquence ou l'adaptation du mode opératoire de l'entretien des équipements concernés, ou encore la réparation ou le remplacement des équipements défectueux.

Lorsqu'un équipement défectueux doit être remplacé, il est recommandé d'évaluer si cet équipement doit être remplacé à l'identique, remplacé par un équipement similaire ou si la meilleure solution consiste à modifier l'installation.

Pour effectuer cette évaluation, il faut prendre en compte :

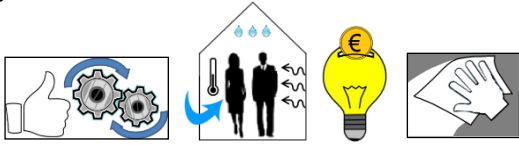
- la fiabilité de l'équipement à remplacer (fréquence des pannes) et de la solution de remplacement (retour d'expérience)
 - la « durée de vie » théorique
 - la facilité de placement, d'utilisation et d'entretien
 - les aspects sécuritaires : conformité de l'équipement aux réglementations et normes liées à la sécurité
 - les aspects environnementaux : diminution de la consommation d'énergie, du bruit, des autres risques de pollution (exemple : utilisation de produits chimiques)
 - l'amélioration du confort des personnes
 - les aspects financiers : calcul du « temps de retour sur investissement », le coût de l'entretien
- analyse : analyse de l'efficacité et de l'aspect financier de la solution choisie en vue d'entreprendre éventuellement d'autres actions correctives ou préventives (ex. : modification des niveaux des alarmes)



1.3.6 Mesures et contrôles effectués dans le cadre du programme minimum d'entretien

Analyser les résultats des mesures et des contrôles et, en fonction de ces résultats, entreprendre les actions correctives adéquates en vue d'assurer un fonctionnement performant du système de climatisation et garantir la qualité du climat intérieur

- Objectifs :



- Actions :

- Comparer les mesures (exemples : température, débit d'air, courant absorbé, ...), les relevés (exemple : niveau d'huile ...) et les résultats de contrôles (exemples : bruit, vibration, niveau de corrosion, propreté, ...) effectués avec les prescriptions du fabricant, les valeurs guides disponibles, les valeurs et observations précédentes, ainsi que les consignes du système de régulation
- Entreprendre les actions correctives adéquates, lorsque les résultats s'écartent de la situation normale (exemples : disjoncteur déclenché, bruit anormal, vibrations, odeur anormale, élément endommagé) ou des seuils prescrits (exemple : courant absorbé > I_n moteur), en vue d'assurer un fonctionnement performant du système de climatisation et garantir la qualité du climat intérieur

- Valeurs guides et recommandations :

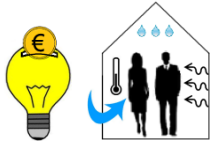
Les valeurs guides et les recommandations diffèrent pour chaque type d'équipement.

Cependant, de façon générale, l'objectif est de mettre en place un processus de fiabilisation (décrit au point 1.3.5) et d'optimisation afin d'éviter de se retrouver confronté à une fréquence élevée de pannes, c'est-à-dire de mettre en place une maintenance préventive, au lieu d'une maintenance corrective (palliative ou curative).

2. CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR (GROUPES DE PULSION ET D'EXTRACTION)

2.1 Recommandations générales

Contrôler l'étanchéité des raccords (manchettes souples ...), des parois et des moyens d'accès



- Objectifs :
 - o Vérifier l'absence de fuite qui sont source de perte d'énergie, de problèmes de régulation et de bruit
- Actions :
 - o Rechercher d'éventuelles fuites (présence de trous prévus pour des sondes de mesure, éléments endommagés, bruit anormal, mouvement d'air, ...)
 - o Lorsqu'une fuite est détectée, entreprendre les actions correctives nécessaires
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Actions correctives généralement recommandées : remplacement manchette, des joints, du système de fermeture des portes, obturer les points de mesure à l'aide des accessoires adéquats ...



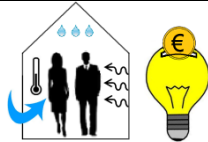
Figure 2.1 exemple de fuite à la sortie d'un groupe de ventilation

Contrôler le fonctionnement, l'état de chaque centrale de traitement d'air et procéder au nettoyage de celle-ci



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler le fonctionnement, ainsi que l'état (propreté, dommages éventuels, niveau de corrosion, état des fixations, des plots antivibratoires ...).
 - o Procéder au nettoyage de toutes les sections de chaque centrale de traitement d'air
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Tenir compte des matériaux présents, du type de contamination observée (moisissures, poussières, dépôt salin, ...) et des consignes du fabricant
 - o En fonction de l'observation de l'état de propreté avant le nettoyage, augmenter ou non la fréquence de nettoyage, vérifier les caractéristiques et le positionnement du filtre à air
 - o En fonction du niveau de corrosion, traiter ou réparer les surfaces selon les prescriptions du fabricant

Mesurer le débit minimum d'air neuf de chaque groupe de pulsion



- Objectifs :
- Actions :
 - Calculer le débit minimum d'air neuf requis pour la zone desservie
 - Régler le débit du groupe de pulsion à la consigne qui correspond au débit minimum d'air neuf
 - Mesurer le débit réel d'air neuf et comparer la valeur obtenue avec le débit minimum d'air neuf requis
- Valeurs guides et recommandations :
 - Les exigences relatives au débit minimum d'air neuf pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments rénovés sont présentées dans le vademecum travaux PEB : www.bruxellesenvironnement.be > Professionnels > Performance énergétique des bâtiments > Travaux PEB > Exigences et Procédures > vade-mecum PEB (.pdf)
 - La mesure est généralement effectuée à l'aide d'un anémomètre à fil chaud, un tube de Pitot ou un anémomètre à petite hélice, en déterminant la vitesse moyenne de l'air à l'aide de plusieurs mesures dans une section droite de gaine (à l'écart des perturbations dues au groupe de ventilation, aux registres, coudes, changements de section ...). Des informations complémentaires sont disponibles dans le syllabus « rappels techniques ».



Figure 2.2 exemple de mesure de vitesse d'air dans un conduit de ventilation

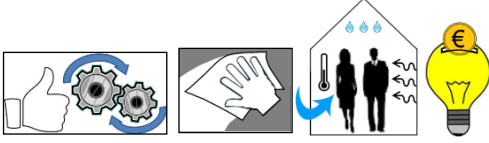
- Actions correctives à entreprendre, si l'écart entre la mesure et le débit requis est supérieur à 15 % :
 - vérifier la position et fonctionnement des registres
 - vérifier le dispositif d'orientation des pales
 - vérifier la filtration de l'air (caractéristiques du filtre, vérifier le placement et le niveau d'encrassement)
 - adapter les paramètres du variateur de fréquence (si présent) ou en placer un si l'installation le permet
 - vérifier l'état d'usure du ventilateur : mesure courant absorbé, tension et état de(s) la courroie(s), contrôle du moto-réducteur (si présent) ...
 - vérifier le dimensionnement du ventilateur et le rapport des poulies ...

2.2 Clapets et registres

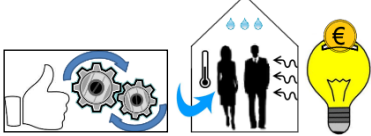
Les points repris dans cette section s'appliquent aux organes suivants présents sur les installations de ventilation et de climatisation : clapets coupe-feu, clapets anti-retour, registres d'air neuf et de mélange, volets de réglage (CAV, VAV, boîtes de mélange et de détente...) et toute autre vanne présente sur les installations de ventilation.

Se baser sur l'inventaire des équipements du système de climatisation et le schéma de la distribution aéraulique (repris dans le carnet de bord) afin de repérer l'ensemble des clapets, volets et registres présents dans les installations de climatisation.

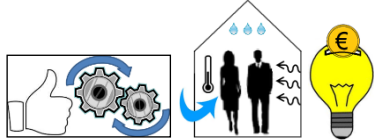
Nettoyer, contrôler l'état d'usure et, si nécessaire, lubrifier l'organe de sectionnement ou de régulation

- Objectifs : 
- Actions :
- Identifier les organes de sectionnement et de régulation du débit d'air à contrôler sur base de l'inventaire des équipements du système de climatisation (carnet de bord)
 - Procéder au nettoyage extérieur et intérieur en tenant compte des matériaux présents et des consignes du fabricant
 - Lubrifier suivant les prescriptions du fabricant
 - Vérifier l'état d'usure et la corrosion
 - Si l'état d'usure et la corrosion empêche le bon fonctionnement de cet équipement, effectuer les réparations nécessaires ou le remplacement

Contrôler que la position de l'organe de sectionnement ou de régulation est correcte

- Objectifs : 
- On rencontre souvent des clapets coupe-feu, des registres d'air neuf ou de mélange, des volets d'équilibrage du réseau de distribution, ... dans une position inadéquate (fermés ou presque fermés alors qu'ils doivent être totalement ouverts ou inversement). Une position inadéquate de ces équipements a un impact important sur le confort des personnes et la consommation d'énergie.
 - Sécurité des personnes (pour les clapets coupe-feu)
- Actions :
- Identifier les organes de sectionnement et de régulation du débit d'air à contrôler sur base de l'inventaire des équipements du système de climatisation (carnet de bord)
 - Connaître la consigne relative au positionnement de chaque organe de sectionnement ou de régulation (réglage manuel ou automatique)
 - Comparer la position à la consigne
 - Entreprendre des actions correctives si cette position est inadéquate : réglage manuel, modification des paramètres du système de commande ou réparation de celui-ci

Essayer les organes de sectionnement ou de régulation (manuels ou motorisés)



- Objectifs :
 - o Sécurité des personnes (pour les clapets coupe-feu)
- Actions :
 - o Identifier les organes de sectionnement et de régulation du débit d'air à contrôler sur base de l'inventaire des équipements du système de climatisation (carnet de bord)
 - o Pour les équipements manuels, manœuvrer l'organe en position ouverte, en position fermée et le replacer dans sa position initiale
 - o Pour les équipements motorisés, utiliser les moyens de régulation pour tester chaque équipement et ensuite remettre la régulation en mode automatique (opérations effectuées par une personne habilitée à agir sur la régulation). Vérifier le fonctionnement des indicateurs de position (si présents).
 - o Lorsque ces équipements ne fonctionnent plus correctement, prendre les actions correctives nécessaires : réparation, remplacement de cet équipement ou des dispositifs de commande et de régulation

Ces opérations ne doivent pas être effectuées sur les clapets coupe-feu, non automatisés, qui ne peuvent être manœuvrés manuellement (déclenchement et réenclenchement manuel), ainsi que sur les volets de réglage (d'équilibrage) qui ne peuvent être utilisés comme organe de sectionnement ou de régulation.

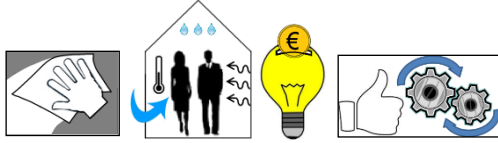


Figure 2.3 exemple de clapet coupe-feu motorisé avec indicateur de position

2.3 Filtre à air

Ces opérations doivent également être effectuées sur les autres filtres à air présents sur les installations de climatisation.

Contrôler visuellement le filtre, relever la mesure de perte de pression à travers celui-ci (si présente) et le nettoyer ou le remplacer si nécessaire



- Objectifs :
 - o Limiter les pertes de charge dues à la filtration. Ces pertes de charge ont un impact sur le débit d'air réellement fourni et donc sur le confort des personnes, ainsi que sur la consommation électrique du ventilateur.

- Actions :
 - o Lire la différence de pression sur le manomètre/déprimomètre (si présent) et comparer avec la consigne du fabricant ou de l'installateur, ou prendre en compte une alarme liée à un déclenchement automatique sur base d'un seuil.
 - o Contrôler visuellement l'encrassement du filtre
 - o Sur base de l'inspection visuelle (filtre encrassé), si le seuil de différence de pression est atteint, ou selon la fréquence recommandée par le fabricant, remplacer ou nettoyer le filtre selon les prescriptions du fabricant ou de l'installateur
 - o Vérifier que les caractéristiques du filtre sélectionné correspondent bien à l'application
 - o Nettoyer également le logement du filtre
 - o Vérifier que le placement du filtre est correct après remise en service du groupe
 - o Si le niveau d'encrassement du filtre ne confirme pas la mesure du manomètre/déprimomètre, vérifier la mesure de delta P à l'aide d'un déprimomètre étalonné.
 - o Si l'écart entre les 2 instruments de mesure dépasse 10 % de la valeur mesurée, prendre les actions correctives nécessaires : ajustement du déprimomètre placé sur le groupe (ajout de liquide ...), réparation ou remplacement



Figure 2.4 contrôle visuel d'un préfiltre



Figure 2.5 filtre à poches déchiré

- Valeurs guides et recommandations :

Recommandations pour le choix d'un filtre

- o Classification :

la norme EN779:2012 modifie la classification des filtres destinés au traitement de l'air et fournit des valeurs minimales d'efficacité.

Groupe	Classe	Perte de charge finale (test- Pa)	Rendement gravimétrique moyen	Efficacité particulaire moyenne	Efficacité minimale sur des particules de 0.4 µm	Correspondance EUROVENT 4/5 classe de filtre
Grosses particules	G1	250	$50 \leq A_m < 65$			EU1
	G2	250	$65 \leq A_m < 80$			EU2
	G3	250	$80 \leq A_m < 90$			EU3
	G4	250	$90 \leq A_m$			EU4
Moyennes particules	M5	450		$40 \leq E_m < 60$		EU5
	M6	450		$60 \leq E_m < 80$		EU6
Fines particules	F7	450		$80 \leq E_m < 90$	35 %	EU7
	F8	450		$90 \leq E_m < 95$	55 %	EU8
	F9	450		$95 \leq E_m$	70 %	EU9

Tableau 2.1 : classification suivant la norme EN779:2012 et correspondance avec la classification EUROVENT 4/5

- o Consommation d'énergie :

Eurovent¹ a introduit un label de certification énergétique des filtres M5 à F9 (suivant la norme EN 779:2012), déterminé par une lettre A à G : A indiquant la consommation d'énergie la plus faible et G la plus élevée. Les résultats des tests effectués sur les produits certifiés par Eurovent sont disponibles sur le site internet d'Eurovent.

classe énergétique	G4	M5	M6	F7	F8	F9
Em				Em ≥ 35 %	Em ≥ 55 %	Em ≥ 70 %
	M = 350g AHSRAE	M = 250g ASHRAE		M = 100g ASHRAE		
A	0 à 600 kWh	0 à 650 kWh	0 à 800 kWh	0 à 1200 kWh	0 à 1600 kWh	0 à 2000 kWh
B	> 600 kWh à 700 kWh	> 650 kWh à 780 kWh	> 800 kWh à 950 kWh	> 1200 kWh à 1450 kWh	> 1600 kWh à 1950 kWh	> 2000 kWh à 2500 kWh
C	> 700 kWh à 800 kWh	> 780 kWh à 910 kWh	> 950 kWh à 1100 kWh	> 1450 kWh à 1700 kWh	> 1950 kWh à 2300 kWh	> 2500 kWh à 3000 kWh
D	> 800 kWh à 900 kWh	> 910 kWh à 1040 kWh	> 1100 kWh à 1250 kWh	> 1700 kWh à 1950 kWh	> 2300 kWh à 2650 kWh	> 3000 kWh à 3500 kWh
E	> 900 kWh à 1000 kWh	> 1040 kWh à 1170 kWh	> 1250 kWh à 1400 kWh	> 1950 kWh à 2200 kWh	> 2650 kWh à 3000 kWh	> 3500 kWh à 4000 kWh
F	> 1000 kWh à 1100 kWh	> 1170 kWh à 1300 kWh	> 1400 kWh à 1550 kWh	> 2200 kWh à 2450 kWh	> 3000 kWh à 3350 kWh	> 4000 kWh à 4500 kWh
G	> 1100 kWh	> 1300 kWh	> 1550 kWh	> 2450 kWh	> 3350 kWh	> 4500 kWh

Tableau 2.2 : label énergétique des filtres suivant la certification Eurovent (mesures à un débit d'air de 0,944 m³/s)

¹ L'institut de certification Eurovent représente l'industrie de la réfrigération, de l'air conditionné, du traitement de l'air, du chauffage et de la climatisation, en Europe. <http://www.eurovent-certification.com/>



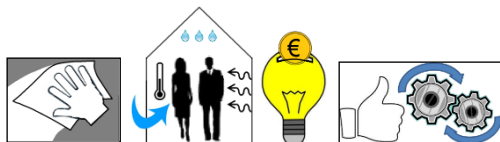
- Qualité de l'air extérieur et de l'air intérieur :

La norme EN 13779:2007 peut être consultée dans le cadre de la sélection d'un filtre pour le traitement de l'air, notamment le tableau suivant :

Qualité de l'air neuf	Qualité de l'air intérieur			
	INT 1 (Elevée)	INT 2 (Moyenne)	INT 3 (Modérée)	INT4 (Basse)
ANF 1 (air pur : peu ou pas de sources de pollution)	F9	F8	F7	M5
ANF 2 (villages ou petites villes : présence de poussières)	F7+F9	M6+F8	M5+F7	M5+M6
ANF 3 (centre ville : concentration en poussières élevée)	F7+GF+F9	F7+GF+F9	M5+F7	M5+M6
GF = filtre à gaz (filtre à charbonà et/ou filtre chimique)				

Tableau 2.3 : extrait de la norme EN 13779:2007

Pour les filtres à déroulement automatique : contrôler le fonctionnement, procéder au nettoyage et à la lubrification



- Objectifs :

- Actions :

- Vérifier l'état général du filtre à déroulement automatique : propreté, niveau de corrosion, état des fixations, dommages éventuels
- Contrôler visuellement l'encrassement du filtre
- Lire la différence de pression sur le manomètre/déprimomètre (si présent) et comparer avec la consigne (réglage du pressostat)
- Remplacer les pièces d'usure, si nécessaire : bobine de filtre ...
- Vérifier le fonctionnement du système de commande et d'entraînement : pressostat, servo-moteur, mécanisme d'entraînement (engrenages, courroies ...), détecteurs éventuels (présence de bande ...)
- Tester les équipements d'alarmes éventuels
- Nettoyer le système de commande et d'entraînement, ainsi que le cadre du filtre à déroulement automatique et lubrifier suivant les prescriptions du fabricant
- Sur base du contrôle visuel (filtre encrassé) ou de la mesure de différence de pression (résultat mesure > consigne du pressostat), entreprendre les actions correctives adéquates : réglage du pressostat, réparation ou remplacement des pièces défectueuses

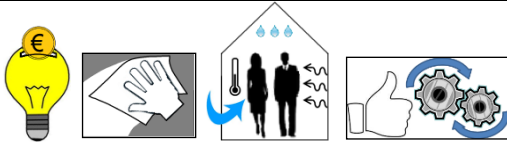


Figure 2.6 filtre à déroulement automatique

2.4 Batteries de refroidissement et de chauffage

Ces recommandations s'appliquent aux batteries de refroidissement, de préchauffage, de chauffage, de récupération de chaleur, aux aérorefroidisseurs, aux condenseurs à air et aux autres batteries d'échanges air/eau ou air/fluide frigorigène

Contrôler l'état d'usure, le niveau de corrosion, l'absence de fuites et nettoyer la partie extérieure de la batterie



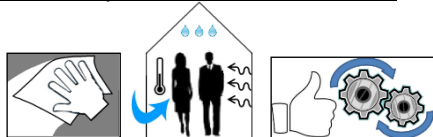
- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler l'état de la batterie, rechercher de fuites ou éventuels dommages, observer la corrosion
 - o Nettoyer la partie extérieure de la batterie en tenant compte des matériaux présents et des prescriptions du fabricant

Contrôler le dispositif antigel de la batterie



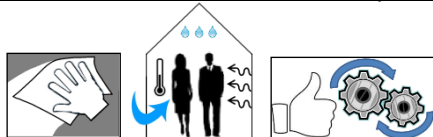
- Objectifs :
- Actions :
 - o Tester le dispositif antigel avant la période hivernale
 - o Vérifier le réglage du seuil d'enclenchement
 - o Comparer la sonde de mesure avec un thermomètre étalonné
 - o Vérifier la séquence déclenchée par le dispositif antigel : réduction du débit d'air, enclenchement d'un système de chauffage, action sur la circulation du fluide, ...
 - o Des actions correctives sont nécessaires si le seuil ne correspond pas à la température recommandée, qu'il y a une différence trop importante entre la mesure de la sonde et un thermomètre étalonné ou si la séquence des opérations automatiques déclenchée ne s'est pas déroulée correctement.

Nettoyer le bac de récupération des condensats



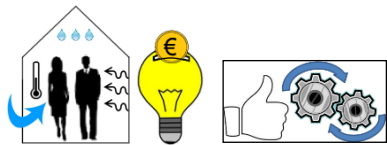
- Objectifs :
 - o Risque d'apparition d'odeurs, de contamination du système de ventilation et de bouchage du tuyau d'évacuation du bac (peut provoquer des écoulements par d'autres voies et causer des dégâts)
- Actions :
 - o Nettoyer le bac de récupération des condensats après la saison estivale, en tenant compte des matériaux présents

Contrôler l'écoulement des condensats, ainsi que le niveau et la propreté du siphon



- Objectifs :
 - o Risque d'apparition d'odeurs et de bouchage (peut provoquer des écoulements par d'autres voies et causer des dégâts)
- Actions :
 - o Vérifier le niveau de remplissage et de la propreté du siphon
 - o Si nécessaire, nettoyer le siphon et le remplir avec de l'eau propre
 - o Si le niveau de remplissage du siphon n'est pas satisfaisant, entreprendre des actions correctives : modification du montage du siphon, augmenter la fréquence de contrôle et de remplissage ...
 - o En présence d'une pompe et d'une régulation du niveau d'eau : tester et nettoyer ce dispositif

Mesurer la température à la sortie de chaque groupe de pulsion et contrôler que les batteries de refroidissement et de chauffage ne sont pas simultanément en fonctionnement



- Objectifs :
 - o S'assurer du bon fonctionnement de la batterie et de la régulation
 - o Optimiser la consommation d'énergie :
 - Eviter des pertes d'énergie due à un refroidissement ou à un chauffage trop important de l'air pulsé (qui peut nécessiter une correction par des équipements situés dans les locaux)
 - Eviter des pertes d'énergie dues à l'instabilité de la régulation qui peut provoquer durant une période de quelques minutes la mise en service du chauffage et ensuite du refroidissement (ou inversement)

- Actions :
 - o Le groupe est en mode de fonctionnement normal.
 - o S'assurer qu'une batterie est en fonctionnement (demande de « froid » ou de « chaud »)
 - o Contrôler que les batteries de chauffage et de refroidissement ne sont pas simultanément en fonctionnement (position des vannes de régulation ou mesure de la température dans les conduites)
 - o Mesurer la température de l'air pulsé à l'aide d'un thermomètre étalonné, durant une période de minimum 5 minutes, à une distance suffisante des batteries du groupe de pulsion
 - o Noter sur le rapport de mesure (à joindre au carnet de bord) : la température minimale, maximale, la moyenne, la consigne de température du système de régulation, la durée de la mesure et la date

- Valeurs guides et recommandations :
 - o Des actions doivent être entreprises s'il y a un écart de plus de 2°C entre :
 - la température moyenne mesurée et la consigne donnée par la régulation
 - la température minimale et maximale mesurées
 - o Actions généralement recommandées :
 - contrôler les paramètres de régulation (consignes, PID, ...)
 - vérifier le fonctionnement des équipements de régulation (vannes, sondes de mesure, régulateurs, ...)
 - vérifier l'état de la batterie en service (bouchage ...)

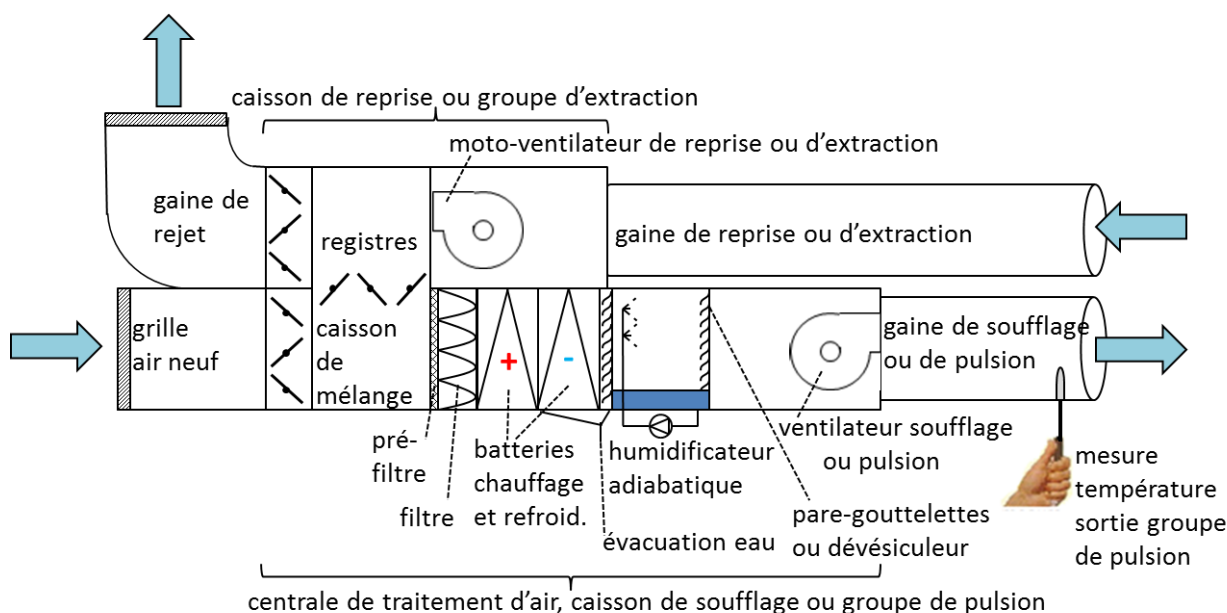
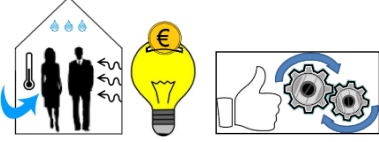


Figure 2.7 exemple de centrale de traitement d'air, description des éléments et indication du point de mesure de température en sortie du groupe de pulsion

Mesurer les températures de départ et de retour des sous-circuits d'eau qui alimentent chaque émetteur

- Objectifs : 

- Actions :

- o La batterie est en service.
- o Mesurer la température moyenne des conduites de départ et de retour du sous-circuit qui alimente cette batterie
- o Observer le fonctionnement des équipements de régulation de la température de départ (ex. : battement d'une vanne 3 voies ...)
- o Comparer ces valeurs :
 - à la consigne donnée par la régulation
 - aux valeurs guides données lors de la conception et la mise en service
 - aux valeurs précédentesTenir compte de la différence de température entre l'extérieur et la zone concernée
- o En cas d'écart avec la consigne donnée par la régulation, entreprendre des actions correctives : rechercher l'origine du problème → problème de circulation, de régulation, de la puissance de la « production » ...



Figure 2.8 collecteur d'eau glacée – départs et retours des circuits munis de doigts de gant et de sondes de température

2.5 Systèmes de récupération de chaleur

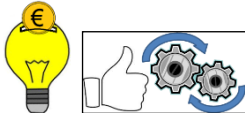
2.5.1. Prescriptions générales

Plusieurs types de systèmes de récupération de la chaleur de l'air extrait sont disponibles sur le marché. Le bon fonctionnement de ces systèmes est essentiel lorsqu'on vise une réduction des consommations d'énergie.

Chaque système a des exigences spécifiques en matière de contrôle et d'entretien → consulter les notices des fabricants et installateurs.

Cependant, des lignes directrices générales peuvent être données pour l'entretien des systèmes de récupération :

Contrôler le fonctionnement et l'état du système de récupération de chaleur, les dommages éventuels, le niveau de corrosion et l'absence de fuite



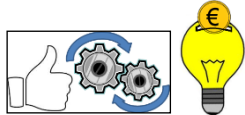
- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler les dommages éventuels et le niveau de corrosion
 - o Rechercher d'éventuelles fuites d'air (présence de bruit, mouvement d'air, élément endommagé ...) ou de fluide thermique (point de corrosion, élément endommagé, ...)
 - o En cas de présence d'un dommage ou d'une fuite, entreprendre les actions correctives nécessaires

Nettoyer les surfaces d'échange



- Objectifs :
- Actions :
 - o Nettoyer les surfaces d'échange en tenant compte des matériaux présents et des consignes du fabricant

Contrôler les équipements de protection et de régulation (antigel, by-pass ...)



- Objectifs :
- Actions :
 - o Vérifier le fonctionnement du by-pass et de la régulation associée : voir les recommandations relatives aux clapets et registres (section 2.2)
 - o Vérifier le fonctionnement du dispositif antigel : voir les recommandations relatives au dispositif antigel de la batterie (section 2.4)

2.5.2. Echangeurs air/air (à courants croisés, contre-flux, à plaques, à tubes ...) et Caloduc (heatpipe)

Voir les prescriptions générales (cf. 2.5.1).

2.5.3. Système de récupération à l'aide d'un circuit fermé intermédiaire

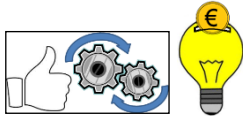
Contrôler les équipements qui constituent ce circuit : batteries, vannes, circulateurs, circuit d'eau ...



- Objectifs :
- Actions :
 - o Batteries, circulateur, vannes, éléments de mesure et de régulation, circuit d'eau (qualité d'eau ...) : voir sections relatives à ces équipements (cf. 2.4, 6.4, 6.3.1, 6.1)

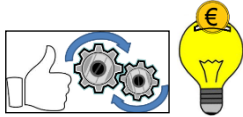
2.5.4. Système de type rotatif

Contrôler l'état et l'étanchéité de la garniture



- Objectif :
- Actions :
 - o Contrôler l'état et la propreté des joints, l'absence de fuite et de corps étrangers
 - o Mettre en œuvre les actions correctives éventuellement nécessaires : nettoyage des joints, remplacement, réglage de la garniture

Procéder au contrôle et à l'entretien du mécanisme d'entraînement : bruit, balourd, alignement et tension de courroie, dépoussiérage du moteur, lubrification



- Objectif :
- Actions :
 - o Contrôler l'état général du mécanisme d'entraînement : bruit, balourd, corrosion, dommage éventuel
 - o Contrôler l'état de la courroie d'entraînement, son usure et sa tension
 - o Contrôler les roulements et les paliers : bruit vibration et surchauffe
 - o Contrôler l'équilibrage de la roue, ainsi que l'alignement des capteurs
 - o Procéder au dépoussiérage du moteur, ainsi qu'au nettoyage et à la lubrification du mécanisme d'entraînement suivant les prescriptions du fabricant
 - o Si nécessaire remplacer la courroie, régler la tension et l'alignement
 - o Si nécessaire remplacer les roulements selon les observations ou à la fréquence recommandée par le fabricant
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Durant les périodes d'arrêt prolongées, faire tourner périodiquement la roue

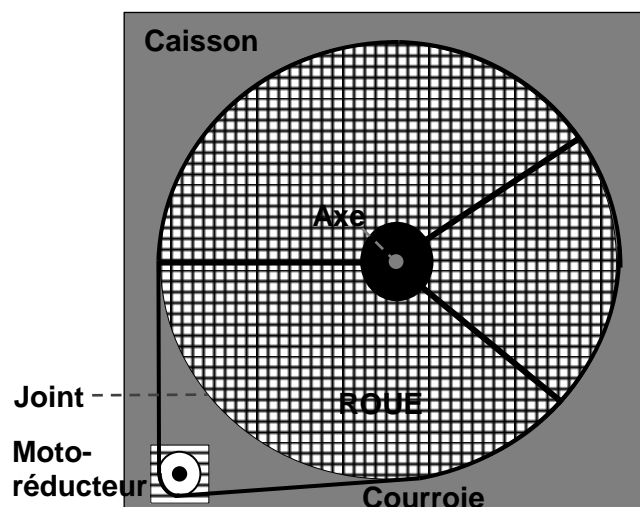


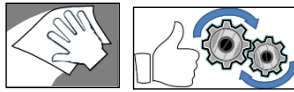
Figure 2.9 Principaux éléments d'un récupérateur de chaleur rotatif

2.6 Humidificateurs d'air

Remarque : Ces recommandations sont également d'application pour les systèmes d'humidifications locaux.

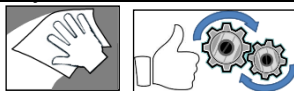
2.6.1. Prescriptions générales

Contrôler l'état d'usure du caisson d'humidification, le niveau de corrosion, et la présence de dépôt



- Objectifs :
- o Eviter que des impuretés ne se déplacent vers d'autres éléments du système de climatisation
- Actions (après la période de chauffe) :
- o Contrôler l'état de l'humidificateur : encrassement, présence de corrosion et/ou de fuite sur les conduites
- o Entreprendre les actions correctives éventuellement nécessaires : actions relatives à la qualité d'eau, augmentation de la fréquence de nettoyage, traitement ou réparation des surfaces, actions sur la filtration de l'air

Vidanger et nettoyer le caisson d'humidification, ainsi que les pare-gouttelettes (dévésiculeurs)



- Objectifs :
- Actions (après la période de chauffe) :
- o Vider complètement le bac
- o Nettoyer tous les composants du système d'humidification en contact avec l'air pulsé, y compris les pare-gouttelettes (ou dévésiculeur) en tenant compte des matériaux présents, du type de dépôt observé (dépôt d'origine biologique, dépôt d'origine saline ...) et des prescriptions du fabricant
- Valeurs guides et recommandations :
- o Pour éviter des problèmes de contamination microbienne et des phénomènes de corrosion, il est généralement recommandé de maintenir vide les humidificateurs lors de longues périodes d'arrêt du système d'humidification.

Contrôler le fonctionnement du système d'humidification, de la pulvérisation, ainsi que l'état des conduites. Si nécessaire, nettoyer ou remplacer les buses de pulvérisation



- Objectifs :
- Actions :
- o Contrôle du fonctionnement de la pulvérisation : état des conduites, des buses de pulvérisation, fonctionnement de la pompe de circulation, observation de la répartition de l'eau pulvérisée en présence d'un hublot ...
- o Si le fonctionnement des buses de pulvérisation n'est pas satisfaisant, les remplacer ou les nettoyer en tenant compte des matériaux qui les constituent ou des prescriptions du fabricant. Dans ce cas, rechercher également à améliorer la qualité de l'eau ou de la vapeur diffusée par ces buses de pulvérisation (vérifier la pression, le niveau de filtration, la composition chimique, également la régulation par rapport au débit d'air ...)
- o Remplacer les portions de conduites corrodées et rechercher l'origine de la corrosion afin d'entreprendre les actions correctives adéquates




2.6.2. Humidificateurs de type adiabatique (bac d'humidification, systèmes d'atomisation, systèmes à ultrasons ...)

Contrôle du bon fonctionnement du système d'appoint d'eau

Cf. 6.2 Appoint d'eau

Lorsqu'il y a recyclage d'eau, contrôler le dispositif de purge manuel ou automatique (déconcentration, vidange ...) et la régulation du niveau d'eau.




Mesurer la conductivité de l'eau de déconcentration.

- Objectifs :   
- Actions :
 - o Contrôler le fonctionnement de la vanne de déconcentration ou de purge, ainsi que du système de régulation (sur base d'une temporisation, en fonction du temps de remplissage, sur base d'une mesure de conductivité ...)
 - o Contrôler le débit de déconcentration
 - o Mesurer la conductivité de l'eau de déconcentration afin de calculer le facteur de concentration par rapport à la conductivité de l'eau d'appoint
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Facteur de concentration du base de la conductivité =
$$\frac{\text{conductivité de l'eau de déconcentration}}{\text{conductivité de l'eau d'appoint}}$$
 - o Le facteur de concentration maximal pour un bac d'humidification alimenté par de l'eau de ville adoucie à Bruxelles, est généralement situé entre 2 et 2,5. Ce seuil est fonction : du type de procédé (consignes du fabricant ou de l'installateur), de la qualité de l'eau d'appoint (pH, conductivité, dureté totale, dureté calcique, concentration en bicarbonates, en chlorures, en sulfates, indice de Ryznar ...), des problèmes précédemment rencontrés sur cette installation (contamination bactériologique ...) et du type de traitement des eaux mis en œuvre.

Procéder à l'entretien de la pompe et du filtre éventuellement présents

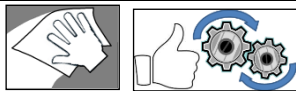
Se référer aux sections 6.3.2 Pompes de circulation centrifuges et 6.6 Filtres.

Analyser l'eau dans le bac d'humidification ou l'eau d'appoint pour les systèmes par atomisation ou ultrasons

- Objectifs :   
- Actions, en période de chauffe + besoin d'humidification :
 - o Prélever un échantillon pour une analyse chimique et bactériologique suivant un protocole adéquat
 - o Analyser au minimum : le pH, la conductivité, l'alcalinité (TAC), la dureté et le nombre de germes aérobies totaux.
 - o Si la qualité d'eau ne correspond pas aux recommandations du fabricant ou aux prescriptions pour cette application, entreprendre les actions correctives nécessaires.
- Valeurs guides et recommandations :
 - o La norme VDI 6022 mentionne les concentrations maximales suivantes dans l'eau recirculée : germes totaux max. 1000 UFC/ml et Legionella spp max. 100 UFC/ml.
 - o Actions correctives à envisager :
 - En cas de contamination fongique ou bactérienne : augmenter la fréquence de nettoyage, placer un système de désinfection de l'eau recirculée (désinfection UV, ajout de biocide ...), désinfecter le réseau d'alimentation, ...
 - Réglage de la dureté de l'eau d'appoint, réparation ou remplacement de l'adoucisseur : l'adoucissement est généralement requis en cas de recyclage d'eau
 - Action au niveau de la filtration de l'eau
 - Action au niveau de l'osmose inverse : peut être requise en cas d'humidification par atomisation (brumisation) ou de systèmes par ultrasons



Contrôler le bon fonctionnement de la désinfection UV



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler le fonctionnement de la désinfection UV suivant les prescriptions du fabricant
 - o Remplacer la lampe en fonction d'un compteur horaire ou suivant une mesure de l'intensité des rayons UV
 - o Contrôler l'entartrage : adapter le traitement de l'eau en fonction des observations et des résultats des analyses

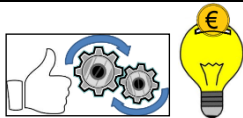
2.6.3. Humidificateurs vapeur (hormis chaudière vapeur)

Contrôler l'état de l'appareil vapeur : corrosion, absence de fuite ou autre dégât



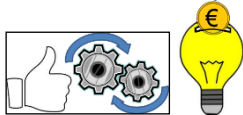
- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler l'état général de l'humidificateur vapeur : la corrosion, l'absence de fuite ou d'autre dégât
 - o En cas de dommage, mettre l'appareil hors service, procéder à la réparation ou au remplacement

Contrôle visuel du réservoir, de la résistance ou des électrodes pour les systèmes amovibles



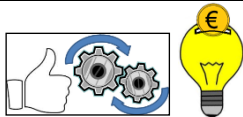
- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler le réservoir, la résistance ou les électrodes (pour les systèmes amovibles) : observer la quantité et le type de dépôt éventuellement présent, la présence de corrosion ...
 - o Actions correctives à envisager : nettoyage, remplacement des pièces amovibles, actions sur la qualité d'eau d'appoint, les paramètres de fonctionnement de l'humidificateur

Contrôler le fonctionnement, les paramètres de régulation et les équipements de sécurité



- Objectifs :
- Actions, durant la période de chauffe + besoin d'humidification :
 - o Contrôler le bon fonctionnement de l'humidificateur, vérifier les paramètres de régulation et les équipements de sécurité suivant les prescriptions du fabricant
 - o Actions correctives à envisager : modification des paramètres de fonctionnement, mise hors service, réparation ou remplacement des équipements défectueux

Mesurer l'intensité du courant absorbé



- Objectifs :
- Actions, durant la période de chauffe + besoin d'humidification :
 - o Mesurer l'intensité du courant absorbé par l'humidificateur sur chacune des phases
 - o Vérifier l'absence de déséquilibre entre les phases, comparer les résultats avec les mesures précédentes et les prescriptions du fabricant (plaque signalétique, notice ...)
 - o Actions correctives à envisager : nettoyage, remplacement des pièces d'usure, réparation ou remplacement des équipements défectueux, modification de la qualité d'eau d'appoint ou des paramètres de fonctionnement de l'humidificateur

Contrôler la qualité d'eau d'appoint si celle-ci est traitée ou que le fabricant précise des valeurs à respecter

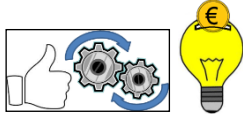
Cf section 6.2 Appoint d'eau



2.7 Ventilateur

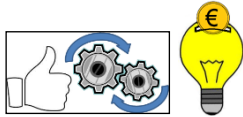
Remarque : Ces prescriptions sont également d'application pour les ventilateurs présents dans les machines frigorifiques, les tours de refroidissement, les aérorefroidisseurs et les pompes à chaleur

Procéder au contrôle du fonctionnement et de l'état, ainsi qu'à l'entretien de la roue ou de l'hélice



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler l'état des fixations, des accessoires de protection, manchette ou autre type de raccordement aérodynamique, ainsi que le niveau de corrosion, la propreté, l'absence de dégât
 - Contrôler le bruit des roulements et la présence de vibrations
 - Remplacer les roulements en fonction du contrôle ou après dépassement de la durée de vie théorique
 - Contrôler la position et l'équilibrage
 - Procéder au graissage des paliers
 - Si présente, contrôler le bon fonctionnement de la variation du pas des aubes

Procéder au contrôle du fonctionnement et de l'état, ainsi qu'à l'entretien du moteur électrique et de l'accouplement



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler l'état des fixations, des accessoires de protection, plots anti-vibratoires, le niveau de corrosion, la propreté, l'absence de dégât
 - Remplacer ou réparer les équipements corrodés ou défectueux
 - Mesurer l'intensité absorbée par le moteur sur chacune des phases (à la fréquence électrique nominale).
 - Vérifier l'absence de déséquilibre entre les phases (écart de plus de 5 % entre les résultats sur chaque phase). Comparer les résultats aux mesures précédentes et à l' I_n moteur (plaque signalétique ou notice du fabricant).
 - Entreprendre les actions correctives éventuellement nécessaires : vérifications électriques (serrage des cosses, mesure d'isolement ...), remplacement du moteur ...
 - Contrôler le bruit des roulements et la présence de vibrations et/ou d'échauffement
 - Remplacer des roulements en fonction du contrôle ou après dépassement de la durée de vie théorique
 - Contrôler le sens de rotation
 - Tester la rotation en roue libre
 - Contrôler l'alignement « moteur/accouplement » et le jeu, Comparer aux tolérances données par le fabricant.
 - Procéder au réglage si ces tolérances sont dépassées.
 - Procéder au dépoussiérage du moteur suivant les prescriptions du fabricant
 - Lubrifier (graissage paliers, niveau d'huile en présence d'un réducteur ...) suivant les prescriptions du fabricant

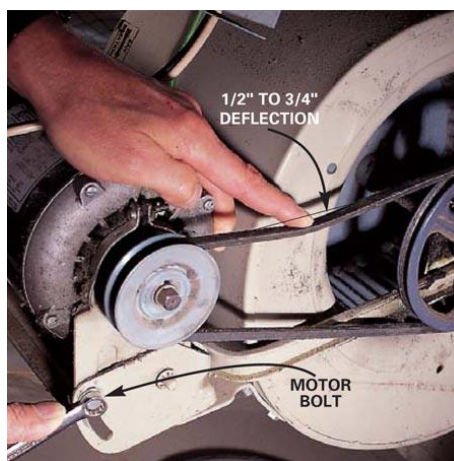
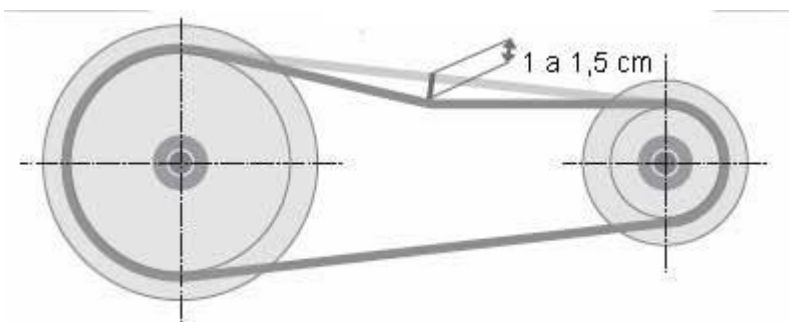
Contrôler l'état d'usure, l'alignement et la tension de(s) la courroie(s) de transmission

- Objectifs : 

- Actions :
- Contrôler l'alignement et la tension de la (ou des) courroie(s) suivant les prescriptions du fabricant
 - Si nécessaire, rectifier l'alignement et/ou la tension des courroies
 - Remplacer les courroies à la fréquence préconisée par le fabricant ou suivant le résultat du contrôle



Figure 2.10 : exemple de prescription d'un fabricant pour l'alignement des poulies



Figures 2.11 : exemples de prescriptions pour le réglage de la tension d'une courroie

2.8 Variateur de fréquence

Contrôler les paramètres de régulation. Procéder à un test de fonctionnement.

- Objectifs : 

- Actions :
- Vérifier la consigne donnée, procéder à un test en faisant varier le ou les paramètre(s) d'entrée et en vérifiant le "comportement" de la sortie
 - Si nécessaire, modifier les paramètres de régulation et de contrôle suivant les prescriptions des fabricants du moteur et du variateur de fréquence

Contrôler l'évacuation de la chaleur produite et l'état de propreté (propreté, poussière, corrosion).

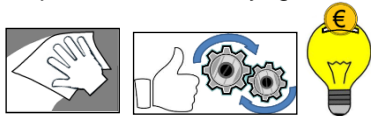
- Objectifs : 

- Actions :
- Vérifier que la chaleur produite par le variateur est correctement évacuée
 - Vérifier l'état du variateur de fréquence : propreté, poussière, corrosion
 - Si nécessaire, dépoussiérer le variateur de fréquence (toujours hors tension !) et effectuer les actions correctives éventuellement nécessaires pour éviter l'accumulation de poussière (remplacement du filtre de l'armoire ou du variateur) et obtenir une bonne évacuation de la chaleur produite (modification de la ventilation de l'armoire ...)

3. RÉSEAU DE VENTILATION

3.1 Grilles d'aspiration et de refoulement, pare-gouttelettes, pièges à son

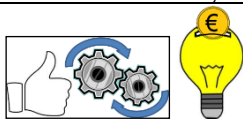
Contrôler l'état et procéder au nettoyage



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôle de l'état de la grille, du pare-gouttelettes ou du piège à son, des fixations, observation de dommages éventuels et du niveau de corrosion
 - o Réparation si nécessaire
 - o Nettoyage en tenant compte des matériaux présents

3.2 Conduits d'air, gaines de ventilation et plenums

Contrôler l'état des parois extérieures des gaines, des raccords flexibles et des plenums, rechercher les fuites éventuelles, contrôler l'isolation, les supports et les fixations



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôle de l'état des parois extérieures des gaines et des plenums :
 - Recherche de fuites
 - Vérification de l'état de l'isolation
 - Contrôle des fixations, du niveau de corrosion
 - o Actions correctives éventuellement nécessaires :
 - Réparation des éléments qui présentent une fuite
 - Réparation des éléments dont l'isolation est déficiente
 - Réparation des fixations endommagées et remplacement des éléments trop corrodés

Contrôler l'état de propreté et le niveau de corrosion des parois intérieures des gaines de pulsion et des plenums



- Objectifs :
- Actions :
 - o Procéder à une inspection de tronçons représentatifs de l'état de propreté et du niveau de corrosion des parois intérieures des gaines et des plenums de l'ensemble du réseau de ventilation
 - o Vérifier de l'absence d'eau aux points bas
 - o Rédaction d'un rapport : photos, vidéos, résultats d'analyses de surface ...
 - o Si les tronçons inspectés s'avèrent sales ou corrodés, mettre en place un plan d'actions correctives : nettoyage du réseau, remplacement, vérification de la filtration de l'air ...

- Valeurs guides et recommandations :

Plusieurs méthodes existent pour évaluer l'état de propreté, le niveau de corrosion et l'absence de dommage ou d'élément indésirable dans un réseau de ventilation :

 - o Inspection à l'aide de trapillons de visite ou démontage de sections amovibles : il est important de répartir les échantillons observés sur l'ensemble du réseau de ventilation afin d'obtenir une évaluation correcte de l'état de celui-ci. Le rapport reprendra le lieu de chaque échantillon (sa position sur un plan aéraulique), des notes sur les points observés, des photos et éventuellement des résultats d'analyse microbiologiques des surfaces (par exemple pour les établissements de soins)
 - o Inspection à l'aide d'une caméra ou d'un appareil photo endoscopiques : utiliser du matériel adapté aux gaines de section importante (caméra motorisée) et aux plus petites sections ;
Le rapport reprendra une vidéo ou une série de photos des points observés, ainsi que leurs coordonnées.

La norme NBN EN 15239 « Ventilation des bâtiments. Performance énergétique des bâtiments. Lignes directrices pour l'inspection des systèmes de ventilation » décrit la méthodologie requise pour l'inspection des systèmes de ventilation mécanique et naturelle.





Figure 2.12 : conduit de ventilation muni d'un trapillon de visite

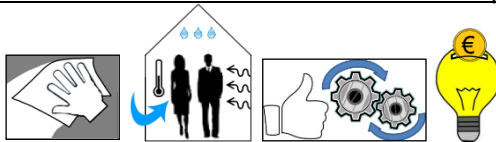


Figure 2.13 : conduit de ventilation encrassé

3.3 Bouches de pulsion et d'extraction

Bouches de pulsion réglables ou non, grilles ...

Nettoyer et contrôler le fonctionnement des bouches de pulsion et d'extraction (répartition du débit ...)



- Objectifs :
- Actions :
 - o Nettoyer les bouches de pulsion et d'extraction en tenant compte des matériaux présents
 - o Vérifier leur fonctionnement et la répartition du débit d'air
 - o Réglage, réparation ou remplacement si nécessaire

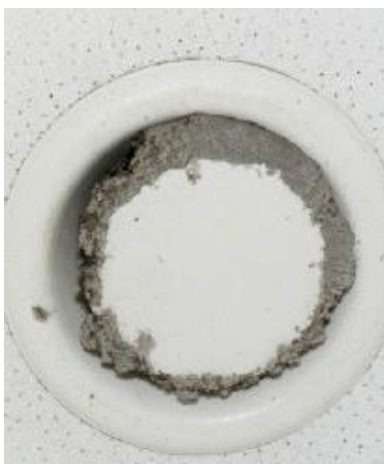


Figure 2.14 : bouche d'extraction encrassée



Figure 2.15 : problème de répartition du débit d'air

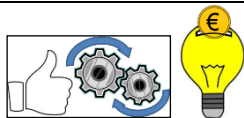
4. INSTALLATIONS DE RÉFRIGÉRATION

Remarque : Il existe de nombreux types d'installations de réfrigération sur le marché. Ce manuel décrit les lignes de conduites générales pour l'entretien et le contrôle des machines frigorifiques à compression. Pour les points particuliers à chaque machine, nous recommandons de suivre les prescriptions du fabricant.

Rappel : pour les installations contenant des gaz à effet de serre fluorés ou des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, toute intervention qui présente un risque d'émission de fluide frigorigène doit être réalisée par un technicien frigoriste, conformément à l'arrêté techniciens frigoristes

4.1 Prescriptions générales

Contrôler que l'air circule librement autour de la machine



- Objectifs :
 - o l'abaissement de la température à l'aspiration de la machine améliore le rendement
- Actions :
 - o Vérifier que les recommandations du fabricant en matière d'espace et de circulation d'air autour de la machine sont respectées
 - o Dégager et nettoyer cet espace si nécessaire
 - o D'autres actions correctives doivent être entreprises afin d'améliorer la circulation de l'air lorsqu'il y a un écart de plus de 3 K entre la température de l'air ambiant et celui de l'air à l'aspiration de la machine frigorifique.

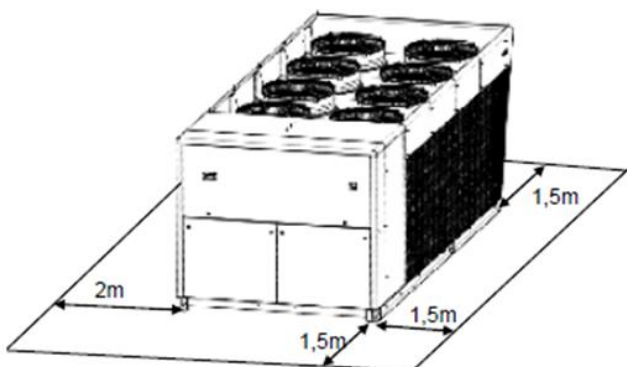
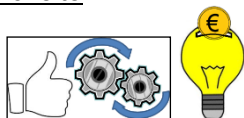


Figure 2.16 Exemples de prescriptions relatives à l'espace requis autour d'une installation de réfrigération

4.2 Circuit contenant le fluide frigorigène

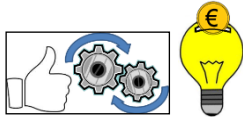
Contrôler l'étanchéité



- Objectifs :
 - o Eviter toute perte de fluide frigorigène : selon le type de fluide, celui-ci peut avoir un impact sur la couche d'ozone, sur l'effet de serre ou, dans certains cas, être toxique ou inflammable.
- Actions :
 - o Pour les installations soumises à permis d'environnement, contenant des gaz à effet de serre fluorés ou des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, respecter les exigences des arrêtés installations de réfrigération et techniciens frigoristes (cf. module réglementaire).
 - o Contrôler l'étanchéité suivant les prescriptions du fabricant
 - o En présence de fuite, entreprendre toutes les actions nécessaires conformément aux arrêtés installations de réfrigération et techniciens frigoristes (pour les installations qui contiennent des gaz à effet de serre fluorés ou des substances qui appauvrissent la couche d'ozone) et aux prescriptions du fabricant.
 - o Le résultat des contrôles et les actions correctives entreprises sont notées dans le registre (document joint au carnet de bord du système de climatisation)

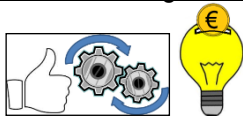
- Valeurs guides et recommandations :
 - o L'arrêté installations de réfrigération mentionne le règlement CE n° 1516/2007. Celui-ci définit les exigences appliquées au contrôle d'étanchéité des installations de réfrigération et pompes à chaleur qui contiennent des gaz à effet de serre fluorés. Les méthodes décrites peuvent être appliquées au contrôle d'étanchéité de la majorité des installations de réfrigération :
 - Méthode directe : établir une fuite en utilisant un moyen de détection. Cette méthode permet de déterminer l'emplacement exact de la fuite. Les principaux moyens de détection sont : le détecteur spécifique au réfrigérant présent dans l'installation, les solutions moussantes/eau savonneuse, l'introduction d'un liquide colorant ou permettant une détection à l'aide d'ultraviolets. Ces moyens doivent respecter les prescriptions du fabricant. Il est recommandé d'axer le contrôle sur les parties qui sont le plus susceptibles de connaître des fuites : joints, vannes, raccords, parties soumises à vibration ...
 - Méthode indirecte : déceler un fonctionnement anormal du système lorsqu'une fuite se développe très lentement (cf. point suivant : contrôler les paramètres de fonctionnement du circuit frigorifique). Cette méthode doit être complétée par une méthode directe pour déterminer l'emplacement exact de la fuite.

Contrôler visuellement les conduites, vannes, soupapes de sécurité et raccords : fuites, état de l'isolation, niveau de corrosion et état des fixations



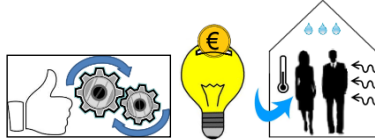
- Objectifs :
 - o Prévenir toute perte de fluide frigorigène et dégradation de l'installation
- Actions :
 - o Pour les installations soumises à permis d'environnement, contenant des gaz à effet de serre fluorés ou des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, respecter les exigences des arrêtés installations de réfrigération et techniciens frigoristes (cf. module réglementaire)
 - o Inspection visuelle des conduites, vannes, soupapes de sécurité et raccords : présence d'huile, de givre ou de condensation, état de l'isolation, niveau de corrosion et état des fixations
 - o Prendre toutes les actions nécessaires conformément aux prescriptions du fabricant et pour les installations qui contiennent des gaz à effet de serre fluorés ou des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, respecter les exigences des arrêtés installations de réfrigération et techniciens frigoristes : augmenter la fréquence des contrôles, mettre l'installation hors service, soutirer le fluide réfrigérant, procéder à la réparation ou au remplacement des équipements défectueux, procéder à un test d'étanchéité, remettre en service, mettre à jour le registre ...

Contrôler l'état et le fonctionnement des dispositifs de protection, de mesure (manomètres, thermomètres ...), de régulation (automates, régulateurs, actionneurs ...), de sécurité (pressostat ...) et d'alarme



- Objectifs :
 - o Prévenir toute perte de fluide frigorigène et dégradation de l'installation
- Actions :
 - o Prise en compte des alarmes éventuellement générées
 - o En ce qui concerne les dispositifs de mesure (manomètres, thermomètres ...), de régulation (automates, régulateurs, actionneurs ...), de sécurité (pressostat ...) et d'alarme :
 - contrôler l'état : niveau de corrosion, propreté, absence de dommage
 - contrôler le bon fonctionnement : enclenchement, déclenchement, report d'alarme ...
 - vérifier le réglage : seuil d'enclenchement, de déclenchement, ...
 - o Sur base du résultat du contrôle entreprendre les actions correctives nécessaires : ajustement du réglage du seuil ou de la valeur mesurée, réparation ou remplacement des équipements défectueux ...

Contrôler les paramètres de fonctionnement du circuit frigorifique



- Objectifs :
- Actions :
 - Installation en fonctionnement normal
 - Noter les pressions et températures de fonctionnement : mesurer HP, BP, surchauffe (t_7-t_1) et sous-refroidissement (t_2-t_9) → $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_9$

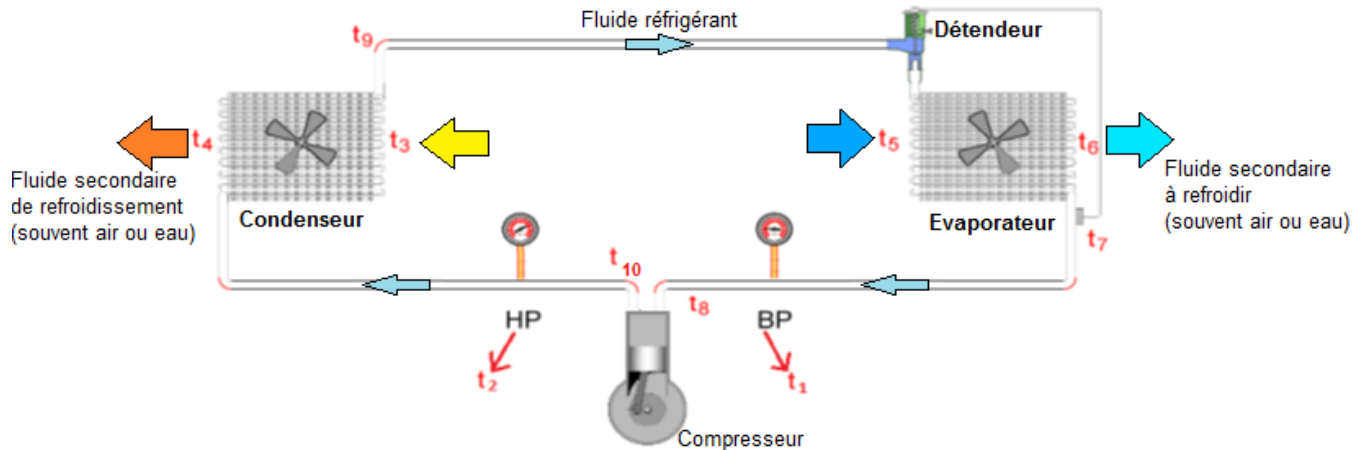


Figure 2.17 Points de mesure du cycle frigorifique

Points de mesure		Informations complémentaires
t_1	température du fluide réfrigérant qui correspond à la BP	convertie en présence d'un manomètre ou mesurée (centre évaporateur)
t_2	température du fluide réfrigérant qui correspond à la HP	convertie en présence d'un manomètre ou mesurée (centre condenseur)
t_3	température fluide secondaire à l'entrée du condenseur	contrôle encrassement coté secondaire condenseur
t_4	température fluide secondaire à la sortie du condenseur	
t_5	température fluide secondaire à l'entrée de l'évaporateur	contrôle encrassement coté secondaire évaporateur
t_6	température fluide secondaire à la sortie de l'évaporateur	
t_7	température fluide réfrigérant à la sortie évaporateur	$t_7 - t_1 =$ surchauffe
t_8	température fluide réfrigérant à l'aspiration du compresseur	
t_9	température fluide réfrigérant à la sortie du condenseur	$t_2 - t_9 =$ sous-refroidissement
t_{10}	température gaz chauds au refoulement du compresseur	permet de vérifier si le compresseur fonctionne dans la plage requise

Tableau 2.4 Extrait du syllabus « rappels techniques » – points de mesure du cycle frigorifique

- Comparer avec les données de mise en service et les prescriptions du fabricant
- En fonction des résultats, entreprendre les actions correctives adéquates : correction de la quantité de fluide réfrigérant, recherche d'incondensables, réglage ou remplacement du détendeur, contrôler le compresseur (cf 4.3), contrôler condenseur et évaporateur (cf 4.4) ...



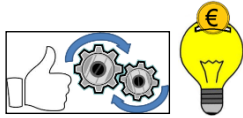
- Valeurs guides et recommandations :

Les valeurs guides dépendent de chaque machine, du type de fluide réfrigérant, des conditions de fonctionnement, ... Cependant voici des valeurs guides généralement admises :

Températures	Valeurs guides
$t_7 - t_1 =$ surchauffe	5 à 8 K pour les détendeurs thermostatiques 3 K pour les détendeurs électroniques
$t_2 - t_9 =$ sous-refroidissement	4 à 7 K, sauf pour les détendeurs capillaires ou pressostatiques

Tableau 2.5 Extrait du syllabus « rappels techniques » - valeurs guides du circuit frigorifique

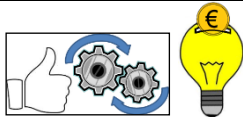
Contrôler l'état du fluide frigorigène



- Objectifs :
- Actions :
 - o Vérification de l'état du fluide frigorigène :
 - Indicateur de présence d'humidité
 - Vérification de la charge : absence de bulles au voyant de liquide, niveau dans la bouteille à fluide frigorigène ...
 - o Faire la corrélation entre ces observations et les autres mesures effectuées sur le circuit frigorifique

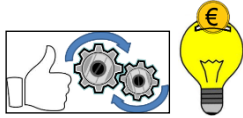
4.3 Compresseur(s)

Contrôler l'huile : le niveau et l'altération éventuelle de la qualité



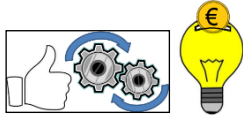
- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler le niveau d'huile suivant les prescriptions du fabricant : voyant de niveau d'huile sur le carter du compresseur, sur une conduite de retour, sur un régulateur de niveau d'huile ou un réservoir ...
 - o Gérer la qualité de l'huile :
 - remplacement systématique de l'huile en fonction du nombre d'heures de fonctionnement maximal recommandé par le fabricant
 - ou analyse de la qualité de l'huile
 - o Actions correctives :
 - Si le niveau d'huile n'est pas suffisant : compléter par l'huile du même type, rechercher l'origine de cette consommation et augmenter la fréquence de contrôle
 - Si la qualité de l'huile ne répond pas aux exigences du fabricant, vidanger, rincer le circuit, apporter de l'huile neuve et rechercher l'origine de la contamination
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Le prélèvement de l'huile nécessite de respecter un mode opératoire adapté à l'installation (après un cycle de fonctionnement, huile chaude, flacon adéquat, pas de contact avec l'air ambiant ...). Afin de pouvoir comparer l'évolution des résultats des analyses dans le temps, il est recommandé de prélever l'huile au même point de la machine et suivant le même mode opératoire.
Ce prélèvement permet également d'observer les changements opérés sur l'huile par rapport à une huile neuve : changement de couleur, présence de dépôts ...
 - o L'évaluation de la qualité de l'huile peut être réalisée au moyen :
 - de tests rapides sur site : tests d'acidité
 - d'analyses en laboratoire : acidité, viscosité, teneurs en métaux, en additifs, teneur en eau et autres contaminants
 Les résultats sont généralement comparés aux valeurs obtenues sur l'huile neuve et aux prescriptions des fabricants de l'huile et de la machine frigorifique.

Contrôler les fixations, les protections, les blocs antivibratoires, l'échauffement, les vibrations et le bruit



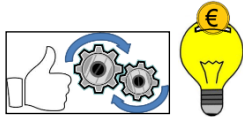
- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler les fixations, les protections, les blocs antivibratoires, l'échauffement, les vibrations et le bruit
 - o Si nécessaire, resserrer ou remplacer les fixations, blocs antivibratoires et les éléments de protection
 - o En cas de dégagement excessif de chaleur, de vibrations ou de bruit anormaux, entreprendre les actions correctives adéquates : corréler ces observations aux mesures effectuées sur le circuit frigorifique, améliorer le refroidissement du compresseur, rectifier la quantité d'huile, réparer ou remplacer le compresseur ...

Mesurer l'intensité électrique absorbée



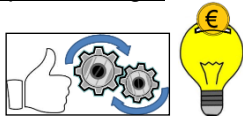
- Objectifs :
- Actions :
 - o Mesurer l'intensité électrique absorbée sur chacune des phases du moteur du compresseur à pleine charge, machine frigorifique en régime
Si la mesure ne peut être effectuée uniquement sur le compresseur, mesurer la consommation totale de la machine frigorifique
 - o Comparer les résultats avec la valeur de I_n moteur : cf. plaque signalétique ou notice du fabricant
 - o Entreprendre des actions correctives si les résultats des mesures dépasse I_n ou si l'écart entre les mesures sur chacune des phases dépasse 5 % : vérification électriques, faire la corrélation avec les mesures du circuit frigorifique, ...

Contrôler le fonctionnement de la régulation de puissance



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler le fonctionnement de la régulation de puissance : cascade, variation de fréquence, tiroir ...
 - o Utiliser le système de commande et de régulation de la machine ou observer les courbes de fonctionnement, si celles-ci fournissent des informations sur la régulation de puissance
 - o En présence de compteurs horaires ou de compteurs de démarrage, noter les valeurs (sur le rapport d'intervention à joindre au carnet de bord)
 - o Si le nombre de démarrage par heure est supérieur à 6 x/h, adapter la régulation et/ou les installations (installation d'un réservoir tampon ...)

Contrôler le dispositif antigèle



- Objectifs :
- Actions :
 - o Test du dispositif antigèle avant la période hivernale
 - o Vérification du réglage du seuil d'enclenchement
 - o Comparaison de la sonde de mesure avec un thermomètre étalonné
 - o Vérification du fonctionnement de l'élément de chauffage, vérifier que le fonctionnement de cet élément est en adéquation avec le fonctionnement de la machine frigorifique
 - o Des actions correctives sont nécessaires si le seuil ne correspond pas à la température recommandée, qu'il y a une différence trop importante entre la mesure de la sonde et un thermomètre étalonné ou si l'élément de chauffage est défectueux

4.4 Condenseurs et évaporateurs

4.4.1. Prescriptions générales

Calculer les écarts de température caractéristiques



- Objectifs :
- Actions :
 - o Sur base des mesures effectuées au point 4.2 (tableau 2.4 et figure 2.17), calculer les différences de températures mentionnées au tableau 2.6
 - o Comparer avec les données de mise en service et les prescriptions du fabricant, en tenant compte des conditions de fonctionnement de l'installation (charges thermiques ...)
 - o En fonction des résultats, entreprendre les actions correctives adéquates (cf. sections relatives aux équipements concernés) :
 - nettoyer le côté « secondaire » du condenseur et/ou de l'évaporateur : cf. 4.4.2 et 4.4.3
 - vérifier le fonctionnement du (des) ventilateur(s) : cf 2.7
 - vérifier le (les) compresseur(s) : cf 4.3
 - vérifier et corriger la quantité de fluide réfrigérant, procéder à un test des incondensables : cf. 4.2
 - vérifier la taille de l'évaporateur et du condenseur, ...
- Valeurs guides et recommandations :

Les valeurs généralement mesurées sur les installations de réfrigération destinées à la climatisation peuvent être synthétisées de la façon suivante :

Différences de température	Valeurs typiques	Valeurs maximales
Évaporateurs à air		
t_5 air entrée évaporateur – t_6 air sortie évaporateur	5 à 10 K	16 K
t_5 air entrée évaporateur – t_1 évaporation (BP)	15 à 20 K	22 K
Évaporateurs à eau		
t_5 eau entrée évaporateur – t_6 eau sortie évaporateur	3 à 7 K	7 K
t_5 eau entrée évaporateur – t_1 évaporation (BP)	3 à 8 K	14 K
Condenseurs à air		
t_4 air sortie condenseur – t_3 air entrée condenseur	5 à 10 K	15 K
t_2 condensation (HP) – t_4 air entrée condenseur	10 à 20 K	20 K
Condenseurs à eau recyclée		
t_4 eau sortie condenseur – t_3 eau entrée condenseur	3 à 7 K	10 K
t_2 condensation (HP) – t_4 eau sortie condenseur	3 à 10 K	10 K

Tableau 2.6 valeurs généralement mesurées sur les installations destinées à la climatisation

Ces valeurs sont données à titre indicatif. Il est nécessaire de tenir compte des températures attendues en tenant compte du point de fonctionnement des installations, du fluide frigorigène présent et des recommandations du fabricant.

Contrôler et entretenir le(s) ventilateur(s) et le(s) variateur(s) de fréquences éventuel(s)

Se référer aux sections 2.7 Ventilateur et 2.8 Variateur de fréquence.

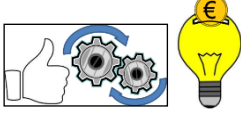


4.4.2. Condenseurs refroidis par air

Remarque : Ces prescriptions s'appliquent également aux aérorefroidisseurs, unités extérieures de systèmes à expansion directe

Contrôler le fonctionnement, l'état et le niveau de corrosion

Procéder au nettoyage de la partie extérieure

- Objectifs : 

- Actions :

- Contrôler l'état de la batterie d'échange, recherche de fuites ou éventuels dommages, observation de la corrosion
- Nettoyer la partie extérieure de la batterie d'échange en tenant compte des matériaux présents et des consignes du fabricant
- Si le condenseur était encrassé avant le nettoyage ou sur base des différences de température mentionnées au point 4.4.1, augmenter la fréquence de contrôle
- En cas de présence de fuite, mettre l'installation hors service, procéder à la réparation ou au remplacement des éléments endommagés
- En cas de traces de corrosion, rechercher l'origine de la corrosion, augmenter la fréquence de contrôle et rechercher à traiter cette corrosion en consultant les recommandations du fabricant.

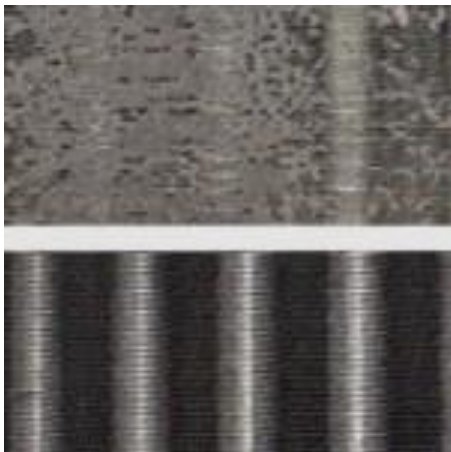


Figure 2.18 condenseur à air – avant et après nettoyage

Contrôler l'évacuation de l'eau de pluie et des condensats

- Objectifs : 

Actions :

- Vérifier que l'évacuation de l'eau donne satisfaction
- Si nécessaire nettoyer l'évacuation de l'eau ou apporter les modifications nécessaires

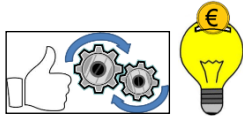
Contrôler le dispositif antigel

Se référer aux prescriptions relatives aux dispositifs antigel des compresseurs (4.3)

4.4.3. Condenseurs refroidis par eau et évaporateurs à eau

4.4.3.1. Echangeur de chaleur : condenseur ou évaporateur à eau

En fonction des différences de température mentionnées au point 4.4.1, nettoyer le côté « eau » de cet échangeur



- Objectifs :
- Actions :
 - o En fonction des résultats des différences de températures mentionnées au point 4.4.1, effectuer des mesures complémentaires → mesurer le débit et la perte de pression, vérifier des paramètres de régulation, analyser la qualité d'eau (cf. point 6.1 circuit d'eau – prescriptions générales – analyse de l'eau du circuit) et entreprendre des actions correctives → nettoyer la partie « secondaire » de cet échangeur de chaleur en tenant compte des matériaux présents et des consignes du fabricant (outillage, produits et mode opératoires adaptés) ...
 - o Rechercher des solutions pour limiter l'encrassement des condenseurs : filtration, adaptation du traitement de l'eau ...

4.4.3.2. Systèmes de refroidissement par voie humide : tours de refroidissement ouvertes, fermées, hybrides et condenseurs évaporatifs

Etablir et mettre en œuvre un plan de gestion de la contamination par la Legionella



- Objectifs :
- Actions : *Se référer aux prescriptions du permis d'environnement.*

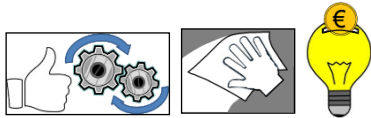
Ce plan comprend une description des installations, une analyse des risques et les mesures de prévention mises en place, spécifiques à l'installation, afin de prévenir la contamination par la Legionella : programme et technique de traitement, contrôles effectués, fréquence des analyses, ...

Contrôler le fonctionnement et l'état de la tour : propreté des surfaces, dépôt, niveau corrosion, état des conduites, des fixations, répartition de l'eau pulvérisée ...



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler l'état des surfaces de la tour : bac, matériau de remplissage, conduites, trop-plein ...
 - o Observer le niveau de corrosion, l'état du revêtement, la présence éventuelle de dépôts, de fuites ou d'autres dommages
 - o Observer le fonctionnement de la pulvérisation, la répartition sur le matériau de remplissage et l'état des buses de pulvérisation
 - o En cas de présence de dépôt :
 - Identifier le type de dépôt présent : tartre, résidus de corrosion, dépôt issu d'une contamination microbologique, dépôt apporté par l'environnement direct de la tour, morceaux de revêtements ...
 - Effectuer un nettoyage en tenant compte du type de dépôt présent, des matériaux en contact avec l'eau, des prescriptions du fabricant et des normes de rejet.
 - Rechercher des solutions pour éviter l'apparition de dépôt : adaptation du traitement de l'eau, augmentation de la fréquence des contrôles visuels, des analyses d'eau, placement de coupons de corrosion ...
 - o En cas de présence de corrosion ou de dommage, entreprendre des actions correctives en tenant compte des matériaux présents, de la qualité de l'eau et des prescriptions du fabricant
 - o Si la pulvérisation ne donne pas satisfaction, nettoyer les buses de pulvérisation, les remplacer ou les adapter

Contrôler le dispositif de déconcentration manuel ou automatique et la régulation du niveau d'eau.
Mesurer la conductivité de l'eau de déconcentration



- Objectifs :
 - o Gérer la qualité d'eau afin d'éviter la corrosion et la formation de dépôts
- Actions :
 - o Contrôler le fonctionnement et l'état du dispositif de déconcentration manuel ou automatique : réglage d'une vanne manuelle, fonctionnement d'une électrovanne ou une vanne de déconcentration motorisée, fonctionnement du système automatique (sur base d'une mesure de conductivité, sur base de minuteriers, sur base de la quantité d'eau d'appoint ...)
 - o Mesurer la conductivité de l'eau de déconcentration
 - o Entreprendre les actions correctives si le résultat de la mesure ne satisfait pas aux prescriptions qui s'appliquent à cet équipement : procéder au réglage de la vanne de déconcentration, à l'ajustement de la mesure de conductivité ...
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Facteur de concentration du base de la conductivité = $\frac{\text{conductivité de l'eau de déconcentration}}{\text{conductivité de l'eau d'appoint}}$
 - o Le facteur de concentration maximal pour une tour de refroidissement ouverte alimentée par de l'eau de ville adoucie à Bruxelles se situe généralement entre 2 et 3. Ce seuil est fonction : du type de procédé (consignes du fabricant ou de l'installateur), de la température de l'eau, de la qualité de l'eau d'appoint (pH, conductivité, dureté totale, dureté calcique, concentration en bicarbonates, en chlorures, en sulfates, indice de Ryznar ...), des problèmes précédemment rencontrés sur cette installation (contamination bactériologique ...) et du type de traitement des eaux mis en œuvre.

Vidanger et procéder au nettoyage et à la désinfection du circuit d'eau, du bac de la tour, du garnissage, des séparateurs de gouttelettes



- Objectifs :
- Actions :
 - o Vider le circuit de la tour de refroidissement et le bac avant une période d'arrêt prolongé
 - o Nettoyer la tour (bac, grilles, garnissage, parties périphériques en contact avec l'eau, pare-gouttelettes ...) en tenant compte des matériaux présents et des prescriptions du fabricant

Recherche de Legionella



- Objectifs :
- Actions :
 - o Prélever un échantillon de l'eau de la tour de refroidissement selon un mode opératoire adéquat : généralement fourni par le laboratoire qui effectue les analyses. Prévoir les équipements de protection individuelle adéquat (masque respiratoire)
 - o Envoyer l'échantillon à un laboratoire agréé utilisant des méthodes d'analyse conformes à la norme ISO 11731-1, NEN 6265 ou AFNOR T90-431
 - o Actions correctives, en fonction de la concentration en Legionella mesurée :
Au-delà de 10^5 UFC/l : arrêter le fonctionnement de la tour
Entre 10^3 et 10^5 UFC/l : mettre en œuvre les mesures nécessaires afin d'abaisser la concentration en Legionella (vidange, nettoyage, désinfection, adaptation du traitement des eaux ...)

Contrôler le fonctionnement du dispositif d'appoint d'eau et de régulation du niveau d'eau

Se référer au point 6.2 Appoint d'eau

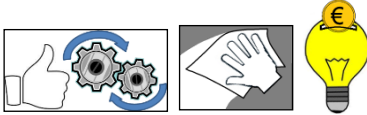
Contrôle et entretien du (des) pompe(s) de circulation et du (des) filtre(s)

Se référer aux points 6.3 Pompes et 6.6 Filtres sur circuits d'eau



4.5 Autres Echangeurs de chaleur

Mesurer les différences de température cotés primaire et secondaire



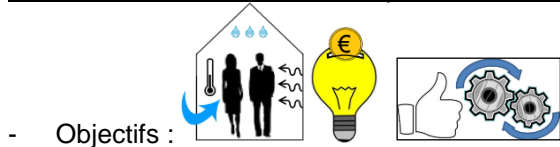
- Objectifs :
- Actions :
 - Mesure des températures des fluides entrée/sortie échangeur cotés primaire et secondaire
 - Comparer le résultat des mesures aux résultats précédents et aux valeurs guides données par le fabricant, l'installateur ou aux valeurs du rapport de mise en service.
 - Si la différence de température entrée/sortie dépasse les limites min/max de mise en service, entreprendre des actions correctives : mesure de débit, de perte de pression, vérification des paramètres de régulation, inspecter les cotés « primaire » et « secondaire » de l'échangeur, nettoyer le(s) coté(s) encrassé(s) de cet échangeur de chaleur en tenant compte des matériaux présents et des consignes du fabricant (outillage, produits et mode opératoires adaptés) ...
 - Rechercher des solutions pour limiter l'encrassement des échangeurs : filtration, adaptation du traitement de l'eau ...

5. LES ÉMETTEURS (HORMIS CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR)

5.1 Emetteurs dynamiques

Ces prescriptions sont d'application pour les unités intérieures des systèmes à détente directe (mono et multisplits), les cassettes de froid, les ventilo-convecteurs, gainables, armoire climatisée alimentée en eau glacée et éjecto-convecteurs (sauf en ce qui concerne le ventilateur) ...

Mesurer les températures de départ et de retour des sous-circuits d'eau qui alimentent ces émetteurs

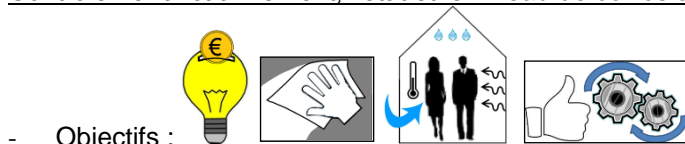


- Objectifs :

- Actions :

- Les émetteurs sont en fonctionnement normal. Effectuer les mesures lorsqu'il y a une « demande de froid » pour les émetteurs qui ne sont alimentés que par un circuit de refroidissement. Pour les émetteurs alimentés par un circuit de refroidissement et par un circuit de chauffage, ou un circuit mixte (chauffage/refroidissement) effectuer les mesures lorsqu'il y a une « demande de froid » et lorsqu'il y a une « demande de chaud »
- Mesurer la température moyenne des conduites de départ et de retour du sous-circuit qui alimente chaque émetteur
- Observer le fonctionnement des équipements de régulation de la température de départ (ex. : battement d'une vanne 3 voies ...)
- Comparer ces valeurs :
 - à la consigne donnée par la régulation
 - aux valeurs guides données lors de la conception et la mise en service
 - aux valeurs précédentesTenir compte de la différence de température entre l'air extérieur et la zone concernée
- En cas d'écart avec la consigne donnée par la régulation, entreprendre des actions correctives : rechercher l'origine du problème → problème de circulation, de régulation, de la puissance de la « production » ...

Contrôler le fonctionnement, l'état et le niveau de corrosion et procéder au nettoyage



- Objectifs :

- Actions :

- Contrôler le fonctionnement et l'état de l'émetteur : recherche de fuites ou d'éventuels dommages, observation de la corrosion
- Nettoyer l'émetteur (généralement à l'aide d'un aspirateur) en tenant compte des matériaux présents et des prescriptions du fabricant (outillage, produit et mode opératoire adéquats)
- Si un filtre est présent, le nettoyer ou le remplacer suivant les indications du fabricant

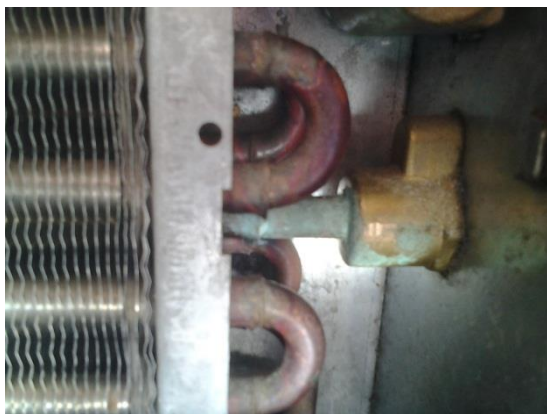
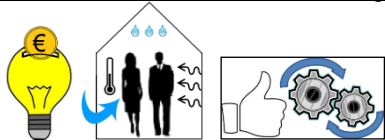


Figure 2.19 Niveau de corrosion extérieure d'une batterie de ventilo-convecteur à surveiller

Contrôler le fonctionnement des vannes de régulation



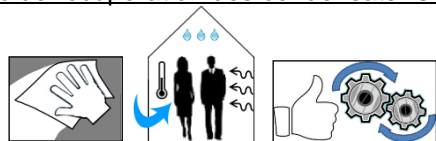
- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler le fonctionnement des vannes et des éléments de commande
 - o Si la vanne ne réagit pas correctement (position incorrecte, instabilité de la régulation ...), entreprendre les actions correctives nécessaires



Figures 2.20 vanne 2 voies en amont de la batterie d'eau glacée d'un ventilateur-convecteur et son élément de commande : le thermostat



Nettoyer le bac de récupération des condensats. Contrôler l'écoulement des condensats

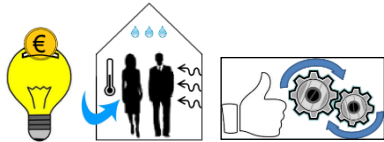


- Objectifs :
 - o Risque d'apparition d'odeurs et de bouchage (peut provoquer des écoulements par d'autres voies et causer des dégâts)
- Actions :
 - o Nettoyer le bac de récupération des condensats en tenant compte des matériaux présents et des prescriptions du fabricant
 - o Vérifier le niveau de remplissage et de la propreté du siphon
 - o Si nécessaire, nettoyer le siphon et le remplir avec de l'eau propre
 - o Si le niveau de remplissage du siphon n'était pas satisfaisant, entreprendre des actions correctives : modification du montage du siphon, augmenter la fréquence de contrôle et de remplissage ...
 - o En présence d'une pompe et d'une régulation du niveau d'eau (flotteurs, sondes de niveau, alarme éventuelle) : tester et nettoyer ce dispositif
 - o Si le fonctionnement du dispositif de pompage n'est pas satisfaisant, entreprendre les actions correctives nécessaires : nettoyage, remplacement des pièces défectueuses ...



Figure 2.21 évacuation des condensats d'un ventilateur-convecteur avant nettoyage

Contrôler le ventilateur : bruit, vibrations, fonctionnement (fonctionnement du sélecteur de vitesse et du thermostat si présents)



- Objectifs :
- Actions :
 - o Procéder à un contrôle visuel et un contrôle du fonctionnement, du bruit et des vibrations
 - o Si un sélecteur de vitesse est présent, contrôler son fonctionnement
 - o Lorsqu'un thermostat commande directement le ventilateur, tester son fonctionnement et comparer le seuil d'enclenchement à la valeur mesurée par un thermomètre étalonné
 - o Entreprendre les actions corrections correctives si quelque chose d'anormal est constaté

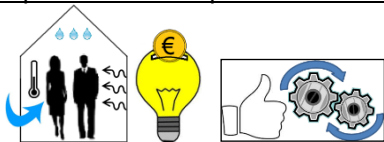
Procéder au nettoyage ou au remplacement du filtre à air (si présent)

Se référer à la section relative aux filtres à air des centrales de traitement d'air (2.3 Filtre à air)

5.2 Emetteurs statiques

Remarque : pour les éjecto-convecteurs, se référer aux émetteurs dynamiques sauf en ce qui concerne les recommandations au sujet du ventilateur

Mesurer les températures de départ et de retour des sous-circuits d'eau qui alimentent ces émetteurs



- Objectifs :
 - Actions :
 - o Les émetteurs sont en fonctionnement normal. Effectuer les mesures lorsqu'il y a une « demande de froid » pour les émetteurs qui ne sont alimentés que par un circuit de refroidissement. Pour les émetteurs alimentés par un circuit de refroidissement et par un circuit de chauffage, ou un circuit mixte (chauffage/refroidissement) effectuer les mesures lorsqu'il y a une « demande de froid » et lorsqu'il y a une « demande de chaud »
 - o Mesurer la température moyenne des conduites de départ et de retour du sous-circuit qui alimente cet émetteur
 - o Observer le fonctionnement des équipements de régulation de la température de départ (ex. : battement d'une vanne 3 voies ...)
 - o Comparer ces valeurs :
 - à la consigne donnée par la régulation
 - aux valeurs guides données lors de la conception et la mise en service
 - aux valeurs précédentes
- Tenir compte de la différence de température entre l'extérieur et la zone concernée
- o En cas d'écart avec la consigne donnée par la régulation, entreprendre des actions correctives : rechercher l'origine du problème → problème de circulation, de régulation, de la puissance de la « production » ...



6. CIRCUITS D'EAU

Remarque : les recommandations relatives aux circuits de fluide frigorigène sont reprises dans la section relative aux machines frigorifiques

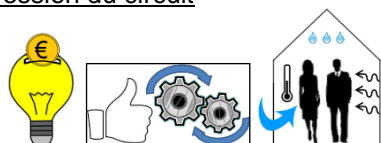
6.1 Prescriptions générales

Contrôler l'état des conduites et de tous les équipements du circuit : corrosion, fuite, isolation



- Objectifs :
- Actions :
 - o Procéder à une inspection visuelle de l'état des conduites et de tous les équipements du circuit (vannes, filtres, dégazeurs et autres accessoires) : état de l'isolation ou absence d'isolation, présence de fuite, corrosion externe visible
 - o Entreprendre les actions correctives nécessaires : remplacer l'isolation déficiente, ainsi que les éléments fortement corrodés ou qui présentent une fuite

Contrôler la pression du circuit



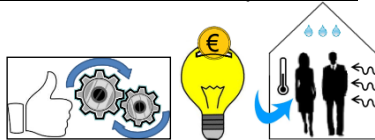
- Objectifs :
- Actions :
 - o Détecter des fuites et prévenir des problèmes liés à la diminution de pression : risque de cavitation, d'entrée d'air, diminution du rendement des pompes, problèmes de circulation ...
 - o Mesurer la pression de l'installation en régime et à son fonctionnement minimum
 - o Comparer avec les valeurs prescrites par l'installateur ou les valeurs du rapport de mise en service de l'installation (si celles-ci font défaut, les recalculer)
 - o Entreprendre les actions correctives éventuellement nécessaires : corriger la pression, rechercher des fuites éventuelles, vérifier le fonctionnement ou le dimensionnement des pompes présentes sur ce circuit, vérifier le fonctionnement, la position et le dimensionnement du système d'expansion, ...
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Afin de pouvoir comparer les résultats des mesures entre eux, effectuer celles-ci au(x) même(s) point(s) sur le circuit et dans les mêmes conditions : température de l'eau, installations à l'arrêt ou dans les mêmes conditions de fonctionnement (mêmes pompes en fonctionnement, mêmes consignes ...)
 - o La pression mesurée par les manomètres est généralement la pression relative (pression absolue – pression atmosphérique).
 - o Ordre de grandeur des pressions minimales aux points hauts des circuits d'eau glacée et de chauffage

	Pression au point haut Installations à l'arrêt	Pression au point haut Installations à température nominale
Circuit de chauffage (température < 100 °C)	0,5 à 1 bar	1,5 à 2 bar
Circuit d'eau glacée	1 à 1,5 bar	0,5 à 1 bar

Tableau 2.7 ordre de grandeur des pressions minimales des circuits d'eau glacée et de chauffage



Analyser la qualité de l'eau de chaque circuit



- Objectifs :
 - Maintenir la qualité d'eau requise pour cette application
 - Eviter l'apparition de dépôt et de corrosion, source de pannes et de pertes d'énergie
 - Actions :
 - Prélever un échantillon suivant un mode opératoire adapté (ne pas prélever le « premier jet » ou dans une « zone morte », utiliser des bouteilles propres, rincer plusieurs fois la bouteille, utiliser des bouteilles et un mode opératoire adéquat pour des analyses bactériologiques ...)
 - Contrôle visuel des échantillons lors du prélèvement : couleur, dépôt ...
 - Paramètres généralement à analyser : pH, alcalinité, dureté, conductivité, teneurs en métaux (en fonction des métaux présents dans le circuit), teneurs en inhibiteurs de corrosion (si présents), concentration en antigène (si présent)
 - Comparer les résultats avec les résultats de la précédente analyse, avec les prescriptions des fabricants du matériel présent dans le circuit et avec les valeurs guides généralement prescrites pour cette application.
 - Entreprendre des actions :
 - Lorsque la qualité d'eau ne correspond pas aux valeurs prescrites : agir sur la qualité d'eau d'appoint, ajouter des produits de traitement ...
 - En présence de dépôt : identifier le type de dépôt (résultat de la corrosion, tartre, origine bactériologique ...)
 - En cas de suspicion de corrosion : identifier les sources de corrosion et rechercher le moyen de les limiter, adapter le traitement d'eau de ce circuit, nettoyer les filtres présents dans le circuit ou en placer, nettoyer le circuit en tenant compte des matériaux présents, augmenter la fréquence de prélèvement et d'analyse, placer des coupons de corrosion ...
 - En cas de contamination microbiologique : identifier les microorganismes en cause, choisir une action adaptée : dosage de biocide, nettoyage du circuit, augmenter la fréquence de prélèvement et d'analyse ...
- Plus d'informations dans le syllabus « rappels techniques » - chapitre « Notions de traitement d'eau »

6.2 Appoint d'eau

Contrôler le fonctionnement et entretenir les installations de traitement de l'eau d'appoint, tester le système de commande et procéder à une analyse de l'eau



- Objectifs :
 - Maintenir la qualité d'eau requise pour cette application
 - Eviter l'apparition de dépôt et de corrosion
- Actions :
 - Entretien des équipements de traitement d'eau suivant les prescriptions du fabricant
 - Tester le système de commande du dispositif d'appoint d'eau : seuils sur base d'une mesure de pression ou de niveau
 - Prélever un échantillon d'eau suivant un mode opératoire adapté (ne pas prélever le « premier jet » ou dans une « zone morte » ...)
 - Analyser l'échantillon : sélectionner les paramètres à analyser en fonction des paramètres recommandés par le fabricant et des valeurs guides généralement appliquées au type de circuit ou à l'application concernés. Généralement, au minimum : pH, conductivité, alcalinité, dureté
 - Entreprendre des actions correctives, si la composition de l'eau s'écarte des valeurs recommandées par le fabricant ou des valeurs guides généralement prescrites pour cette application : modifier les paramètres de régulation de cette installation (exemples : fréquence de régénération ou quantité de saumure d'un adoucisseur, fréquence de nettoyage d'un filtre à lavage automatique ...), régler la dureté de l'eau mitigée selon les prescriptions du fabricant, placer un adoucisseur si le fabricant recommande une eau adoucie, réparer les équipements défectueux, remplacer la conduite d'eau d'appoint si les teneurs en métaux dépassent les valeurs admises par le fabricant, augmenter la fréquence des analyses, cibler un paramètre à analyser...
 - En cas de présence de corrosion ou de contamination biologique du circuit alimenté par cette eau, analyser également, dans l'eau d'appoint, les teneurs en métaux (en fonction des métaux présents) et rechercher certains micro-organismes (en fonction du problème de contamination rencontré)



- Valeurs guides et recommandations :

Paramètres importants et valeurs guides généralement appliquées pour quelques types de pré-traitement de l'eau :

Type de pré-traitement	Paramètres à analyser au minimum	Valeurs guides généralement prescrites
adoucissement	dureté (°F) conductivité (µS/cm)	dureté sortie directe de l'adoucisseur < 1 °F conductivité eau entrée adoucisseur = conductivité sortie adoucisseur
osmose inverse	conductivité (µS/cm)	abaissement de la conductivité généralement > 95 %, c'est-à-dire conductivité du perméat généralement < 25 µS/Cm
filtration : filtre à sable, à cartouche	matières en suspension (mg MES/l)	en fonction de la finesse de filtration

Tableau 2.8 paramètres à analyser au minimum et valeurs guides pour quelques types de pré-traitement



6.3 Pompes

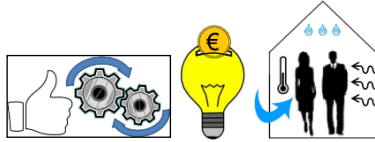
6.3.1. Circulateurs

Contrôler le fonctionnement, ainsi que l'état de la pompe et des fixations



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler le circulateur : bruit, vibration, fuite éventuelle, présence de dégât, corrosion externe
 - o Entreprendre les actions correctives nécessaires : vérifier les instructions de montage, de service et d'entretien, ajustement ou remplacement de la garniture, réparation ou remplacement du circulateur
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Points d'attention lors du remplacement d'un circulateur :
 - directive Erp (Energy Related Products) qui définit, entre autres, des valeurs d'efficacité minimale (IEE ou EEI = Indice d'Efficacité Energétique) pour la mise sur le marché européen de circulateurs :
1^{er} janvier 2013 → $IEE \leq 0,27$ pour les circulateurs externes aux générateurs de chaleur ;
1^{er} aout 2015 → $IEE \leq 0,23$ pour les circulateurs externes aux générateurs de chaleur ;
en 2020, ces exigences seront également d'application pour les circulateurs internes des générateurs de chaleur.
 - la courbe de fonctionnement hauteur manométrique/débit (les courbes lorsque la vitesse est variable) : déterminer le(s) point(s) de fonctionnement pour cette application. Tenir compte du débit requis, de la hauteur manométrique totale (HMT), de la hauteur d'aspiration nette positive (NPSH)
 - opter pour un circulateur à vitesse variable
 - tenir compte des températures minimales et maximales du circuit, de la compatibilité avec les matériaux et les produits de traitement présents dans le circuit, ainsi que des cotes (longueur de joint à joint, type de raccords, ...)

Contrôler le sens de rotation du circulateur



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler le sens de rotation du circulateur
 - o Inverser, si nécessaire le sens de rotation (modification du raccordement électrique pour les circulateurs triphasé, paramètre sur certains circulateurs)
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Plusieurs méthodes permettent de vérifier le sens de rotation d'un circulateur : accessoire aimanté fourni par certains fabricants, observer le rotor, option disponible sur certains variateurs, mesure pression à l'entrée et à la sortie, mesure de débit ... (le sens de rotation correct fournit le débit le plus élevé ou la différence de pression la plus élevée). Plus d'information dans le syllabus « rappels techniques ».

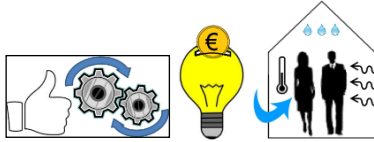
Contrôler le bon fonctionnement de la permutation (si présente)



- Objectifs :
 - o Répartir le nombre d'heures de fonctionnement en cas de présence d'un basculement en cascade ou d'une permutation
- Actions :
 - o En cas de présence de compteurs horaires de fonctionnement : relever les valeurs affichées
 - o Connaître la consigne qui enclenche le basculement (nombre d'heures de fonctionnement, heures fixes, nombre de démarrages ...), l'activer et vérifier que le basculement s'effectue correctement
 - o Si le basculement ne s'effectue pas correctement, rechercher la cause et entreprendre les actions correctives nécessaires : modification du câblage électrique, paramètres de la régulation ...

6.3.2. Pompes de circulation centrifuges : in-line, monobloc, ...

Contrôler l'état de la pompe, des fixations et des accessoires de protection



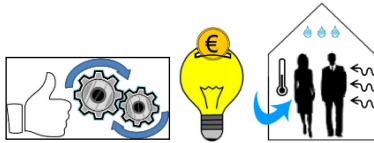
- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler la pompe, les fixations et accessoires de protection : bruit (bruit de roulement, cavitation ...), vibration, fuite éventuelle, présence de dégât, corrosion externe
 - o Entreprendre les actions correctives nécessaires :
 - serrage des fixations et des éléments de protection ou remplacement de ceux-ci ;
 - traitement contre la corrosion, réparation ou remplacement des éléments endommagés
 - En cas de présence de bruit anormal ou de vibration, rechercher la cause afin d'y remédier : remplacer les roulements, adapter le fonctionnement, revoir le dimensionnement de la pompe (notamment la NPSH), le placement, la présence d'air dans l'installation en cas de cavitation ; remplacer les roulements, vérifier et ajuster l'alignement ...

Contrôler le bourrage ou la garniture mécanique



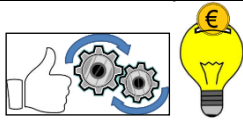
- Objectifs :
- Actions :
 - o en cas de « goutte à goutte », vérifier le débit suivant les prescriptions du fabricant
 - o pour les autres systèmes, vérifier l'étanchéité
 - o Entreprendre les actions correctives nécessaires : ajustement du presse-étoupe ou de la garniture mécanique suivant les prescriptions du fabricant ou remplacement

Contrôler le bon fonctionnement de la pompe (sens de rotation, échauffement du moteur, de la pompe et des paliers)



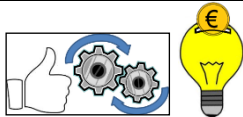
- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler le sens de rotation (observation du sens de rotation au démarrage, mesure des pressions amont/aval, mesure du débit, testeur d'ordre des phases ...)
 - o Inverser le sens de rotation si nécessaire : inverser 2 phases (triphase)
 - o Contrôler l'échauffement du moteur, de la pompe et des paliers : vérifier que la chaleur produite est correctement évacuée
 - o Agir pour assurer un refroidissement correct du moteur, de la garniture, de l'accouplement et de la pompe :
 - vérifier, réparer ou remplacer le ventilateur
 - rechercher l'origine de frottements anormaux : roulements, alignement, encrassement, lubrification insuffisante ...

Mesurer l'intensité absorbée par le moteur sur chacune des phases à la fréquence électrique nominale



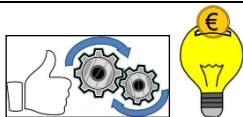
- Objectifs :
- Actions :
 - o Mesurer l'intensité absorbée par le moteur, à la fréquence électrique nominale, sur chacune des phases
 - o Comparer avec la valeur I_n indiquée sur la plaque signalétique du moteur ou dans la notice d'installation, de mise en service et d'entretien du fabricant
 - o Si l'intensité mesurée est supérieure à la valeur I_n ou si l'écart entre les phases dépasse 5 %, effectuer des vérifications électriques (serrage des cosses, mesure d'isolement ...) et si nécessaire, remplacer le moteur
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Points d'attention lors du remplacement d'un groupe moto-pompe :
 - directive Erp (Energy Related Products) qui définit, entre autres,
 - des valeurs d'efficacité minimale pour les moteurs électriques des pompes (IE = Indice de performance Energétique du moteur) mis sur le marché européen :
16 juin 2011 → tous les nouveaux moteurs entre 0,75 kW et 375 kW doivent être minimum IE2 (= ancienne classe EFF1) ;
1^{er} janvier 2015 → tous les nouveaux moteurs entre 7,5 et 375 kW devront être minimum IE3 ou IE2 et être équipés d'un dispositif de variation de vitesse ;
1^{er} janvier 2017 → exigences d'application pour les moteurs de 0,75 à 375 kW
 - des valeurs d'efficacité hydraulique des pompes mises sur le marché européen (MEI = indice de rendement minimal) :
1^{er} janvier 2013 → MEI \geq 0,1
1^{er} janvier 2015 → MEI \geq 0,4
 - la courbe de fonctionnement hauteur manométrique/débit (les courbes lorsque la vitesse est variable) : déterminer le(s) point(s) de fonctionnement pour cette application. Tenir compte du débit requis, de la hauteur manométrique totale (HMT), de la hauteur d'aspiration nette positive (NPSH)
 - opter pour un groupe moto-pompe permettant un fonctionnement à vitesse variable
 - tenir compte des températures minimales et maximales du circuit, de la compatibilité avec les matériaux et les produits de traitement présents dans le circuit, ainsi que des cotes (longueur de joint à joint, type de raccords, ...)

Si présentes, noter les valeurs des mesures de débit et de pression dans le rapport d'entretien



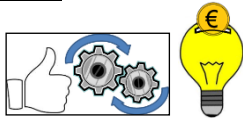
- Objectifs :
- Actions :
 - o Noter les valeurs de mesures de débit et de pression dans le rapport d'entretien
 - o Comparer avec les valeurs précédemment mesurées, avec les données de mise en service et les prescriptions du fabricant en tenant compte du point de fonctionnement de la pompe
 - o Entreprendre les actions correctives éventuellement nécessaires : rechercher la cause de pertes de charge supplémentaires, vérifier la consigne donnée au moteur, l'usure de la pompe, ...

Contrôler l'alignement de l'axe et de l'accouplement



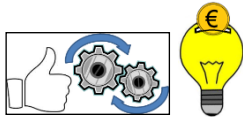
- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler l'alignement de l'axe et de l'accouplement suivant les prescriptions du fabricant
 - o Ajuster l'alignement si nécessaire

Lubrifier des paliers



- Objectifs :
- Actions :
 - o Procéder à la lubrification des paliers :
 - lubrifier des paliers : fréquence, quantité et type de lubrifiant spécifiés par le fabricant
 - ou vérifier le fonctionnement du système de lubrification automatique suivant les recommandations du fabricant

Dépoussiérer le moteur



- Objectifs :
- Actions :
 - o Observer la quantité de poussière présente sur le moteur
 - o Procéder au dépoussiérage du moteur : moteur consigné électriquement ! (généralement à l'aide d'air comprimé sec)
 - o Si la quantité de poussière était importante : augmenter la fréquence de contrôle et de dépoussiérage, rechercher à limiter l'arrivée de poussière sur le moteur

S'il y a un variateur de fréquences, contrôler la consigne, l'évacuation de la chaleur, effectuer un test de fonctionnement et procéder au dépoussiérage si nécessaire

Cf. point 2.8 Variateur de fréquence

Contrôler le bon fonctionnement de la permutation ou de la cascade (si présente)



- Objectifs :
 - o Répartir le nombre d'heures de fonctionnement en cas de présence d'une permutation
- Actions :
 - o En cas de présence de compteurs horaires de fonctionnement : relever les valeurs affichées
 - o Connaître la consigne qui enclenche le démarrage des pompes (seuil de pression, de débit, nombre d'heures de fonctionnement, heures fixes, nombre de démarrages ...), l'activer et vérifier que le démarrage et l'arrêt s'effectuent correctement
 - o Si le démarrage et l'arrêt ne s'effectuent pas correctement, rechercher la cause et entreprendre les actions correctives nécessaires : modification du câblage électrique, paramètres de la régulation ...

6.4 Vannes

6.4.1. Vannes manuelles

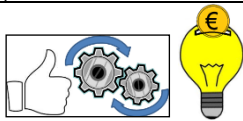
Contrôler l'état et manœuvrer chaque vanne



- Objectifs :
 - o Permettre d'isoler une partie des installations en cas de besoin
 - o Eviter des dégâts
- Actions :
 - o Contrôler l'absence de fuite, ainsi que le niveau de corrosion
 - o Manœuvrer la vanne
 - o Entreprendre les actions correctives éventuellement nécessaires : traiter la vanne contre la corrosion, remplacer les joints ou la vanne, lubrifier selon les recommandations du fabricant

6.4.2. Vannes motorisées et électrovannes

Contrôler l'état, manœuvrer la vanne à l'aide du dispositif de commande, contrôler les reports de position



- Objectifs :
 - o Assurer une régulation efficiente
 - o Eviter des dégâts
- Actions :
 - o Contrôler l'absence de fuite, ainsi que le niveau de corrosion
 - o Manœuvrer la vanne à l'aide de son dispositif de commande
 - o Contrôler le fonctionnement des reports de position
 - o Entreprendre les actions correctives éventuellement nécessaires : traiter la vanne contre la corrosion, lubrifier selon les recommandations du fabricant, ajustement du presse-étoupe, remplacement des joints, des « fins de course » ou de la vanne

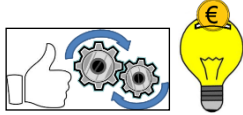
6.5 Systèmes d'expansion

Rappel : se conformer à la législation relative aux équipements sous pression

Remarque : les systèmes d'expansion peuvent être combinés à des systèmes d'appoint automatique d'eau : cf. point dédié à l'appoint d'eau.

6.5.1. Systèmes d'expansion à pression variable

Contrôler la pression de gonflage du vase d'expansion



- Objectifs :
 - Maintenir la pression dans le circuit afin d'éviter des problèmes de circulation, cavitation, diminution de rendement des pompes, corrosion ...
- Actions :
 - Contrôle de la pression de gonflage suivant les prescriptions de l'installateur, du fabricant ou du rapport de mise en service
 - Corriger la pression si elle s'écarte de plus de 0,2 bar des valeurs prescrites
 - Si la membrane est percée, la remplacer ou remplacer le vase d'expansion (vérifier le dimensionnement du vase)



Figure 2.22 point de contrôle et de gonflage du vase d'expansion (après l'avoir « isolé » et avoir « supprimé » la contre-pression d'eau)

6.5.2. Systèmes d'expansion à pression constante

6.5.2.1. Système d'expansion à compresseur

Procéder à une purge manuelle des condensats



- Objectifs :
- Actions :
 - o Procéder à une purge manuelle des condensats suivant les prescriptions du fabricant
 - o Si le volume de condensats s'avère important, augmenter la fréquence de purge ou placer un système de purge automatique

Contrôler le fonctionnement de la purge automatique des condensats (si présente)



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler le fonctionnement de la purge automatique des condensats : en vérifiant la quantité de condensats à l'aide d'une purge manuelle située à côté du point de purge automatique ou en appuyant sur le bouton « Test » du dispositif de purge automatique
 - o Entreprendre les actions correctives éventuellement nécessaires : vérification du câblage électrique, remplacement des équipements défectueux

Procéder à un test de fonctionnement du système d'expansion automatique



- Objectifs :
 - o Maintenir la pression dans le circuit afin d'éviter des problèmes de circulation, cavitation, diminution de rendement des pompes, corrosion ...
- Actions :
 - o Procéder à un test de fonctionnement
 - o Contrôler les seuils de démarrage et d'arrêt du compresseur, de l'évacuation de l'air et de la soupape de sécurité
 - o Comparer les valeurs aux données de mise en service du système d'expansion et aux prescriptions du fabricant, en tenant compte du point de fonctionnement du circuit (température de l'eau, pompes et vannes en service ...)

Procéder au contrôle et à l'entretien du compresseur



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler l'état des fixations et des éléments de protection, le niveau d'usure et de corrosion, la présence de fuites d'huile, l'état des blocs antivibratoires, la présence de bruit et/ou de vibrations;
 - o Nettoyer ou remplacer le filtre à l'aspiration de l'air;
 - o Contrôler le niveau d'huile et l'altération éventuelle de la qualité ;
 - o Contrôler l'état, la tension et l'alignement des courroies ;
 - o Dépoussiérer

6.5.2.2. Système d'expansion à pompe

Procéder à un test de fonctionnement du système d'expansion automatique



- Objectifs :
 - o Maintenir la pression dans le circuit afin d'éviter des problèmes de circulation, cavitation, diminution de rendement des pompes, corrosion ...
- Actions :
 - o Procéder à un test de fonctionnement
 - o Contrôler les seuils de démarrage et d'arrêt de(s) la pompe(s) et de(s) la vanne(s) automatisée(s), de la soupape de sécurité et du purgeur
 - o Comparer les valeurs aux données de mise en service du système d'expansion et aux prescriptions du fabricant, en tenant compte du point de fonctionnement du circuit (température de l'eau, pompes et vannes en service ...)

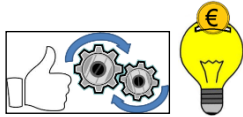
Procéder au contrôle et à l'entretien de la (des) pompe(s)



- Objectifs :
- Actions :
 - o Procéder à un test de fonctionnement
 - o Contrôler l'état des fixations et des éléments de protection, le niveau d'usure et de corrosion, la présence de fuites d'huile et l'étanchéité de la garniture, l'état des blocs antivibratoires, la présence de bruit et/ou de vibrations;
 - o Dépoussiérer le moteur;
 - o S'il y a un variateur de fréquence, contrôler l'évacuation de la chaleur produite et dépoussiérer si nécessaire

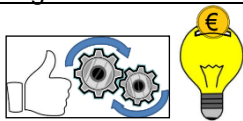
6.6 Filtres

Si des mesures de pression sont présentes, contrôler la perte de charge sur le filtre



- Objectifs :
- Actions :
 - o En fonction des manomètres présents les mesures suivantes :
 - Pression en amont du filtre
 - Pression en avant du filtre
 - Perte de pression à travers le filtre (mesurée en présence d'un manomètre différentiel ou calculée : pression amont – pression aval)
 - o Comparer le résultat des mesures aux valeurs précédemment mesurées, ainsi qu'aux valeurs prescrites par le fabricant et l'installateur
 - o Entreprendre les actions correctives nécessaires : lavage manuel, remplacement des cartouches, vérification du fonctionnement du cycle de lavage automatique, augmentation de la fréquence du suivi de la perte de pression ...

Procéder au lavage manuel des filtres à lavage ou contre-lavage manuel



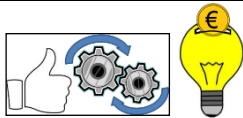
- Objectifs :
- Actions :
 - o Effectuer le lavage du filtre suivant le mode opératoire fourni par le fabricant
 - o Si la fréquence à laquelle cette opération doit être effectuée augmente, rechercher l'origine du problème (corrosion, contamination biologique, pollution externe ...) et entreprendre des actions correctives.

Procéder au contrôle des filtres à cartouches, à tamis ou magnétiques et, si nécessaire, au nettoyage ou au remplacement de ceux-ci



- Objectifs :
- Actions :
 - o Observer le niveau d'encrassement de la cartouche, du tamis ou du filtre magnétique
 - o Si nécessaire, remplacer la cartouche, purger ou nettoyer le filtre suivant le mode opératoire fourni par le fabricant
 - o Observer le type de dépôt retenu par le filtre
 - o Si la fréquence à laquelle cette opération doit être effectuée augmente, rechercher l'origine du problème (corrosion, contamination biologique, pollution externe ...) et entreprendre des actions correctives.

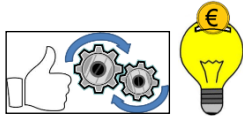
Procéder au contrôle du fonctionnement des filtres à lavage automatique



- Objectifs :
- Actions :
 - o Effectuer un test de lavage automatique
 - o Si possible, observer le type de dépôt retenu par le filtre
 - o Si la perte de charge sur le filtre mesurée avant le test est supérieure à la valeur prescrite par le fabricant, rechercher l'origine du problème et entreprendre des actions pour le résoudre : problème de mesure, problème d'automatisme, de pression d'eau ou d'air pour le lavage, pièce défectueuse ...
 - o Si la fréquence de lavage automatique augmente, rechercher l'origine du problème (corrosion, contamination biologique, pollution externe ...) et entreprendre des actions correctives.

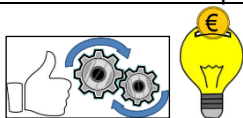
6.7 Séparateurs de particules et débourbeurs, désemboueurs

Procéder à une purge manuelle des séparateurs « manuels » et contrôler les dépôts



- Objectifs :
 - o Suivi des dépôts dans l'installation
 - o Limiter les phénomènes d'érosion et de corrosion sous dépôt
- Actions :
 - o Procéder à une purge ou nettoyer le séparateur de particules suivant les prescriptions du fabricant
 - o Recueillir et observer les dépôts
 - o Si la quantité de dépôt recueillie est importante, identifier le type de dépôt (tartre, résidu de corrosion, boue biologique, particules de peinture → effectuer une analyse en cas de doute) et entreprendre des actions correctives : adapter le traitement des eaux du circuit, remplacer les pièces fortement corrodées, rechercher l'origine de la corrosion ou de la contamination biologique (analyser l'eau du circuit, ainsi que l'eau d'appoint)

Test des séparateurs « automatiques », observation des dépôts



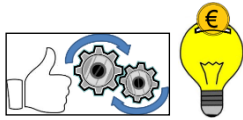
- Objectifs :
 - o Suivi des dépôts dans l'installation
 - o Limiter les phénomènes d'érosion et de corrosion sous dépôt
- Actions :
 - o Contrôler le fonctionnement du séparateur automatique, ainsi que son état d'usure
 - o Actionner le dispositif de purge automatique
 - o Recueillir et observer les dépôts
 - o Si la quantité de dépôt recueillie est importante, identifier le type de dépôt (tartre, résidu de corrosion, boue biologique, particules de peinture → effectuer une analyse en cas de doute) et entreprendre des actions correctives : adapter le traitement des eaux du circuit, remplacer les pièces fortement corrodées, rechercher l'origine de la corrosion ou de la contamination biologique (analyser l'eau du circuit, ainsi que l'eau d'appoint)



Figure 2.23 Exemple de dépôts recueillis en purgeant un séparateur de particules

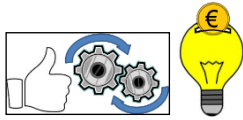
6.8 Purgeurs d'air et séparateurs de microbulles

Contrôler la quantité d'air présente au purgeur d'air manuel (ou séparateur de microbulles muni d'un purgeur manuel)



- Objectifs :
 - o Suivi de la quantité d'air dans l'installation
 - o Limiter les phénomènes d'érosion par des bulles et de corrosion due à la présence d'air
- Actions :
 - o Contrôler le fonctionnement du purgeur et la quantité d'air éventuellement présente
 - o Lorsque la quantité d'air qui s'est échappée lors du test est importante, entreprendre des actions correctives : augmenter la fréquence de purge d'air, rechercher l'origine (appoint d'eau important, problème au système d'expansion ...)

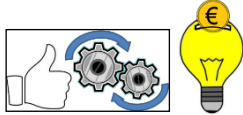
Contrôler le fonctionnement du purgeur d'air automatique (ou séparateur de microbulles muni d'un purgeur automatique)



- Objectifs :
 - o Suivi de la quantité d'air dans l'installation
 - o Limiter les phénomènes d'érosion par des bulles et de corrosion due à la présence d'air
- Actions :
 - o Si possible déclencher un cycle de purge automatique, sinon vérifier l'absence d'air à un point de purge situé à proximité du purgeur automatique
 - o Lorsque la quantité d'air qui s'est échappée lors du test est importante,
 - vérifier l'automatisme éventuel, nettoyer le filtre suivant les prescriptions du fabricant (généralement démontage et nettoyage afin d'enlever des particules qui pourraient empêcher le fonctionnement) ou remplacer le purgeur automatique,
 - augmenter la fréquence de purge d'air, rechercher l'origine (appoint d'eau important, problème au système d'expansion ...)

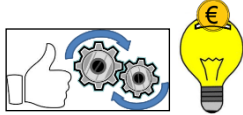
6.9 Dégazeurs automatiques par dépression

Procéder au nettoyage du filtre



- Objectifs :
- Actions :
 - o Nettoyage ou remplacement des cartouches suivant les prescriptions du fabricant

Réaliser un test de dépression et contrôler le fonctionnement d'un cycle



- Objectifs :
 - o Limiter les phénomènes d'érosion par des bulles et de corrosion due à la présence de gaz dans l'installation (oxygène, CO₂ ...)
- Actions :
 - o Observer l'état général de l'installation de dégazage : poussière, pièce défectueuse, niveau de corrosion ...
 - o Déclencher un test de dépression et observer le fonctionnement d'un cycle
 - o Entreprendre les actions correctives éventuellement nécessaires

6.10 Stockage/déstockage de froid à l'aide de matériaux à changement de phase

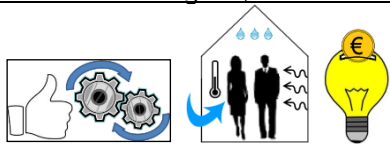
Contrôle de l'état des matériaux à changement de phase



- Objectifs :
 - o Vérifier que les propriétés du matériau à changement de phase sont maintenues
- Actions :
 - o Contrôle visuel de l'état des matériaux à changement de phase et de leur nombre
 - o Si nécessaire ajout ou remplacement du matériau à changement de phase

7. RÉGULATION

Procéder au contrôle visuel du fonctionnement de la régulation du système de climatisation : contrôle des minuteries et des autres consignes, des valeurs mesurées, ainsi que des courbes (si disponibles).



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler les paramètres liés au temps : minuteries, basculement heures ouvrées/non ouvrées, heure hiver/été ...
 - Contrôler les consignes et les seuils introduits par rapport aux besoins actuels des occupants et par rapport aux valeurs prescrites par l'installateur
 - Contrôler les valeurs actuellement mesurées et les courbes disponibles par rapport aux consignes, en tenant compte des conditions climatiques
 - Contrôler si des modes « manuels » ou « dégradés » sont actuellement en service
 - En cas d'écart important entre les valeurs mesurées, les courbes et les besoins des occupants :
 - Vérifier l'étalonnage et le placement des instruments de mesure et des relais de régulation. Les déplacer, les remplacer ou effectuer un ajustement si nécessaire
 - Vérifier le fonctionnement des actionneurs qui agissent sur la valeur mesurée (exemples : test de commande des registres et vannes motorisées, variateurs de fréquence d'un circulateur ou un ventilateur à vitesse variable ...)
 - Etudier la modification des consignes ou du programme
 - ...

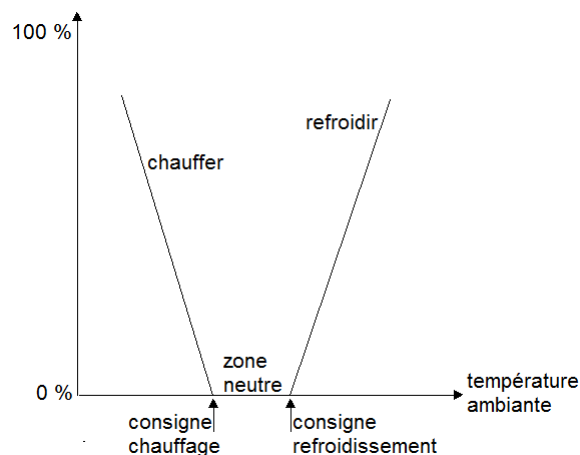
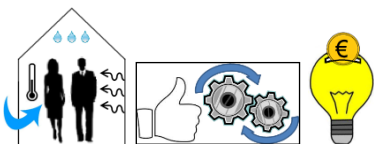


Figure 2.24 Une partie des consignes à contrôler : consignes d'enclenchement du chauffage et du refroidissement des locaux, présence d'une « zone neutre »

Mesurer la température extérieure et la température ambiante de chaque zone.

Contrôler que les émetteurs de refroidissement et de chauffage ne sont pas simultanément en fonctionnement



- Objectifs :
- Actions :
 - Sur base d'une liste ou d'un plan (cf. contenu minimal du carnet de bord), identifier les différentes zones de confort climatique du bâtiment
 - Mesurer la température à l'aide d'un instrument de mesure étalonné dans chaque zone, ainsi que la température extérieure
 - Contrôler que les émetteurs de refroidissement et de chauffage ne sont pas simultanément en fonctionnement (par exemple : que la batterie de chauffage de la centrale de traitement d'air ne soit pas en fonctionnement alors que les batteries d'eau glacée des ventilo-convecteurs le sont)
 - Comparer les résultats obtenus aux consignes de la régulation et aux besoins des occupants en tenant compte des conditions climatiques extérieures
 - En cas d'écart important, entreprendre les actions correctives nécessaires sur la régulation et les installations de climatisation

CHAPITRE 4 : RÉFÉRENCES

- NBN EN 378-1, Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 1: Basic requirements, definitions, classification and selection criteria, juni 2000.
- NBN EN 378-1:2000/A1, Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 1: Basic requirements, definitions, classification and selection criteria, december 2003.
- NBN EN 378-2, Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 2: Design, construction, testing, marking and documentation, januari 2000.
- NBN EN 378-3, Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 3: Installation site and personal protection, januari 2000.
- NBN EN 378-3:2000/A1, Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 3: Installation site and personal protection, december 2003.
- NBN EN 378-4, Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 4: Operation, maintenance, repair and recovery, januari 2000
- NBN EN 378-4:2000/A1, Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 4: Operation, maintenance, repair and recovery, december 2003.

- Arrêté du 15 décembre 2011 du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à l'entretien et au contrôle des systèmes de climatisation et aux exigences PEB qui leur sont applicables lors de leur installation et pendant leur exploitation
- Arrêté du 22 mars 2012 du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à la fixation des exigences de qualification minimale des techniciens frigoristes, à l'enregistrement des entreprises en technique du froid et à l'agrément des centres d'examens
- Arrêté du 22 mars 2012 du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif aux installations de réfrigération.

- BRISE, "Sensibiliser l'entreprise à la problématique de la climatisation. Pourquoi et comment ?", 2007.
- Bruxelles Environnement, "Maintenance URE, Exploitation énergétique des installations de chauffage et de climatisation", juillet 2006.
- Bruxelles Environnement, "Cahier des charges – exploitation énergétique des installations de chauffage et de climatisation", 3 février 2010.
- UBF-ACA, "Code de bonne pratique", 2003.
- UBF-ACA, "Carnet d'entretien pour les installations de réfrigération > 12 kW puissance frigorifique", 2008.
- UBF-ACA, "Carnets d'entretien pour les pompes à chaleur et les installations de conditionnement d'air >12 kW puissance frigorifique", 2008.
- UBF-ACA, "Fiches d'entretien pour les installations de réfrigération", 2008.
- CSTC "Guide de l'entretien pour des bâtiments durables", 2011.

- Bruxelles Environnement : conditions d'exploitation des ventilateurs > 20 000 m³/h, des tours de refroidissement, des installations de réfrigération et des appareils à vapeur;
- Ingenium nv, diverse interne bronnen (modelbestekken, checklists, ...)
- Notices de montage, de mise en service et d'entretien de fabricants
- Pratique de la maintenance industrielle - Méthodes, outils, applications – Dunod
- Pratique de la maintenance préventive – Dunod
- Documents Eurovent

