

Installations techniques PEB

→ Contenu technique destiné aux professionnels et aux organismes de formation

Programme minimal d'entretien des systèmes de chauffage de type 2, de climatisation et de ventilation

Manuel

Version septembre 2024

Plus d'infos : <https://environnement.brussels/>

- Réglementation
 - Obligations et autorisations
 - Bâtiment et énergie
 - Chauffage et climatisation PEB
 - Outils et documents utiles
- [Lien direct vers la page](#)

Bruxelles Environnement
Département Installations techniques PEB et PLAGE
adresse mail : climpeb@environnement.brussels



PROGRAMME MINIMAL D'ENTRETIEN DES SYSTÈMES DE CLIMATISATION, DE VENTILATION ET DE CHAUFFAGE DE TYPE 2

CONTENU	4
PUBLIC-CIBLE	4
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION	5
1. POURQUOI ENTREtenir UN SYSTÈME DE CLIMATISATION, DE CHAUFFAGE OU DE VENTILATION ?	5
2. OBJECTIFS.....	5
CHAPITRE 2 : DÉFINITIONS.....	7
CHAPITRE 3 : MANUEL	9
1. GÉNÉRALITÉS	9
<i>Structure.....</i>	9
<i>Tenue d'un carnet de bord</i>	10
<i>Qualification.....</i>	10
<i>Mode opératoire</i>	10
2. CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR (GROUPES DE PULSION ET D'EXTRACTION)	15
2.1 RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES	15
2.2 CLAPETS ET REGISTRES.....	17
2.3 FILTRE À AIR	19
2.4 BATTERIES DE REFROIDISSEMENT ET DE CHAUFFAGE	23
2.5 SYSTÈMES DE RÉCUPÉRATION DE CHALEUR	27
2.6 HUMIDIFICATEURS D'AIR	29
2.7 VENTILATEUR	33
2.8 VARIATEUR DE VITESSE	34
3. RÉSEAU DE VENTILATION	35
3.1 GRILLES D'ASPIRATION ET DE REFOULEMENT, PARE-GOUTTELETTES, PIÈGES À SON	35
3.2 CONDUITS D'AIR, GAINES DE VENTILATION ET PLENUMS	35
3.3 BOUCHES DE PULSION ET D'EXTRACTION	36
4. INSTALLATIONS DE RÉFRIGÉRATION ET POMPES À CHALEUR	37
4.1 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES	37
4.2 CIRCUIT CONTENANT LE FLUIDE FRIGORIGÈNE.....	37
4.3 COMPRESSEUR(S)	40
4.4 CONDENSEURS ET ÉVAPORATEURS	43
4.5 AUTRES ÉCHANGEURS DE CHALEUR	47
5. LES ÉMETTEURS (HORMIS CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR)	48
5.1 ÉMETTEURS DYNAMIQUES.....	48
5.2 ÉMETTEURS STATIQUES	50
6. CIRCUITS D'EAU	52
6.1 PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES	52
6.2 APPOINT D'EAU	53
6.3 POMPES.....	55
6.4 VANNES	59
6.5 SYSTÈMES D'EXPANSION	60
6.6 FILTRES	63
6.7 SÉPARATEURS DE PARTICULES ET DÉBOURBEURS, DÉSEMBOUEURS	64
6.8 PURGEURS D'AIR ET SÉPARATEURS DE MICROBULLES	65
6.9 DÉGAZEURS AUTOMATIQUES PAR DÉPRESSION	66
6.10 STOCKAGE/DÉSTOCKAGE DE CHALEUR ET DE FROID	66
6.11 COMPTAGE DE CHALEUR ET/OU DE FROID	67
7. RÉGULATION	68



8.	CHAUDIÈRES	69
8.1	ALIMENTATION EN COMBUSTIBLE LIQUIDE.....	69
8.2	BRÔLEURS	71
8.3	CHAMBRE DE COMBUSTION ET CORPS DE CHAUFFE	80
8.4	INSTALLATION DE NEUTRALISATION DES CONDENSATS.....	81
8.5	CALORIFUGE	82
8.6	CONDUIT D'AMENÉE D'AIR COMBURANT ET DISPOSITIFS DE VENTILATION DES CHAUFFERIES	82
8.7	CONDUIT D'ÉVACUATION DES GAZ DE COMBUSTION	83
9.	PRÉPARATEURS D'E.C.S	85
9.1	RÉSERVOIRS D'E.C.S. / BALLONS E.C.S. À ACCUMULATION	86
9.2	ÉCHANGEUR E.C.S (PLAQUES, ÉPINGLE, TUBULAIRE, ...)	88
CHAPITRE 4 : RÉFÉRENCES		90



CONTENU

Ce manuel vise à décrire des lignes de conduites générales pour l'entretien périodique minimum des systèmes de chauffage de type 2, de climatisation et de ventilation.

Il s'inscrit dans le cadre des arrêtés du gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à l'entretien et au contrôle des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation et aux exigences PEB qui leur sont applicables lors de leur installation et pendant leur exploitation :

- Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 juin 2018 relatif aux actes réglementaires et aux agréments - [version coordonnée officielle PDF](#) (du 6 juin 2024)
- Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 juin 2018 relatif aux exigences PEB applicables aux systèmes de chauffage et aux systèmes de climatisation - [version coordonnée officielle PDF](#) (du 6 juin 2024)
- Arrêté ministériel du 16 Aout 2023 déterminant le programme minimum d'entretien des systèmes de chauffage de type 2, de climatisation et de ventilation - [moniteur](#)
- Arrêté ministériel du 21 mars 2014 déterminant le contenu minimal du carnet de bord des systèmes de de climatisation - [moniteur](#)

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 chauffage de type 2, de climatisation et de ventilation.

PUBLIC-CIBLE

Les professionnels chargés de superviser et d'effectuer l'entretien et du contrôle des systèmes de chauffage, de climatisation, et de ventilation, en ce compris les professionnels disposant du certificat d'aptitude relative au carnet de bord et au programme minimum d'entretien (dénommés « coordinateurs maintenance PEB »).



CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

1. POURQUOI ENTRETENIR UN SYSTÈME DE CLIMATISATION, DE CHAUFFAGE OU DE VENTILATION ?

Il est largement admis par les professionnels du secteur de la gestion du confort énergétique au sein des bâtiments (fabricants, maintenanciers, auditeurs énergétique, ...) que le manque d'entretien d'une installation peut entraîner une surconsommation d'énergie conséquente. Celle-ci peut dépasser, pour une petite installation, 25% par rapport à la consommation d'une même installation correctement entretenue.

L'entretien des équipements des systèmes HVAC (chauffage ventilation et climatisation) permet donc d'éviter une surconsommation d'énergie, mais il constitue également un élément clé pour atteindre les objectifs suivants :

- **Efficacité énergétique** : Comme déjà évoqué ci-dessus, l'entretien assure que les différents systèmes fonctionnent de manière efficace, réduisant la consommation d'énergie et diminuant ainsi les coûts d'exploitation et l'impact environnemental ;
- **Sécurité** : l'entretien régulier permet de vérifier l'état des composants critiques des systèmes, tels que les échangeurs de chaleur, les brûleurs et les connexions électriques, afin de détecter et de corriger tout problème de sécurité, comme les fuites de gaz, de réfrigérant ou de monoxyde de carbone, qui pourraient constituer un danger pour les occupants du bâtiment ;
- **Prévention des pannes** : L'entretien permet de détecter et de résoudre les problèmes mineurs avant qu'ils ne deviennent majeurs, évitant ainsi des réparations coûteuses et des pannes inattendues en période critique (par exemple en période de chauffage en hiver ou de climatisation en pleine canicule) ;
- **Salubrité et confort** : l'entretien permet de garantir la qualité du climat intérieur (température, humidité, qualité de l'air, odeurs) de manière à assurer la salubrité des locaux ainsi que le confort et la santé occupants
- **Longévité des systèmes** : L'entretien préventif prolonge la durée de vie des équipements en assurant que tous les composants fonctionnent correctement, retardant ainsi le besoin de remplacements coûteux. De surcroît, l'entretien permet de mettre en évidence les équipements à remplacer lorsqu'ils ne permettent plus d'assurer les fonctions citées ci-dessus de manière satisfaisante
- **Respect des exigences de garantie** : Pour certains équipements, l'entretien régulier est exigé afin de maintenir la validité de la garantie du fabricant

2. OBJECTIFS

Les différents types de maintenance peuvent être résumés par le diagramme suivant (sur base de la norme EN 13306:2017 - terminologie de la maintenance) :

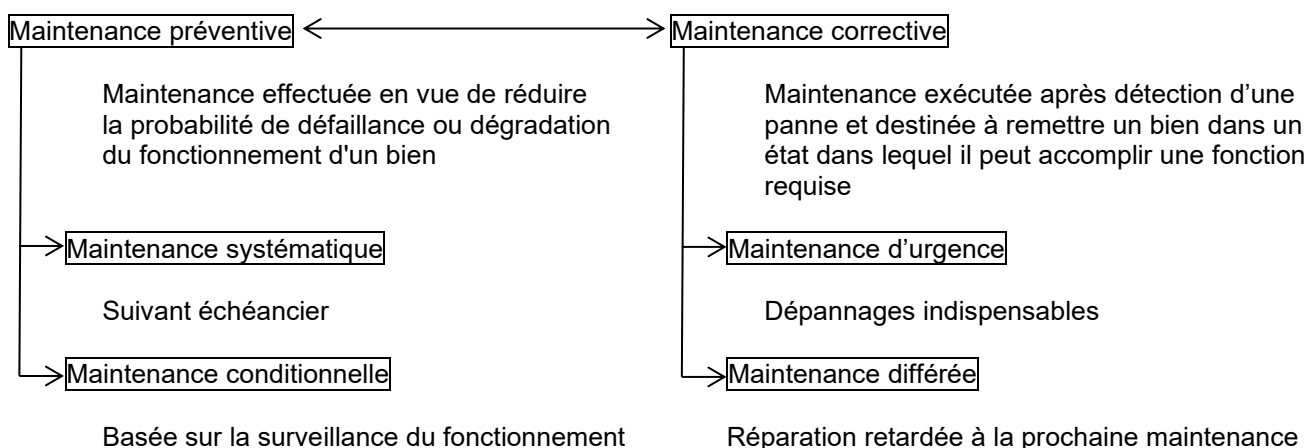


Figure 1.1 diagramme des types de maintenance

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



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

L'objectif est d'effectuer un entretien qui répond au moins à ce minimum sur les systèmes dont l'entretien est insuffisant, mais attention à ne pas 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 ...).

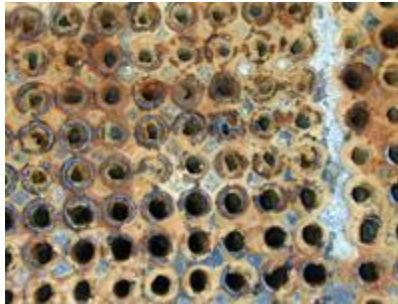


Figure 1.2 exemple d'entretien à améliorer : échangeur encrassé (entartrage et corrosion)

CHAPITRE 2 : DEFINITIONS

Arrêtés chauffage et climatisation PEB :

- Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 juin 2018 relatif aux actes réglementaires et aux agréments - [version coordonnée officielle PDF](#) (du 6 juin 2024)
- Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 juin 2018 relatif aux exigences PEB applicables aux systèmes de chauffage et aux systèmes de climatisation - [version coordonnée officielle PDF](#) (du 6 juin 2024)

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. [Lien moniteur](#)

Arrêté installations de réfrigération :

- Arrêté du gouvernement de la Région de Bruxelles Capitale du 29 novembre 2018 relatif aux conditions d'exploitation des installations de réfrigération. [pdf](#)

Coordinateur maintenance PEB :

Anciennement « technicien climatisation PEB »

Personne qui dispose d'un certificat d'aptitude obtenu au terme d'une formation relative au programme minimum d'entretien et au contenu du carnet de bord, reconnue par Bruxelles Environnement

Pompe à chaleur réversible :

Pompe à chaleur qui permet le transfert de la chaleur de l'intérieur du bâtiment vers l'extérieur du bâtiment et dans le sens inverse.

Pompe à chaleur non réversible :

Pompe à chaleur qui permet uniquement le transfert de la chaleur de l'extérieur du bâtiment vers l'intérieur du bâtiment.

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 (CoBrACE).

Système de chauffage de type 2 :

Système de chauffage qui comprend une chaudière (combustibles liquides, gazeux ou solide) d'une puissance nominale utile supérieure à 100 kW ou plusieurs chaudières ou encore un système de chauffage qui comprend une ou plusieurs pompes à chaleur non réversibles (avec une puissance thermique > 12 kW)

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 « exigences » chauffage et climatisation PEB du 21 juin 2018).

Système HVAC :

Abréviation de Heating, Ventilation, and Air Conditionning. Ensemble des systèmes techniques d'un bâtiment qui regroupent le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la ventilation et la climatisation.

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

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 chauffage de type 2, de climatisation et de ventilation.

Ces informations sont présentées de la manière suivante :

EQUIPEMENT CONCERNÉ (OU RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES)

exemple : clapets et registres

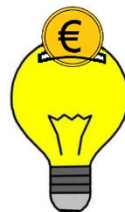
Opération de contrôle ou d'entretien mentionnée dans le tableau des fréquences

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

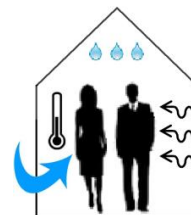
- Objectifs :

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



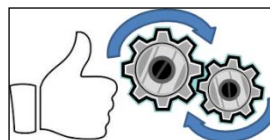
- Améliorer ou garantir la qualité du climat intérieur et le confort des personnes



- 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 coordinateur maintenance PEB ou la personne en charge de la maintenance 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 :



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 HVAC ou action conséquente et au minimum 1x/an
 - o joindre au carnet de bord les rapports d'entretien, de mesure et d'intervention sur les systèmes HVAC.

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.

Qualification

- L'entretien des installations de chauffage de type 2 de climatisation et de ventilation est effectué sous la supervision d'un professionnel agréé, le « coordinateur maintenance PEB » anciennement appelé « technicien climatisation PEB ». Ce professionnel agréé doit avoir suivi une formation relative au programme minimum d'entretien et au contenu du carnet de bord, reconnue par Bruxelles Environnement et obtenu un certificat d'aptitude. 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.

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



Fréquence

Les fréquences mentionnées dans le tableau des fréquences du programme minimum d'entretien des systèmes de chauffage de type 2, de climatisation et de ventilation 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.

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

Ce manuel s'inscrit dans le cadre de l'arrêté ministériel déterminant le programme minimum d'entretien des systèmes de chauffage de type 2, de climatisation et de ventilation. Il est axé sur l'entretien des systèmes HVAC 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 Équipements 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 HVAC, 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 aux prescriptions générales de sécurité pour les équipements sous pression prévues par le Code de droit économique livre IX relatif à la sécurité des produits et des services.
 - o Se référer également à la transposition de la directive européenne 2014/68/UE concernant la mise à disposition sur le marché des équipements sous pression par l'Arrêté Royal du 11 juillet 2016.
 - o Pour les générateurs vapeur : Arrêté Royal du 18 octobre 1991 relatif aux appareils à vapeur (et arrêté d'exécution du 28 octobre 1991) et l'ensemble de ses arrêtés modificatifs et les normes pour l'exploitation des chaudières vapeur : entre autres les normes EN 12952-18, EN 12953-10, EN 12953-13, ...
- Le règlement général gaz: avec notamment le contrôle et l'entretien des raccordements repris dans le règlement technique de Arrêté royal du 13 juillet 2016 arrêtant le règlement technique pour la gestion du réseau de distribution de gaz en Région de Bruxelles-Capitale et l'accès à celui-ci.
- La réglementation relative à la prévention des incendies et des explosions (d'application par exemple pour les clapets coupe-feu ...) : notamment l'Arrêté Royal 7 juillet 1994 fixant les Normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion, auxquelles les bâtiments doivent satisfaire.
- Les exigences liées au permis d'environnement qui précisent les dispositions techniques que l'exploitant d'une installation classée doit respecter : <https://environnement.brussels/le-permis-d'environnement>

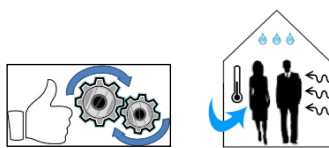
Le permis peut mentionner des conditions types d'exploiter (générales) ou des conditions particulières (propres aux installations concernées) : se référer au permis d'environnement pour les conditions d'exploiter des ventilateurs de plus de 20 000 m³/h, les tours de refroidissement, les installations de réfrigération, les chaudières, les appareils à vapeur, les installations de géothermie, ...

Cadre légal : [Ordonnance du 5 juin 1997 relative aux permis d'environnement](#)



Gestion des alarmes

Prendre en compte les alarmes des équipements du système de climatisation, de ventilation et de chauffage



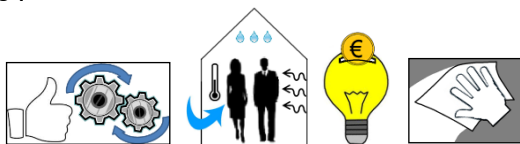
- Objectifs :
 - Actions :
 - o Organiser des rondes dans les locaux techniques afin de relever les alarmes indiquées localement sur les équipements (voyants, afficheurs ...) et vérifier leur fonctionnement (bruit, vibrations, ...)
 - o En présence d'une supervision (système de gestion technique centralisée), 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.
 - o Entreprendre les actions correctives adéquates afin d'éliminer la cause de chaque alarme.
 - Valeurs guides et recommandations :
 - o 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, fuite de gaz, pression excessive dans une chaudière, ...), l'environnement (ex. : risque d'écoulement d'eau glycolée, de liquide réfrigérant, ...), la santé des occupants (émission de CO dans l'ambiance, ...), le bon fonctionnement des installations (ex. : défaillances de composants, filtres encrassés, ...) et le confort, le bien-être 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)



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, de chauffage et de ventilation 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 > In 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 ci-dessus) 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).

Pour les générateurs de chaleur ou de froid, mesurer le nombre de démarrages par heure ou par jour et analyser les cycles de fonctionnement



- Objectifs:

- Actions :

- Effectuer la différence de relevés d'heure de fonctionnement et du nombre de démarrage depuis la période de chauffe ou de refroidissement précédente.
 - Si aucun compteur n'est installé à proximité du générateur, voir si la Gestion Technique Centralisée éventuelle peut fournir les informations, et les récupérer ;
 - Si aucune information n'est disponible, proposer l'installation de compteurs horaire et de démarrage.
- Faire le rapport entre ces totaux d'heures et le nombre de démarrages correspondant.

- Valeurs guides et recommandations :

- En cas de durée de fonctionnement continu inférieure à 5 minutes ou inférieure à la valeur indiquée par le fabricant, les actions correctives généralement recommandées :
 - Vérifier les consignes/seuils pour le démarrage et l'arrêt du générateur
 - Le cas échéant, vérifier les paramètres de gestion de la cascade :
Proposer l'ajout d'une temporisation avant enclenchement du générateur supplémentaire ;
Proposer l'ajout de seuils de température extérieure autorisant les autres chaudières, PAC ou machines frigorifiques à fonctionner (N.B. respecter la puissance requise à l'éventuelle production d'Eau Chaude Sanitaire)
 - Vérifier l'adéquation de puissance des brûleurs, Pompe A Chaleur (PAC) et machines frigorifiques aux besoins réels sur base de la note de dimensionnement et d'éventuel travaux de rénovation (isolation,...)
 - Pour les systèmes à plusieurs allures proposer de temporiser l'enclenchement du fonctionnement à pleine puissance d'au moins 15 minutes ;



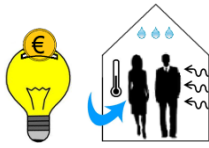
- Privilégier le fonctionnement en parallèle des unités modulantes du système de production de chaleur ou de froid lorsque la température extérieure le justifie, par exemple dès que celle-ci passe sous les 10°C (pour la production de chaleur) ou dépasse les 30°C (pour la production de froid).
- Analyser les modifications à apporter à l'installation : au niveau hydraulique, au niveau de la puissance des générateurs, de la séparation entre la production pour l'ECS et le chauffage ;



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

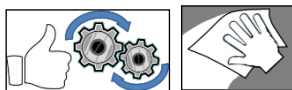


- Objectifs :
 - Vérifier l'absence de fuite qui sont source de perte d'énergie, de problèmes de régulation et de bruit
- Actions :
 - Rechercher d'éventuelles fuites (présence de trous prévus pour des sondes de mesure, éléments endommagés, bruit anormal, mouvement d'air, ...)
 - Lorsqu'une fuite est détectée, entreprendre les actions correctives nécessaires
- Valeurs guides et recommandations :
 - 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 ...



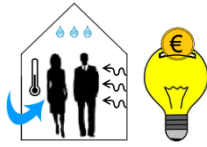
Figure 2.1 exemple de fuite à la sortie d'un groupe de ventilation

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



- Objectifs :
 - Contrôler le fonctionnement, ainsi que l'état (propreté, dommages éventuels, niveau de corrosion, état des fixations, des plots antivibratoires ...).
 - Procéder au nettoyage de toutes les sections de chaque centrale de traitement d'air
- Valeurs guides et recommandations :
 - Tenir compte des matériaux présents, du type de contamination observée (moisissures, poussières, dépôt salin, ...) et des consignes du fabricant
 - 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
 - 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
 - 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

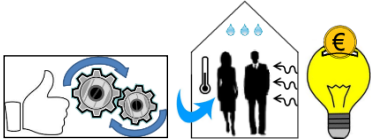
Les points repris dans cette section s'appliquent aux organes suivants présents sur les installations de ventilation et de climatisation : clapets coupe-feu, clapets anti-retour, registres d'air neuf et de mélange, volets de réglage (CAV, VAV, boîtes de mélange et de détente...) et toute autre vanne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

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

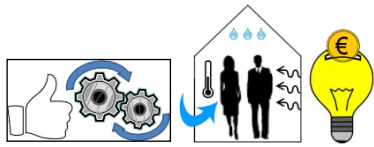
Nettoyer, contrôler l'état d'usure et, si nécessaire, lubrifier l'organe de sectionnement ou de régulation

- 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 ventilation (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 ventilation (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 :
 - 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 ventilation (carnet de bord)
 - Pour les équipements manuels, manœuvrer l'organe en position ouverte, en position fermée et le replacer dans sa position initiale
 - 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).
 - 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 ou de chauffage.

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 :
 - 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 :
 - 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.
 - Contrôler visuellement l'encrassement du filtre
 - 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
 - Vérifier que les caractéristiques du filtre sélectionné correspondent bien à l'application
 - Nettoyer également le logement du filtre
 - Vérifier que le placement du filtre est correct après remise en service du groupe
 - 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.
 - 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

- Classification :

Anciennement, la norme EN779:2012 indiquait 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
Grosses particules	G1	250	$50 \leq A_m < 65$		
	G2	250	$65 \leq A_m < 80$		
	G3	250	$80 \leq A_m < 90$		
	G4	250	$90 \leq A_m$		
Moyennes particules	M5	450		$40 \leq E_m < 60$	
	M6	450		$60 \leq E_m < 80$	
Fines particules	F7	450		$80 \leq E_m < 90$	35 %
	F8	450		$90 \leq E_m < 95$	55 %
	F9	450		$95 \leq E_m$	70 %

Tableau 2.1 : classification suivant l'ancienne norme EN779:2012

Désormais la norme ISO 16890 : 2016 remplace la EN 779 :2012 et classe les filtres selon leur efficacité à capturer des particules dans des plages de tailles spécifiques. Les filtres sont évalués sur les particules PM1, PM2,5 et PM10, c'est-à-dire sur les mêmes paramètres qu'utilisent l'OMS et les agences environnementales du monde entier.

Pour être classé dans une catégorie (ePM1, ePM2.5 et ePM10), un filtre doit pouvoir filtrer au moins 50% des particules de la granulométrie correspondante. Par exemple, pour être classé EPM1 un filtre doit filtrer au moins 50% des particules PM1 (particules de moins de 1 µm).

Nom du groupe	Exigence			Valeur de classe déclarée
	ePM1 min	ePM2,5 min	ePM10	
ISO grossier	-	-	< 50 %	Efficacité gravimétrique initiale
ISO ePM10	-	-	≥ 50 %	ePM10
ISO ePM2,5	-	≥ 50 %	-	ePM2,5
ISO ePM1	≥ 50 %	-	-	ePM1

Tableau 2.2 : classification des filtres suivant la norme ISO 16890 :2016 (source : conseil Xpair)

Au vu de leur différence, la conversion directe des classes EN779 et ISO 16890 n'est pas possible mais en vue de remplacer les filtres existants, Eurovent a mis en place un tableau de correspondance ci-dessous.



EN 779: 2012	En ISO 16890 – amplitude d'efficacités réelles moyennes		
Classe du filtre	ePM ₁	ePM _{2,5}	ePM ₁₀
M5	5 % - 35 %	10 % - 45 %	40 % - 70 %
M6	10 % - 40 %	20 % - 50 %	60 % - 80 %
F7	40 % - 65 %	65 % - 75 %	80 % - 90 %
F8	65 % - 90 %	75 % - 95 %	90 % - 100 %
F9	80 % - 90 %	85 % - 95 %	90 % - 100 %

Tableau 2.3: Correspondance classes filtres EN 779 et ISO 16890 (source : Eurovent)

- Consommation d'énergie :

Eurovent¹ a introduit un label de certification énergétique des filtres ePM₁, ePM_{2.5} et ePM₁₀ (suivant la norme ISO 16890), déterminé par une lettre A+ à E : A+ indiquant la consommation d'énergie la plus faible et E la plus élevée. Les résultats des tests effectués sur les produits certifiés par Eurovent sont disponibles sur le site internet d'Eurovent.

M ₀ = 200 g (AC Fine*)	Consommation énergétique moyenne en kWh/an pour filtres ePM ₁ (ePM ₁ et ePM _{1,min} ≥ 50%)					
	A+	A	B	C	D	E
50 & 55%	800	900	1050	1400	2000	>2000
60 & 65%	850	950	1100	1450	2050	>2050
70 & 75%	950	1100	1250	1550	2150	>2150
80 & 85%	1050	1250	1450	1800	2400	>2400
> 90%	1200	1400	1550	1900	2500	>2500

M ₀ = 250 g (AC Fine*)	Consommation énergétique moyenne en kWh/an pour filtres ePM _{2,5} (ePM _{2,5} et ePM _{2,5,min} ≥ 50%)					
	A+	A	B	C	D	E
50 & 55%	700	800	950	1300	1900	>1900
60 & 65%	750	850	1000	1350	1950	>1950
70 & 75%	800	900	1050	1400	2000	>2000
80 & 85%	900	1000	1200	1500	2100	>2100
> 90%	1000	1100	1300	1600	2200	>2200

M ₀ = 400 g (AC Fine*)	Consommation énergétique moyenne en kWh/an pour filtres ePM ₁₀ (ePM ₁₀ ≥ 50%)					
	A+	A	B	C	D	E
50 & 55%	450	550	650	750	1100	>1100
60 & 65%	500	600	700	850	1200	>1200
70 & 75%	600	700	800	900	1300	>1300
80 & 85%	700	800	900	1000	1400	>1400
> 90%	800	900	1050	1400	1500	>1500

* AC Fine – nom de la poussière de test normalisée

Tableau 2.4 : 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 :

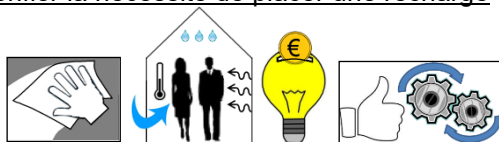
Eurovent a mis en place un tableau des efficacités de filtres recommandées en fonction des catégories d'ODA (catégorie de qualité d'air extérieur) et SUP (catégorie de qualité d'air fourni) selon la norme NBN EN 16798-3 : 2017.

AIR EXTÉRIEUR			Air fourni				
			SUP 1*	SUP 2*	SUP 3**	SUP 4	SUP 5
			PM _{2,5} ≤ 1,25 PM ₁₀ ≤ 3,75	PM _{2,5} ≤ 2,5 PM ₁₀ ≤ 7,5	PM _{2,5} ≤ 3,75 PM ₁₀ ≤ 11,25	PM _{2,5} ≤ 5 PM ₁₀ ≤ 15	PM _{2,5} ≤ 7,5 PM ₁₀ ≤ 22,5
Catégorie	PM _{2,5}	PM ₁₀	ePM ₁	ePM ₁	ePM _{2,5}	ePM ₁₀	ePM ₁₀
ODA 1	≤ 5	≤ 15	70 %	50 %	50 %	50 %	50 %
ODA 2	≤ 7,5	≤ 22,5	90 %	70 %	70 %	80 %	50 %
ODA 3	> 7,5	> 22,5	90 %	80 %	80 %	90 %	80 %

Tableau 2.5 : Efficacités minimales recommandées pour la filtration ePMx en fonction des catégories ODA et SUP (valeurs annuelles moyennes de PMx en µg/m³) source EUROVENT

A noter qu'il est possible d'arriver à la même efficacité de filtrage soit avec un seul filtre soit en combinant plusieurs filtres de différentes classes.

Pour les filtres à déroulement automatique : contrôler le fonctionnement, procéder au nettoyage et à la lubrification, vérifier la nécessité de placer une recharge



- 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 et le niveau de matériau filtrant propre restant
 - Lire la différence de pression sur le manomètre/déprimomètre (si présent) et comparer avec la consigne (réglage du pressostat)
 - Remplacer les pièces d'usure
 - 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, épuisement effectif ou imminent du rouleau de matériau filtrant propre) 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, recharge de matériau filtrant propre

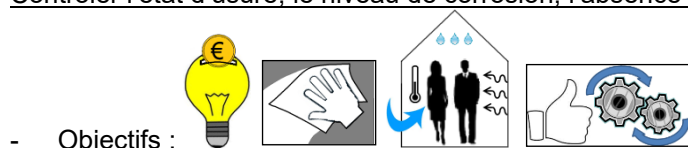


Figure 2.6 filtre à déroulement automatique

2.4 Batteries de refroidissement et de chauffage

Ces prescriptions 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, s'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 (pour les batteries froides) et de chauffe (pour les batteries chaudes), en tenant compte des matériaux présents

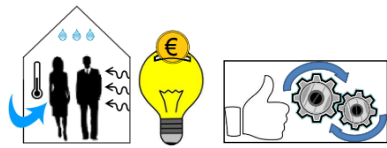
Contrôler l'écoulement des condensats, ainsi que le niveau et la propreté du siphon



- 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 l'état du tuyaux d'évacuation des condensats et s'assurer de l'absence d'obstruction de ce dernier
 - 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 :
 - S'assurer du bon fonctionnement de la batterie chaude et de la batterie froide ainsi que de la régulation
 - 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)
 - En absence de déshumidification, éviter des pertes d'énergie dues à l'instabilité de la régulation qui peut provoquer, la mise en service du chauffage et après un court laps de temps du refroidissement (ou inversement) ou la mise en service simultanée du chauffage et du refroidissement
- Actions :
 - Vérifier les températures de consignes des vannes de régulation pour s'assurer qu'elles sont correctement configurées et éviter le chevauchement des cycles de chauffage et de refroidissement.
 - Le groupe est en mode de fonctionnement normal.
 - S'assurer qu'une batterie est en fonctionnement (demande de « froid » ou de « chaud »)
 - 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)
 - 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
 - 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 température extérieure, la durée de la mesure et la date
- Valeurs guides et recommandations :
 - 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
 - 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 ...)

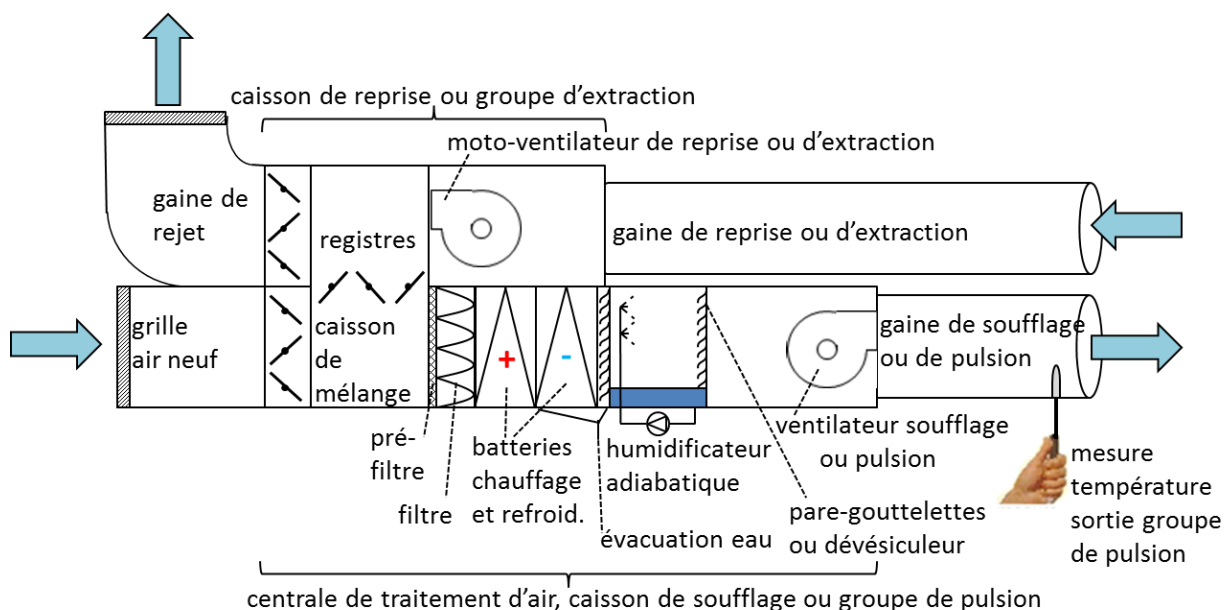
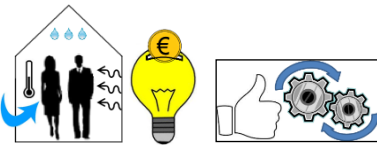


Figure 2.7 exemple de centrale de traitement d'air, description des éléments et indication du point de mesure de température en sortie du groupe de pulsion

Pour les batteries contenant un fluide (eau, fluide réfrigérant, eau glycolé, ...), mesurer les températures de départ et de retour de chacun des circuits d'eau qui alimentent chaque émetteur

- Objectifs : 

- Actions :

- La batterie est en service
- Mesurer la température moyenne des conduites de départ et de retour du circuit qui alimentent la batterie en service
- 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 si disponible
 - aux valeurs précédentes

Tenir compte de la différence de température entre l'extérieur et la zone concernée

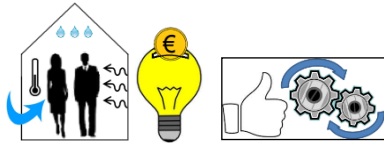
- En cas d'écart avec la consigne donnée par la régulation, entreprendre des actions correctives : rechercher l'origine du problème → problème de circulation, de régulation, de la puissance de la « production »

...



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

Pour les batteries électriques, dépoussiérer la résistance, contrôler l'état des composants et resserrer les connexions si nécessaire.



- Objectifs :

- Assurer le fonctionnement optimal et la sécurité des batteries électriques en évitant l'accumulation de poussière qui peut affecter leur efficacité et augmenter le risque d'incendie.
- Vérifier l'état des composants pour prévenir toute défaillance.
- S'assurer que toutes les connexions sont bien serrées pour éviter une perte d'énergie et garantir la sécurité.

- Actions :

- Couper l'alimentation électrique de la batterie et utiliser les équipements de protection adéquats
- Dépoussiérer la résistance et les autres composants de la batterie à l'aide d'une brosse douce ou un souffleur d'air à faible pression
- Inspecter visuellement l'état des composants de la batterie, y compris l'élément chauffant, les câbles, les connecteurs, le thermostat, le thermostat de sécurité, le relais de commande, le bouton de réarmement et les autres pièces électriques, pour détecter tout signe d'usure, de corrosion ou un dommage
- Resserrer les connexions électriques
Tester le fonctionnement de la batterie après l'entretien pour s'assurer de son bon fonctionnement

- Valeurs guides et recommandations :

- Si lors de l'inspection visuelle, des composants montrent des signes d'usure excessive, de corrosion, ou de dommages, entreprendre les actions correctives nécessaires
- Si après le resserrage des connexions, le courant absorbé par l'élément chauffant, ne correspond pas aux valeurs prescrites par le fabricant, il est recommandé de procéder en toute sécurité à des tests électriques plus approfondis



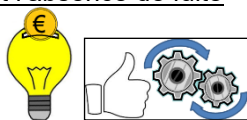
2.5 Systèmes de récupération de chaleur

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



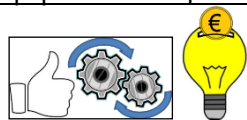
- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler les dommages éventuels et le niveau de corrosion
 - o Rechercher d'éventuelles fuites d'air (présence de bruit, mouvement d'air, élément endommagé ...) ou de fluide thermique (point de corrosion, élément endommagé, ...)
 - o En cas de présence d'un dommage ou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

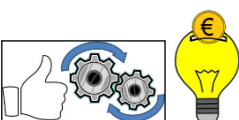


- Objectifs :
- Actions :
 - o Batteries, circulateur, vannes, éléments de mesure et de régulation, circuit d'eau (qualité d'eau ...) : *voir sections relatives à ces équipements (cf. 2.4, 6.4, 6.3.1, 6.1)*

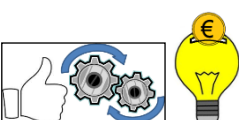


2.5.4. Système de type rotatif

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

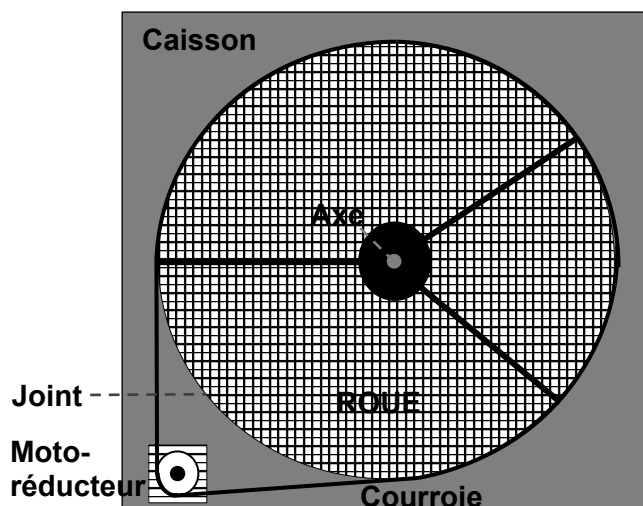


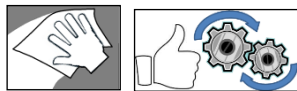
Figure 2.9 Principaux éléments d'un récupérateur de chaleur rotatif

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 encrassées ou corrodées, actions sur la filtration de l'air en tenant compte des matériaux présents et des prescriptions du fabricant.

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 Vérifier les capteurs de niveau d'eau pour détecter tout signe de dysfonctionnement ou de détérioration
 - 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 et sur base des résultats prendre les actions correctrices adéquates (ajuster fréquence de purge ou la consigne de conductivité, étalonner la sonde de conductivité, ...)
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Facteur de concentration sur 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 peut être indiquée dans les recommandations du fabricant . A titre indicatif ce facteur pour un bac d'humidification alimenté par de l'eau de ville adoucie à Bruxelles, est généralement situé entre 2 et 3. 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 :
 - Contrôler le fonctionnement de la désinfection UV suivant les prescriptions du fabricant
 - Remplacer la lampe en fonction d'un compteur horaire ou suivant une mesure de l'intensité des rayons UV
 - Nettoyer la lampe UV en respectant le protocole et les produits prescrits par le fabricant
 - Contrôler l'entartrage : adapter le traitement de l'eau en fonction des observations et des résultats des analyses

Vidanger le bac d'humidification avant une période d'arrêt prolongé

- Voir les prescriptions générales (cf. 2.6.1).

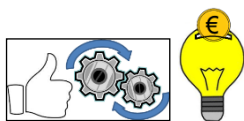
2.6.3. Humidificateurs vapeur (hormis chaudière vapeur)

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



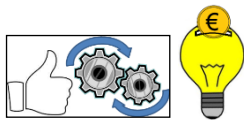
- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler l'état général de l'humidificateur vapeur : la corrosion, l'absence de fuite ou d'autre dégât
 - En cas de dommage, mettre l'appareil hors service et procéder aux actions correctives adéquates : réparation (traitement anti-corrosion) ou au remplacement des pièces défectueuses (joints, connexions,...)

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



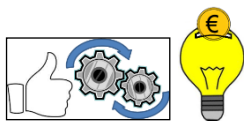
- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler le réservoir, la résistance ou les électrodes (pour les systèmes amovibles) : observer la quantité et le type de dépôt éventuellement présent, la présence de corrosion, l'absence de fissure ou de déformation ...
 - Actions correctives à envisager : nettoyage, remplacement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

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 (interrupteur niveau d'eau, alarmes,...) suivant les prescriptions du fabricant
 - o Vérifier le bon fonctionnement des capteurs et appareils de mesures présents (hygrostat, thermostat, régulateur de débit...),
 - o Actions correctives à envisager : modification des paramètres de fonctionnement, mise hors service, réparation ou remplacement des équipements défectueux ou des capteurs

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

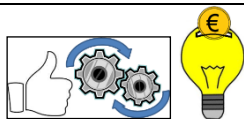
Contrôler la qualité d'eau d'appoint si celle-ci est traitée ou que le fabricant précise des valeurs à respecter

Cf section 6.2 Appoint d'eau

2.7 Ventilateur

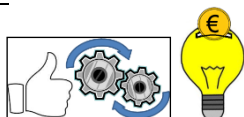
Remarque : Ces prescriptions sont également d'application pour les ventilateurs présents dans les machines frigorifiques, les tours de refroidissement, les aérorefroidisseurs et les pompes à chaleur

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



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

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



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

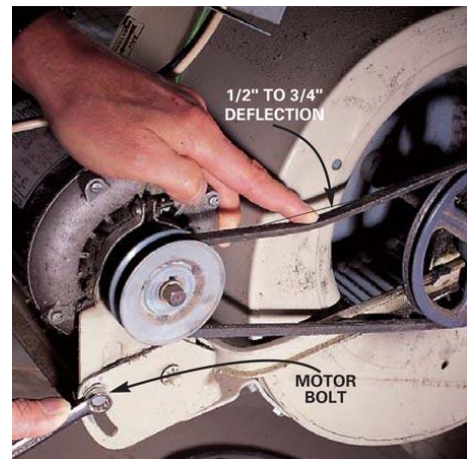
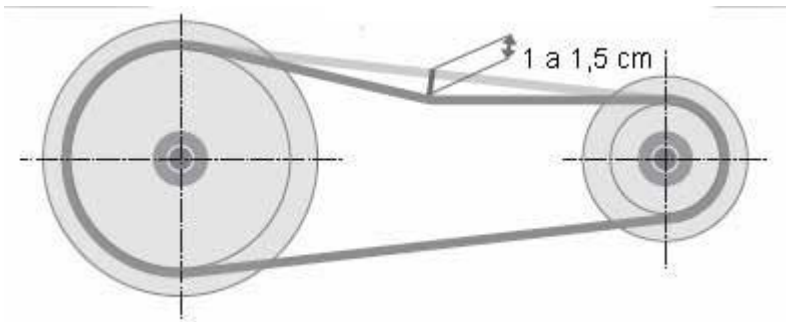
Contrôler l'état d'usure, l'alignement et la tension de(s) la courroie(s) de transmission

- Objectifs :  

- Actions :
- Contrôler l'état général de la courroie pour détecter des signes d'usure, déchirure ou déformation
 - 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 vitesse

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 présent, vérifier le bon fonctionnement des ventilateurs intégrés 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

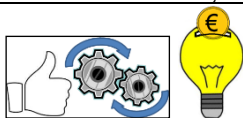
Contrôler l'état et procéder au nettoyage



- 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 16798-17 « Ventilation des bâtiments. Performance énergétique des bâtiments. Lignes directrices pour l'inspection des systèmes de ventilation et de conditionnement d'air » décrit la méthodologie requise pour l'inspection des systèmes de ventilation mécanique et naturelle.





Figure 3.1 : conduit de ventilation muni d'un trapillon de visite



Figure 3.2 : 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 :
 - Nettoyer les bouches de pulsion et d'extraction en tenant compte des matériaux présents
 - Vérifier leur fonctionnement et la répartition du débit d'air (présence de courants d'air inconfortables,...)
 - Réglage des bouches si possible pour obtenir une meilleure répartition du débit d'air (changement de direction ou modification angle des volets,...), réparation ou remplacement si nécessaire

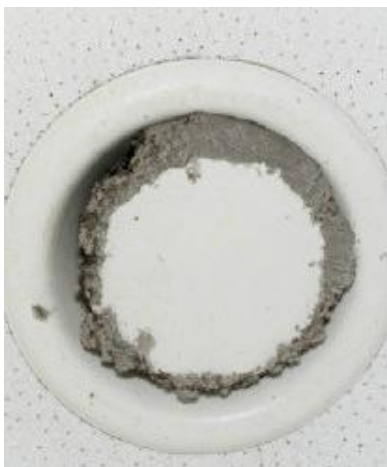


Figure 3.3 : bouche d'extraction encrassée



Figure 3.4 : problème de répartition du débit d'air

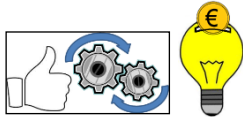
4. INSTALLATIONS DE RÉFRIGÉRATION ET POMPES À CHALEUR

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 :
 - En cas de chauffage, l'abaissement de la température à l'aspiration de la machine diminue le rendement et en cas de refroidissement l'augmentation de la température à l'aspiration diminue le rendement.
- Actions :
 - Vérifier que les recommandations du fabricant en matière d'espace et de circulation d'air autour de la machine sont respectées
 - Dégager et nettoyer cet espace si nécessaire
 - 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.

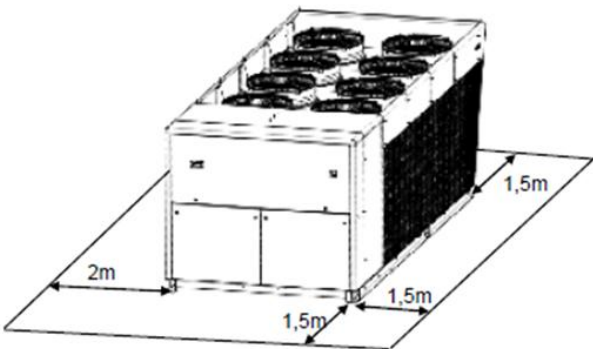


Figure 4.1 Exemples de prescriptions relatives à l'espace requis autour d'une installation de réfrigération

4.2 Circuit contenant le fluide frigorigène

Contrôler l'étanchéité

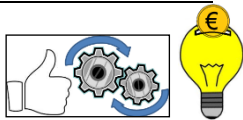


- Objectifs :
 - Eviter toute perte de fluide frigorigène : selon le type de fluide, celui-ci peut avoir un impact sur la couche d'ozone, sur l'effet de serre ou, dans certains cas, être toxique ou inflammable.
- Actions :
 - Pour les installations soumises à permis d'environnement, contenant des gaz 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 notamment en s'assurant du respect des délais entre les contrôles d'étanchéité.
 - Contrôler l'étanchéité suivant les prescriptions du fabricant
 - 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.
 - Le résultat des contrôles et les actions correctives entreprises sont notées dans le registre (document joint au carnet de bord du système de climatisation)



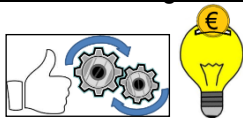
- Valeurs guides et recommandations :
 - o L'Arrêté installations de réfrigération mentionne le règlement CE n°1516/2007. Celui-ci définit les exigences appliquées au contrôle d'étanchéité des installations de réfrigération et pompes à chaleur qui contiennent des gaz à effet de serre fluorés. Les contrôles périodiques d'étanchéité, les travaux d'entretien complets et les éventuelles réparations touchant à des parties de l'installation contenant ou prévues pour contenir des HFC, doivent être effectués par un technicien frigoriste qualifié travaillant pour une entreprise en technique du froid enregistrée. 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 ...

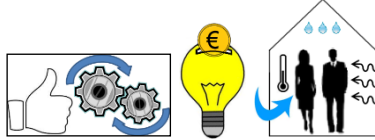
Contrôler l'état et le fonctionnement des dispositifs de protection, de mesure (manomètres, thermomètres ...), de régulation (automates, régulateurs, actionneurs ...), de sécurité (pressostat ...) et d'alarme



- Objectifs :
 - o Prise en compte des alarmes éventuellement générées
- Actions :
 - 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, ...
 - mettre à jour les logiciels des automates si c'est possible et nécessaire

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 :
 - o Installation en fonctionnement normal
 - o Noter les pressions et températures de fonctionnement mesurées à l'aide d'équipements de mesures présents sur le circuit ou au moyen d'équipements de mesures étalonnées : mesurer HP, BP, surchauffe ($t_7 - t_1$) et sous-refroidissement ($t_2 - t_9$) → $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_9$

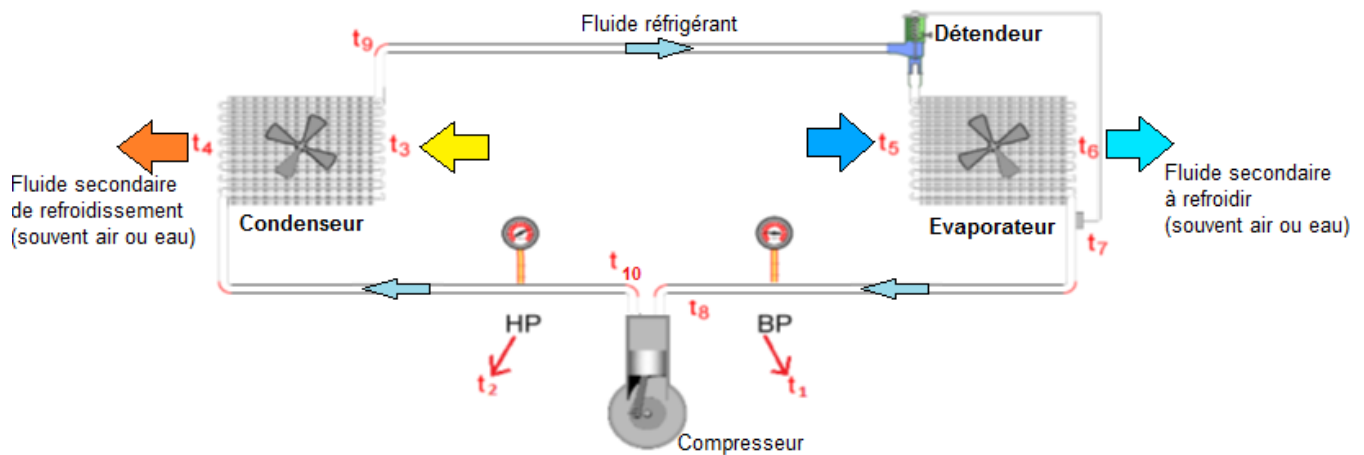


Figure 4.2 Points de mesure du cycle frigorifique

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



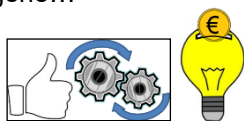
- Comparer avec les données de mise en service et les prescriptions du fabricant
- En fonction des résultats, entreprendre les actions correctives adéquates : correction de la quantité de fluide réfrigérant, recherche d'incondensables, réglage ou remplacement du détendeur, contrôler le compresseur (cf 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 4.2 Extrait du syllabus « rappels techniques » - valeurs guides du circuit frigorifique

Contrôler l'état du fluide frigorigène : indicateur d'humidité, voyant de liquide, niveau dans la bouteille à fluide frigorigène...



- Objectifs :
- Actions :
 - Vérification de l'état du fluide frigorigène :
 - Indicateur de présence d'humidité
 - En présence d'humidité, entreprendre les actions correctives nécessaires (remplacer filtre déshydrateur, vérification de fuite,...)
 - Vérification de la charge : absence de bulles au voyant de liquide, niveau dans la bouteille à fluide frigorigène ...
 - Faire la corrélation entre ces observations et les autres mesures effectuées sur le circuit frigorifique
- Valeurs guides et recommandations :
 - L'indicateur de présence d'humidité présent sur le voyant liquide est souvent composé d'un élément sensible qui change de couleur en fonction de l'humidité dans le circuit (couleur vert = absence d'humidité, jaune ou autre couleur = humidité présente)

4.3 Compresseur(s)

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

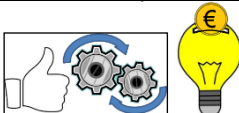


- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler le niveau d'huile suivant les prescriptions du fabricant : voyant de niveau d'huile sur le carter du compresseur, sur une conduite de retour, sur un régulateur de niveau d'huile ou un réservoir ...
 - Gérer la qualité de l'huile :
 - remplacement systématique de l'huile en fonction du nombre d'heures de fonctionnement maximal recommandé par le fabricant
 - ou analyse de la qualité de l'huile (observation de la couleur, clarté, prélèvement et analyse)
 - 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 : corrélérer 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 ou pompe à chaleur 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 l' I_n moteur : cf. plaque signalétique ou notice du fabricant
 - o Entreprendre des actions correctives si les résultats des mesures dépasse l' 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 la durée de fonctionnement continu est inférieure à 5 min ou le nombre de démarrages par heure supérieur aux prescriptions du fabricant, adapter la régulation et/ou les installations (installation d'un réservoir tampon ...)

Contrôler le dispositif antigel



- Objectifs :
- Actions :
 - Test du dispositif antigel avant la période hivernale
 - Vérification du réglage du seuil d'enclenchement
 - Comparaison de la sonde de mesure avec un thermomètre étalonné
 - 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
 - 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
Evaporateurs 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
Evaporateurs 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 4.3 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 vitesse/fréquence.

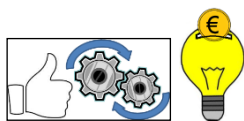


4.4.2. Condenseurs et évaporateurs par air

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 ainsi que des grilles ou des filtres si présents



- 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 ou l'évaporateur 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.
 - Retirer et nettoyer les grilles ;
 - Sur base de l'inspection visuelle (filtre encrassé), ou selon la fréquence recommandée par le fabricant, remplacer ou nettoyer le filtre selon les prescriptions du fabricant ou de l'installateur



Figure 4.3 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 de pluie autour de l'appareil donne satisfaction (absence d'obstruction de l'évacuation ou de stagnation d'eau,...)
 - Si nécessaire nettoyer l'évacuation de l'eau ou apporter les modifications nécessaires

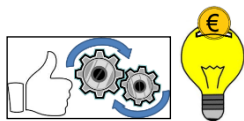
Contrôler le dispositif antigel

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 coté « 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

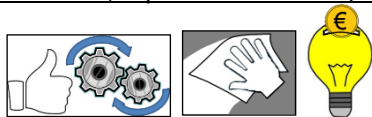
Etablir et mettre en œuvre un plan de gestion de la contamination par la Legionella



- 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, ...

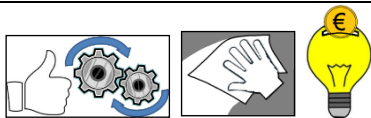
Contrôler le fonctionnement et l'état de la tour : propreté des surfaces, dépôt, niveau corrosion, état des conduites, des fixations, répartition de l'eau pulvérisée ...



- 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 (pulvérisation non uniforme, obstruction d'une buse)
 - o En cas de présence de dépôt :
 - Identifier le type de dépôt présent : tartre, résidus de corrosion, dépôt issu d'une contamination microbiologique, 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 minuterie, sur base de la quantité d'eau d'appoint ...)
- o Vérifier le niveau d'eau et l'état des capteurs de niveau
- 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 renseignée par le fabricant : 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, 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 ...)

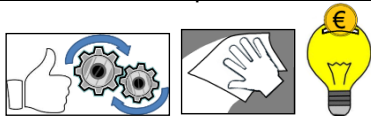
Contrôler le fonctionnement du dispositif d'appoint d'eau et de régulation du niveau d'eau
Se référer au point 6.2 Appoint d'eau

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 échangeurs 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 opératoire adaptés) ...
 - Rechercher des solutions pour limiter l'encrassement des échangeurs : filtration, adaptation du traitement de l'eau ...

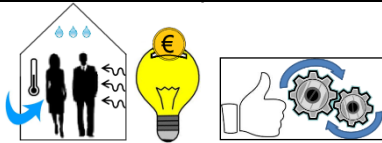


5. LES ÉMETTEURS (HORMIS CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR)

5.1 Emetteurs dynamiques

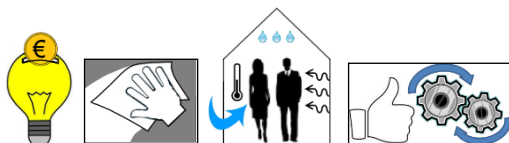
Ces prescriptions sont d'application pour les unités intérieures des systèmes à détente directe (mono et multisplits), les cassettes de froid, les ventilo-convecteurs, gainables, armoire climatisée alimentée en eau glacée et éjecto-convecteurs (sauf en ce qui concerne le ventilateur) ...

Mesurer les températures de départ et de retour des 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 » ou une « demande en chaud » pour les émetteurs qui ne sont respectivement alimentés que par un circuit de refroidissement ou de chauffage. 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 chaque émetteur au moyen des appareils de mesure présents sur le circuit ou d'un appareil de mesure étalonné
 - 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'air 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, d'équilibrage, de la puissance de la « production » ...

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



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler le fonctionnement et l'état de l'émetteur et de ses fixations: recherche de fuites ou d'éventuels dommages, observation de la corrosion
 - o Nettoyer l'émetteur (généralement à l'aide d'un aspirateur ou d'une brosse douce pour les radiateurs) en tenant compte des matériaux présents et des prescriptions du fabricant (outillage, produit et mode opératoire adéquats)

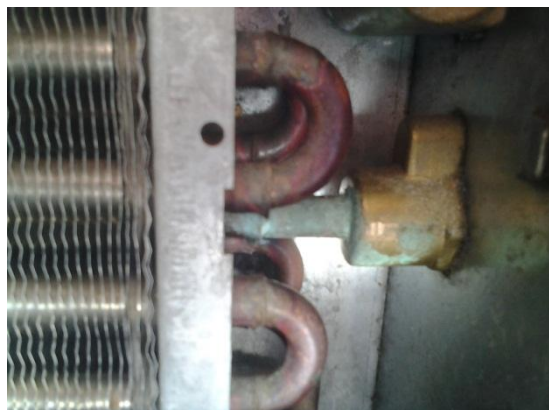
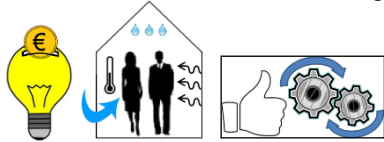


Figure 5.1 Niveau de corrosion extérieure d'une batterie de ventilo-convecteur à surveiller

Contrôler le fonctionnement des vannes de régulation

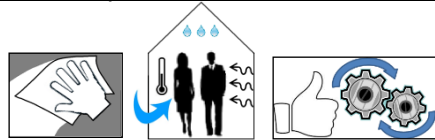


- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler l'état de la vanne et des éléments de commande (usure, corrosion, fuites, connexion...)
 - Contrôler le fonctionnement des vannes et des éléments de commande et comparer aux valeurs de consigne
 - Si la vanne ne réagit pas correctement (position incorrecte, instabilité de la régulation ...), entreprendre les actions correctives nécessaires (remplacement de l'élément de commande ou de la vanne défectueux, réglage des plages de régulations,...)



Figures 5.2 vanne 2 voies en amont de la batterie d'eau glacée d'un ventilo-convecteur et son élément de commande : le thermostat

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

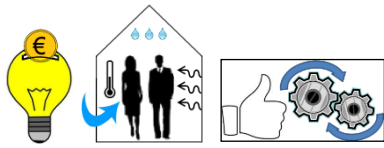


- Objectifs :
- Actions :
 - Risque d'apparition d'odeurs et de bouchage (peut provoquer des écoulements par d'autres voies et causer des dégâts)
- Actions :
 - Nettoyer le bac de récupération des condensats en tenant compte des matériaux présents et des prescriptions du fabricant
 - Vérifier le niveau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



Figure 5.3 évacuation des condensats d'un ventilo-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)

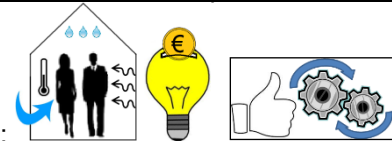
Se référer à la section relative aux filtres à air des centrales de traitement d'air (2.3 Filtre à air)

5.2 Emetteurs statiques

Prescriptions d'application pour les radiateurs, les convecteurs, les planchers et plafonds rafraîchissants et/ou chauffants, ...

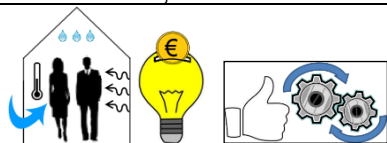
Pour les éjecto-convecteurs, se référer aux émetteurs dynamiques sauf en ce qui concerne les recommandations au sujet du ventilateur

Mesurer les températures de départ et de retour des 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 » ou une « demande en chaud » pour les émetteurs qui ne sont alimentés respectivement que par un circuit de refroidissement ou de chauffage. 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 circuit qui alimente cet émetteur au moyen des appareils de mesure présents sur le circuit ou d'un appareil de mesure étalonné
 - 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, d'équilibrage, 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 et de ses fixations: recherche de fuites ou d'éventuels dommages, observation de la corrosion (bouchons, raccords,...)
 - Nettoyer l'émetteur (généralement à l'aide d'un aspirateur ou d'une brosse) en tenant compte des matériaux présents et des prescriptions du fabricant (outillage, produit et mode opératoire adéquats)Vérifier le fonctionnement effectif de chaque émetteur (diffusion de chaleur et de froid vers les espaces occupés).
 - Pour ceux en étant munis, enlever les grilles pour accéder à l'intérieur des émetteurs et vérifier l'absence de tout élément obstruant (poussière, objet, ou autre) qui pourrait gêner la circulation de l'air de l'émetteur vers l'espace chauffé ou climatisé. Le cas échéant, procéder à un nettoyage.
 - En cas de défauts, prendre les actions correctives nécessaires (remplacement de pièces, purger l'appareil...)

Pour les radiateurs situés à des points hauts de l'installation, vérifier l'absence d'air au niveau du purgeur d'air.



- Objectifs :
- Actions :
 - Identifier les émetteurs situés aux points haut du circuit
 - Contrôler l'état et le fonctionnement des purgeurs (corrosion, usure, fuites,...) et au besoin entreprendre les actions correctives nécessaires (remplacement)
 - Purger les émetteurs au moyen d'un tournevis ou d'une clé recommandée par le fabricant
 - Après purge vérifier la pression dans le système et au besoin rétablir à la pression recommandée

Contrôler le fonctionnement des vannes de régulation.

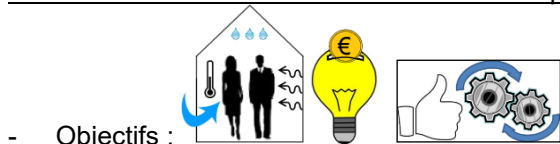
Se référer au point 5.1 (vannes émetteurs dynamiques)

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, calorifugeage



- 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, fixations
 - 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



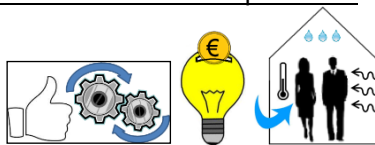
- Objectifs :
 - o Détecter des fuites et prévenir des problèmes liés à la diminution de pression : risque de cavitation, d'entrée d'air, diminution du rendement des pompes, problèmes de circulation ...
- Actions :
 - o Vérifier l'état et le fonctionnement des manomètres présents sur le circuit
 - o 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 6.1 ordre de grandeur des pressions minimales des circuits d'eau glacée et de chauffage



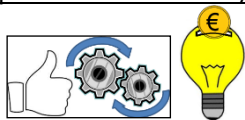
Analyser la qualité de l'eau de chaque circuit



- Objectifs :
 - o Maintenir la qualité d'eau requise pour cette application
 - o Eviter l'apparition de dépôt et de corrosion, source de pannes et de pertes d'énergie
- Actions :
 - o 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 ...)
 - o Contrôle visuel des échantillons lors du prélèvement : couleur, dépôt ...
 - o 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 antigel (si présent)
 - o 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.
 - o Entreprendre des actions correctives:
 - 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 ...

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 :
 - o Maintenir la qualité d'eau requise pour cette application
 - o Eviter l'apparition de dépôt et de corrosion
- Actions :
 - o Entretenir les équipements de traitement d'eau suivant les prescriptions du fabricant (filtres si présent, réservoir) et entreprendre les actions correctives nécessaires (remplacement filtres,...) Tester le système de commande du dispositif d'appoint d'eau : seuils sur base d'une mesure de pression ou de niveau
 - o Prélever un échantillon d'eau suivant un mode opératoire adapté (ne pas prélever le « premier jet » ou dans une « zone morte » ...)
 - o 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
 - o 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 6.2 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 l'état et le fonctionnement du circulateur et des fixations: bruit, vibration, fuite éventuelle, présence de dégât, corrosion externe
 - o Déterminer la hauteur manométrique en mesurant la pression en amont et en aval du circulateur (ou via la mesure du courant absorbé) et comparer ces valeurs aux spécifications du fabricant. Entreprendre les actions correctives nécessaires : vérifier les instructions de montage, de service et d'entretien, ajustement ou remplacement de la garniture, serrage des fixations, traitement de la corrosion, 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 :

Depuis 2020 → $IEE \leq 0,23$ pour tous les circulateurs à rotors noyés mêmes ceux internes aux 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 : flèche sur le 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).

Contrôler le bon fonctionnement de la permutation (si présente)



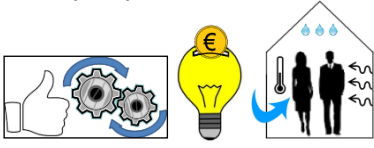
- Objectifs :
 - o Répartir le nombre d'heures de fonctionnement en cas de présence d'un basculement en cascade ou d'une permutation
- Actions :
 - o En cas de présence de compteurs horaires de fonctionnement : relever les valeurs affichées



- 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
- 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, ...

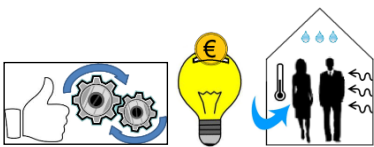
Contrôler l'état de la pompe, des fixations et des accessoires de protection

- Objectifs : 
- Actions :
- Contrôler la pompe, les fixations et accessoires de protection : bruit (bruit de roulement, cavitation ...), vibration, fuite éventuelle, présence de dégât, corrosion externe, surchauffe,...
 - Déterminer la hauteur manométrique en mesurant la pression en amont et en aval du circulateur (ou via la mesure du courant absorbé) et comparer ces valeurs aux spécifications du fabricant
 - 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

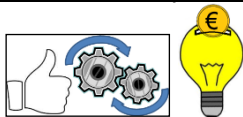
Contrôler le bourrage ou la garniture mécanique

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

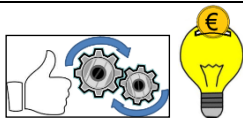
- Objectifs : 
- Actions :
- Contrôler le sens de rotation (observation du sens de rotation au démarrage, mesure des pressions amont/aval, mesure du débit, testeur d'ordre des phases ...)
 - Inverser le sens de rotation si nécessaire : inverser 2 phases (triphase)
 - Contrôler l'échauffement du moteur, de la pompe et des paliers : vérifier que la chaleur produite est correctement évacuée
 - 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



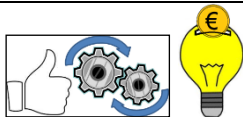
- Objectifs :
- Actions :
 - Mesurer l'intensité absorbée par le moteur, à la fréquence électrique nominale, sur chacune des phases
 - Comparer avec la valeur I_n indiquée sur la plaque signalétique du moteur ou dans la notice d'installation, de mise en service et d'entretien du fabricant
 - Si l'intensité 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 :
 - Points d'attention lors du remplacement d'un groupe moto-pompe :
 - la 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 :
 - Depuis le 1^{er} janvier 2017 → Tous les nouveaux moteurs entre 0.75 kW et 1000 devront être minimum I3 kW et tous les nouveaux moteurs entre 0.12kW et 0.75 kW devront être minimum I2
 - des valeurs d'efficacité hydraulique des pompes mises sur le marché européen (MEI = indice de rendement minimal) :
 - Depuis le 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



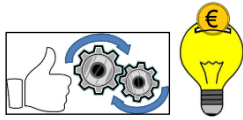
- Objectifs :
- Actions :
 - Noter les valeurs de mesures de débit et de pression dans le rapport d'entretien
 - Comparer avec les valeurs précédemment mesurées, avec les données de mise en service et les prescriptions du fabricant en tenant compte du point de fonctionnement de la pompe
 - Entreprendre 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



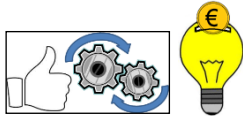
- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler l'alignement de l'axe et de l'accouplement (absence de jeu, parallélisme,...) suivant les prescriptions du fabricant
 - Ajuster l'alignement si nécessaire et serrer les fixations

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 vitesse

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 :
 - Permettre d'isoler une partie des installations en cas de besoin
 - Eviter des dégâts
- Actions :
 - Contrôler l'absence de fuite, ainsi que le niveau de corrosion
 - Manœuvrer la vanne
 - 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 (y compris vannes thermostatiques motorisées)

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



- Objectifs :
 - Assurer une régulation efficiente
 - Assurer le bon fonctionnement et la fiabilité de l'équipement
 - Eviter des dégâts
- Actions :
 - Contrôler l'absence de fuite, ainsi que le niveau de corrosion
 - Manœuvrer la vanne à l'aide de son dispositif de commande et vérifier que l'ouverture et la fermeture s'effectuent correctement
 - Contrôler le fonctionnement des reports de position et vérifier l'exactitude de la réponse
 - Entreprendre les actions correctives éventuellement nécessaires : recalibrer le capteur de position, 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

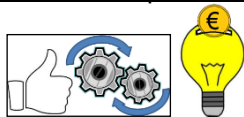
6.5 Systèmes d'expansion

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 l'étanchéité et 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 :
 - Contrôler la pression de gonflage en suivant les prescriptions du fabricant et comparer la valeur aux 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)
 - Contrôler l'étanchéité du vase en vérifiant l'absence de fuite au niveau des raccords et des joints et prendre les actions correctives nécessaires (remplacement,...)



Figure 6.1 point de contrôle et de gonflage du vase d'expansion (après l'avoir « isolé » et avoir « supprimé » la contre-pression d'eau en le vidangeant)

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 l'évacuation est encrassée, nettoyer au niveau de la purge et du conduit des condensats
 - 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 l'état et le fonctionnement de la purge automatique des condensats : en vérifiant la quantité de condensats à l'aide d'une purge manuelle selon les prescriptions du fabricant (purge manuelle située souvent à côté du point de purge automatique ou en appuyant sur le bouton « Test » du dispositif de purge automatique)
 - o Si le volume de condensats s'avère trop important, 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 (seuils de pressions ou de température si applicable)
 - 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 ...) et prendre les actions correctives nécessaires (remplacement capteurs ou soupapes, ajuster les seuils de régulation,...)

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 anormales;
 - o Nettoyer ou remplacer le filtre à l'aspiration de l'air;
 - o Si présent, 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 à pompe



- Objectifs :
 - Maintenir la pression dans le circuit afin d'éviter des problèmes de circulation, cavitation, diminution de rendement des pompes, corrosion ...
- Actions :
 - Procéder à un test de fonctionnement
 - 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 (seuils de pressions ou de température si applicable)
 - 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 ...) et prendre les actions correctives nécessaires (remplacement capteurs, soupapes ou purgeur, ajuster les seuils de régulation,...)

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

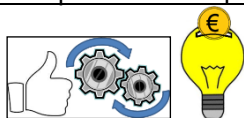


- Objectifs :
- Actions :
 - Procéder à un test de fonctionnement
 - Contrôler l'état des fixations et des éléments de protection, le niveau d'usure et de corrosion, la présence de fuites d'huile et l'étanchéité de la garniture, l'état des blocs antivibratoires, la présence de bruit et/ou de vibrations;
 - Dépoussiérer le moteur;
 - 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 aval 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/ou l'installateur
 - o Entreprendre les actions correctives nécessaires : lavage manuel suivant prescriptions du fabricant, 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



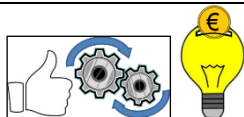
- Objectifs :
- Actions :
 - o Effectuer le lavage du filtre suivant le mode opératoire fourni par le fabricant
 - o Si la fréquence à laquelle cette opération doit être effectuée augmente, rechercher l'origine du problème (corrosion, contamination biologique, pollution externe ...) et entreprendre des 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 (sale, voire obstruée), du tamis (colmatage ou déformation) ou du filtre magnétique (inspection des aimants)
 - 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

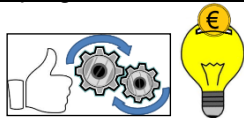


- Objectifs :
- Actions :
 - o Effectuer un test de lavage automatique
 - o Vérifier la pompe de lavage ainsi que le débit de la pompe de lavage
 - o Si possible, observer le type de dépôt retenu par le filtre
 - o Si la perte de charge (pression en amont – pression en aval) sur le filtre mesurée avant 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 ...

Si la fréquence de lavage automatique augmente, rechercher l'origine du problème (corrosion, contamination biologique, pollution externe ...) et entreprendre des actions correctives.

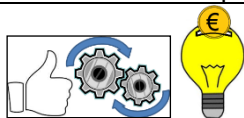
6.7 Séparateurs de particules et débourbeurs, désemboueurs

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 manuelle 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



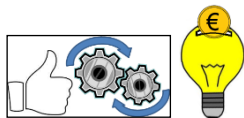
- Objectifs :
 - o Suivi des dépôts dans l'installation
 - o Limiter les phénomènes d'érosion et de corrosion sous dépôt
- Actions :
 - o Contrôler le fonctionnement du séparateur automatique, ainsi que son état d'usure
 - o Actionner le dispositif de purge automatique
 - o Recueillir et observer les 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 6.2 Exemple de dépôts recueillis en purgeant un séparateur de particules

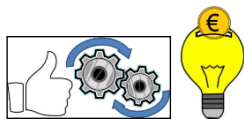
6.8 Purgeurs d'air et séparateurs de microbulles

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, de corrosion et de bruit dus 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 ...)

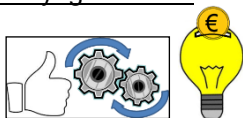
Contrôler le fonctionnement du purgeur d'air automatique (ou séparateur de microbulles muni d'un purgeur automatique)



- Objectifs :
 - o Suivi de la quantité d'air dans l'installation
 - o Limiter les phénomènes d'érosion par des bulles, de corrosion et de bruit 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 manuel 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 d'air automatique,
 - augmenter la fréquence de purge d'air, rechercher l'origine (appoint d'eau important, problème au système d'expansion ...)

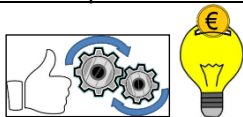
6.9 Dégazeurs automatiques par dépression

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 en cas d'interruption du cycle ou de bruit anormal

6.10 Stockage/déstockage de chaleur et de froid

En présence de matériaux à changement de phases, contrôler l'état des matériaux et de leur enveloppe.



- Objectifs :
 - o Vérifier que les propriétés du matériau à changement de phase sont maintenues
- Actions :
 - o Contrôler visuellement (fissures, déformations, couleur ou fuites) l'état des matériaux à changement de phase et leur nombre
 - o Contrôler la distribution de température dans le matériau et l'enveloppe
 - o Contrôler l'absence de fissures, de fuites de l'enveloppe ainsi que ses fixations
 - o Vérifier que la capacité thermique du matériau respecte la plage spécifiée par le constructeur
 - o Si nécessaire ajouter ou remplacer le matériau à changement de phase

Contrôler l'état du réservoir, l'étanchéité et les traces de corrosion



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler visuellement la surface extérieure, les raccordement et vérifier l'absence de fuite, déformation, fissure ou trace de corrosion
 - o Vérifier l'état de l'isolation du réservoir
 - o Pour les zones présentant une corrosion superficielle, entreprendre les actions correctives comme procéder à un nettoyage et appliquer des traitements adéquats

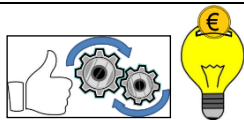
Si circuit indépendant qui contient de l'eau, contrôler la qualité de l'eau.

Voir point 6.1 analyse du circuit d'eau



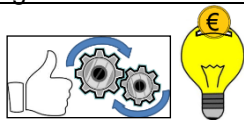
6.11 Comptage de chaleur et/ou de froid

Contrôler le fonctionnement des compteurs.



- Objectifs :
 - Identifier et rectifier les dysfonctionnements pour assurer des mesures correctes et fiables
- Actions
 - En présence d'une Gestion Technique Centralisée (GTC), analyser les courbes et les relevés afin de détecter des anomalies ou des erreurs
 - Pour les compteurs équipés d'un afficheur électronique, vérifier l'allumage des compteurs et le bon fonctionnement des affichages
 - Contrôler l'état général du compteur (corrosion, dommage, fixations, connexion,...)
 - En cas de doute, vérifier l'étalonnage et la précision des compteurs au moyen d'un débitmètre massique thermique étalonné. Procéder à un réétalonnage selon les indications du fabricant si nécessaire
 - Entreprendre les actions correctives en cas de problèmes : éliminer les éventuelles obstructions et remplacer les pièces usées ou les batteries

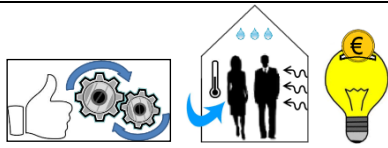
Contrôler l'enregistrement des données sur la centrale d'acquisition lorsqu'elle existe.



- Objectifs :
 - Identifier et rectifier les dysfonctionnements pour assurer des mesures correctes et fiables
- Actions
 - Tester les systèmes de transmission des données et vérifier que les compteurs communiquent correctement avec les systèmes connectés (GTC, autres relevés et surveillance pour la facturation, le suivi énergétique, ...)

7. RÉGULATION

Procéder au contrôle visuel du fonctionnement de la régulation des systèmes de chauffage, de climatisation et de ventilation : contrôle des minuteries et des autres consignes, des valeurs mesurées, ainsi que des courbes



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler les paramètres liés au temps : minuteries, basculement heures ouvrées/non ouvrées, heure hiver/été ...
 - Contrôler les consignes et les seuils (température, humidité, etc..) 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, ...

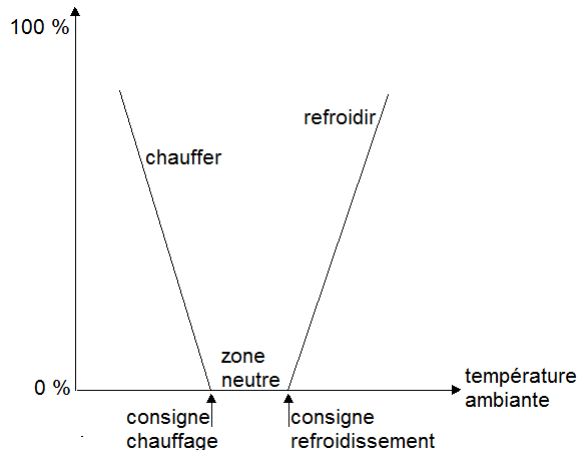
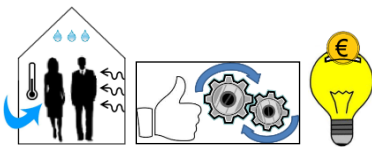


Figure 7.1 Une partie des consignes à contrôler : consignes d'enclenchement du chauffage et du refroidissement des locaux, présence d'une « zone neutre »

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 (mesurer à l'écart des parois et à un endroit protégé des sources directes de chaud ou de froid : soleil, courant d'air,...)
 - 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) sauf cas spécifique comme en cas de déshumidification.
 - 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 HVAC



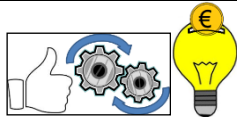
8. CHAUDIÈRES

8.1 Alimentation en combustible liquide

8.1.1. Stockage du combustible liquide

Installations classées dans le cadre du permis d'environnement et soumises à l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 1er février 2018 relatif aux dépôts de liquides inflammables utilisés comme combustible, à l'exception des installations équipées de réservoirs de stockage hors sol de moins de 3.000 litres.

Procéder au contrôle de l'état du réservoir : étanchéité, stabilité, présence d'eau ou de sédiments, ...



- Objectifs :

- Actions :

Réservoirs enfouis

- Examiner visuellement les parties visibles du réservoir comme les trappes d'accès ainsi que les environs de la zone de remplissage pour détecter une éventuelle pollution du sol
- Vérifier la stabilité du réservoir en vérifiant les supports ou d'éventuelles traces de déplacement (mesure du niveau)
- Contrôler l'étanchéité des raccordements et des accessoires tels que les événements ou le jaugeage
- Vérifier l'absence d'eau ou de sédiments dans le réservoir
- Si la présence d'eau ou de boue est constatée dans le réservoir, inspecter l'état de la paroi intérieure du réservoir (corrosion, fuites,...)
- Contrôler l'efficacité du système de prévention des débordements et du système permanent de détection de fuite, ainsi que des alarmes couplées à ces systèmes
- S'il s'agit du premier entretien de la cuve, contrôler la corrosivité du sol et au besoin prendre les actions correctives nécessaires pour mettre en place une protection cathodique
- Si le réservoir est à simple paroi, procéder au test de l'étanchéité de l'installation complète, à savoir du réservoir et, si techniquement possible, des tuyauteries au moyen de l'une des méthodes suivantes uniquement :
 - Méthode acoustique par ultrason
 - Méthode par dépression
 - Mise sous pression des réservoirs, conformément aux normes du fabricant

Réservoirs non-enfouis

- Contrôler l'étanchéité des raccordements
- Contrôler accessoires tels qu'événements ou jaugeage
- Contrôler la présence d'eau ou de sédiments dans le réservoir
- Contrôler système de prévention des débordements
- Contrôler la présence éventuelle de pollution au voisinage du réservoir, de ses accessoires et du point de remplissage
- Contrôler visuellement la paroi extérieure, la stabilité du réservoir et l'état de l'encuvement
- Pour les réservoirs à l'air libre, contrôler la contenance de l'encuvement, la présence d'eau ou de boues et l'état de la protection extérieure contre la corrosion.

- Valeurs guides et recommandations :

- Ces actions doivent être réalisées lors d'un contrôle périodique par « un expert en installations de stockage », c'est-à-dire une personne physique ou morale agréée conformément à l'article 67, § 2, de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 janvier 1999 fixant les conditions d'exploiter des stations-service
- Le test de corrosivité du sol est à réaliser par « un expert en protection cathodique » lors du premier contrôle périodique d'un réservoir métallique c'est-à-dire une personne physique ou morale agréée conformément à l'article 67, § 4, de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 janvier 1999 fixant les conditions d'exploiter des stations-service. Cet expert indique par ce test l'obligation éventuelle de disposer d'une protection cathodique si l'un des critères suivant est présent :
 - soit une résistivité du sol inférieure à 5.000 ohm.cm
 - soit un pH inférieur à 5
 - soit la présence de courants vagabonds



- La périodicité des contrôles des installations de stockage sont détaillées dans l'article 23 de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 1^{er} février 2018 relatif aux dépôts de liquides inflammables utilisés comme combustible

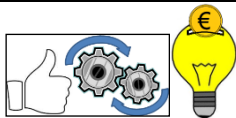
Si le réservoir est métallique, contrôler la protection cathodique et/ou la mise à la terre de la cuve



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler les équipements de protection (usure de l'anode, vérification du câblage,...)
 - Mesurer la différence de potentiel de la protection cathodique au moyen d'un appareil de mesure étalonné
 - Si le réservoir métallique enfoui n'est pas muni d'une protection cathodique et qu'il dispose d'une dérogation contrôler la mise à la terre en mesurant la résistance de cette mise à la terre
 - Vérifier les bornes de mise à terre pour s'assurer qu'elles sont en bon état, correctement serrées, et ne présente pas de traces de corrosion

8.1.2. Transport du combustible

Contrôler le fonctionnement et l'état du dispositif d'alimentation depuis les citernes (absence de fuite, niveau de corrosion, fonctionnement étanche des robinets d'arrêt).



- Objectifs :
- Actions :
 - Examiner les conduites, les raccords, et les robinets d'arrêt pour détecter d'éventuelles fuites ou signes de corrosion
 - Vérifier le fonctionnement étanche des robinets d'arrêt et des raccords
 - En cas de défauts constatés, entreprendre les actions correctives nécessaires (remplacement de pièces)

Contrôler l'état des flexibles de liaison (absence de crevasse, d'entrée d'air)



- Objectifs :
- Actions :
 - Inspecter visuellement les flexibles de liaison et les raccords afin de repérer d'éventuels signes de vieillissement, de crevasse, d'abrasion ou de déformation
 - Manipuler les flexibles dans différentes directions pour vérifier leur flexibilité et repérer d'éventuels zones rigides ou craquements sonores
 - Contrôler l'étanchéité à l'air du flexible et de ses connexions au moyen d'un équipement ou d'une méthode approprié (test de pression, détecteur,...)

Contrôler le bon fonctionnement de la boucle de gavage (pompe de transfert) et la stabilité de la pression.



- Objectifs :
- Actions :
 - Activer la pompe de transfert pour observer son fonctionnement et détecter d'éventuelles anomalies (à-coups, bruit, vibrations...)
 - Utiliser un manomètre pour mesurer la pression de sortie et vérifier la stabilité du débit lors du fonctionnement de la pompe
 - Vérifier le fonctionnement et l'état du régulateur de pression pour s'assurer qu'il n'est pas bloqué en faisant varier la pression de sortie
 - Entreprendre les actions correctives nécessaires : ajuster le régulateur de pression selon les prescriptions du fabricant, remplacer la pompe ou le régulateur,...



Nettoyer les filtres et dégazeurs, ainsi que la crépine d'aspiration si accessible.

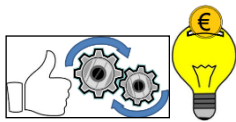


- Objectifs :
- Actions :
 - o Retirer les filtres et procéder à leur nettoyage selon les spécifications du fabricant.
 - o Isoler, déconnecter, vider et procéder au nettoyage du dégazeur et observer les éventuels dépôts
 - o Si accessible, nettoyer la crépine d'aspiration selon les indications du fabricant. Vérifier l'absence de débris, saletés ou de signes d'usureEn cas de constatation d'une quantité anormale de dépôts, entreprendre les actions correctives nécessaires (augmentation de la fréquence des contrôles, remplacement des filtres ou dégazeurs, vérification de l'état de la cuve,...)

8.2 Brûleurs

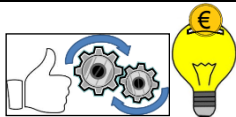
8.2.1. Prescriptions générales

Procéder au nettoyage des parties véhiculant le combustible et l'air



- Objectifs :
- Actions :
 - o Nettoyer les pales du ventilateur selon les prescriptions du fabricant
 - o Si possible démonter les rampes des brûleurs et les nettoyer selon les prescriptions du fabricant
 - o Utiliser un souffleur à air comprimé pour éliminer la poussière et les particules accumulés
 - o Si présent, démonter et inspecter le filtre à air. Sur base de son état ou de la fréquence recommandée par le fabricant, remplacer ou nettoyer le filtre à air
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Veiller à ce que toutes les parties nettoyées soient parfaitement sèches lors de la remise en marche de l'installation
 - o Suivre les spécifications du fabricant pour le choix des produits de nettoyage éventuels et des procédures à respecter afin de ne pas endommager les composants sensibles.

Lubrifier les éléments mobiles et remplir les graisseurs de palier ou roulements si présents.



- Objectifs :
- Actions :
 - o Appliquer sur les éléments mobiles un lubrifiant approprié pour ceux-ci (huile, graisse,...)
 - o Vérifier le niveau de graisse des graisseurs des paliers ou roulements et procéder à l'appoint en conséquence
 - o Vérifier l'absence de fuite éventuelle du réservoir
 - o Nettoyer les éventuels excès de graisse ou de lubrifiant
 - o Actionner manuellement les éléments mobiles après lubrification pour s'assurer qu'ils bougent librement sans résistance excessive
- Valeurs guides et recommandations :
 - o Intervenir immédiatement si, après lubrification, des bruits anormaux ou des résistances au mouvement sont détectés, ce qui pourrait indiquer un problème nécessitant une inspection plus approfondie ou le remplacement de pièces
 - o Utiliser uniquement des lubrifiants et graisses compatibles avec les matériaux du brûleur et résistants aux températures auxquelles l'équipement est exposé. Toujours se référer aux spécifications du fabricant.

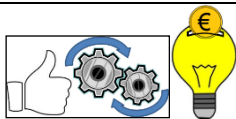


Contrôler les éléments du dispositif d'allumage :



- Objectifs :
- Actions :
 - Démontez les électrodes d'allumage pour les inspecter et les nettoyer selon les prescriptions du fabricant
 - Examinez les électrodes et vérifiez l'absence de signes de fissuration, de percements par arc (points noirs, marques de brûlure), ou d'autres dommages.
 - Nettoyez les câbles d'alimentation et, le cas échéant, les dispositifs antiparasites. Contrôlez l'état de ces composants pour détecter tout signe d'usure, de corrosion ou d'autres dommages.
 - Inspectez les connecteurs et vérifiez le serrage des cosses, procédez à un resserrage le cas échéant
 - Effectuez un test de fonctionnement du brûleur et entreprendre les actions correctives nécessaires en cas de défauts (remplacement des électrodes)

Contrôler les éléments de surveillance de flamme par ionisation :



- Objectifs :
 - Assurer une détection fiable de la flamme pour éviter les fonctionnements dangereux ou inefficaces du brûleur
 - Maintenir la propreté et l'intégrité des électrodes pour garantir une bonne transmission du signal d'ionisation
 - Vérifier la qualité de la connexion électrique, incluant la mise à la terre, pour une sécurité accrue
- Actions :
 - Démontez et nettoyez les électrodes de surveillance de la flamme selon les prescriptions du fabricant
 - Vérifiez toute trace d'usure, de corrosion, ou de dommage sur les électrodes et remplacez si nécessaire
 - Procédez aux mesures du signal d'ionisation et comparez ces valeurs aux spécifications techniques du fabricant
 - Contrôlez l'état et resserrer les cosses de connexion.
 - Contrôlez la qualité de la mise à la terre du brûleur

Contrôler les éléments de surveillance de flamme par cellule optique :



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôlez l'état du boîtier de la cellule optique pour détecter d'éventuels dommages ou fissurations
 - Nettoyez la surface de captage du rayonnement selon les prescriptions du fabricant
 - Examinez l'aspect de l'élément sensible de la cellule pour vérifier l'absence de salissures, de dommages ou d'usure
 - Mesurez le signal en fonctionnement ainsi qu'à l'arrêt pour évaluer la performance de la cellule optique et s'assurer de la capacité à détecter la présence ou l'absence de flamme en comparant ces valeurs aux prescriptions du fabricant
 - Contrôlez la continuité des câbles et le serrage des connexions
- Valeurs guides et recommandations :
 - Dans le cas de cellule photorésistante, le signal est une résistance qui doit être comprise entre 200 et 300 Ω lorsque la flamme est allumée et est supérieure à 10M Ω en pleine obscurité. L'élément sensible est défectueux et doit être remplacé dans le cas où la mesure de la résistance est infinie lorsqu'elle est éclairée ou que la résistance est nulle ou inférieure à 1 M Ω dans le noir
 - Pour les autres cellules optiques : on mesure l'intensité en microampère pour la cellule UV et la tension pour la cellule photoélectrique. Se référer aux prescriptions du fabricant pour les valeurs du signal à respecter.



Contrôler le boîtier de commande :



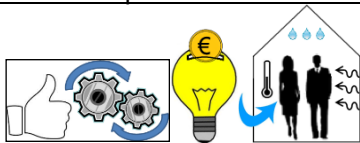
- Objectifs :
- Actions
 - Nettoyer la partie extérieure du boîtier de commande, en évitant l'infiltration de liquide.
 - Contrôler l'état du boîtier et vérifier l'absence de toute fissure, déformation
 - Contrôler l'état et le serrage des connexions électriques
 - Contrôler la mise à la terre du boîtier de commande
 - En présence d'un dispositif de détection à ionisation, contrôler si l'alimentation électrique est conforme aux prescriptions du fabricant en cas d'absence de neutre distribué (dans le cas des boîtiers sans entrée de terre) .
 - Entreprendre les actions correctives nécessaires en cas de problème : remplacement des composants, resserrage des connexions, ...
- Valeurs guides et recommandations :
 - Les relais affichant une indication « Mp » et raccordés à un réseau sans neutre distribué doivent obligatoirement être alimentés via un transformateur de séparation (1 :1) dont une borne du secondaire est mise à la masse et raccordée au Mp du relais
 - Les relais possédant une borne d'entrée de masse clairement dédiée au circuit de détection ne sont pas concernés par cette remarque.

Contrôler l'état, les connexions et le bon fonctionnement des équipements de sécurité suivants : détection de surchauffe, détection de manque d'eau, pressostat de sécurité, détection fuite, détection de refoulement des gaz de combustion.



- Objectifs :
- Actions
 - Inspecter visuellement les équipements de sécurité et vérifier l'absence de tout signe d'usure ou de dommage
 - Vérifier les connexions électriques des dispositifs de sécurité ainsi que l'absence de toute corrosion
 - Examiner l'état et les connexions de la détection de refoulement des gaz de combustion
 - Tester le fonctionnement et le déclenchement des équipements de sécurité et des alarmes en suivant les prescriptions du fabricant (par exemple : boucher une partie de la cheminée pour engendrer un refoulement, augmentation de la température de l'eau pour la surchauffe, fermeture d'une vanne pour augmenter la pression dans la chaudière, simuler une fuite en retirant une quantité d'eau de la chaudière,...)
 - Entreprendre les actions correctives nécessaires selon les prescriptions du fabricant (remplacement des composants défectueux : capteur de température, capteur niveau d'eau, pressostat, détecteur de fuite, capteur de refoulement ...)
- Valeurs guides et recommandations :
 - Intervenir immédiatement dès la moindre constatation de défectuosité de tout équipement de sécurité et si nécessaire mettre la chaudière à l'arrêt pour garantir la sécurité.
 - Pour rappel, le contrôle périodique PEB comprend la vérification des dispositifs de sécurité des chaudières. En cas de dysfonctionnement d'un dispositif de sécurité présent initialement sur la chaudière, le protocole d'injonction d'arrêt de la chaudière est mis en place.
 - À titre préventif, il est conseillé de remplacer tout thermostat datant de 20 ans ou plus

Contrôle du débit calorifique à allure maximum et minimum



- Objectifs :
- Actions :
 - Repérer le compteur de quantité de combustible consommée par la chaudière
 - Mettre le système en fonctionnement à son allure maximale et attendre la stabilisation de la flamme



- Enclencher un chronomètre pour une durée d'au moins une minute et noter la quantité de combustible consommée durant cette période dans ces conditions de fonctionnement, et calculer le débit de combustible
 - Répéter l'opération à l'allure minimale
 - Calculer, sur base des valeurs notées, le débit calorifique aux allures maximale et minimale
 - Comparer les valeurs obtenues avec les données techniques fournies par le fabricant pour évaluer le bon fonctionnement du système.
- Valeurs guides et recommandations :
- Le débit calorifique est également appelé puissance calorifique, ou encore puissance absorbée
 - Il s'obtient en multipliant le débit de combustible par le pouvoir calorifique inférieur du combustible
 - Le temps de mesure doit s'exprimer en heures, et le débit de combustible en m³/h, l/h ou en kg/h, à choisir selon l'unité du pouvoir calorifique multiplicateur
 - Si des écarts significatifs entre les valeurs mesurées et les spécifications sont observés, procéder à une analyse plus approfondie pour identifier les causes potentielles et effectuer les ajustements ou réparations nécessaires.

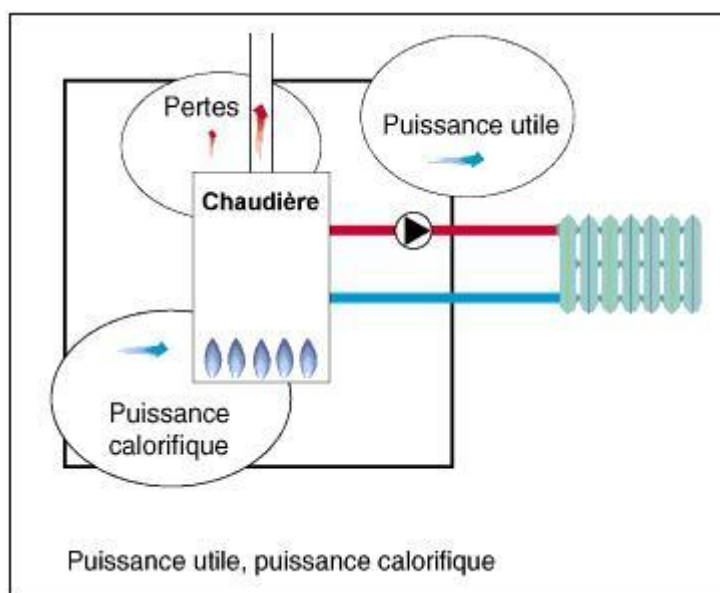


Figure 8.1 : Puissance calorifique et puissance utile

Réaliser et analyser les mesures de combustion (indice de noircissement des fumées, teneur en CO, CO₂, température, dépression dans le conduit d'évacuation des gaz).



- Objectifs :
- Actions :
- Voir détails de la méthode pour réaliser les mesures de combustion reprises à l'annexe 1 intitulé protocole de mesure et caractéristiques des appareils de mesure de la qualité de la combustion et du CO dans l'air ambiant de l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 juin 2018 relatif aux exigences PEB applicables aux systèmes de chauffage et aux systèmes de climatisation et dont les points principaux sont résumés ci-dessous :
 - La chaudière fonctionne à régime nominal et est à température (minimum 3 minutes en fonctionnement) ;
 - les portes, fenêtres et autres orifices qui sont prévus pour être obturés sont fermés;
 - le capot du brûleur ou de protection doit être fermé et les éventuels aspiration mécaniques non activées par la chaudière sont mises en fonctionnement à puissance maximale
 - Utiliser un opacimètre-Bacharach ou une méthode optoélectronique afin de mesurer l'indice de noircissement des fumées
 - Mesurer la teneur en monoxyde de carbone (CO) et en dioxyde de carbone (CO₂) ou oxygène (O₂) dans les fumées
 - Mesurer la température des fumées, la température de l'amené d'air (ou de l'air ambiant) et la dépression dans le conduit d'évacuation.

- Valeurs guides et recommandations :
 - Avant chaque test, vérifier que la température des fumées correspond à la plage préconisée pour la réalisation des mesures ci-dessus
 - Comparer les résultats obtenus avec :
 - Les valeurs maximales et minimales prescrites par Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 juin 2018 relatif aux exigences PEB applicables aux systèmes de chauffage et aux systèmes de climatisation. La vérification se fera au moyen d'un échantillonnage et l'analyse des substances polluantes sont à réaliser par un laboratoire agréé en Région de Bruxelles-Capitale en application de l'arrêté du 23 juin 1994 relatif aux conditions générales et à la procédure d'agrément de laboratoires
 - Pour les chaudières supérieures à 1 MW, les valeurs maximales et minimales prescrites par l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif à la limitation des émissions de certains polluants dans l'atmosphère en provenance des installations de combustion moyennes



Figure 8.2 – Opacimètre – indice de Bacharach

8.2.2. Brûleurs liquide à pulvérisation

Nettoyer le filtre interne de la pompe à gasoil et le préfiltre si présent.



- Objectifs :
- Actions :
 - Fermer les vannes d'alimentation en fioul situées en amont, entre le brûleur et le réservoir
 - Démonter le filtre et le préfiltre selon les prescriptions du fabricant
 - Nettoyer le filtre et préfiltre en s'assurant d'éliminer toutes les particules et les débris
 - Contrôler l'état des filtres après nettoyage et vérifier l'absence d'éventuels signes d'usure ou de dommages et si nécessaire remplacer.
 - Remonter les filtres nettoyés en s'assurant que toutes les connexions sont bien réalisées et sans fuites

Contrôler l'état des gicleurs et procéder, si nécessaire, au remplacement du ou des gicleurs.

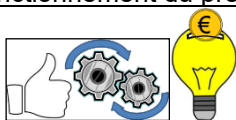


- Objectifs :
- Actions :
 - Démontez les éléments nécessaires de manière à pouvoir accéder à la trappe de visite permettant de visualiser la flamme
 - Mettre en marche le brûleur et vérifier la forme et l'alignement correct de la flamme
 - En cas de défaut (ou tous les 2 ans), remplacer les gicleurs en suivant les prescriptions du fabricant et en s'assurant de leur bon positionnement et de leur bonne fixation
- Recommandations et valeurs guides :
 - Utiliser exclusivement des gicleurs présentant les caractéristiques spécifiées par le fabricant
 - Un double marquage des gicleurs sans retour (marquage US et marquage EN) est prévu selon la norme EN293, le marquage EN reprenant la marque, la masse de carburant pulvérisée par heure, ainsi que le type de répartition (en chiffre romain) et l'angle de pulvérisation pour une pression d'essai de 10 bars (EN) et de 7 bars (US).
 - Ce double marquage n'est pas toujours repris par exemple sur les gicleurs à retour utilisés sur les chaudières de grosses puissances. L'unité du débit des gicleurs est alors donnée soit en kg/h soit en USG/h (gallons). La conversion entre les deux est de 1 USG/h = 3.78 litres/h



Figure 8.3 : Marquage des gicleurs (norme EN)

Contrôler le fonctionnement du préchauffeur si présent.



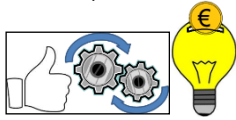
- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler l'état du préchauffeur pour détecter d'éventuels signes d'usure, de dommage ou de fuites
 - Si possible, mesurer la température du combustible en sortie du préchauffeur au moyen d'une caméra thermique, et comparer ces mesures avec les valeurs prescrites par le fabricant. Si nécessaire régler le préchauffeur.
 - Si le préchauffeur est électrique, mesurer l'intensité absorbée du préchauffeur pour une tension déterminée par le fabricant, et vérifier la correspondance aux données mesurées
 - Contrôler et resserrer les connexions si nécessaire

Contrôler la stabilité de la pression de pulvérisation.



- Objectifs :
- Actions :
 - Mesurer au moyen d'un manomètre la pression de pulvérisation selon les prescriptions du fabricant à différentes charges et vérifier la stabilité de la pression.
 - Comparer les valeurs mesurées avec les pressions prescrites par le fabricant
 - En cas d'écartement par rapport aux valeurs spécifiées par le fabricant, examiner les composants susceptibles de causer ces variations et entreprendre les actions correctives nécessaires (remplacement ou nettoyage des équipements : régulateur de pression, pompe de combustible, préfiltre, conduites de carburant, ...)

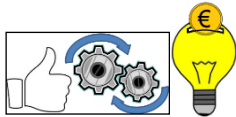
Procéder au nettoyage de la tête de combustion et si nécessaire procéder au réglage de la tête de combustion (position du déflecteur).



- Objectifs :
 - Garantir le maintien en position de la flamme (par le déflecteur) ainsi qu'une combustion optimale au moyen d'une répartition adéquate des débits d'air primaire et secondaire (passant respectivement au centre et en périphérie du déflecteur)
- Actions :
 - Démontez la tête de combustion selon les instructions du fabricant
 - Nettoyez la tête de combustion et ses composants (y compris le déflecteur, si présent) pour éliminer les dépôts de suie et autres impuretés selon les prescriptions du fabricant
 - Contrôlez l'état de la tête de combustion et du déflecteur pour tout signe d'usure, de dommage ou de corrosion. Procédez au remplacement des pièces défectueuses si nécessaire
 - Réglez la position du déflecteur conformément aux spécifications du fabricant en respectant l'angle et la distance entre le gicleur, le déflecteur et l'embout

8.2.3. Brûleurs gaz à pression atmosphérique

Contrôler l'étanchéité et le fonctionnement du clapet obturateur d'air/fumée si présent.

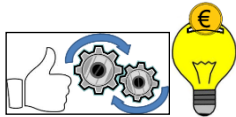


- Objectifs :
 - Assurer une bonne régulation de l'apport d'air et de l'évacuation des fumées contribuant à une combustion optimale
 - Vérifier l'étanchéité du clapet pour prévenir toute fuite d'air ou de fumée qui pourrait affecter la performance et la sécurité du brûleur
- Actions :
 - Accéder au clapet obturateur d'air/fumée en démontant les panneaux ou protections
 - Inspecter visuellement le clapet pour identifier toute usure, dommage ou de corrosion
 - Tester manuellement le mouvement du clapet pour vérifier qu'il s'ouvre et se ferme correctement et sans obstruction
 - En position fermée, vérifier l'étanchéité du clapet
 - Régler l'ouverture du clapet selon les prescriptions du fabricant
 - Pour les chaudières avec clapet d'air asservi à l'allure, contrôler l'absence de grippage et contrôler l'ouverture du clapet en fonction de l'allure du brûleur
 - En cas de défauts entreprendre les actions correctives nécessaires (ajustements, réparation ou remplacement du clapet)



Figure 8.4 – Brûleur atmosphérique

Nettoyer l'injecteur de la veilleuse si présente.



- Objectifs :
 - o Garantir un démarrage fiable et une combustion efficace
- Actions :
 - o Si la veilleuse est présente, accessible et démontable, extraire l'injecteur selon les prescriptions du fabricant
 - o Nettoyer l'injecteur en veillant à ne pas endommager l'orifice
 - o Contrôler l'état de l'injecteur et vérifier l'absence de dommage ou de traces de corrosion. Si nécessaire, envisager le remplacement de l'injecteur
 - o Réaliser un test de fonctionnement et vérifier l'allumage ainsi que la stabilité de la flamme
- Recommandations et valeurs guides :
 - o Une flamme de couleur jaune ou instable témoigne bien souvent d'un problème au niveau de l'injecteur de la veilleuse



Figure 8.5 – Veilleuse et injecteur gaz

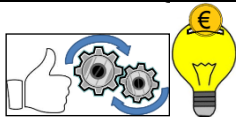
8.2.4. Brûleurs gaz à prémélange total

Contrôler l'état de la partie diffusion (treillis et distributeur) et remplacer si nécessaire.



- Objectifs :
- Actions :
 - o Contrôler visuellement le treillis et le distributeur pour identifier toute déformation, obstruction, corrosion et percement anormal
 - o Entreprendre les actions correctives nécessaires (nettoyer le treillis et distributeur, remplacer les éléments par des pièces de rechange conformes au brûleur)
 - o Réaliser un test de fonctionnement et vérifier l'allumage ainsi que la stabilité des flammes

Contrôler et si nécessaire régler l'excès d'air.



- Objectifs :
- Actions :
 - o Au moyen d'un analyseur de combustion électronique, calculer l'excès d'air et vérifier la correspondance de la valeur obtenue avec les indications de la notice d'entretien
 - o Si nécessaire, entreprendre les actions correctives comme régler l'ouverture des registres d'air, varier la vitesse des ventilateurs, ou modifier les réglages du brûleur pour réduire l'excès d'air tout en maintenant une combustion complète
 - o Réaliser des mesures répétées après ajustement pour s'assurer que les niveaux d'excès d'air sont optimisés et que la combustion est efficace.

- Recommandations et valeurs guides :
 - o Attention, il est important de ne jamais réduire l'excès d'air d'une chaudière premix en-dessous de la valeur donnée par le fabricant, cela entraînant la surchauffe voire la destruction progressive du brûleur.
 - o Attention également que pour les chaudières IE2S si le réglage est d'usine avec un scellé, il est grandement conseillé de ne toucher au réglage du brûleur sans l'accord du fabricant.
 - o A noter que le réglage du mélange air/combustible des chaudières entraîne la fin de la période de garantie du fabricant et il est utile de se référer aux codes de bonnes pratiques du secteur gazier (<https://aardgasconversie.be/fr/>)

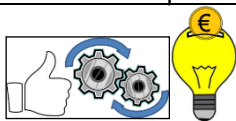
Contrôler que l'allure de démarrage est suffisamment élevée pour éviter les « ratés » d'allumage.



- Objectifs :
 - o Réduire l'usure de l'équipement due à des tentatives d'allumage répétées.
- Actions :
 - o Contrôler visuellement l'état des composants clés du système d'allumage afin de détecter d'éventuelles usures ou obstructions qui pourraient affecter le démarrage
 - o Démarrer le brûleur, et observer la fiabilité de l'allumage et le bon maintien de la flamme
 - o En cas de constatation de l'absence de démarrage ou de « ratés », vérifier que les paramètres suivants relatifs à l'allure de démarrage correspondent aux prescriptions du fabricant :
 - La pression du combustible,
 - Le débit d'air
 - Le ratio air/combustible
 - Si dispositif de préchauffage présent, la température de préchauffage du combustible
 - Les paramètres électroniques de démarrage
 - Le positionnement des électrodes d'allumage
 - Réglages des dispositifs de sécurité et de contrôle
 - La dépression dans le conduit d'évacuation des fumées de combustion
 - Pour les appareils montés en mode étanche, vérifier l'absence de retour des fumées des combustion en mesurant la concentration d'O₂ dans l'amenée d'air.
 - o En fonction des mesures réalisées, entreprendre les actions correctives nécessaires (réglage du brûleur, ventilateur, remplacement des pièces,...)
- Recommandations et valeurs guides :
 - o Consulter la notice d'installation et d'entretien qui indique généralement ce qui qu'il faut faire en cas de défaut d'allumage.

8.2.5. Brûleurs gaz à air pulsé

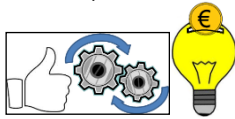
Contrôler la fermeture du clapet d'air à l'arrêt.



- Objectifs :
 - o Limiter les pertes à l'arrêt de la chaudière
 - o Prévenir l'entrée d'air froid dans le système de chauffage, défavorable à la bonne vitesse d'ouverture des vannes gaz
- Actions :
 - o Mettre le brûleur à l'arrêt et contrôler que le clapet d'air se trouve bien en position fermée et qu'aucune usure, dommage ou obstruction n'empêche sa fermeture complète
 - o Si l'ouverture du clapet est manuel (avec contre-poids), contrôler qu'il s'ouvre et se ferme correctement et sans obstruction
 - o Si l'ouverture du clapet est commandée par un moteur, contrôler les dispositifs de commande et les mécanismes d'actionnement associés au clapet d'air pour détecter toute défaillance ou usure
 - o Si nécessaire, procéder à l'ajustement du mécanisme de fermeture et/ou remplacer les composants usés pour garantir le bon fonctionnement du clapet d'air
- Recommandations et valeurs guides :
 - o Prendre des mesures adéquates afin d'éviter le refroidissement trop important des chaufferies lors de l'arrêt prolongé des brûleurs



Procéder au nettoyage de la tête de combustion et si nécessaire procéder au réglage de la tête de combustion (position du déflecteur).



- Objectifs :
 - Garantir le maintien en position de la flamme, ainsi qu'une combustion optimale au moyen d'une répartition adéquate des débits d'air primaire et secondaire (passant respectivement au centre et en périphérie du déflecteur)
- Actions :
 - Démontez la tête de combustion selon les prescriptions du fabricant
 - Nettoyez la tête de combustion et ses composants (y compris le déflecteur, si présent) pour éliminer les dépôts de suie et autres impuretés selon les prescriptions du fabricant
 - Contrôlez l'état de la tête de combustion et le déflecteur pour tout signe d'usure, de dommage ou de traces de corrosion. Procédez au remplacement des pièces défectueuses si nécessaire
 - Réajustez si besoin la position du déflecteur conformément aux prescriptions du fabricant en vérifiant la mesure de l'angle ou la distance spécifique entre le gicleur, le déflecteur et l'embout

8.3 Chambre de combustion et corps de chauffe

Contrôler l'état du revêtement réfractaire.



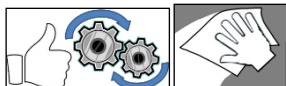
- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôlez le revêtement réfractaire, à la recherche de fissures, d'érosion, de corrosion, de discontinuité, de zones abîmées ou de tout autre signe de détérioration
 - Évaluez l'intégrité structurelle du revêtement réfractaire en tapotant sur les différentes zones afin de détecter les faiblesses ou les détachements
 - Selon l'ampleur des dommages, les spécifications techniques et l'analyse de risque, décidez du remplacement partiel ou complet du revêtement

Contrôler l'étanchéité des éléments du corps de chauffe, l'absence de trace de fuite et l'état des joints.



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôlez les parois extérieures de la chaudière à la recherche de traces de fuites
 - Contrôlez la pression d'eau dans la chaudière et contrôlez les soupapes de purge pour vérifier l'absence de dommage ou de desserrement
 - Contrôlez les éléments du corps de chauffe à la recherche de toute indication de fuite, traces d'humidité, dépôts de calcaire, ou encore de marques de corrosion
 - Inspectez les joints entre les différents éléments du corps de chauffe et vérifiez l'absence de tout signe d'usure, de détérioration ou de desserrement. Sur la base des observations, entreprendre les actions correctives nécessaires : remplacement des joints, ou réparations plus conséquentes, voire le remplacement complet du corps de chauffe.

Contrôler l'évacuation des condensats et si nécessaire, procéder au nettoyage et remplissage des siphons.



- Objectifs :
 - Risque d'apparition d'odeurs et de bouchage (peut provoquer des écoulements par d'autres voies et causer des dégâts)
- Actions :
 - Vérifiez l'état des tuyaux d'évacuation des condensats et s'assurez de l'absence d'obstruction de ce dernier
 - Vérifiez le niveau de remplissage et de la propreté du siphon



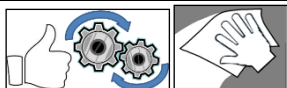
- Si nécessaire, nettoyer le siphon et le remplir avec de l'eau propre
- Si le niveau de remplissage du siphon n'était pas satisfaisant, entreprendre des actions correctives : modification du montage du siphon, augmenter la fréquence de contrôle et de remplissage ...
- En présence d'une pompe et d'une régulation du niveau d'eau (flotteurs, sondes de niveau, alarme éventuelle) : tester et nettoyer ce dispositif
- Si le fonctionnement du dispositif de pompage n'est pas satisfaisant, entreprendre les actions correctives nécessaires : nettoyage, remplacement des pièces défectueuses ...

Contrôler l'impossibilité de retour d'eau en cas de surpression de l'égouttage.



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler l'état et la configuration de l'installation d'évacuation et des dispositifs anti-retour présents. Vérifier l'absence de signes d'usure, d'obstruction, ou de dommage
 - Si possible, simuler une surpression dans le système d'égouttage pour vérifier le comportement de l'installation et le bon fonctionnement des clapets anti-retours présents
 - Entreprendre les actions correctives nécessaires : nettoyage, ou au remplacement des dispositifs anti-retour défectueux selon les spécifications du fabricant.

Nettoyer le foyer et les surfaces d'échange en contact avec les gaz de combustion.



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler les surfaces d'échange et le foyer en vérifiant l'accumulation de dépôts, la présence de suie, ou tout signe d'usure ou de dommages
 - Nettoyer avec les outils appropriés (brosses, aspirateur) pour retirer les dépôts et la suie des surfaces d'échange et du foyer.
- Valeurs guides et recommandations
 - En cas d'utilisation de produits de nettoyage, vérifier qu'ils ne soient pas contre-indiqués par le fabricant

8.4 Installation de neutralisation des condensats

Contrôler l'efficacité de l'équipement de neutralisation en mesurant le pH de l'eau rejetée.

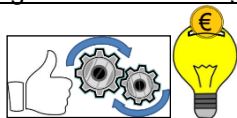
Si présent, contrôler le bon fonctionnement de la pompe de relevage.



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler visuellement l'équipement de neutralisation pour détecter tout signe d'usure ou de dommage.
 - Vérifier le niveau et l'état des agents neutralisants et procéder à leur vidange ou leur appoint en fonction des prescriptions du fabricant
 - Collecter un échantillon de l'eau après traitement par l'équipement de neutralisation et vérifier que le pH se trouve dans la plage de valeurs spécifiée par le fabricant
 - En présence d'une pompe et d'une régulation du niveau d'eau (flotteurs, sondes de niveau, alarme éventuelle) : tester et nettoyer ce dispositif
 - Si le fonctionnement du dispositif de pompage n'est pas satisfaisant, entreprendre les actions correctives nécessaires : nettoyage, remplacement des pièces défectueuses ...

8.5 Calorifuge

Contrôler l'état général du calorifuge de la chaudière, vérifier qu'il est encore placé correctement.



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler que le calorifuge est correctement positionné et couvre intégralement les zones qu'il doit recouvrir
 - Examiner le calorifuge autour de la chaudière, pour détecter les signes de détérioration tels que fissures, écailllements, ou zones compressées
 - Contrôler les fixations et supports du calorifuge et vérifier l'absence de tout signe de relâchement ou de dommage
 - Procéder au remplacement des sections de calorifuge détériorées
- Valeurs guide et recommandations
 - En cas de suspicion d'amiante, ne surtout pas bouger, couper, percer ou endommager le calorifugeage
 - Si nécessaire, planifier un désamiantage avec une entreprise agréée

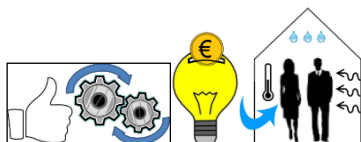


Figure 8.6 – Calorifuge amianté abîmé

8.6 Conduit d'amenée d'air comburant et dispositifs de ventilation des chaufferies

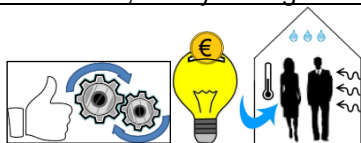
Vérifier l'état de propreté et, si nécessaire, nettoyer le conduit individuel d'amenée d'air comburant ou de la partie individuelle du conduit collectif d'évacuation d'amenée d'air comburant.

En présence d'un conduit collectif d'amenée d'air comburant, vérifier l'état de propreté et, si nécessaire, nettoyer le conduit.



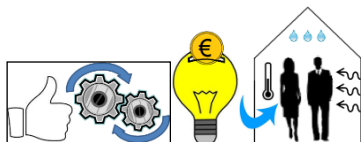
- Objectifs :
 - Assurer un approvisionnement adéquat en air comburant pour éviter une combustion incomplète et maintenir le conduit d'amenée d'air propre et dégagé
- Actions :
 - Effectuer une inspection visuelle du conduit individuel d'amenée d'air comburant ou de la partie individuelle du conduit collectif au moyen d'une trappe de visite ou si nécessaire en utilisant un endoscope pour en évaluer l'état de propreté et détecter toute obstruction et accumulation de débris
 - Vérifier la bonne circulation de l'air en mesurant si possible le débit d'air à différents points du conduit afin de s'assurer que l'amenée d'air comburant est conforme aux exigences de performance du système de chauffage
 - Si nécessaire, procéder au nettoyage du conduit en tenant compte des matériaux présents et des prescriptions du fabricant (en utilisant un hérisson en nylon ou acier)
- Valeurs guide et recommandations
 - En cas de suspicion d'amiante, le nettoyage n'est pas nécessaire
 - On privilégiera l'utilisation de hérisson en acier pour les boisseaux ou conduit en briques réfractaires et un hérisson en nylon pour les tubage en acier, alu ou synthétique

Inspecter et si nécessaire, nettoyer les grilles traversées par l'air comburant et l'air de ventilation de la chaufferie.



- Objectifs :
 - Assurer un approvisionnement adéquat en air comburant pour éviter une combustion incomplète et maintenir le conduit d'amenée d'air propre et dégagé
- Actions :
 - Contrôler et si nécessaire, nettoyer les grilles d'amenée d'air comburant et de ventilation de la chaufferie.
 - Contrôler que les grilles d'amenée d'air extérieures ne sont pas obstruées

Si amenée d'air comburant forcée par ventilateur(s), vérifier l'asservissement des brûleurs à la détection d'un débit d'air.



- Objectifs :
- Actions :
 - Effectuer le contrôle (bruit, fonctionnement, vibrations) et l'entretien de la motorisation et de la ventilation de l'amenée d'air comburant (comme repris au point 2.7)
 - Vérifier les séquences de commande du brûleur et du ventilateur pour s'assurer que le brûleur ne peut pas fonctionner indépendamment de la détection d'un débit d'air et de l'activation du ventilateur d'amenée d'air comburant
 - Vérifier également que le ventilateur s'enclenche uniquement en présence d'une demande de combustion active par le système de contrôle des brûleurs
 - Si nécessaire, inspecter les capteurs, les relais, et les autres composants du système de commande et entreprendre les actions correctives nécessaires (remplacement capteurs, réglage de la séquence selon les paramètres du fabricant,...)

8.7 Conduit d'évacuation des gaz de combustion

Vérifier l'état de propreté et, si nécessaire, nettoyer le conduit individuel d'évacuation des gaz de combustion ou de la partie individuelle du conduit collectif d'évacuation des gaz de combustion.



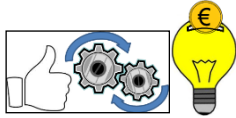
- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler par l'extérieur l'intégrité physique du conduit pour détecter d'éventuelles fissures, déformations ou signes de corrosion
 - Effectuer une inspection visuelle du conduit d'évacuation des gaz de combustion ou de la partie individuelle du conduit collectif d'évacuation des gaz de combustion au moyen d'une trappe de visite ou si nécessaire en utilisant un endoscope pour en évaluer l'état de propreté et détecter toute obstruction et accumulation de débris
 - Si nécessaire, procéder au nettoyage du conduit en tenant compte des matériaux présents et des prescriptions du fabricant
- Valeurs guide et recommandations
 - En cas de suspicion d'amiante, le nettoyage ne doit pas être effectué
 - On privilégiera l'utilisation de hérisson en acier pour les boisseaux ou conduits en briques réfractaires et un hérisson en nylon pour les tubages en acier, aluminium ou synthétique

En présence d'un conduit collectif d'évacuation des gaz de combustion, contrôler la présence d'un rapport d'inspection ou d'une attestation de ramonage de la partie commune du conduit collectif d'évacuation des gaz de combustion. Mettre en place les actions pour corriger les défauts éventuellement mis en évidence dans ces rapports.



- Objectifs :
 - Assurer la sécurité du conduit collectif d'évacuation des gaz de combustion en vérifiant la présence et la validité des documents d'inspection ou des attestations de ramonage
- Actions :
 - Consulter le carnet de bord du système de chauffage et vérifier la présence d'un rapport d'inspection du conduit collectif ou d'une attestation de ramonage à jour et conformes aux intervalles d'inspection ou de ramonage requis (minimum tous les 5 ans)
 - Pour tout défaut ou problème identifié dans le rapport ou l'attestation, entreprendre les actions correctives nécessaires comme par exemple des réparations structurelles, le nettoyage supplémentaire de certaines sections du conduit, l'amélioration de la ventilation, etc...
 - Joindre toute documentation ou actions entreprises au rapport d'inspection et/ou à l'attestation de ramonage présent dans le carnet de bord

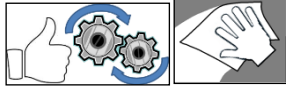
En présence d'un extracteur des gaz de combustion centralisé : contrôler le bruit de cet extracteur, les vibrations, le fonctionnement, les courroies et les roulements.



- Objectifs :
- Actions :
Se référer au point 2.7 ventilateur
 - Évaluer la performance de l'extracteur pour s'assurer qu'il évacue efficacement les gaz de combustion sans interruption. Inspecter les systèmes de contrôle et les capteurs associés pour vérifier qu'ils fonctionnent correctement

9. PRÉPARATEURS D'E.C.S

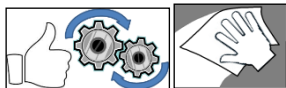
Contrôler la qualité d'eau d'appoint si celle-ci est traitée ou que le fabricant précise des valeurs à respecter.



- Objectifs :
 - Maintenir la qualité d'eau requise par le fabricant
 - Eviter l'apparition de dépôt et de corrosion
- Actions :
 - Entretien des équipements de traitement d'eau suivant les prescriptions du fabricant (filtres si présent, réservoir, adoucisseur...) et entreprendre les actions correctives nécessaires (remplacement filtres, ajout de sel dans le bac à sel de l'adoucisseur, désinfection/nettoyage de l'adoucisseur ...)
 - 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. Généralement, au minimum : pH, conductivité, dureté totale, titre alcalin, titre alcalin complet, concentration en chlorures.
 - 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 ou optimiser le système de traitement de l'eau (exemples : fréquence de régénération ou quantité de saumure d'un adoucisseur, fréquence de nettoyage d'un filtre à lavage automatique, remplacement des systèmes de désinfection ...), 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, augmenter la fréquence des analyses,
- Valeurs guides : la dureté totale d'eau généralement recommandée à Bruxelles pour éviter un entartrage se situe entre 7 et 15 °F.

Mesurer la température du stockage, du départ et du retour de la boucle d'eau chaude sanitaire.

Vérifier que ces températures, ainsi que la consommation d'eau chaude sanitaire en chaque point d'utilisation ne sont pas favorables à la croissance de la Legionella. Dans ce cas établir un plan de prévention du développement de la Legionella.



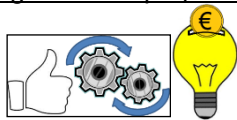
- Objectifs :
- Actions :
 - Mesurer la température de l'eau au niveau du stockage, ainsi que la température aux points de départ et de retour de la boucle d'eau chaude sanitaire au moyen d'un appareil de mesure étalonné
 - Comparer les températures relevées avec les plages de température connues pour minimiser le risque de prolifération de la Legionella
 - Consulter le schéma de distribution de l'eau chaude sanitaire afin de repérer d'éventuels bras morts.
 - Évaluer, qualitativement (et si possible quantitativement par relevé de compteurs) la consommation d'eau chaude sanitaire aux différents points d'utilisation qui pourrait faire suspecter toute stagnation ou utilisation insuffisante de l'eau chaude sanitaire
 - En fonction des mesures de température, de la consultation du schéma de distribution sanitaire ainsi que de l'évaluation (qualitative et/ou quantitative), procéder à des mesures de la qualité microbiologique de l'eau des points à risque.
 - Si les conditions sont propices à la prolifération de la Legionella, élaborer un plan de prévention qui peut inclure l'ajustement des températures de stockage et de circulation, la mise en place de cycles de surchauffe périodiques, l'installation de systèmes de traitement de l'eau (tels que les filtres ou les systèmes de désinfection UV), et la désinfection ou la suppression des tronçons peu utilisés.
- Valeurs guides et recommandations
 - Les bactéries Legionella vivent et prolifèrent dans les systèmes d'eau à des températures comprises entre 20 et 50°C, avec un optimum aux alentours de 35°C. Au-delà de 50°C les bactéries commencent à être éradiquées et cette éradication est d'autant plus rapide que la température à la surface intérieure des conduits est élevée.
 - Il est donc conseillé pour des questions de santé de maintenir une température de 55°C en tout point du réseau d'eau chaude sanitaire et en présence d'un stockage d'avoir des pics de températures



réguliers à 60 °C (minimum une heure par jour pour les installations à haut risque et par semaine pour les installations à risque moyen). Attention de ne pas faire monter fréquemment la température trop haut (au-delà de 70°C) car cela risque d'accélérer la corrosion des installations et les dépôts résultant de la corrosion sont également propices à la formation de biofilm.

- Les échantillons doivent être prélevés en plusieurs points du réseaux d'eau chaude sanitaire, surtout aux points peu utilisés et envoyés à un laboratoire agréé utilisant des méthodes d'analyse conformes à la norme ISO 11731, NEN 6265 ou AFNOR T90-431

Contrôler l'état général du préparateur, la présence de corrosion, de fuites éventuelles, l'état du calorifuge



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler l'état de l'extérieur du préparateur d'eau chaude sanitaire : recherche de fuites ou d'éventuels dommages, observation de la corrosion avec une attention particulière aux zones habituellement susceptibles de présenter des signes d'usure : connexions et joints, vannes, base et support
 - Contrôler l'état du calorifuge autour du préparateur pour s'assurer qu'il est intact et correctement fixé : recherche de signes de détérioration tels que des déchirures, un affaissement ou des zones humides
 - Entreprendre les actions correctives nécessaires : remplacement des joints, resserrage des connexions, traitement de la corrosion, remplacement du calorifuge,...

9.1 Réservoirs d'E.C.S. / ballons E.C.S. à accumulation

Si d'application : vérifier et si nécessaire remplacer l'anode sacrificielle.



- Objectifs:
 - Protéger le réservoir contre la corrosion
- Actions :
 - Pour les systèmes à double enveloppe (tank in tank), dépressuriser la pression de l'enveloppe extérieure selon les prescriptions du fabricant
 - Dépressuriser le cylindre central en créant une demande en eau chaude à différents points de demande, puis isoler le ballon du circuit de distribution
 - Si nécessaire selon le modèle, vider partiellement ou totalement le réservoir
 - Contrôler l'état de l'anode et évaluer son degré d'usure
 - Suivant les prescriptions du fabricant ou suivant l'usure , remplacer l'anode en suivant les instructions du fabricant
- Valeurs guides et recommandations
 - Une anode considérablement réduite en taille (environ 50 %) ou recouverte de calcaire nécessite un remplacement.



Figure 9.1 : Anode sacrificielle entartrée (en bas)

Si protection cathodique active : contrôler l'état de la pile ou de l'accumulateur.



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler la pile ou l'accumulateur et vérifier l'absence de tout signe de dommage physique, de corrosion, ou de fuite
 - Mesurer la tension et le courant fournis par la pile ou l'accumulateur et comparer les valeurs mesurées avec les prescriptions fournies par le fabricant
 - Pour les accumulateurs rechargeables, évaluer l'état de charge et procéder à une recharge complète. Contrôler que cette charge se maintient et qu'elle ne se réduit pas significativement
 - Si la pile ou l'accumulateur est défectueux, endommagé ou en fin de vie, entreprendre les actions correctives nécessaires comme procéder à son remplacement

Vérifier l'absence d'entartrage bloquant la soupape de sécurité et son état (présence de corrosion).



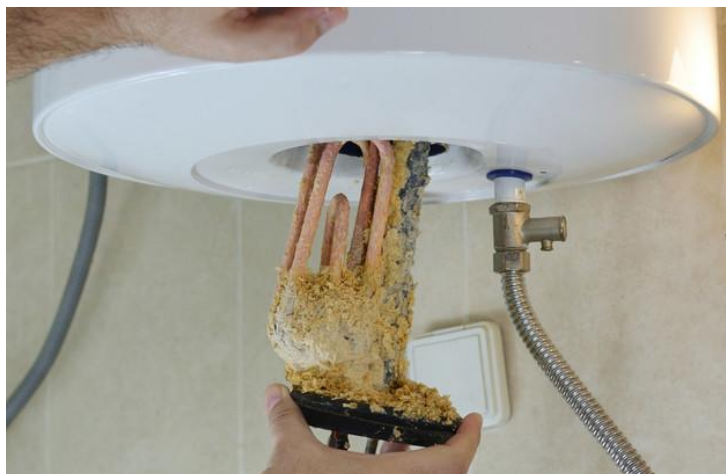
- Objectifs :
 - Assurer la protection contre les surpressions dans les systèmes d'eau chaude sanitaire et éviter un dégât des eaux
- Actions :
 - Contrôler l'état de la soupape de sécurité, ainsi que de ses connexions et fixations, afin de vérifier l'absence de tout signe visible d'entartrage, de corrosion ou de fuite
 - Si présent, effectuer un test de fonctionnement de la soupape en utilisant le mécanisme de test intégré afin de vérifier que la soupape s'ouvre et se ferme correctement sans résistance inhabituelle
 - En cas de doute sur l'état, démonter la soupape conformément aux instructions du fabricant et contrôler l'état (tartre, corrosion)
 - Entreprendre les actions correctives nécessaires : nettoyer la soupape ou procéder à son remplacement

Inspection visuelle de l'intérieur du réservoir s'il est accessible (trappe de visite).

Pour la partie échangeur dans le réservoir Cf. point 9.2.



- Objectifs :
- Actions :
 - S'assurer que l'eau a suffisamment refroidi et que le ballon a été dépressurisé conformément aux prescriptions du fabricant
 - Contrôler l'intérieur du réservoir au travers de la trappe de visite si présente, et vérifier l'absence de corrosion, d'entartrage, de sédimentation au fond du réservoir, ou de toute autre anomalie
 - Le cas échéant, déterminer l'origine, en identifiant l'équipement potentiel responsable (anode sacrificielle, traitement de l'eau, protection cathodique,...)
 - Suivant l'état, entreprendre les actions correctives nécessaires comme le nettoyage chimique ou mécanique du réservoir ou son remplacement.



- Figure 9.2 : Resistance tubulaire entartrée

9.2 Échangeur E.C.S (Plaques, épingle, tubulaire, ...)

Mesurer la différence de température (entrée et sortie) des fluides primaires et secondaires lorsque l'échangeur est en fonction.



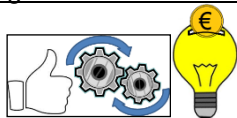
- Objectifs :
 - Évaluer l'efficacité de l'échangeur eau chaude sanitaire
 - Identifier toute baisse de performance qui pourrait indiquer des problèmes
- Actions :
 - L'échangeur d'eau chaude sanitaire se trouve en fonctionnement normal et les conditions opérationnelles sont stables
 - Consulter ou mesurer la température des fluides en entrée et en sortie des échangeurs, au niveau du circuit primaire et du circuit secondaire au moyen d'un appareil de mesure étalonné
 - Comparer les différences de température obtenues avec les valeurs attendues selon les spécifications du fabricant
- Valeurs guides et recommandations
 - Si la différence de température du fluide primaire ou secondaire entre l'entrée et la sortie est trop faible, cela peut indiquer une perte d'efficacité dans l'échange thermique pouvant être imputable à l'entartrage, à l'accumulation de sédiments, ou à une obstruction partielle dans l'échangeur, réduisant ainsi la capacité de transfert de chaleur
 - Une différence de température anormalement élevée du côté du fluide secondaire (eau chaude sanitaire), peut signaler un débit insuffisant d'eau à travers l'échangeur. Cela pourrait résulter d'une obstruction, d'une vanne fermée ou d'un circulateur défaillant, entraînant un échauffement excessif de l'eau restante dans l'échangeur.

Inspection visuelle extérieure (corrosion, fuites, dépôts...).



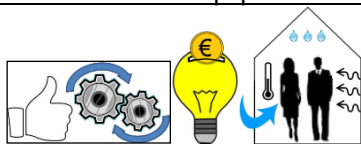
- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler l'état général extérieur de l'échangeur ainsi que les connexions: déformations, fissures, traces de corrosion
 - Inspecter les joints, les vannes, et les zones de connexion à la recherche de fuite
 - Vérifier l'absence de dépôts externes tels que le calcaire autour des raccords ou des éléments chauffants

Pour les échangeurs tubulaires : contrôle visuel intérieur (tartre, corrosion, ...).



- Objectifs :
- Actions :
 - Si présent, ouvrir les accès prévus pour l'inspection intérieure selon les instructions du fabricant
 - Évaluer l'étendue de toute anomalie et entreprendre les actions correctives nécessaire le cas échéant comme le nettoyage chimique ou mécanique, ou le remplacement de l'échangeur

Vérifier le fonctionnement des équipements de régulation (en ce compris les vannes).



- Objectifs :
- Actions :
 - Contrôler l'état de tous les composants de régulation, y compris les câblages et connexions, et vérifier l'absence de corrosion, ou tout autre signe de dommage
 - Nettoyer l'extérieur des équipements de régulation



- Vérifier la correspondance entre la température affichée par le thermostat et la consigne de température définie pour l'installation. En cas d'écart significatif, recalibrer ou remplacer le thermostat selon les indications du fabricant
- Contrôler visuellement l'état de la vanne (corrosion, dépôts, fuites) et vérifier son bon fonctionnement en la manoeuvrant manuellement ou via le système de commande, si disponible et entreprendre les actions correctives nécessaires le cas échéant : nettoyage, lubrification ou remplacement de la vanne
- Contrôler que les servomoteurs activent correctement les vannes selon les consignes de régulation.. En cas de mauvais fonctionnement ou de réponse lente, vérifier l'alimentation électrique, les connexions, et envisager le remplacement du servomoteur si nécessaire
- Tester le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité et des alarmes liées à la régulation de la température et du débit de l'échangeur.



CHAPITRE 4 : REFERENCES

- NBN EN 378-1, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur - Exigences de sécurité et d'environnement, 2016
- NBN EN 378-1:2020/A1, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur - Exigences de sécurité et d'environnement - Partie 1 : Exigences de base, définitions, classification et critères de choix.
- NBN EN 378-2, La conception, la construction, les essais, les étiquettes et les documentations, 2016.
- NBN EN 378-3, L'alignement des installations et les mesures de sécurité personnelle, 2016.
- NBN EN 378-3:2020/A1, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur - Exigences de sécurité et d'environnement - Partie 3 : Installation in situ et protection des personnes.
- NBN EN 378-4 Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur - Exigences de sécurité et d'environnement - Partie 4 : Fonctionnement, maintenance, réparation et récupération, 2016
- NBN EN 378-4:2019/A1 Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur - Exigences de sécurité et d'environnement - Partie 4 : Fonctionnement, maintenance, réparation et récupération.
- NBN EN293 Gicleurs sans retour pour brûleurs à fioul domestique à pulvérisation - Prescriptions minimales

- Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 juin 2018 relatif aux actes réglementaires et aux agréments - [version coordonnée officielle PDF](#)
- Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 juin 2018 relatif aux exigences PEB applicables aux systèmes de chauffage et aux systèmes de climatisation - [version coordonnée officielle PDF](#)
- Arrêté ministériel du 21 mars 2014 déterminant les prescriptions relatives à l'entretien minimal des systèmes de climatisation dans le cadre de la réglementation relative à la performance énergétique et au climat intérieur des bâtiments - [moniteur](#)
- Arrêté ministériel du 21 mars 2014 déterminant le contenu minimal du carnet de bord des systèmes de climatisation - [moniteur](#)
- 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 Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale relatif aux conditions d'exploitation des installations de réfrigération du 29 novembre 2018 l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 21 janvier 1999 fixant les conditions d'exploiter des stations-service
- Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 1er février 2018 relatif aux dépôts de liquides inflammables utilisés comme combustible

- 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.
- Frixis, "Carnets d'entretien pour les pompes à chaleur et les installations de conditionnement d'air", 2020
- Frixis, "Fiches d'entretien pour les installations frigorifiques", 2020.
- Buildwise "Guide de l'entretien pour des bâtiments durables", 2023.
- 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

