



GUIDE DE MAINTENANCE



Septembre
2011

Ce guide de maintenance s'adresse aux maîtres d'ouvrage, utilisateurs et exploitants, entreprises d'installation et de maintenance des installations de rafraîchissement, climatisation / chauffage solaire. Il fournit une liste de mesures de maintenance préventive et curative à mettre en place sur les installations de climatisation / chauffage solaire, ainsi que certains des problèmes rencontrés.

LE PROJET MEGAPICS

L'Europe et la France se sont fixé des objectifs ambitieux en termes de réduction des consommations énergétiques du bâtiment. En réhabilitation comme dans la construction neuve, le potentiel de réduction des charges de climatisation et de chauffage par des mesures passives est élevé, néanmoins, dans certains bâtiments elles ne pourront être réduites à zéro. Dans ces applications particulières, la mise en œuvre de systèmes de production de chaleur et de froid utilisant des énergies renouvelables décentralisées prend alors tout son sens, puisqu'elle permet de réduire la consommation en énergie primaire fossile ou nucléaire, tout en couvrant les besoins.

Les systèmes solaires thermiques basse température couplés à des machines à sorption constituent aujourd'hui une réponse technique pertinente à la demande en frigories des bâtiments. Des systèmes de « climatisation/chauffage solaire » sont actuellement disponibles sur le marché et il existe une centaine d'installations dans le monde. Ces technologies présentent l'avantage d'un haut potentiel de valorisation de la ressource solaire toute l'année, d'une faible consommation électrique et d'utiliser des fluides frigorigènes non nocifs pour l'environnement.

Le projet MeGaPICS propose de développer une **Méthode pour Garantir les Performances des Installations de Climatisation / Chauffage Solaire**. Il a pour objectif de créer les outils d'ingénierie nécessaires à l'amélioration de la qualité des installations, notamment au niveau de leur mise en œuvre et de l'évaluation de leurs performances, dans le but d'améliorer les performances annuelles globale et de pouvoir à terme garantir celles-ci.

Ces travaux ont été en partie financés par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) au travers du programme Habitat intelligent et solaire photovoltaïque (projet MEGAPICS n°ANR-09-HABISOL-007).

Le projet MEGAPICS est coordonné par TECSOL, et regroupe au sein d'un consortium les partenaires suivants : Le CEA à l'INES, EDF R&D, ENERPLAN, GDF SUEZ, PIMENT (ex LPBS, Université de la Réunion).



Guide de maintenance

Table des matières

LE PROJET MEGAPICS	1
LISTE DES FIGURES	3
INTRODUCTION	4
1. LES DIFFERENTS ACTEURS ET REPARTITION DES RESPONSABILITES	5
2. SCHEMA GENERAL / SEGMENTATION PAR ELEMENT	6
3. CHAMP DE CAPTEURS SOLAIRES ET CIRCUIT PRIMAIRE	7
4. ECHANGEUR DE CHALEUR	9
5. BALLON TAMPON	10
6. MACHINE A SORPTION	10
7. SYSTEME DE REFROIDISSEMENT (TOUR DE REFROIDISSEMENT, ADIABATIQUE OU DRYCOOLER)	15
A. Aérorefroidisseurs secs (« drycooler ») et adiabatique (avec média humide)	16
B. Tours de refroidissement humides	18
8. EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES	22
9. ELECTRICITE ET REGULATION	24
10. SYSTEMES D'INSTRUMENTATION / SUIVI / CONTROLE	26

LISTE DES FIGURES

Figure 1 – Segmentation par élément d’une installation de climatisation / chauffage solaire

Figure 2 – Plan de maintenance – capteurs solaires et circuit primaire

Figure 3 – Plan de maintenance – échangeur de chaleur

Figure 4 – Plan de maintenance – ballon tampon

Figure 5 – Fournisseurs de machine à sorption en juin 2011

Figure 6 – Plan de maintenance – machine à sorption

Figure 7 – Plan de maintenance – machine NH₃/H₂O

Figure 8 – Plan de maintenance – aérorefroidisseurs secs et adiabatiques

Figure 9 – Plan de maintenance – tours de refroidissement humides

Figure 10 – Plan de maintenance – équipements hydrauliques

Figure 11 – Plan de maintenance – électricité et régulation

Figure 12 – Plan de maintenance – systèmes d’instrumentation/suivi/contrôle

INTRODUCTION

Ce guide de maintenance s'adresse aux maîtres d'ouvrage, utilisateurs et exploitants, entreprises d'installation et de maintenance des installations de rafraîchissement, climatisation / chauffage solaire. Il fournit une liste de mesures de maintenance préventive et curative à mettre en place sur les installations de climatisation/chauffage solaire, ainsi que certains des problèmes rencontrés.

Pour chaque élément du système, le plan préventif sera présenté avec l'objectif, la fréquence, le matériel et le mode opératoire. Les différents défauts et incidents rencontrés seront également cités avec les actions curatives associées.

Le guide ne couvre pas les appoints (chaudière, groupe froid, PAC....) ni les actions relatives à l'ECS. Les actions de maintenance préconisées habituellement sur l'installation d'appoint doivent être impérativement réalisées, afin d'assurer un fonctionnement durable de l'installation.

Pour les installations de rafraîchissement, de climatisation et chauffage solaire fonctionnant de façon saisonnière, la plupart des opérations de maintenance doivent être réalisées lors du passage au mode estival. Si l'installation solaire fonctionne en dehors de la saison estivale, pour le chauffage ou l'ECS, les opérations de maintenance à réaliser ne concernent alors que les parties de l'installation utilisées, c'est-à-dire le circuit solaire et parfois le ballon. Le reste de l'installation doit être mis en hivernage (vidange des circuits ouvert, vérification de l'état des isolants pour les circuits fermés, vidange des circuits extérieurs en eau).

Lorsque l'installation dispose d'un télécontrôle, les opérations d'entretien nécessitant une présence physique sur place (présence de fuites par exemple, valeurs manomètre) sont moins nombreuses car les dérives sont signalées par le télécontrôle. Les interventions sont uniquement des changements de pièces défectueuses si nécessaire ou des opérations d'entretien obligatoire (type vérification vide machine par exemple).

En ce qui concerne la durée des interventions, il faut compter entre une demi-journée et une journée.

Ce guide est en lien avec la partie « contrôle des installations » du livrable « L33 ».

1. LES DIFFERENTS ACTEURS ET REPARTITION DES RESPONSABILITES

Les intervenants remplissent les fonctions suivantes :

- **Le bureau d'étude technique** assure les tâches préliminaires à la réalisation, la conception, la maîtrise d'œuvre et se prononce sur les actions visant à corriger les dysfonctionnements ; lors de la conception, il pourra éventuellement fournir les algorithmes de régulation à programmer ; il peut aussi assurer le télésuivi des mesures.
- **Les fabricants** assurent la fabrication des matériels et de leurs accessoires et garantissent dans le temps la bonne tenue et les performances énergétiques des matériels fournis ; le fabricant peut fournir la régulation déjà programmée ou laisser cette tâche à l'installateur.
- **L'installateur** assure l'achat et la mise en œuvre des matériels selon les prescriptions du bureau d'études, la règlementation et les règles de l'art ; l'installateur assure aussi la programmation de la régulation, les réglages, la mise en service. Il peut aussi assurer la fonction d'entreprise d'entretien et de maintenance.
- **L'exploitant** assure la conduite et la maintenance de l'installation ; en l'absence d'exploitant c'est le maître d'ouvrage qui effectue la conduite quotidienne de l'installation et l'installateur qui en fera la maintenance.

Les prérogatives de l'exploitant ou du responsable de maintenance sont les suivantes :

- L'exploitant dispose de TOUS les documents et informations nécessaires à l'entretien de l'installation (fiches techniques, d'entretien, de garantie des matériels, schémas de principe de l'installation dans les différents modes de fonctionnement (été/hiver), schémas électriques, principe de régulation et de fonctionnement, coordonnées des intervenants (concepteur, maître d'ouvrage, installateur, fournisseur).
- L'exploitant se forme en participant à la formation de préparation aux actions de maintenance d'une journée, en présence du fournisseur de machine ou de toute entité compétente déléguée, et lors de laquelle le principe de fonctionnement lui est expliqué (coût d'intervention à prévoir dans l'appel d'offre).
- L'exploitant fournit et remplit un carnet de maintenance.
- L'exploitant informe le maître d'ouvrage et le responsable de télésuivi/télécontrôle des noms et coordonnées des personnes en charge de l'entretien.

2. SCHEMA GENERAL / SEGMENTATION PAR ELEMENT

Un système de production de climatisation/chauffage solaire peut être segmenté en plusieurs éléments. Les principaux composants identifiés sont les suivants :

- **Champ de capteurs solaires et circuit primaire**
- **Echangeurs de chaleur**
- **Ballon tampon**
- **Machine à sorption**
- **Systèmes de refroidissement**
- **Equipements hydrauliques**
- **Régulation et électricité**
- **Système d'instrumentation / suivi / contrôle**

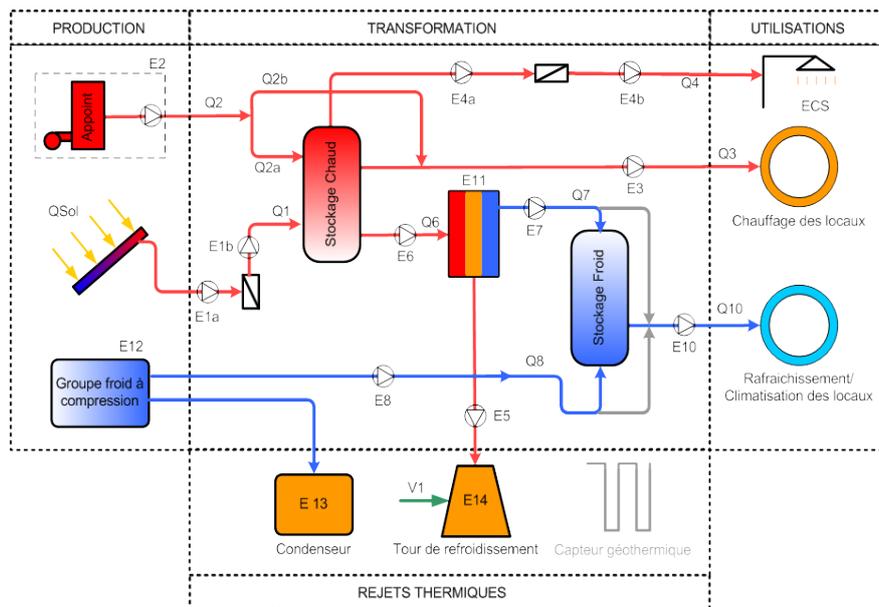


Figure 13 – Segmentation par élément d'une installation de climatisation / chauffage solaire

3. CHAMP DE CAPTEURS SOLAIRES ET CIRCUIT PRIMAIRE

Un **moyen d'accès au champ de capteur** doit être prévu dès la conception, et comprendre tous les **moyens de sécurité nécessaires** (ligne de vie ou crochets en toiture inclinée, crochets ou garde corps en toiture terrasse).

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Capteurs plans et sous-vide	Si présence d'un moyen d'accès : vérification visuelle des capteurs (traces de corrosion de l'absorbeur, condensation, propreté, vitrage) et des points de fixation (corrosion, desserrage visserie, boulonnerie...)	<ul style="list-style-type: none"> • Moyen d'accès aux capteurs (indispensable) • Equipement de protection (indispensable) • Perche télescopique • Raclette • Mouilleur • Grattoir • Dégraissant • Bac 		1 an	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nettoyage si besoin du vitrage ➤ Ponçage et remise en peinture ➤ Resserrer les vis et la boulonnerie ➤ Réparer les points de fixation
Capteurs sous-vide	Vérification du vide		Si le détecteur de baryum a une couleur argent : ne pas intervenir. Si la couleur est blanche : remplacer le tube	1 an	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Remplacement des tubes en cas d'endommagement à cause du gel ou de la surchauffe

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Canalisations et raccordement	Vérification de présence de fuites			1 an	
	Vérification de l'état du calorifuge et de la protection UV			1 an	
Fluide caloporteur	Contrôle du PH	<ul style="list-style-type: none"> • PH-mètre 	<p>Renforcement du suivi pour une variation > 0,5</p> <p>Identifier les causes de variation du pH</p>	<p>Si l'installation n'a pas connu de montée en surchauffe (grâce au télécontrôle) : un contrôle au bout de 5 ans suffit.</p> <p>Si l'installation a connu des stagnations, un contrôle tous les ans devient nécessaire.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Remplacement du fluide si PH < 7 ou > 9
	Vérification du point de congélation	<ul style="list-style-type: none"> • Densimètre • Tableau de correspondance densité/point de congélation • Thermomètre • OU réfractomètre et poire plastique 	<p>Suivi renforcé quand :</p> <p>2°C < écart < 5°C</p>	<p>Si l'installation n'a pas connu de montée en surchauffe (on le sait avec le télécontrôle). Un contrôle au bout de 5 ans suffit. Si l'installation a connu des stagnations, un contrôle tous les ans devient nécessaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Faire l'appoint avec le même fluide (fluide prêt à l'emploi) ou ➤ Remplacement total du fluide quand l'écart est > de 5°C à celui désiré

Figure 14 – Plan de maintenance – capteurs solaires et circuit primaire

4. ECHANGEUR DE CHALEUR

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Echangeur à plaques	Vérification de l'état des calorifuges (échangeur et raccords)			1 an	



Figure 15 – Plan de maintenance – échangeur de chaleur

5. BALLON TAMPON

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Ballon	Vérifier l'état de détérioration (corrosion, fuite, état du calorifuge)			1 an	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Remplacement du ballon si fuite ➤ Réfection du calorifuge

Figure 16 – Plan de maintenance – ballon tampon

6. MACHINE A SORPTION

Les opérations de maintenance sont différentes suivant le type de technologie utilisée et le couple sorbant/réfrigérant.

Voici quelques exemples de fournisseurs de machine à sorption.

ABSORPTION								ADSORPTION		
Ammoniac /eau				H ₂ O / LiBr			H ₂ O / LiCl	H ₂ O / Silicagel		H ₂ O / Zéolithe
PINK	ROBUR	SOLARICE	AGO ENERGIE	ABKM	EAW	YAZAKI	CLIMATEWELL	SORTECH	WEATHERITE	INVENSOR

Figure 17 – Fournisseurs de machine à sorption en juin 2011

Pour les machines utilisant l'eau comme fluide frigorigène (ABKM, YAZAKI, CLIMATEWELL, SORTECH, WEATHERITE, INVENSOR), l'une des actions importante est de faire le vide si besoin. Ceci n'est pas nécessaire pour les machines ayant une pompe à vide intégrée (EAW).

Pour les machines utilisant l'ammoniac comme fluide frigorigène, toutes les opérations relatives à la tenue au vide ne sont pas nécessaires.

Pour les machines à absorption qui comportent une pompe de solution, celle-ci est une pièce en mouvement qui peut nécessiter des opérations de contrôle ou de maintenance, spécifique à chaque machine. La notice technique est alors à examiner sur ce point.

De manière générale, il faut suivre la fiche de maintenance spécifique fournie par chaque fabricant.

L'entreprise d'exploitation doit assister à la mise en service de la machine à sorption, ainsi qu'à une **formation relative à la maintenance et l'entretien** de la machine, assurée dans la mesure du possible par le fournisseur ou par une personne compétente recommandée par lui. La durée de formation à prévoir est d' une journée.

Voici quelques opérations majeures à effectuer, **le cas particulier des machines NH₃/H₂O est traité à part dans la Figure 7.**

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Machine	Vérifier les purges			6 mois ou au redémarrage	
Machine	Extraction des incondensables et analyse de présence d'hydrogène (indication de corrosion interne)	<ul style="list-style-type: none"> • Pompe à vide • Tube à essais 		1 an (à chaque redémarrage de la machine en même temps que le tirage au vide)	Le vide peut être rompu lors de l'élimination des condensats, après une entrée due à une opération de maintenance, si la perte de température à l'absorbeur est > à 3°C. Utiliser une pompe à vide

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Machine	Vérifier l'entartrage de l'échangeur du circuit de refroidissement	<ul style="list-style-type: none"> Pompe à détartrage 	Détartrage par traitement acide en circuit fermé, (respecter les concentrations préconisées par le constructeur)	1 an	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porter une attention toute particulière sur la chaîne de traitement d'eau afin d'obtenir eau de meilleure qualité dans le circuit de refroidissement ➤ Vérifier le delta P échangeurs machine qui doit rester relativement inchangé par rapport aux valeurs de mise en service
Solution	Vérifier la limite supérieure pour la concentration pour éviter une cristallisation		Voir les préconisations du constructeur	Suivant préconisations constructeur	
	Vérifier la limite inférieure pour forcer l'actionnement de la vanne		Voir les préconisations du constructeur	Suivant préconisations constructeur	
	Analyser la solution (alcalinité, inhibiteur)	<ul style="list-style-type: none"> Pompe à vide Bouteille de prélèvement 	Faire analyser un échantillon par un laboratoire	Selon les recommandations du fournisseur	

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Vannes	Vérifier le diaphragme des vannes			1 an	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A changer si nécessaire, le vide doit être cassé, la solution et le réfrigérant retirés avant de changer les diaphragmes <p>Attention, cette intervention est lourde, à réaliser uniquement si cela est vraiment indispensable</p>
Pompes de solution	Vérifier l'étanchéité et les caractéristiques électriques		En cas de nécessité de remplacement de la pompe de solution pour défaut d'étanchéité ou défaut électrique une neutralisation du circuit hermétique est obligatoire	1 an	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Passer sous pression d'azote le circuit hermétique afin de limiter les risques de corrosion et retirer la solution avant intervention <p>Attention, cette intervention est lourde, à réaliser uniquement si cela est vraiment indispensable</p>
Canalisations	Vérifier la présence de fuite			Après chaque opération de maintenance	

Figure 18 – Plan de maintenance – machine à sorption

Dans le cas des machines $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}$, les opérations majeures à effectuer sont précisées ci-dessous.

Ces opérations sont décrites dans le Cahier Technique Professionnel N°2 pour l'Inspection en Service des Équipements Sous Pression constitutifs d'un ensemble sous pression utilisé en Réfrigération et Conditionnement de l'Air (26 février 2009).

Ces vérifications peuvent être effectuées par un personnel habilité de l'exploitant selon les spécifications du CPT N°2 (§ 7), sauf pour le contrôle d'étanchéité qui doit être réalisé par des intervenants agissant pour le compte d'opérateurs titulaires d'une attestation de capacité.

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Machine à ammoniac	Vérification visuelle des surfaces externes de tous les éléments constitutifs de l'ensemble frigorifique sous pression		Réaliser un contrôle visuel pour détecter : <ul style="list-style-type: none"> • les chocs ; • les points de corrosion ; • les traces de fuite ; • les traces d'humidité ou de gel en service ; • une détérioration des supports des éléments. 	1 an	
Machine à ammoniac	Vérifier les accessoires de sécurité		Correspondance avec les types et modèles déclarés, adéquation des réglages avec les conditions maximales admissibles, contrôle des dispositifs de limitation directe de pression	1 an	
Machine à ammoniac	Vérifier l'entartrage de l'échangeur du condenseur	Pompe à détartrage	Détartrage par traitement acide en circuit fermé, (respecter les concentrations préconisées par le constructeur)	1 an	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porter une attention toute particulière à la chaîne de traitement d'eau afin d'obtenir une eau de meilleure qualité dans le circuit de refroidissement. ➤ Vérifier le ΔP échangeurs machine qui doit rester relativement inchangé par rapport aux valeurs de mise en service

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Machine à ammoniac	Vérifier l'étanchéité du circuit du fluide frigorigène		Suivre la réglementation en vigueur (Code de l'Environnement, Art. R543 - 75 à 123, Règlement (CE) n° 842/2006 du Parlement Européen et du Conseil du 17 mai 2006)	1 an	

Figure 19 – Plan de maintenance – machine NH3/H2O

Dans le cas d'une machine à l'extérieur, une protection antigel doit être prévue sur le fluide caloporteur. Vérifier les propriétés du fluide : PH et point de congélation

7. SYSTEME DE REFROIDISSEMENT (TOUR DE REFROIDISSEMENT, ADIABATIQUE OU DRYCOOLER)

Le système de refroidissement doit être mis en hivernage lorsqu'il n'est pas utilisé (en dehors des périodes de rafraîchissement / climatisation). L'hivernage consiste à vidanger les circuits ouverts et/ou en eau et nettoyer toutes les parties en contact avec l'eau de refroidissement (cas des tours humides ou adiabatiques).

A. Aérorefroidisseurs secs (« drycooler ») et adiabatique (avec média humide)

Ces catégories de matériels n'appartiennent pas aux matériels de la rubrique 29-21 dits à « aspersion d'eau dans un flux d'air ». Pour les Aérorefroidisseurs avec média ou pulvérisation d'eau perdue, l'adoucisseur d'eau et un contrôle régulier sont néanmoins à mettre en place.

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Aérorefroidisseur sec (Drycooler)	Hivernage		Vidange des circuits en eau, nettoyage	à l'arrêt et au redémarrage	
Aérorefroidisseur sec (Drycooler)	Vérifier l'encrassement de la batterie			6 mois	➤ Nettoyage si nécessaire (pertes de charges anormales détectées par le télécontrôle)
Aérorefroidisseur sec (Drycooler)	Vérifier l'état de l'atténuateur de bruit			6 mois	➤ Remplacement si défectueux
Aérorefroidisseur sec (Drycooler)	Vérifier le bon fonctionnement des pièces tournantes + nettoyage			au redémarrage	➤ Remplacement des pièces défectueuses
Aérorefroidisseur sec (Drycooler)	Mesurer les intensités absorbées par le ou les moteur(s) du ou des ventilateur(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Pince ampérométrique 		6 mois	

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS

Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Aéroréfrigérant sec (Drycooler)	Contrôler les pièces en mouvement, la visserie générale			6 mois	➤ Resserrer si nécessaire
Aéroréfrigérant sec (Drycooler)	Si le vecteur eau est utilisé pour le refroidissement vérifier le débit	<ul style="list-style-type: none"> Valise de contrôle de débit (TA, OVENTROP) 	Confronter les mesures aux paramètres du constructeur	1 an ou au redémarrage (non nécessaire si mesure présente dans le télésuivi)	
Tour adiabatique	Hivernage		Vidange des circuits en eau, nettoyage	A l'arrêt et au redémarrage	
Tour adiabatique	Vérifier le fonctionnement du dispositif de spray			1 an ou au redémarrage	
Tour adiabatique	Vérifier le bon fonctionnement et la position de l'électrovanne			1 an	
Tour adiabatique	Vérifier l'état de l'atténuateur de bruit			6 mois	➤ Remplacement si défectueux
Tour adiabatique	Remplacement des médias humides			Selon les recommandations du fournisseur (entre 3 et 5 ans)	
Tour adiabatique	Vérifier la circulation de l'eau de refroidissement	<ul style="list-style-type: none"> Valise de contrôle de débit (TA, OVENTROP) 	Confronter les mesures aux paramètres du constructeur	Assuré par le télécontrôle	

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Tour adiabatique	Vérification du bon fonctionnement des pièces tournantes plus nettoyage			A l'arrêt et au redémarrage	
Tour adiabatique	Mesurer les intensités absorbées par le moteur du ventilateur	<ul style="list-style-type: none"> Pince ampérométrique 		6 mois	
Tour adiabatique	Contrôler les pièces en mouvement, visserie générale			6 mois	➤ Resserrer si nécessaire
Tour adiabatique	Vérification du traitement d'eau		Réalisé par le fournisseur du système de traitement d'eau ou par l'entreprise responsable de la maintenance si elle a les compétences)	1 an	

Figure 20 – Plan de maintenance – aérorefroidisseurs secs et adiabatiques

B. Tours de refroidissement humides

Cette partie représente la partie la plus importante du travail de maintenance. Une analyse des risques et cahier de maintenance spécifique doivent être mis en place tel que le mentionne le Guide de bonnes pratiques « Legionella et tours aérorefrigérantes » de juin 2001.

Les actions avec un fond bleuté peuvent être réalisées directement par le maître d'ouvrage ou par un prestataire différent de l'entreprise responsable du reste de la maintenance.

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Système de refroidissement (circuit + TAR)	Mise en service		Nettoyage intensif Vérification du fonctionnement (voir liste des actions ci-après)	1 an (en début de saison de climatisation)	
Système de refroidissement (circuit + TAR)	Hivernage		Nettoyage de la tour et des canalisations Vidange	1 an (en fin de saison de climatisation)	
TAR + circuit de refroidissement	Contrôler les pièces en mouvement, visserie générale		Contrôle visuel	6 mois	➤ Resserrer si nécessaire
TAR + circuit de refroidissement	Vérifier les connexions électriques et contrôler les protections		Resserrage des connexions et réglage des disjoncteurs magnéto thermiques si nécessaire	6 mois	➤ Resserrer
Circuit de refroidissement	Vérifier la circulation en eau de refroidissement	<ul style="list-style-type: none"> Valise de contrôle de débit (TA, OVENTROP) 	Confronter les mesures aux paramètres du constructeur	Si dérive signalée par le télécontrôle	Le débit peut être faible au condenseur par encrassement des canalisations, s'assurer du bon fonctionnement du traitement d'eau, de la propreté du filtre, du fonctionnement de la pompe de circulation
Circuit de refroidissement	Contrôler le fonctionnement de la pompe de circulation	<ul style="list-style-type: none"> Pince ampérométrique Manomètre pour mesure de la HMT de la pompe 		6 mois	

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Circuit de refroidissement	Nettoyage du filtre		Isoler la portion de canalisation, démonter le filtre, le nettoyer à l'eau courante, remonter et ouvrir les vannes d'isolement	6 mois	➤ Remplacement du tamis si défectueux
TAR	Vérifier l'état le bac de récupération		Contrôle visuel	6 mois	➤ Nettoyer en cas de besoins
TAR	Contrôler le fonctionnement de la vanne de déconcentration et de la mesure de conductivité de l'eau		Contrôler la bonne consignation de la mesure de conductivité (μ siemens) et l'ouverture de la vanne de chasse du bac de tour	6 mois	
TAR	Canne de puisage		Contrôle visuel de la position et de l'état de la canne	6 mois	
TAR	Contrôler le flotteur de niveau de cuve		Contrôle visuel	6 mois	
TAR	Vérifier la crépine de filtrage		Contrôle visuel Nettoyer en cas de besoins	6 mois	➤ L'évacuation du bassin de récupération de la TR peut être bouchée en l'absence de crépine de filtrage, en installer une dans ce cas
TAR	Vérifier les gicleurs de la rampe de pulvérisation			6 mois	➤ Nettoyer si nécessaire
TAR - ventilateur	Vérifier l'état des pâles et la rotation du ventilateur		Contrôle visuel	6 mois	➤ Nettoyer si nécessaire

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
TAR - ventilateur	Vérifier les paliers et roulements		Graisser	6 mois	➤ Remplacer si défectueux
TAR - moteur du ventilateur	Mesurer les intensités absorbées par le moteur du ventilateur	• Pince ampérométrique		6 mois	
TAR - moteur du ventilateur	Vérifier la tension des courroies			6 mois	➤ Remplacer les courroies selon l'état d'usure
TAR - moteur du ventilateur	Contrôler les échauffements moteurs			6 mois	
TAR - moteur du ventilateur	Vérifier les isolements des moteurs	• Ohmmètre	Mesure électrique	1 an	
Traitement d'eau	Vérification des pompes doseuses		Contrôle visuel du fonctionnement des pompes et de l'approvisionnement des bacs de produits de traitement	1 mois	➤ Contacter le fournisseur du système de traitement d'eau
Traitement d'eau	Alimentation du bac de saumure		Tenir le niveau de sel dans le bac	1 mois	➤ Contacter le fournisseur du système de traitement d'eau
Traitement d'eau	Vérification de l'adoucisseur	• Contrôleur du fonctionnement du cycle de régénération	Lancer un cycle et contrôler le basculement du mécanisme de tête	1 mois	➤ Changer l'horloge ou la tête ➤ Contacter le fournisseur du système de traitement d'eau
Analyse légionelle	Faire une analyse légionelle		Prélèvement et envoi à un laboratoire agréé (voir mode opératoire détaillé dans le Guide des bonnes pratiques)	1 mois puis 3 mois (arrêté du 13/12/2004)	

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Système de refroidissement	Contrôle manuel de la consommation d'eau		Relevé de l'index du compteur, inscription dans le carnet de suivi et comparaison avec les mois précédents	1 mois	

Figure 21 – Plan de maintenance – tours de refroidissement humides

8. EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Vase(s) d'expansion	Vérifier la pression de gonflage	<ul style="list-style-type: none"> Flexible de liaison Manomètre 	Isoler le vase Mesurer la pression d'azote Ne pas oublier de réouvrir la vase d'isolement après la manipulation	Avant chaque mise ou remise en service	<ul style="list-style-type: none"> Gonfler le vase à l'azote si la pression mesurée est inférieure à la pression de consigne, sinon ajuster la pression en azote
	Vérifier la présence d'eau ou de fluide caloporteur dans le vase (fuite)		Contrôle visuel de la présence de liquide à proximité et provenant du vase	6 mois + à chaque visite dans le local technique	<ul style="list-style-type: none"> Remplacement du vase
Purgeur(s) d'air automatique	Vérifier l'étanchéité	<ul style="list-style-type: none"> Thermomètre Clés Joints Protection contre les brûlures 	Contrôle visuel + manœuvre Ne pas oublier de refermer la vanne d'isolement d'un purgeur au point haut des capteurs après purge	A la mise en service et tous les 6 mois	<ul style="list-style-type: none"> Changer le purgeur si purgeur fuyard ou ne laissant pas passer l'air suite au nettoyage

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Echangeurs à plaques et immergés	Vérification des pertes de charge OU des performances thermiques avec calcul de l'efficacité de l'échangeur	<ul style="list-style-type: none"> • Thermomètre • Débitmètre • Appareil de type TA Scope pour la mesure du dP sur les vannes d'équilibrage 	Nettoyage chimique ou mécanique si les pertes de charges sont supérieures à la limite fixée par le constructeur ou si l'efficacité de l'échangeur < 80%	1 an	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A réaliser aussi lorsque le débit est insuffisant dans le circuit secondaire
Pompes et circulateurs	Vérifier le bon fonctionnement du circulateur	<ul style="list-style-type: none"> • Tournevis 	<p>Mettre en marche forcée au niveau du régulateur</p> <p>Vérifier au toucher (vibration), le bruit ou visuellement le fonctionnement</p> <p>Si température excessive, ou vibration excessive, signe de mauvais fonctionnement</p>		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Protéger la pompe grâce à la régulation pour éviter une température trop élevée ➤ Dans le cas où le circulateur ne démarre pas, dégommer le rotor avec un tournevis ou inverser les phases (sauf si le circulateur est en 400 V)
	Vérifier la pression du circuit primaire	<ul style="list-style-type: none"> • Manomètre sur la pompe volumétrique de remplissage • Manomètre sur la pompe de circulation • Manomètre sur le vase d'expansion ou à proximité de la soupape 	<p>Mettre les circulateurs à l'arrêt,</p> <p>Lire la pression</p> <p>A froid, la pression doit être > de 0,5 bar à la pression de gonflage du vase d'expansion.</p> <p>A la température maximale, la pression doit être à 90% de la pression de tarage des soupapes de sécurité, en général 3 ou 4 bars.</p>	6 mois	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Faire l'appoint en fluide caloporteur si nécessaire, en cas de fuites dans le circuit primaire engendrant une perte de pression et formation d'air dans le ballon, réparer les fuites et remettre en pression tampon

Figure 22 – Plan de maintenance – équipement hydrauliques

9. ELECTRICITE ET REGULATION

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives an cas de problème
Système complet	Vérifier les points de consigne	En fonction du système de régulation : <ul style="list-style-type: none"> • Un ordinateur portable avec le câble de communication adapté 	En fonction du système de régulation : au moyen d'un ordinateur portable, sur la page web embarquée, sur l'écran du régulateur si existant	6 mois et sur demande du télécontrôle	
	Vérifier les lois de chauffage ou refroidissement	En fonction du système de régulation : <ul style="list-style-type: none"> • Un ordinateur portable avec le câble de communication adapté 	En fonction du système de régulation : au moyen d'un ordinateur portable, sur la page web embarquée, sur l'écran du régulateur si existant	6 mois et sur demande du télécontrôle	
Circuit solaire	Vérifier les régulations solaire et de la machine à sorption	En fonction du système de régulation : <ul style="list-style-type: none"> • Un ordinateur portable avec le câble de communication adapté 	En fonction du système de régulation : au moyen d'un ordinateur portable, sur la page web embarquée, sur l'écran du régulateur si existant	6 mois et sur demande du télécontrôle	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nettoyage de la sonde crépusculaire ➤ Changement du modèle de sonde crépusculaire en cas de modèle erroné

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives an cas de problème
Vannes	Vérifier l'asservissement des vannes 3V, entre l'appoint chaud, le ballon de stockage et la machine à sorption par exemple			6 mois et sur demande du télécontrôle	➤ Remplacer l'asservissement ou l'équipement défectueux
Pompes	Vérifier l'asservissement des pompes			6 mois et sur demande du télécontrôle	➤ Remplacer l'asservissement défectueux
Machine à sorption	Vérifier les connectiques		Contrôle manuel	1 an	➤ Réparer les connections
Solution	Contrôle du paramétrage de la régulation et plus particulièrement de la température de l'eau de refroidissement (limite basse) afin de limiter le risque de cristallisation dans l'absorbeur par température trop basse		Se référer à la documentation du constructeur	1 an	
Témoins lumineux	Contrôle du bon fonctionnement		Tests de mise en défaut	6 mois	➤ Remplacement témoins défectueux
Câbles	Contrôle de l'état et du serrage de connexions		Contrôle visuel et manuel	6 mois	
Armoire électrique	Vérifier l'alimentation électrique et les contacts	• Multimètre	Mesure tension / intensité des contacts d'alimentation. Contrôle visuel et manuel des raccordements	1 an	➤ Réarmer les disjoncteurs, changer les fusibles ou équipements défectueux

Figure 23 – Plan de maintenance – électricité et régulation

10. SYSTEMES D'INSTRUMENTATION / SUIVI / CONTROLE

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Circuit évaporateur et retour eau glacée	Vérifier la température à l'évaporateur et sur le circuit eau glacée		Lire la température sur le thermomètre de contrôle et noter ces valeurs dans le carnet de maintenance Contrôler les relevés de télécontrôle	6 mois et sur demande du télécontrôle	Si observation de températures de retour trop basses (< 7°C) : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Avertir la personne en charge du télécontrôle ➤ Vérifier qu'il y a bien des besoins de climatisation auprès de l'utilisateur ➤ Rehausser la température de consigne de l'appoint froid ➤ Rehausser la température de consigne du régulateur de la machine, s'il existe, sinon brider le fonctionnement de l'installation (action sur le circuit de refroidissement par exemple)
Autres circuits	Vérifier les températures entrée/sortie		Lire la température sur les thermomètres de contrôle	6 mois et sur demande du télécontrôle	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vérifier le bon fonctionnement des équipements
Sondes de températures	Vérifier la bonne tenue et le bon fonctionnement		Contrôle visuel et mesures du télécontrôle	1 an et sur indication du télécontrôle	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Améliorer la fixation des sondes et ajout d'huile pour améliorer la conduction en cas de mauvaise installation des sondes dans les doigts de gant.

ACTIONS PREVENTIVES / VERIFICATIONS					
Equipement	Description	Matériels spécifiques	Mode opératoire	Fréquence	Actions curatives en cas de problème
Compteurs d'énergie	Contrôle du bon fonctionnement		Relevé des index Comparaison avec les valeurs du télésuivi (le relevé des index sur 10 minutes d'intervalle permet de contrôler les valeurs du télésuivi)	6 mois	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revoir le paramétrage central ➤ Revoir la transmission et le télésuivi ➤ Remplacer les compteurs s'ils sont en panne
Compteur d'eau tour de refroidissement	Relevé des index		Relevé des index Comparaison avec les valeurs du télésuivi	A chaque visite d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Revoir paramétrage centrale ➤ Revoir transmission vers le télésuivi ➤ Remplacer les compteurs si en panne
Compteur électrique	Relevé du compteur général		Relevé des index Comparaison avec les valeurs du télésuivi	A chaque visite d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Remplacer les compteurs si en panne

Figure 24 – Plan de maintenance – systèmes d'instrumentation/suivi/contrôle



Agence Nationale de la Recherche
ANR

