

**MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DE LA LUTTE CONTRE  
LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

## **Lignes directrices sur la gestion des purges des installations de tours de refroidissement à l'eau (ITRE)**

Bonnes pratiques environnementales  
et éléments d'analyse pour  
l'autorisation

Juillet 2020

### **Coordination et rédaction**

Cette publication a été réalisée par la Direction des eaux usées du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), avec la collaboration de la Direction de la qualité des milieux aquatiques.

### **Réalisation**

Wilson Ochoa, ing  
Ingénieur en traitement des eaux usées industrielles  
Direction des eaux usées

### **Renseignements**

Pour tout renseignement, vous pouvez communiquer avec le Centre d'information.

Téléphone : 418 521-3830  
1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : 418 646-5974  
Formulaire : [www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp](http://www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp)  
Internet : [www.environnement.gouv.qc.ca](http://www.environnement.gouv.qc.ca)

### **Pour obtenir un exemplaire du document :**

Visitez notre site Web : [www.environnement.gouv.qc.ca](http://www.environnement.gouv.qc.ca)

### **Référence à citer**

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2020. *Lignes directrices sur la gestion des purges des installations de tours de refroidissement à l'eau (ITRE)*. 37 pages. [En ligne]. [www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/industrielles/ld-purges-itre.pdf](http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/industrielles/ld-purges-itre.pdf) (page consultée le jour/mois/année).

Dépôt légal – 2020  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
ISBN 978-2-550-87103-3 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec – 2020

# TABLE DES MATIÈRES

<b>Liste des tableaux</b>	<b>iv</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>iv</b>
<b>Liste d'annexes</b>	<b>iv</b>
<b>Légende</b>	<b>v</b>
<b>Glossaire</b>	<b>v</b>
<b>Abréviations</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
1.1. À qui s'adresse ces lignes directrices?	1
1.2. Qu'est-ce qu'une purge d'une ITRE?	1
1.3. Relation entre les purges, le rapport de concentration (RC) et l'eau d'appoint	3
1.4. Risque environnemental des purges	4
<b>2. LES OBLIGATIONS DU PROPRIÉTAIRE</b>	<b>7</b>
2.1. Établissements visés par ces lignes directrices	7
2.2. Assujettissement des ITRE	7
2.3. Programme d'autosurveillance	7
2.3.1. Contenu du programme d'autosurveillance	7
2.3.2. Point d'échantillonnage du programme d'autosurveillance	9
2.4. Autres orientations pertinentes du Ministère	11
<b>3. BONNES PRATIQUES ENVIRONNEMENTALES</b>	<b>12</b>
3.1. Lors du traitement de la purge	12
3.1.1. Analyse et traitement du chlore résiduel total	12
3.1.2. Rejet de la purge après un traitement-choc	13
3.2. Lors du traitement de l'eau en recirculation	13
3.3. Estimation du rapport de concentration (RC) maximal	14
3.3.1. Un outil de calcul pour estimer le RC maximal	15
3.4. Lors de l'amélioration opérationnelle de l'ITRE	17
3.4.1. Attention particulière sur le recyclage des purges	18
<b>RÉFÉRENCES</b>	<b>19</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>22</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Évaluation environnementale des inhibiteurs de corrosion	5
Tableau 2 Évaluation environnementale des inhibiteurs de tartre	5
Tableau 3 Évaluation environnementale des dispersants	5
Tableau 4 Évaluation environnementale des biocides oxydants	5
Tableau 5 Évaluation environnementale des biocides non oxydants	6
Tableau 6 Exigences de rejet et de suivi du programme d'autosurveillance	8
Tableau 7 Bonnes pratiques lors du traitement du chlore résiduel	12
Tableau 8 Bonnes pratiques lors du rejet de la purge après un traitement-choc	13
Tableau 9 Bonnes pratiques lors de l'implantation d'une ITRE	13
Tableau 10 Estimation de réduction du volume d'eau d'appoint avec un RC modifié	14
Tableau 11 Bonnes pratiques lors de l'implantation d'une ITRE	17

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 Origine de la purge de déconcentration d'une ITRE	2
Figure 2 Évolution des débits en fonction du rapport de concentration d'une ITRE de 700 tonnes de réfrigération	3
Figure 3 Scénario 1 du rejet des purges dans le réseau d'un établissement	10
Figure 4 Scénario 2 du rejet des purges dans le réseau d'un établissement	10
Figure 5 Scénario 3 du rejet des purges dans le réseau d'un établissement	10
Figure 6 Scénario 4 du rejet des purges dans le réseau d'un établissement	11
Figure 7 Échelles LSI, RSI et PSI	15
Figure 8 Section n° 1 du calculateur de LSI, RSI et PSI : champs à remplir	16
Figure 9 Section n° 2 du calculateur de LSI, RSI et PSI : résultats des indices	16
Figure 10 Section n° 3 du calculateur de LSI, RSI et PSI : seuils des indices	17

## LISTE D'ANNEXES

<b>ANNEXE 1 INFORMATION SUPPLÉMENTAIRE SUR LES ITRE</b>	<b>22</b>
<b>ANNEXE 2 FORMULES ET EXEMPLE DE CALCUL DE LA PURGE DE DÉCONCENTRATION</b>	<b>25</b>
<b>ANNEXE 3 EXEMPLE DE DOCUMENT POUR LA SYNTHÈSE DES PRODUITS CHIMIQUES</b>	<b>27</b>

# LÉGENDE

## Symboles



Signale une recommandation ou une obligation importante. Suivez-la attentivement.



Présente les aspects essentiels à la compréhension du sujet.



Indique l'explication d'un principe de base.



Montre que vous devriez appliquer une recommandation.

## GLOSSAIRE

<b>Biofilm</b>	Dépôt associant bactéries, polymères naturels et sels minéraux se formant à la surface des eaux stagnantes et des canalisations.
<b>Eaux de procédé</b>	<p>Eaux usées provenant de l'exploitation d'un établissement industriel, telles les eaux provenant du traitement de l'eau d'alimentation, les eaux provenant des différentes étapes de production, les eaux ou les solutions de lavage pouvant être traitées.</p> <p>Dans les établissements de grande envergure, les eaux de purge des chaudières et les eaux de refroidissement sont généralement mélangées avec les eaux de procédé. Cependant, dans de plus petits établissements, ces eaux sont parfois infiltrées dans le sol ou encore sont mélangées avec les eaux de ruissellement après avoir préalablement été traitées.</p>
<b>Eaux de refroidissement</b>	Eaux utilisées principalement pour le refroidissement des moteurs à combustion interne, des condenseurs de vapeur, etc. Selon le système de refroidissement (contact direct ou indirect), les eaux peuvent être contaminées ou non.
<b>Égout sanitaire</b>	Canalisation affectée au transport des eaux usées domestiques et industrielles.
<b>Égout pluvial</b>	Égout ou fossé de voie publique en milieu urbain servant à la collecte et au transport des eaux pluviales, des eaux souterraines et des eaux de refroidissement non contaminées.
<b>Entraînement vésiculaire</b>	Émissions d'une installation de tour de refroidissement à l'eau, constituées de fines particules d'eau (ou aérosols) entraînées dans l'atmosphère à la sortie de la tour de refroidissement. Ces gouttelettes ont la même composition que l'eau du circuit de la tour.

<b>Installation de tour de refroidissement à l'eau (ITRE)</b>	Le réseau d'eau d'une ou de plusieurs tours de refroidissement à l'eau qui sont interreliées, comprenant leurs composantes, telles que les pompes, les réservoirs ou les compresseurs. Selon la nomenclature de la Régie du bâtiment du Québec, lorsqu'un établissement utilise plusieurs ITRE, celles-ci se différencient par une lettre à la fin du numéro d'identification. Par exemple : TRE-0000-A, TRE-0000-B, TRE-0000-C.
<b>Ouvrage d'assainissement</b>	Tout ouvrage public servant à la collecte, à la réception, au transport, au traitement ou à l'évacuation des eaux ou des matières compatibles avec les procédés d'épuration existants, y compris une conduite d'égout, un fossé ouvert dont le rejet se fait dans une conduite d'égout, une station de pompage des eaux usées et une station d'épuration.
<b>Purge de déconcentration</b>	Lors du fonctionnement normal d'une ITRE, au fur et à mesure que l'eau s'évapore, des sels minéraux demeurent dans l'eau du circuit, ce qui la rend plus minéralisée. Ainsi, des purges de déconcentration sont effectuées pour éviter que ces minéraux forment des dépôts dans le circuit d'eau.
<b>Purge de vidange</b>	Purge qui permet de vider le circuit d'eau de l'ITRE ou le bassin d'eau de la tour de refroidissement à l'eau (TRE). Plusieurs actions sont à l'origine de cette purge : nettoyage physique de la TRE, traitement-choc ou fermeture de l'ITRE.
<b>Refroidissement par passage unique</b>	L'eau est pompée à partir d'une source proche et ne passe qu'une fois dans le système pour absorber la chaleur du processus. Elle est ensuite renvoyée dans la source d'origine. Cette source peut être une rivière, un lac, un océan ou un puits.
<b>Rejet dans l'environnement</b>	Tout rejet vers un milieu naturel qui a été traité ou non par un système de traitement des eaux usées. Les rejets infiltrés dans le sol ou dirigés vers un égout pluvial sont considérés comme des rejets dans l'environnement.
<b>Tonne de réfrigération</b>	Unité de mesure utilisée pour déterminer la capacité d'un système de climatisation ou de refroidissement. Elle correspond à l'effet de refroidissement produit par la fonte d'une tonne de glace (2 000 lb) en 24 heures, c'est-à-dire 12 000 BTU/h.  Dans le cas des tours de refroidissement à l'eau, 1 tonne de réfrigération équivaut à 15 000 BTU/h. Les 3 000 BTU/h additionnels correspondent à la chaleur générée par les compresseurs ou autres équipements du procédé.
<b>Tour de refroidissement à l'eau (TRE)</b>	Équipement qui fonctionne comme un échangeur de chaleur, par contact direct entre l'eau et l'air ambiant. Son efficacité repose sur la surface de contact entre l'élément liquide et l'air. Pour maximiser cette surface de contact, l'eau est diffusée en gouttelettes dans un courant d'air qui traverse la tour : c'est ainsi que la chaleur est évacuée dans l'air ambiant et que l'eau est refroidie.
<b>Traitement-choc</b>	Procédé utilisé pour réduire les résidus bactériens et d'algues dans l'eau. On effectue le traitement-choc en mélangeant une grande quantité d'un biocide comme l'hypochlorite de sodium, qui peut se présenter sous forme de poudre ou de liquide.

## ABRÉVIATIONS

<b>ITRE</b>	Installation de tour de refroidissement à l'eau
<b>LSI</b>	Indice de saturation de Langelier
<b>MELCC</b>	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
<b>OER</b>	Objectifs environnementaux de rejet
<b>PSI</b>	Indice d'écaillage de Puckorius
<b>RBQ</b>	Régie du bâtiment du Québec
<b>RC</b>	Rapport de concentration
<b>REAFIE</b>	Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement
<b>RSI</b>	Indice de stabilité de Ryznar
<b>TRE</b>	Tour de refroidissement à l'eau
<b>US EPA</b>	Agence américaine de protection de l'environnement

# 1. INTRODUCTION

À Québec, l'été 2012 a été marqué par la déclaration de plusieurs cas de légionellose. Cette maladie est une forme d'infection respiratoire causée par une bactérie du genre *Legionella*. En Amérique du Nord, l'espèce causale la plus fréquemment retrouvée est *Legionella pneumophila*. Après enquête, les installations de tours de refroidissement à l'eau (ITRE) ont été identifiées comme une des principales sources susceptibles d'expulser dans l'air de fines gouttelettes d'eau contenant la bactérie.

Dans le but de trouver une solution à ce problème de santé publique, la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) a produit le *Règlement modifiant le Code de sécurité intégrant des dispositions relatives à l'entretien d'une installation de tour de refroidissement à l'eau*. Les propriétaires de ce type d'installation doivent, entre autres, détenir un programme d'entretien afin de réduire le risque d'infection.

L'emploi d'additifs chimiques étant la solution la plus utilisée pour traiter l'eau d'une ITRE, le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) propose dans ce document de bonnes pratiques visant à mieux gérer les rejets dans l'environnement.

En effet, les ITRE génèrent des purges en continu ou périodiques représentant un risque environnemental pour le milieu récepteur. Ces purges peuvent se retrouver dans les stations d'épuration. Elles peuvent également être rejetées dans les cours d'eau directement, par le biais de fossés ou d'égouts pluviaux.

Même si les purges des ITRE ne représentent généralement pas la source principale de contamination d'un établissement, l'impact de celles-ci dans l'environnement peut être important, notamment à cause de leur volume et de leur charge polluante. La mise en place de bonnes pratiques de gestion des purges réduit significativement leur impact sur l'environnement.

## 1.1. À qui s'adresse ces lignes directrices?

1. Aux propriétaires des ITRE. Il vise à :
  - Faire connaître les obligations du Ministère<sup>1</sup>;
  - Faire connaître les bonnes pratiques environnementales permettant de réduire le volume et la charge polluante des purges.
2. Aux analystes qui travaillent dans les directions régionales du Ministère. Il vise à :
  - Énoncer les éléments dont il faut tenir compte dans une demande d'autorisation pour favoriser une analyse uniforme;
  - Permettre aux analystes d'intégrer l'ensemble des problématiques liées aux ITRE afin qu'ils puissent mieux comprendre leur fonctionnement.

## 1.2. Qu'est-ce qu'une purge d'une ITRE?

Il existe deux types de purges, soit de déconcentration et de vidange.

---

<sup>1</sup> Dans le but d'alléger la lecture de ce document, le terme « Ministère » sera utilisé pour désigner le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

Les purges de déconcentration sont effectuées pour éviter que des dépôts de minéraux se forment dans le circuit d'eau. En effet, lors du fonctionnement normal d'une ITRE, au fur et à mesure que l'eau s'évapore, des sels minéraux demeurent dans l'eau du circuit, ce qui la rend plus minéralisée. Le niveau de concentration en sels minéraux tolérable dépend des caractéristiques de l'installation. À la suite de la purge de déconcentration, de l'eau d'appoint est ajoutée au système pour équilibrer le volume d'eau en recirculation. Les différents types de tours de refroidissement à l'eau (TRE) selon leur mode d'échange sont présentés à l'annexe 1.

Les purges de vidange sont réalisées notamment à la suite de la fermeture de l'ITRE, d'un traitement-choc ou d'un nettoyage physique. La vidange est souvent composée de sels minéraux et d'une charge importante d'additifs chimiques. Compte tenu de leur volume important<sup>2</sup> et de leur impact environnemental, ce document portera sur ces deux types de purges : de déconcentration et de vidange.

La figure 1 illustre les étapes précédant la purge de déconcentration.

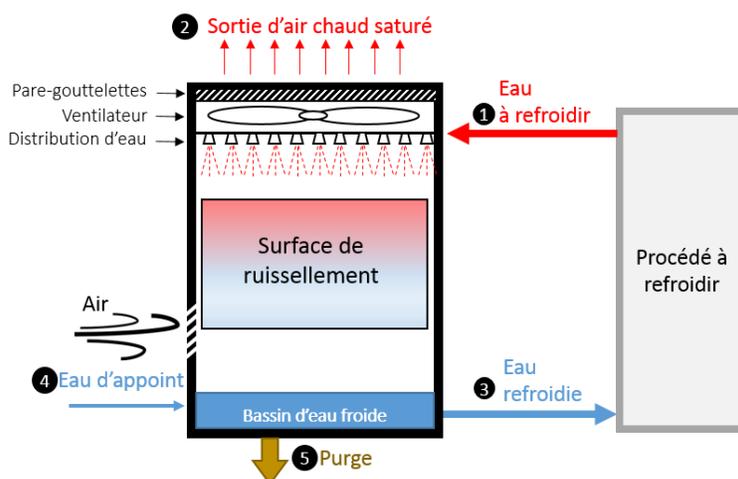


Figure 1 Origine de la purge de déconcentration d'une ITRE

1. L'eau à refroidir entre dans la tour de refroidissement à l'eau (TRE), où elle sera pulvérisée dans un flux d'air.
2. Le flux d'air traverse la surface d'échange thermique et une partie de l'eau s'évapore et sort avec le flux d'air chaud saturé à travers le pare-gouttelettes au sommet de la TRE.
3. L'eau refroidie sort de la TRE par le bassin d'eau froide.
4. De l'eau d'appoint est ajoutée au système pour compenser la perte lors de l'évaporation, de l'entraînement vésiculaire (pare-gouttelettes) et de la purge de déconcentration.
5. Du fait de l'évaporation d'une partie de l'eau, une purge de déconcentration de l'eau du bassin de la TRE ou du circuit de l'ITRE est réalisée pour éliminer des minéraux dissous qui sont susceptibles de créer du tartre et de la corrosion et ainsi de nuire à l'efficacité du système.

### ***Différence entre l'eau de refroidissement et l'eau de purge***

Malgré l'étroite relation qui existe entre l'eau de refroidissement et celle de purge, elles ont des caractéristiques différentes.

<sup>2</sup> Une ITRE de taille moyenne, c'est-à-dire de 700 tonnes de réfrigération, peut rejeter 30 m<sup>3</sup> de purge de déconcentration par jour.

En effet, l'eau de refroidissement respecte les limites du circuit de l'ITRE et du procédé à refroidir, par exemple les limites en matière de dureté et de corrosion. Les purges sont quant à elles des eaux usées qui, à cause de leur charge polluante, ne peuvent pas être utilisées dans l'installation et doivent être rejetées.



À cause des additifs chimiques et autres particules issues de la corrosion et de l'entartrage des circuits d'eau, la purge d'une ITRE n'est pas considérée comme de l'eau de refroidissement, mais plutôt comme de l'eau usée.

### 1.3. Relation entre les purges, le rapport de concentration (RC) et l'eau d'appoint

Le rapport de concentration, connu comme cycles de concentration, représente une comparaison du niveau de solides dissous de la purge de déconcentration par rapport à celui de l'eau d'appoint. Par exemple, à un RC de 4, la purge possède 4 fois la concentration de solides dissous de l'eau d'appoint.



Le RC n'indique pas le nombre de fois que l'eau d'appoint a circulé dans l'installation.

Il est important de signaler que la valeur souhaitable du rapport de concentration est propre à chaque ITRE et qu'elle est cruciale pour son efficacité. En effet, elle dépend de plusieurs variables comme la qualité de l'eau d'appoint, la température de l'eau, la qualité du traitement de l'eau, etc.



Si le RC est trop élevé, il provoquera des purges de déconcentration moins fréquentes, ce qui entraînera la précipitation de sels et la dégradation de la capacité d'échange thermique. Cependant, si le RC est trop faible, il y aura des purges de déconcentration trop fréquentes et par conséquent, un risque de corrosion ainsi qu'une surconsommation en eau et en additifs chimiques.

La figure ci-dessous montre la relation entre les purges de déconcentration, le RC et l'eau d'appoint. Si le RC est établi au maximum tolérable par le système, il y aura une économie dans la consommation en eau d'appoint et en conséquence une consommation d'additifs et un volume des purges de déconcentration moindres.

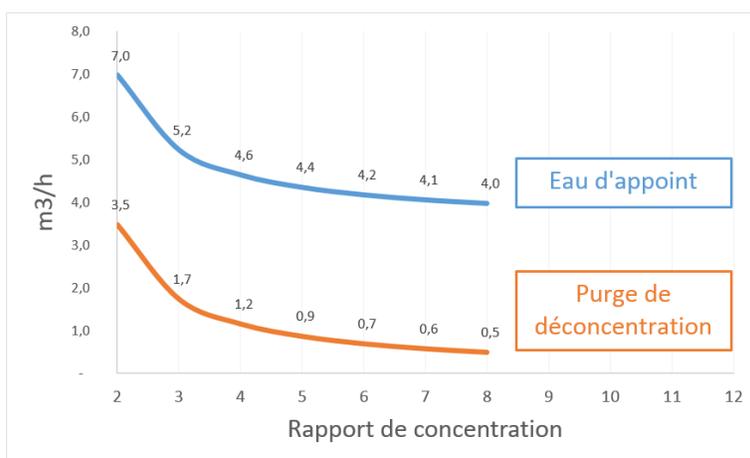


Figure 2 Évolution des débits en fonction du rapport de concentration d'une ITRE de 700 tonnes de réfrigération

## 1.4. Risque environnemental des purges

Différents produits sont ajoutés à l'eau des ITRE dans le but d'assurer leur bon fonctionnement. L'objectif est de contrôler la prolifération microbienne tout en prévenant la formation de tartre et l'apparition de corrosion. Lors des purges, ces produits sont en partie évacués et peuvent, si l'effluent est rejeté dans l'environnement, représenter un risque pour le milieu naturel.



Pour évaluer le risque d'effet que pose le rejet de ces produits pour l'environnement, il faut d'abord évaluer leur dangerosité. Trois aspects des additifs sont alors à considérer, soit la toxicité, la persistance et la bioaccumulation.

Dans le contexte particulier des ITRE, où le contrôle de la bactérie *Legionella pneumophila* est un enjeu majeur, l'utilisation de produits biocides, donc toxiques pour le biote, est nécessaire. Si ces produits sont rejetés dans l'environnement par le biais des purges, leur action biocide pourrait affecter les divers organismes naturellement présents au point de rejet. La toxicité potentielle des divers contaminants est estimée à partir de données écotoxicologiques qui permettent d'évaluer les risques d'effet à court terme (toxicité aiguë ou létale) ou à long terme (toxicité chronique ou sous-létale) de ces composés sur les organismes aquatiques (flore et faune).

La persistance des produits est estimée par l'analyse de leur potentiel de dégradation dans l'environnement aquatique, basée sur des essais de biodégradation standardisés. Une substance qui se dégrade rapidement dans le milieu pose un risque plus faible pour celui-ci qu'une substance de toxicité similaire mais plus persistante.

Une substance bioaccumulable est une substance qui s'accumule dans un organisme à mesure que ce dernier absorbe de l'air, de l'eau ou de la nourriture contaminée. La bioaccumulation ne représente pas un danger en soi, mais ce processus peut aboutir à une charge en contaminants ayant des effets toxiques sur l'organisme lui-même ou sur ceux qui le consomment. Elle est estimée à partir d'études menées sur des organismes ou à partir des propriétés physicochimiques des substances.

Les tableaux des pages 5 et 6 présentent une évaluation qualitative de la toxicité et du devenir des contaminants les plus couramment utilisés dans les ITRE. Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive des composés pouvant être utilisés dans les systèmes de refroidissement. Les substances peuvent être commercialisées séparément ou combinées en un seul produit. La consultation des fiches signalétiques des produits commerciaux des ITRE permettra de connaître la liste des additifs à considérer dans l'analyse de risque environnemental. De plus, la conception du système influence la sélection des additifs. Ainsi, ce ne sont pas nécessairement tous les systèmes qui auront recours à des dispersants, par exemple.

La liste d'acronymes ci-dessous présente les sources des données utilisées pour l'évaluation environnementale.

AQUIRE	AQUatic Toxicity Information REtrieval (US EPA)
CRIQ	Centre de recherche industrielle du Québec
ECCC	Environnement et Changement climatique Canada
ECOTOX	ECOTOXicology Knowledgebase (US EPA)
HSDB	Hazardous Substances Data Bank
IUCLID	Agence européenne des produits chimiques
PAN	Pesticide Action Network
US EPA	Agence américaine de protection de l'environnement

Tableau 1 Évaluation environnementale des inhibiteurs de corrosion

Exemples d'additifs	Zinc	Phosphonates et polyphosphates	Tolyltriazole et Benzotriazole	Polymère
Toxicité	Très	Généralement non	Peu	Selon la formulation
Persistence	Oui	Oui	Oui	
Bioaccumulation	Non	Généralement non	Non	
Effet d'enrichissement du milieu naturel	Non	Oui	Non	
Source d'information	US EPA	ECCC	AQUIRE, HSDB, ECCC	Non applicable

Tableau 2 Évaluation environnementale des inhibiteurs de tartre

Exemples d'additifs	Polyphosphates, phosphonates, certains polymères
Toxicité	Généralement peu ou non toxique
Persistence	Oui
Bioaccumulation	Généralement non bioaccumulable
Effet d'enrichissement du milieu naturel	Oui
Source d'information	ECCC

Tableau 3 Évaluation environnementale des dispersants

Exemples d'additifs	Copolymères et surfactants
Toxicité	Selon la formulation
Persistence	
Bioaccumulation	
Effet d'enrichissement du milieu naturel	

Tableau 4 Évaluation environnementale des biocides oxydants

Exemples d'additifs	Chlore ou combinaison de chlore et de brome	Ozone
Toxicité	Très	Très
Persistence	Non	Non
Bioaccumulation	Non	Non
Effet d'enrichissement du milieu naturel	Non	Non
Source d'information	ECOTOX, PAN	

Tableau 5 Évaluation environnementale des *biocides non oxydants*

Exemples d'additifs	Isothiazolines	2,2-Dibromo-3-nitrilopropionamide	Glutaraldéhyde	Composés quaternaires d'ammonium (ammonium quaternaire)
Toxicité	Très	Très	Très	Très
Persistance	Non	Non	Non	Variable
Bioaccumulation	Non	Non	Non	Non
Effet d'enrichissement du milieu naturel	Non	Non	Non	Non
Source d'information	AQUIRE, ECOTOX, IUCLID, ECC	ECOTOX, PAN, HSDB	ECOTOX, HSDB	CRIQ, US EPA

L'évaluation du risque ne se limite pas à l'évaluation de la dangerosité du produit. Il faut également tenir compte des concentrations résiduelles attendues à l'effluent et de la sensibilité du milieu récepteur. La traitabilité est aussi un facteur à considérer.

La possibilité de dégrader une substance avant son rejet dans l'environnement peut réduire le risque environnemental qu'elle pose pour le milieu récepteur et justifier son utilisation. Par exemple, les biocides à base de chlore sont très toxiques mais peuvent être éliminés par un système de déchloration. Dans le cas de produits organiques, tels que certains biocides non oxydants, la purge peut être dirigée vers un traitement biologique compatible, ce qui devrait réduire leur teneur à l'effluent. Lorsqu'il n'est pas possible de traiter adéquatement la purge, l'utilisation d'intrants de nature différente devrait être privilégiée.

L'évaluation des systèmes s'effectue au cas par cas, en fonction de chaque situation. Par ailleurs, des exigences plus sévères peuvent être fixées par le Ministère en fonction du risque du rejet pour le milieu, évalué à partir de la méthode des objectifs environnementaux de rejet (OER).

## 2. LES OBLIGATIONS DU PROPRIÉTAIRE

### 2.1. Établissements visés par ces lignes directrices

Ces lignes directrices s'appliquent à toute installation de tour de refroidissement à l'eau installée et exploitée au Québec.

### 2.2. Assujettissement des ITRE

L'installation et l'exploitation subséquente d'une ITRE sont des activités visées par une autorisation en vertu de l'article 22, 1<sup>er</sup> alinéa, 3<sup>e</sup> paragraphe, et 2<sup>e</sup> alinéa de la Loi sur la qualité de l'environnement. L'installation assujettie devrait respecter le programme d'autosurveillance de la prochaine section.



Cependant, certaines ITRE sont exemptées d'une autorisation en vertu du Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement (REAFIE).

En attendant que le REAFIE soit en vigueur, l'encadrement des ITRE est déterminé par le Ministère en fonction de la susceptibilité d'entraîner un impact sur l'environnement.

### 2.3. Programme d'autosurveillance

#### 2.3.1. Contenu du programme d'autosurveillance

L'information exigée par le [Code de sécurité de la Loi sur le bâtiment, chapitre B-1.1, r3](#), comme les programmes d'entretien et les registres, pourrait être demandée au propriétaire. Le contenu du programme est divisé en deux sections : l'information générale et les exigences de rejet et de suivi.

#### **a. Information générale**

1. Capacité de refroidissement de l'ITRE en tonnes de réfrigération.
2. Rapport de concentration (RC).
3. Estimation des débits ci-dessous. Les formules et un exemple de calcul sont présentés à [l'annexe 2](#).
  - Recirculation;
  - Évaporation;
  - Purge de déconcentration;
  - Taux d'entraînement;
  - Eau d'appoint.
4. Description de la localisation du rejet des purges de déconcentration et de vidange ou leur identification sur un plan. Par exemple : rejet de la purge de déconcentration : fossé ABC situé au nord de l'établissement. Rejet de la purge de vidange : station de traitement physicochimique de l'établissement.
5. Synthèse des produits chimiques utilisés (voir exemple à [l'annexe 3](#)).
6. **Si applicable** : description du système de traitement des purges de déconcentration et de vidange. Un traitement pourrait être nécessaire pour que les exigences de rejet du tableau 6 soient respectées.

## b. Exigences de rejet et de suivi pour un rejet dans l'environnement



Les conditions ci-dessous doivent être considérées lors du respect des exigences de rejet et de suivi.

7. Le point d'échantillonnage varie selon le rejet des purges dans le réseau d'eau de l'établissement. Veuillez consulter la section 2.3.2 « [Le point d'échantillonnage du programme d'autosurveillance](#) ».
8. L'échantillonnage instantané est exigé pour tous les paramètres sauf le chlore résiduel total, qui devrait être mesuré en continu.
9. Les méthodes acceptées pour l'analyse du chlore résiduel total sont les méthodes par colorimétrie et par ampérométrie. La méthode par oxydoréduction n'est pas acceptée. Pour plus d'information, consultez la section [3.1.1 « Analyse et traitement du chlore résiduel total »](#).
10. À cause de la déchloration passive, l'analyse du chlore résiduel total devrait être effectuée au site d'échantillonnage.
11. Le Ministère établira si une demande de calcul ou de modification des objectifs environnementaux de rejet (OER) est nécessaire pour que les exigences de suivi soient respectées entièrement.

Tableau 6 Exigences de rejet et de suivi du programme d'autosurveillance

Paramètre	Exigence de rejet	Fréquence de suivi	
		Purge de déconcentration	Purge de vidange
pH	6-9,5	3 mois	Chaque fois
Demande biologique en oxygène	30 mg/l	3 mois	Chaque fois
Matières en suspension	50 mg/l	3 mois	Chaque fois
Phosphore total	1 mg/l	3 mois	Chaque fois
Chlore résiduel total	0,1 mg/l	En continu	Chaque fois
Toxicité létale ( <i>Daphnia magna</i> )	1 UTa	6 mois	Chaque fois
Trihalométhanes	-	Annuelle	-
Arsenic	0,2 mg/l	Annuelle	-
Cuivre	0,2 mg/l	Annuelle	-
Fer	6 mg/l	Annuelle	-
Nickel	0,5 mg/l	Annuelle	-
Plomb	0,2 mg/l	Annuelle	-
Zinc	0,8 mg/l	Annuelle	-

## 2.3.2. Point d'échantillonnage du programme d'autosurveillance

Le point d'échantillonnage des purges devrait être représentatif du fonctionnement de l'installation, c'est-à-dire sans l'influence de l'eau d'appoint et de l'ajout d'additifs. Une vanne dans le circuit de la purge pourrait être utilisée comme point d'échantillonnage. Dans le cas d'un système comprenant plusieurs TRE, un échantillon composé devrait être prélevé de l'ensemble des bassins ou des circuits d'eau.



La méthode de collecte de l'échantillon par l'intermédiaire d'une vanne est décrite dans la section 2.3 du [Protocole d'échantillonnage de l'eau du circuit des tours de refroidissement pour la recherche des légionelles DR-09-11](#), réalisé par le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. Une vidéo expliquant la prise de l'échantillon est disponible sur le [site Web de la RBQ](#).

Les figures ci-dessous expliquent les icônes utilisées dans les scénarios de la page suivante. Les quatre scénarios présentent différents points d'échantillonnage selon le rejet des purges dans le réseau d'eau de l'établissement.

### Explication des icônes

	Rejet des purges de l'ITRE
	Autres effluents de l'établissement
	Environnement
	Le rejet dans un réseau d'égout pluvial est considéré comme étant dans l'environnement.
	Système de traitement complémentaire ou exclusif aux purges de l'ITRE
	Système de traitement des eaux usées
	Effluent en aval d'un système de traitement des eaux usées
	Point d'échantillonnage à l'effluent intermédiaire, c'est-à-dire <u>avant le mélange des purges avec d'autres effluents</u>
	Ce point d'échantillonnage devrait être répertorié dans le programme d'autosurveillance en tant qu' <b>effluent intermédiaire</b> .
	Point d'échantillonnage à l'effluent final, c'est-à-dire avant le rejet dans l'environnement
	Ce point d'échantillonnage devrait être répertorié dans le programme d'autosurveillance en tant qu' <b>effluent final</b> .

## Scénarios où le point d'échantillonnage est à l'effluent final

### Scénario 1

Les purges sont rejetées dans l'environnement. Il est possible que les purges soient préalablement dirigées vers un système de traitement.

Tous les paramètres du [tableau 6](#) devraient être contrôlés à l'effluent final.

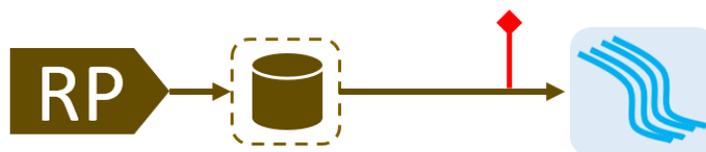


Figure 3 Scénario 1 du rejet des purges dans le réseau d'un établissement

### Scénario 2

Les purges sont mélangées avec un autre effluent et traitées dans un système de traitement des eaux usées compatible avec les caractéristiques des purges.

Tous les paramètres devraient être contrôlés à l'effluent final. Toutefois, si l'effluent final de l'établissement est déjà suivi par un programme d'autosurveillance, donc soumis à certaines exigences présentées dans le [tableau 6](#), il revient à l'analyste du Ministère d'ajuster le programme en fonction des nouvelles exigences et des paramètres manquants. Néanmoins, les exigences en vigueur devraient avoir préséance sur celles de ce document.

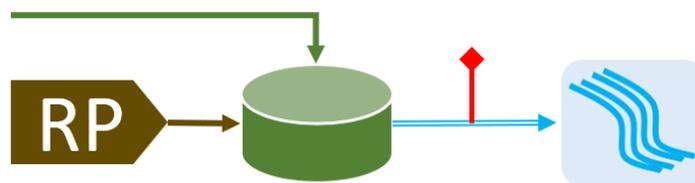


Figure 4 Scénario 2 du rejet des purges dans le réseau d'un établissement

## Scénarios où le point d'échantillonnage est l'effluent intermédiaire et/ou l'effluent final

### Scénario 3

Les purges sont mélangées avec d'autres effluents avant d'être rejetées dans l'environnement. Il est possible que les purges soient préalablement dirigées vers un système de traitement.

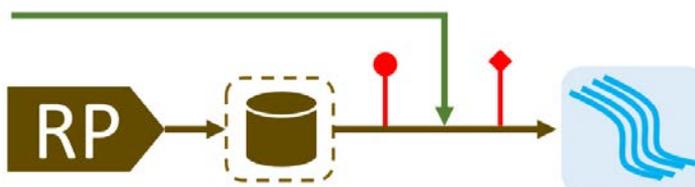


Figure 5 Scénario 3 du rejet des purges dans le réseau d'un établissement

## Scénario 4

Les purges traitées ou non sont mélangées en aval avec un effluent traité.

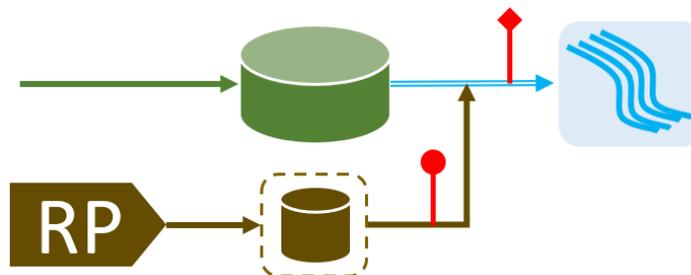


Figure 6 Scénario 4 du rejet des purges dans le réseau d'un établissement



### Scénarios 3 et 4 : conditions de contrôle des paramètres :

- Le chlore résiduel total devrait être contrôlé à l'effluent intermédiaire;
- Le pH et la toxicité létale devraient être contrôlés à l'effluent final;
- Dans le cas des autres paramètres, si l'effluent final de l'établissement est déjà suivi par un programme d'autosurveillance, donc soumis à certaines exigences présentées dans le [tableau 6](#), il revient à l'analyste du Ministère d'ajuster le programme en fonction des nouvelles exigences et des paramètres manquants. Néanmoins, les exigences en vigueur devraient avoir préséance sur celles de ce document.

S'il n'y a pas de normes pour ces paramètres, ce sont celles du [tableau 6](#) qui s'appliquent à l'effluent intermédiaire de la purge.



Le remplacement du point d'échantillonnage à l'effluent intermédiaire par l'effluent final est conditionné par une analyse exhaustive des effluents mélangés. En effet, la dilution n'est pas une méthode de traitement acceptée par le Ministère. Ainsi, les caractéristiques des purges et des autres effluents devraient être similaires avant leur mélange.

## 2.4. Autres orientations pertinentes du Ministère

Le [Modèle de Règlement relatif aux rejets dans les réseaux d'égout des municipalités du Québec](#) préconise, à moins d'une autorisation du Ministère, de diriger les eaux usées (purges) vers le réseau d'égout sanitaire et non vers le réseau d'égout pluvial.

La [Position technique sur le rejet d'eaux chlorées dans le milieu aquatique](#) décrit l'impact du rejet des eaux chlorées dans l'environnement et de sa diminution grâce à la déchloration. Des recommandations issues de cette position technique sont expliquées dans le présent document à la section 3.1.1 « [Analyse et traitement du chlore résiduel total](#) ».

### 3. BONNES PRATIQUES ENVIRONNEMENTALES

Le but des bonnes pratiques mentionnées ci-dessous est de réduire le volume et la charge polluante des purges d'une ITRE, tout en garantissant le respect des dispositions relatives à l'entretien d'une installation de tour de refroidissement à l'eau du [Code de sécurité de la Loi sur le bâtiment, chapitre B-1.1, r3](#).



Il existe un lien direct entre la réduction de l'impact environnemental des purges et la gestion opérationnelle de l'ITRE. Ainsi, plusieurs bonnes pratiques présentées ci-dessous visent l'amélioration opérationnelle de l'installation.



Avant de mettre en place les bonnes pratiques, il est recommandé de réaliser une analyse exhaustive des variables propres à l'installation (voir [Guide explicatif sur l'entretien des installations de tours de refroidissement à l'eau](#), publié en 2014 par la Régie du bâtiment du Québec).

#### 3.1. Lors du traitement de la purge

##### 3.1.1. Analyse et traitement du chlore<sup>3</sup> résiduel total

Le chlore est largement utilisé comme désinfectant dans les ITRE. Le rejet d'un effluent contenant du chlore résiduel peut engendrer des effets néfastes sur la vie aquatique. Ainsi, la déchloration s'avère une solution pour réduire l'impact environnemental.

Tableau 7 Bonnes pratiques lors du traitement du chlore résiduel

	<p>La méthode par colorimétrie au réactif DPD<sup>4</sup> est la plus répandue pour l'analyse du chlore résiduel total. Elle peut être utilisée dans un effluent en continu ou par échantillonnage instantané avec un appareil portatif.</p> <p>La méthode par ampérométrie peut également mesurer en continu ou par échantillonnage instantané le chlore résiduel total.</p>
	<p>Le suivi du potentiel d'oxydoréduction n'est pas une mesure de concentration directe, mais plutôt une mesure du niveau d'activité. Le potentiel d'oxydoréduction n'est pas spécifique à un composé, mais à toutes les réactions chimiques. Ce n'est donc pas une mesure adéquate pour vérifier la concentration en chlore résiduel total bien que ce système puisse être utilisé pour contrôler l'ajout du réducteur.</p>
	<p>Lorsque la déchloration passive n'est pas suffisante pour atteindre les concentrations seuils, ou que des contraintes techniques empêchent sa réalisation, une <b>déchloration chimique</b> est nécessaire. Plusieurs produits peuvent être introduits dans l'eau de purge pour la déchloration. Les composés les plus utilisés sont le dioxyde de soufre</p>

<sup>3</sup> La chimie du brome est très semblable à celle du chlore, et ces deux éléments sont couramment utilisés de façon combinée. Par souci de concision et de clarté, les recommandations émises pour le chlore dans le présent document s'appliquent également pour le brome.

<sup>4</sup> Diéthyl-p-phénylènediamine.

	<p>(SO<sub>2</sub>), le bisulfite de sodium (NaHSO<sub>3</sub>) et le métabisulfite de sodium (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).</p>
	<p>Ces composés à base de soufre peuvent produire un excès de soufre dans l'effluent qui peut entraîner une baisse notable du taux d'oxygène dans le milieu naturel. Le dosage pourrait être vérifié à l'aide d'un bilan massique.</p> <p><b>Le dosage du produit de déchloration devrait donc être précis afin que la quantité nécessaire à la déchloration ne soit pas dépassée et que le rejet ne s'enrichisse pas d'un produit qui pourrait avoir un effet indésirable dans le milieu.</b></p>
	<p>Des composés qui ont peu ou pas d'impacts sur l'environnement, tels que l'acide ascorbique et le peroxyde d'hydrogène, peuvent aussi être employés. Le premier est cependant plus cher que les composés soufrés et le second est moins efficace contre le chlore combiné (chloramines).</p>
	<p>Un système de filtration au charbon actif peut aussi être utilisé pour déchloration l'effluent. Contrairement aux autres composés qui laissent des résidus de chlore, la déchloration par ce système est alors considérée comme totale.</p>

### 3.1.2. Rejet de la purge après un traitement-choc

*Tableau 8 Bonnes pratiques lors du rejet de la purge après un traitement-choc*

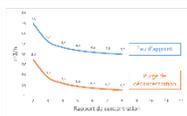
	<p>Créez une procédure de purge de vidange pour garantir que le rejet respectera en tout temps les exigences de la municipalité ou du programme d'autosurveillance du tableau 6.</p>
---	--

### 3.2. Lors du traitement de l'eau en recirculation

Le propriétaire de l'ITRE devrait travailler activement avec son fournisseur d'additifs afin de mettre en place les bonnes pratiques présentées ci-dessous.

*Tableau 9 Bonnes pratiques lors de l'implantation d'une ITRE*

	<p>Choisissez un fournisseur d'additifs expert en gestion des ITRE et ouvert à établir un plan de traitement basé sur l'amélioration de la performance du système.</p>
 	<p>Améliorez vos connaissances quant aux additifs utilisés et leurs fonctions dans l'ITRE afin de déceler des anomalies et de trouver des pistes d'amélioration.</p> <p>Renseignez-vous sur la façon dont les additifs sont injectés dans le système et sur la possibilité d'améliorer la fréquence, le dosage, le temps de demi-séjour et le point d'injection.</p> <p>Respectez les doses d'additifs recommandées, ainsi que contrôlez et validez la bonne injection du produit dans le circuit.</p>

	Évaluez la possibilité de remplacer les additifs par des produits ou des technologies moins nocifs pour l'environnement. Renseignez-vous sur les sous-produits générés par les additifs.
	Faites un suivi rigoureux (respectez les fréquences et maintenez à jour un registre de suivi) des résultats du plan de traitement, par exemple les volumes d'eau d'appoint et de la purge de déconcentration, les coupons de corrosion, la concentration résiduelle d'additifs, le rapport de concentration, etc. La création d'indicateurs de performance est une bonne méthode pour réaliser ce suivi.
	Maximisez le rapport de concentration (voir prochaine, section 3.3 « <a href="#">Estimation du rapport de concentration (RC) maximal</a> »).
	Demandez à votre fournisseur un bilan d'eau de l'ITRE : eau en recirculation, évaporation, purge de déconcentration, eau d'appoint.
	Établissez un plan de traitement de l'eau qui permet de maintenir le biofilm à son épaisseur minimale. Cela vous évitera de réaliser des traitements-chocs.

### 3.3. Estimation du rapport de concentration (RC) maximal

L'objectif de cette bonne pratique est d'estimer le RC maximal tolérable par l'installation et ainsi de réduire le volume des purges de déconcentration. Comme montré à la figure 2 « [Évolution des débits en fonction du rapport de concentration d'une ITRE de 700 tonnes de réfrigération](#) », au fur et à mesure que le RC augmente, le volume des purges de déconcentration et de l'eau d'appoint diminue.



Avant de modifier le RC de l'ITRE, il est primordial d'établir un plan d'action avec toutes les personnes engagées dans sa gestion, à savoir le fournisseur d'additifs, les opérateurs, le personnel de maintenance, de bâtiment, etc.

Le tableau ci-dessous présente une estimation de la réduction du volume d'eau d'appoint avec un RC modifié.

Tableau 10 Estimation de réduction du volume d'eau d'appoint avec un RC modifié

		RC final										
		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
RC initial	1,5	33 %	44 %	50 %	53 %	56 %	58 %	60 %	61 %	62 %	63 %	64 %
	2,0		17 %	25 %	30 %	33 %	38 %	40 %	42 %	43 %	44 %	45 %
	2,5			10 %	16 %	20 %	25 %	28 %	30 %	31 %	33 %	34 %
	3,0				7 %	11 %	17 %	20 %	22 %	24 %	25 %	26 %
	3,5					5 %	11 %	14 %	17 %	18 %	20 %	21 %
	4,0						6 %	10 %	13 %	14 %	16 %	17 %
	5,0							4 %	7 %	9 %	10 %	11 %
	6,0								3 %	5 %	6 %	7 %

## Deux bonnes pratiques :

1. Il est important d'augmenter le RC d'une unité à la fois et de faire un suivi de l'ITRE pendant quelques semaines avant de continuer l'augmentation.
2. Prélever des données avant et après la modification est crucial pour mesurer l'amélioration, par exemple le volume d'eau d'appoint, le volume d'eau de la purge de déconcentration, la consommation d'additifs, les analyses de légionellose, la concentration de contaminants de la purge, etc.

### 3.3.1. Un outil de calcul pour estimer le RC maximal

L'outil proposé dans ce document calcule les trois indices les plus utilisés dans le domaine, soit l'indice de saturation de Langelier (LSI), l'indice de stabilité de Ryznar (RSI) et l'indice d'écaillage de Puckorius (PSI). Le choix de l'indice à utiliser (ou combinaison d'indices) ne semble pas unanime dans la littérature.

Cinq paramètres de l'eau d'appoint sont nécessaires pour le calcul des indices : **pH, température, dureté calcique, alcalinité et solides totaux dissous.**



Ces indices permettent de prédire si l'eau d'appoint aura tendance à précipiter ou à dissoudre le carbonate de calcium dans l'ITRE. Le propriétaire pourra ainsi estimer le RC maximal tolérable par son installation.



Dans le cas du LSI, sa valeur d'équilibre théorique est égale à 0, néanmoins des experts recommandent des valeurs entre 1,5 et 2,5 avant de lancer un avertissement de formation de tartre. **Alors, il est important que le propriétaire établisse les seuils des indices de son ITRE.**



Il est à noter que la précision de ces indices est meilleure lorsqu'il s'agit de l'eau d'appoint non traitée ou traitée avec des additifs qui solubilisent le carbonate de calcium, en d'autres mots, des additifs qui ne génèrent pas de salissures qui puissent précipiter.

La figure ci-dessous présente les échelles des indices et une indication sur la possibilité que l'eau forme du tartre, soit en équilibre, soit agressive.

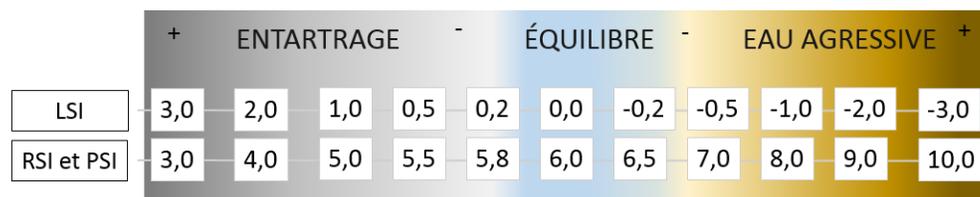


Figure 7 Échelles LSI, RSI et PSI

## Utilisation de l'outil de calcul



Prenez note que le Ministère n'offre pas de soutien technique pour cet outil de calcul. Si vous avez de la difficulté à utiliser le fichier, veuillez consulter une personne connaissant le fonctionnement du logiciel Microsoft Excel.

Cet outil n'a pas force de loi. L'utilisateur dégage le Ministère de toute responsabilité liée à

l'utilisation du fichier et des données générées.



L'outil pour calculer l'indice de saturation de Langelier (LSI), l'indice de stabilité de Ryznar (RSI) et l'indice d'écaillage de Puckorius (PSI) est disponible en format Excel dans notre site Web.

Son contenu est divisé en trois sections :

1. Champs à remplir avec les caractéristiques de l'eau d'appoint et le rapport de concentration ciblé de l'ITRE.



Assurez-vous de choisir la bonne unité de mesure pour la température, la dureté calcique, l'alcalinité et les solides dissous totaux.

Entrez vos valeurs dans les champs verts			
<b>Caractéristiques de l'eau d'appoint</b>			
pH		8,2	
Température en °C	▼	8	°C
Dureté calcique en CaCO <sub>3</sub>	▼	500	mg/l en CaCO <sub>3</sub>
Alcalinité en CaCO <sub>3</sub>	▼	100	mg/l en CaCO <sub>3</sub>
Conductivité	▼	1000	µS/cm
<b>Rapport de concentration (RC) ciblé</b>		4	

Figure 8 Section n° 1 du calculateur de LSI, RSI et PSI : champs à remplir

2. Résultats des indices et leur interprétation selon les seuils théoriques définis dans la section 3.

LSI	1,7	Tendance à faire du tartre
RSI	4,8	Tendance à faire du tartre
PSI	4,6	Tendance à faire du tartre

Figure 9 Section n° 2 du calculateur de LSI, RSI et PSI : résultats des indices

3. Seuils des indices. Les valeurs sont modifiables selon les tolérances de l'ITRE.

Dans le cas du LSI, sa valeur d'équilibre théorique est égale à 0, néanmoins des experts recommandent des valeurs entre 1,5 et 2,5 avant de lancer un avertissement de formation de tartre.

Alors, **AU BESOIN** modifiez ci-dessous les seuils des indices de votre ITRE.

LSI	Inférieur à	0	Tendance à être corrosive
	Supérieur à	0	Tendance à faire du tartre
RSI ou PSI	Inférieur à	6,2	Tendance à faire du tartre
	Supérieur à	6,2	Tendance à être corrosive

Figure 10 Section n° 3 du calculateur de LSI, RSI et PSI : seuils des indices

### 3.4. Lors de l'amélioration opérationnelle de l'ITRE

Le tableau ci-dessous présente plusieurs bonnes pratiques à prendre en considération lors de l'installation d'un système.

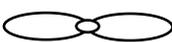


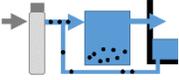
Renseignez-vous sur l'ensemble des aspects techniques de votre ITRE. Afin de mieux comprendre son fonctionnement, vous devriez connaître les caractéristiques et les rôles de ses composants. Certains ouvrages répertoriés dans la section « [Références](#) » de ce document contiennent des renseignements utiles.



Il est important d'examiner au préalable des mesures visant à réduire la quantité de chaleur dirigée vers la TRE. La mise en place de projets en efficacité énergétique permet d'améliorer la performance des systèmes, d'éviter le gaspillage énergétique ou de réutiliser la chaleur des procédés pour éviter leur rejet dans l'environnement.

Tableau 11 Bonnes pratiques lors de l'implantation d'une ITRE

	Utilisez un pare-gouttelettes à haute efficacité, par exemple à un taux d'entraînement à 0,0005 %.
	Le choix des matériaux influence le type de traitement de l'eau ainsi que la maintenance et la durée de vie de l'équipement.  La passivation permet de créer une couche d'oxyde anticorrosion sur les métaux. Ce processus devrait être réalisé par le fabricant de la tour de refroidissement à l'eau avant son installation. Si la passivation est réalisée sur le site du propriétaire, les purges devront respecter les exigences de la municipalité ou du programme d'autosurveillance du tableau 6.
	Utilisez des ventilateurs à deux vitesses ou avec un mécanisme d'entraînement à fréquence variable qui s'ajustent aux changements de charge thermique et aux conditions extérieures. Cela améliore aussi l'efficacité énergétique de l'installation et aide à contrôler les paramètres opérationnels.

	<p>L'accessibilité à l'ITRE permet l'exécution des différentes tâches de nettoyage et de maintenance.</p>
	<p>Utilisez des équipements et des outils de contrôle interconnectés et gérés automatiquement, par exemple des compteurs de l'eau d'appoint et de la purge de déconcentration, des sondes de lecture en continu, des vannes, des pompes doseuses, des détecteurs de niveau, etc.</p> <p>Utilisez des instruments d'entretien facile.</p> <p>Une alarme de débordement de l'eau du bassin permet d'éviter la surconsommation d'eau.</p>
	<p>Pour limiter la formation de biofilm, la vitesse de circulation de l'eau devrait garantir un écoulement turbulent dans le réseau.</p> <p>Évitez le risque d'eau stagnante et de bras morts.</p> <p>Assurez-vous du bon fonctionnement des vannes.</p>
	<p>Adoucissez l'eau d'appoint si sa dureté est trop élevée. Faites attention au risque de corrosion si l'eau est trop adoucie.</p> <p>Utilisez un système de filtration pour éliminer les impuretés de l'eau du bassin ou du circuit.</p>
	<p>Faites une analyse méthodique des risques de l'ITRE. Un guide sur cet outil d'analyse est mentionné dans les références : Michèle Merchat, <i>Guide analyse méthodique des risques légionelles et circuits TAR</i>, partie 1 : « Principe de l'AMR », et partie 2 : « Exemples ».</p>
	<p>Couvrez les zones exposées pour éviter toute exposition directe aux rayons du soleil. Cela réduit considérablement le taux de croissance des colonies d'algues.</p>
	<p>Prenez en considération la qualité de l'air environnant, laquelle peut influencer la quantité de matières présentes dans l'eau de l'ITRE.</p>
	<p>Évaluez la possibilité de réutiliser de l'eau, soit la purge dans un autre système de l'établissement ou de l'eau d'un autre procédé comme eau d'appoint de l'ITRE.</p>

### 3.4.1. Attention particulière sur le recyclage des purges

Les purges peuvent parfois être recyclées dans d'autres systèmes de l'établissement. Cela dépend de plusieurs caractéristiques tant du procédé récepteur que de la purge. Malgré les avantages de cette bonne pratique, il faut gérer le rejet final de ces eaux (voir section 2.3.2 « [Le point d'échantillonnage du programme d'autosurveillance](#) »).

## RÉFÉRENCES

Association of Water Technologies (AWT). *Classroom training 14 Water treatment calculations*. 2015. Formation en ligne. [En ligne].

<https://edu.awt.org/education/catalog/>

Baltimore Aircoil International (BAC). *Avenir des refroidisseurs d'eau atmosphériques*. 2004. [En ligne].

[https://www.baltimoreaircoil.eu/sites/BAC/files/BAC\\_AvenirRefrigidisseurs\\_PRD0403v00FR.pdf](https://www.baltimoreaircoil.eu/sites/BAC/files/BAC_AvenirRefrigidisseurs_PRD0403v00FR.pdf).

Baltimore Aircoil Company (BAC). *Refroidissement évaporatif*. 2017. [En ligne].

<https://www.baltimoreaircoil.eu/fr/base-de-connaissances/refroidissement-evaporatif>.

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ). *Protocole d'échantillonnage de l'eau du circuit des tours de refroidissement pour la recherche des légionelles DR-09-11*. 2013. [En ligne].

[www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/DR09\\_11echant\\_tours.pdf](http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/DR09_11echant_tours.pdf).

Centre technique des industries aérauliques et thermiques (CETIAT), Dominique Hantz. *Les différents procédés de refroidissement d'eau dans les installations industrielles et tertiaires – Guide technique*. 2005. [En ligne].

<https://www.cetiat.fr/fr/les-differents-procedes-de-refroidissement-d-eau-dans-les-installations-industrielles-et-tertiaires>.

Cloete, Eugene, et Hans-Curt Flemming. "Environmental Impact of Cooling Water Treatment for Biofouling and Biocorrosion Control", chapitre 13 de l'ouvrage *Operational and Environmental Consequences of Large Industrial Cooling Water Systems*. 2012. [En ligne].

[https://www.researchgate.net/publication/286074182\\_Environmental\\_Impact\\_of\\_Cooling\\_Water\\_Treatment\\_for\\_Biofouling\\_and\\_Biocorrosion\\_Control](https://www.researchgate.net/publication/286074182_Environmental_Impact_of_Cooling_Water_Treatment_for_Biofouling_and_Biocorrosion_Control).

Département de l'Environnement et des Ressources naturelles de Caroline du Nord, et collab. *Water Efficiency Manual for Commercial, Industrial and Institutional Facilities*. Pages 39-48. 2009. [En ligne].

<https://savewaternc.org/Documents/water-efficiency-business.pdf>.

European Commission DG ENV / RIVM. *Supplement to the Methodology for Risk Evaluation of Biocides. Harmonisation of Environmental Emission Scenarios for Biocides Used as Preservatives for Liquid Cooling Systems (Product Type 11)*. 2003. [En ligne].

[https://echa.europa.eu/documents/10162/16908203/pt11\\_preservatives\\_for\\_liquid\\_cooling\\_and\\_processing\\_systems\\_en.pdf/eafd3070-26bf-4e74-93c9-0d1d46b91d18](https://echa.europa.eu/documents/10162/16908203/pt11_preservatives_for_liquid_cooling_and_processing_systems_en.pdf/eafd3070-26bf-4e74-93c9-0d1d46b91d18).

Gouvernement du Canada : Environnement et ressources naturelles. *Guide de déclaration des émissions des tours de refroidissement humides*. 2<sup>e</sup> édition. 2018. [En ligne].

<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/inventaire-national-rejets-polluants/declaration/outils-calcul-emissions-secteur/guide-particules-tours-refroidissement-humides.html>.

Gouvernement du Canada : Santé Canada. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique – le chlore*. 2016. [En ligne].

<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/recommandations-pour-qualite-eau-potable-canada-chlore-document-technique/page-3-recommandations-pour-qualite-eau-potable-canada-chlore-document-technique.html>.

Gouvernement du Canada : Travaux publics et Services gouvernementaux Canada. *IM 15161 – 2013 Lutte contre la Legionella dans les systèmes mécaniques*. 2016. [En ligne].

<https://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/biens-property/documents/legionella-fra.pdf>.

Gouvernement du Québec. *Code de sécurité*. Loi sur le bâtiment (chapitre b-1.1, r.3). [En ligne]. [legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/B-1.1,%20r.%203](http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/B-1.1,%20r.%203).

Jacksonville Electric Authority (JEA). *Best Management Practice and Guidance Manual for Cooling Towers*. Prepared by JEA for the control of pollutants discharged to the sanitary collection system. 2005. [En ligne]. [https://www.iwa-network.org/filemanager-uploads/WQ\\_Compendum/Database/Future\\_analysis/087.pdf](https://www.iwa-network.org/filemanager-uploads/WQ_Compendum/Database/Future_analysis/087.pdf).

Jetten, Henriette. *Bactéries Legionella spp et tours de refroidissement à l'eau : la gestion des facteurs de risque dans le Règlement modifiant le Code de sécurité de la Loi sur le bâtiment*. Université de Sherbrooke. 2014. [En ligne]. [https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais\\_2014/Jetten\\_H\\_2014-06-12\\_.pdf](https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2014/Jetten_H_2014-06-12_.pdf).

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). *Reference Guide for Building Design and Construction*. Version 4. 2016. 817 p.

McDonald, James, PE, CWT. *One Ton of Cooling*. Originally Published: CSTN. 2005. [En ligne]. [www.veoliawatertech.com/crownsolutions/ressources/documents/2/21922,Water-pp259.pdf](http://www.veoliawatertech.com/crownsolutions/ressources/documents/2/21922,Water-pp259.pdf).

McDonald, James, PE, CWT. *Cooling Tower Evaporation Rule of Thumb*. Originally Published: CSTN. 2005. [En ligne]. [www.veoliawatertech.com/crownsolutions/ressources/documents/2/21964,Water-pp419-420.pdf](http://www.veoliawatertech.com/crownsolutions/ressources/documents/2/21964,Water-pp419-420.pdf).

McDonald, James, PE, CWT. *Cooling Tower Blowdown Equation*. Originally Published: CSTN. 2003. [En ligne]. [www.veoliawatertech.com/crownsolutions/ressources/documents/2/21963,Water-pp417-418.pdf](http://www.veoliawatertech.com/crownsolutions/ressources/documents/2/21963,Water-pp417-418.pdf).

Merchat, Michèle. *Guide analyse méthodique des risques légionelles et circuits TAR*. Partie 1 « Principe de l'AMR » et partie 2 « Exemples ». Document réalisé pour le ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer. 2017. Version 1. [En ligne]. [https://www.researchgate.net/publication/315111555\\_Guide\\_Analyse\\_Methodique\\_des\\_risques\\_Legionelles\\_dans\\_les\\_circuits\\_TAR](https://www.researchgate.net/publication/315111555_Guide_Analyse_Methodique_des_risques_Legionelles_dans_les_circuits_TAR)

[https://www.researchgate.net/publication/315111563\\_Guide\\_Analyse\\_Methodique\\_des\\_risques\\_legionelles\\_dans\\_les\\_circuits\\_de\\_refroidissement\\_-\\_Partie\\_2\\_exemples](https://www.researchgate.net/publication/315111563_Guide_Analyse_Methodique_des_risques_legionelles_dans_les_circuits_de_refroidissement_-_Partie_2_exemples)

Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement. *Guide des bonnes pratiques – Legionella et tours aéroréfrigérantes*. 2001. [En ligne]. [nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/Ministere\\_Sante/2001\\_eau\\_ministere.pdf](http://nosobase.chu-lyon.fr/recommandations/Ministere_Sante/2001_eau_ministere.pdf).

Ministère de l'Écologie et du Développement durable. *Traitements pour la gestion du risque de prolifération des légionelles dans les installations de refroidissement*. 2006. [En ligne]. [www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide\\_traitement\\_2006.pdf](http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_traitement_2006.pdf).

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. *Position technique sur le rejet d'eaux chlorées dans le milieu aquatique*. 2004, révisions : 2007 et 2009. [En ligne]. [www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/position-tech-eauxchlorees.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/position-tech-eauxchlorees.pdf).

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Modèle de règlement relatif aux rejets dans les réseaux d'égout des municipalités du Québec. Modèle de règlement*. 2015. [En ligne]. [www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/consultation/documents/modele-reglement.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/consultation/documents/modele-reglement.pdf).

Régie du bâtiment du Québec (RBQ). *Vidéo expliquant la prise d'échantillon d'eau dans une installation de tours de refroidissement*. 2013. [En ligne].  
<https://www.rbq.gouv.qc.ca/salle-de-presse/les-grands-dossiers/tours-de-refroidissement-a-leau/guide-documents-de-formation-et-video.html>.

Régie du bâtiment du Québec (RBQ). *Guide explicatif sur l'entretien des installations de tours de refroidissement à l'eau*. 2014. [En ligne].  
<https://www.rbq.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/Publications/francais/guide-explicatif-entretien-tours-refroidissement-eau.pdf>.

SUEZ. *Les généralités sur les circuits de refroidissement ouverts*. Suez Memento degremont®. 2018. [En ligne].  
<https://www.suezwaterhandbook.fr/procedes-et-technologies/traitement-et-conditionnement-des-eaux-industrielles/eaux-de-refroidissement/les-generalites-sur-les-circuits-de-refroidissement-ouverts>.

Suez Water Technologies. *Chapter 31- Open Recirculating Cooling Systems*. Handbook of Industrial Water Treatment. 2012. [En ligne].  
[https://www.suezwatertechnologies.com/handbook/cooling\\_water\\_systems/ch\\_31\\_open.jsp](https://www.suezwatertechnologies.com/handbook/cooling_water_systems/ch_31_open.jsp).

Trane, Engineers Newsletter. *Efficiency, Environment, Economics... The Three E's of Geothermal Heat Pump Systems*. 2001. [En ligne].  
[https://www.trane.com/content/dam/Trane/Commercial/global/products-systems/education-training/engineers-newsletters/airside-design/enews\\_30\\_02.pdf](https://www.trane.com/content/dam/Trane/Commercial/global/products-systems/education-training/engineers-newsletters/airside-design/enews_30_02.pdf).

United States Department of Energy. *Technical Evaluation of Side Stream Filtration for Cooling Towers*. 2012. [En ligne].  
[https://energy.gov/sites/prod/files/2013/10/f3/ssf\\_fact\\_sheet.pdf](https://energy.gov/sites/prod/files/2013/10/f3/ssf_fact_sheet.pdf).

United States Environmental Protection Agency (US EPA). *WaterSense at Work: Best Management Practices for Commercial and Institutional Facilities*. 2012. [En ligne].  
[https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-02/documents/watersense-at-work\\_final\\_508c3.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-02/documents/watersense-at-work_final_508c3.pdf).

# ANNEXES

## ANNEXE 1 INFORMATION SUPPLÉMENTAIRE SUR LES ITRE

### Principales problématiques des ITRE

La combinaison de facteurs liés au processus et à l'environnement peut contribuer aux trois problèmes de traitement rencontrés dans la plupart des systèmes de refroidissement à l'eau : corrosion, dépôts ou entartrage et biofilm. Comme le montre la figure ci-dessous, ces problèmes de traitement sont interdépendants, de sorte qu'une réduction de l'un peut avoir une incidence sur la gravité des trois autres.

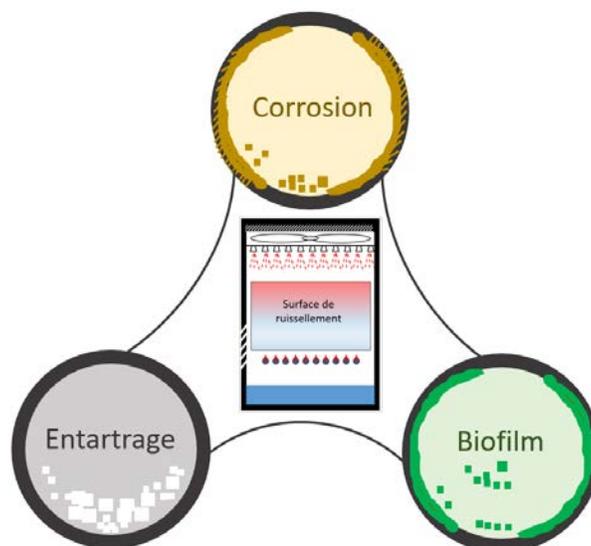


Figure 1 Principales problématiques des ITRE

L'interaction de plusieurs variables comme l'eau, l'air, la localisation, les matériaux de construction de la TRE et du circuit, les caractéristiques hydrauliques du circuit, le débit d'eau en circulation, entre autres, génèrent des situations nuisibles à l'efficacité de la TRE ainsi qu'à la santé publique. Ainsi, le traitement d'eau devrait être opérationnel dès la mise en service du circuit et il devrait permettre de lutter de façon efficace contre l'entartrage, la corrosion et la prolifération bactérienne.

Le tableau 1 de la page suivante résume les causes susceptibles de générer ces problèmes, leurs conséquences et les technologies de traitement les plus souvent utilisées.

Le choix parmi les technologies de traitement devrait être réalisé en fonction des caractéristiques du système et des autres éléments qui l'intègrent. D'ailleurs, de bonnes pratiques pour élaborer un plan d'entretien efficace sont abordées dans le [Guide explicatif sur l'entretien des installations de tours de refroidissement à l'eau](#), publié en 2014 par la Régie du bâtiment du Québec (RBQ).

Tableau 1 Problématiques des ITRE, leurs causes, leurs conséquences et les technologies de traitement les plus souvent utilisées

Problématique	Causes potentielles	Conséquences	Technologies de traitement les plus souvent utilisées
Entartrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dureté de l'eau du circuit élevée.</li> <li>- Courants de circulation d'eau trop faibles.</li> <li>- Augmentation de la minéralisation de l'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dépôt dans le circuit.</li> <li>- Réduction du transfert de chaleur optimale.</li> <li>- Support pour le développement du biofilm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Filtre à tamis.</li> <li>- Adoucisseur d'eau.</li> <li>- Acide ou inhibiteurs.</li> <li>- Produits dispersants.</li> </ul>
Corrosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matériel de fabrication de la TRE.</li> <li>- Dureté de l'eau du circuit basse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Support pour le développement du biofilm : des ions métalliques sont utilisés par les micro-organismes pour leur croissance.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhibiteur de corrosion.</li> </ul>
Biofilm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tartre.</li> <li>- Corrosion.</li> <li>- Qualité de l'eau d'appoint (matières en suspension).</li> <li>- Mauvaise circulation de l'eau.</li> <li>- « Bras morts » où l'eau est complètement stagnante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance de micro-organismes, dont la légionelle (risque pour la santé).</li> <li>- Formation de biofilm : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction importante du transfert de chaleur;</li> <li>- Augmentation rapide du taux de corrosion;</li> <li>- Encrassement.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biodispersants ou dispersants pour réduire le biofilm.</li> <li>- Biocide oxydant.</li> <li>- Biocide non oxydant.</li> </ul>

## Types de tours de refroidissement à l'eau (TRE) selon leur mode d'échange

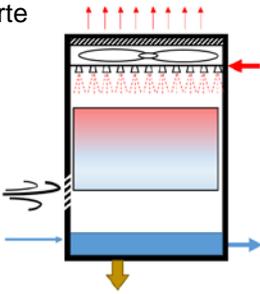
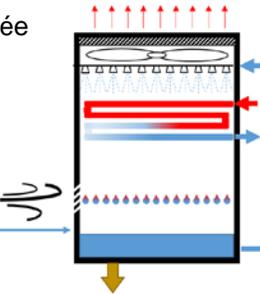
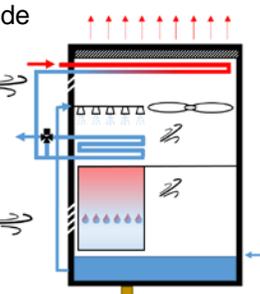
Les images présentées dans le tableau 2 ci-dessous montrent les modes de fonctionnement de trois types de TRE selon le mode d'échange air/eau. Les références ci-dessous ont aidé à la création du tableau.

(BAC 2004) Baltimore Aircoil International (BAC). *Avenir des refroidisseurs d'eau atmosphériques*. 2004. [En ligne]. [https://www.baltimoreaircoil.eu/sites/BAC/files/BAC\\_AvenirRefrigidisseurs\\_PRD0403v00FR.pdf](https://www.baltimoreaircoil.eu/sites/BAC/files/BAC_AvenirRefrigidisseurs_PRD0403v00FR.pdf).

(BAC 2015) Baltimore Aircoil International (BAC). *Product & Application Handbook*. Volume V. 2015. [En ligne]. [www.baltimoreaircoil.com/english/bac-marcom/handbook/HB\\_volV\\_ecat\\_20150914.pdf](http://www.baltimoreaircoil.com/english/bac-marcom/handbook/HB_volV_ecat_20150914.pdf).

(CET 2005) Centre technique des industries aéronautiques et thermiques (CETIAT), Dominique Hantz. *Les différents procédés de refroidissement d'eau dans les installations industrielles et tertiaires – Guide technique*. 2005. [En ligne]. <https://www.cetiat.fr/fr/les-differents-procedes-de-refroidissement-d-eau-dans-les-installations-industrielles-et-tertiaires>.

Tableau 2 Types de TRE selon le mode d'échange

Type de TRE	Mode de fonctionnement
<p>Ouverte</p> 	<p>L'eau à refroidir est distribuée en fines gouttelettes par un système de dispersion sur une surface de ruissellement.</p> <p>Grâce à sa conception, la surface se comporte comme un corps d'échange thermique air/eau.</p> <p>« L'eau refroidie est collectée dans le bassin de rétention en bas de la tour avant de retourner vers le procédé à refroidir » (CET 2005).</p>
<p>Fermée</p> 	<p>Le circuit du fluide à refroidir est indépendant de celui du bassin de la TRE, donc il n'est pas en contact avec de l'eau et l'air.</p> <p>« [...] le fluide à refroidir circule dans un échangeur tubulaire étanche, lui-même directement arrosé » (BAC 2004).</p> <p><b>Condenseur évaporatif</b> : un frigorigène circule dans une batterie de condensation qui est pulvérisée par l'eau. La chaleur latente prélevée du frigorigène qui se condense est transmise à l'air en circulation (BAC 2004).</p>
<p>Hybride</p> 	<p>Le fluide à refroidir circule à l'intérieur de deux circuits fermés : le premier, refroidi à l'air, et le deuxième, refroidi à l'eau. Ce type de TRE permet trois fonctionnements différents : combiné (humide/sec), utilisé lors de températures ambiantes importantes; adiabatique (intermédiaire), lors de températures plus faibles, et sec, lors de conditions plus froides (BAC 2015).</p> <p>« [Avec] des modes de fonctionnement en sec, puis en humide en fonction des conditions de charge [...] l'eau stagne dans le bassin de rétention et peut entraîner des risques accrus de développement de légionelles. Il est donc nécessaire de prévoir une purge automatique du bassin lors des phases d'arrêt et de respecter une procédure spécifique au redémarrage de l'installation » (CET 2005).</p>

## ANNEXE 2 FORMULES ET EXEMPLE DE CALCUL DE LA PURGE DE DÉCONCENTRATION

En raison de plusieurs variables comme les conditions climatiques, la vitesse de fonctionnement des ventilateurs, l'efficacité du système, entre autres, l'utilisation d'un débitmètre ou d'un compteur d'eau reste la meilleure option pour suivre le volume des purges de déconcentration.

Néanmoins, le tableau 1 ci-dessous présente des formules, dont leurs résultats permettent un aperçu acceptable du fonctionnement d'une ITRE.

Tableau 1 Formules pour le calcul de la capacité thermique et de l'évaporation de l'eau

N°	Paramètre	Unité de mesure	Formule
1	Rapport de concentration	Ratio	$RC = \frac{\text{"X" de l'eau de purge}}{\text{"X" de l'eau d'appoint}}$ <p>"X" peut prendre la valeur de la conductivité, de chlorures ou des matières dissoutes totales.</p>
2	Capacité d'évacuation thermique en tonnes de réfrigération	Tonnes de réfrigération (TR)	$P_{TR} = \frac{P_{BTU/h}}{15000 \text{ BTU/h}} \text{ OU } = \frac{P_{kW}}{4,396 \text{ kW}}$ <p><math>P_{BTU/h}</math> : capacité d'évacuation thermique en BTU/h  <math>P_{kW}</math> : capacité d'évacuation thermique en kW</p>
3	Débit de recirculation	gal/min	$Q = P_{TR} \times 3(\text{r\`egle de pouce})$
		m <sup>3</sup> /h	$Q = \frac{P_{kW} \times 3,6}{4,186 \times \Delta t^{\circ}\text{C}}$
4	Évaporation	gal/min	$Ev = 0,001 \times Q \text{ gal/min} \times \Delta t^{\circ}\text{F} \times 0,75(\text{EFC})$
		m <sup>3</sup> /h	$Ev = \frac{Q \text{ m}^3/\text{h} \times \Delta t^{\circ}\text{C} \times 0,75(\text{EFC})}{570}$
		$\Delta t$ : Température d'entrée – température de sortie du fluide refroidi. (EFC) : Une constante d'évaporation peut varier de 75 % pour des régions humides à 80 % pour des régions arides (KEI 2001). À cause des caractéristiques météorologiques du Québec, la constante de 75 % sera utilisée dans les formules.	
5	Purge de déconcentration	gal/min ou m <sup>3</sup> /h	$Pd = \frac{Ev}{RC - 1}$
6	Taux d'entraînement vésiculaire	gal/min ou m <sup>3</sup> /h	$Te = Q \times \text{Taux d'entraînement du pare – gouttelette}$ <p>Ce taux peut varier entre 0,0005 % pour les pare-gouttelettes à haute efficacité et 0,02 % pour des tours de refroidissement à l'eau datant de 25 ans et plus. Le taux d'entraînement standard pour les nouvelles tours est de 0,001 %.</p>
7	Eau d'appoint	gal/min ou m <sup>3</sup> /h	$Ap = Ev + Pd + Te$

Exemple de calcul d'une ITRE qui fonctionne 24 heures par jour :

- 700 TR; RC = 4;  $\Delta t^{\circ}\text{F} = 10$ ;  $T_e = 0,01 \%$

### **Systeme imperial**

Tableau 2 Exemple de calcul avec les unités du système imperial

Formule	$\frac{\text{gal}}{\text{min}}$	$\frac{\text{gal}}{\text{jour}}$
$Q = 700 \text{ TR} \times 3 =$	2 100	3 024 000
$Ev = 0,001 \times 2\,100 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 10^{\circ}\text{F} \times 0,75 =$	15,75	22 680
$Pd = \frac{15,75 \frac{\text{gal}}{\text{min}}}{4 - 1} =$	5,25	7 560
$Te = 2\,100 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 0,0001 =$	0,21	302,4
$Ap = 15,75 \frac{\text{gal}}{\text{min}} + 5,25 \frac{\text{gal}}{\text{min}} + 0,21 \frac{\text{gal}}{\text{min}} =$	21,21	30 542

### **Systeme international**

$$P_{kW} = 700 \text{ TR} \times 4,396 \text{ kW}/1\text{TR} = 3\,077 \text{ kW}$$

Tableau 3 Exemple de calcul avec les unités du système international

Formule	$\frac{\text{m}^3}{\text{heure}}$	$\frac{\text{m}^3}{\text{jour}}$
$Q = \frac{3\,077 \text{ kW} \times 3,6}{4,186 \times 5,5^{\circ}\text{C}}$	481	11 544
$Ev = \frac{481 \text{ m}^3/\text{h} \times 5,5^{\circ}\text{C} \times 0,75 \text{ (EFC)}}{570}$	3,48	83,52
$Pd = \frac{3,48 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{4 - 1} =$	1,16	27,84
$Te = 481 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \times 0,0001 =$	0,05	1,2
$Ap = 3,48 \frac{\text{gal}}{\text{min}} + 1,16 \frac{\text{gal}}{\text{min}} + 0,05 \frac{\text{gal}}{\text{min}} =$	4,69	112,56

## ANNEXE 3 EXEMPLE DE DOCUMENT POUR LA SYNTHÈSE DES PRODUITS CHIMIQUES

Produit chimique	Usage	Principaux additifs	CAS	Proportion	Produit de décomposition	Quantité kg/an	Dosage	Fréquence	Contaminants susceptibles
A	Biodispersant	Éthylène glycol	107-21-1	10-20 %	- Oxyde de carbone	900	0,1 mg/h	Continue	- DBO <sub>5</sub>
		Copolymères	89490-91-5	11-15 %					
		Eau	7732-18-5	71-80 %					
B	Inhibiteur de corrosion	Hydroxyde de sodium	1310-73-2	2-5 %	- Oxyde de carbone - Azote - Phosphore - Chlorure d'hydrogène	8 000	900 mg/h	Continue	- HCl en présence d'acide fort - Phosphore
		Polymère anionique	2222-22-B	1-1,5 %					
		Phosphate	14265-44-22	20-30 %					
		Eau	7732-18-5	60-70 %					
C	Désinfectant tour de refroidissement (biocide oxydant)	Eau + 15 % NaOCl	7681-52-9	15 %	- Cl <sub>2</sub> gazeux - O <sub>2</sub>	Entre 15 000 et 30 000	Entre 1,5 et 3,5 mg/h	Continue	- Cl <sub>2</sub>
D	Neutraliseur du chlore résiduel	Eau + 45 % NaHSO <sub>3</sub>	7631-90-5	45 %	- H <sub>2</sub> S - SO <sub>2</sub> - H <sub>2</sub> en présence de métaux	500	37 ml/h	Continue	- H <sub>2</sub> S en présence d'humidité - DBO <sub>5</sub>
E	Traitement-choc (biocide non oxydant)	Glutaraldéhyde	111-30-8	35-65 %		500	50 mg/l	Au besoin	- DBO <sub>5</sub>
		Méthanol	67-56-1	0,5-1 %					

**Environnement  
et Lutte contre  
les changements  
climatiques**

**Québec** 