

# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 1. Définition

## 2. Type des tours

### 2.1. Tour ouverte

### 2.2. Tour fermée

## 3. Composants des tours de refroidissement et matériaux utilisés

## 4. Dimensionnement d'une Tour de refroidissement

### 4.2.

# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 1. Définition

Les **tours de refroidissement** sont des dispositifs qui exploitent de façon optimale un principe naturel aussi simple qu'efficace : l'évaporation forcée d'une quantité minimum d'eau, par rapport à la masse principale, et ceci par soustraction de la chaleur à la masse même, laquelle, en conséquence, se refroidit (**chaleur latente de vaporisation**).

Afin de rendre cet échange de chaleur possible, la tour aéroréfrigérante doit donc être en mesure d'offrir **une surface de contact air/eau suffisamment étendue**. Pour ce faire, elle utilise un corps d'échange de chaleur, spécialement conçu à cet effet, et un ventilateur capable de déplacer un volume d'air défini selon des paramètres très précis.

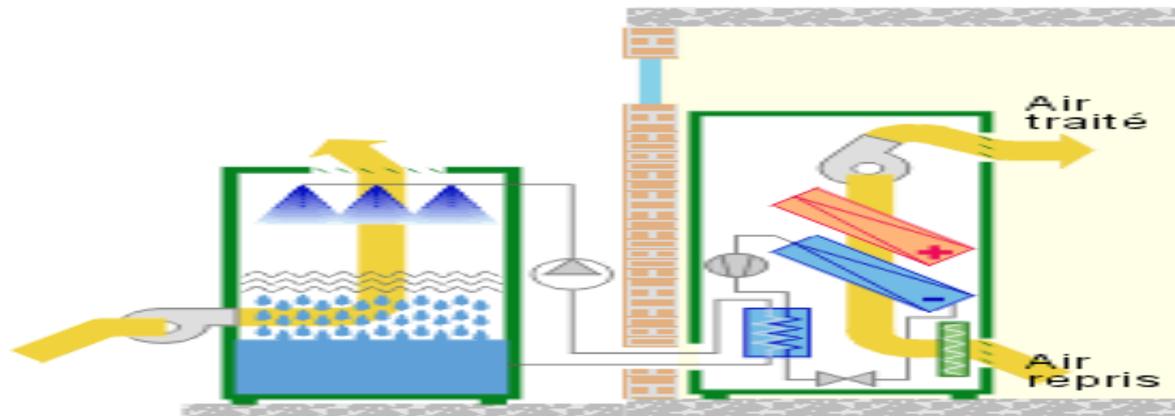
# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 2. Types des tours

Bien qu'il existe plusieurs modèles de tours de refroidissement, on distingue principalement deux grandes familles.

### 2.1. La tour ouverte

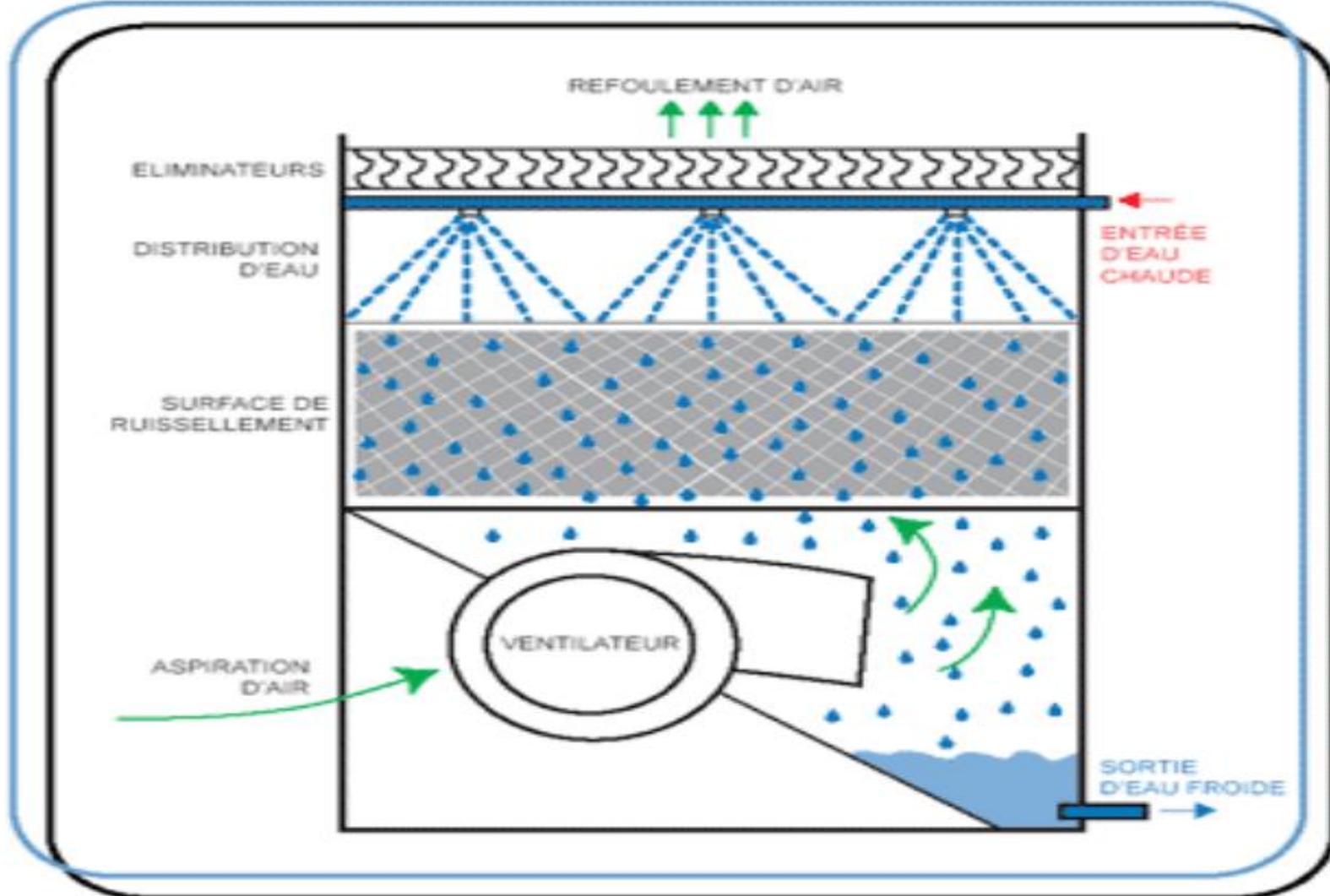
La spécificité de la tour de refroidissement ouverte est qu'elle ne comporte aucune séparation physique entre le circuit primaire et secondaire. Ainsi, **l'eau à refroidir est directement conduite à l'intérieur de la tour** et est distribuée de manière homogène en partie haute. L'air, en contact direct avec l'eau à refroidir, abaisse sa température par évaporation. La ventilation mécanique prend ensuite le relais en véhiculant l'air à contre-courant de l'eau. Enfin, l'eau refroidie est ensuite récupérée dans le bassin pour **retourner au process**.



# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 2. Types des tours

### 2.1. La tour ouverte



# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 2. Types des tours

### 2.1. La tour ouverte

#### Avantages :

- ✓ Coût
- ✓ Rendement (échange direct)
- ✓ Encombrement
- ✓ Poids

#### Inconvénients :

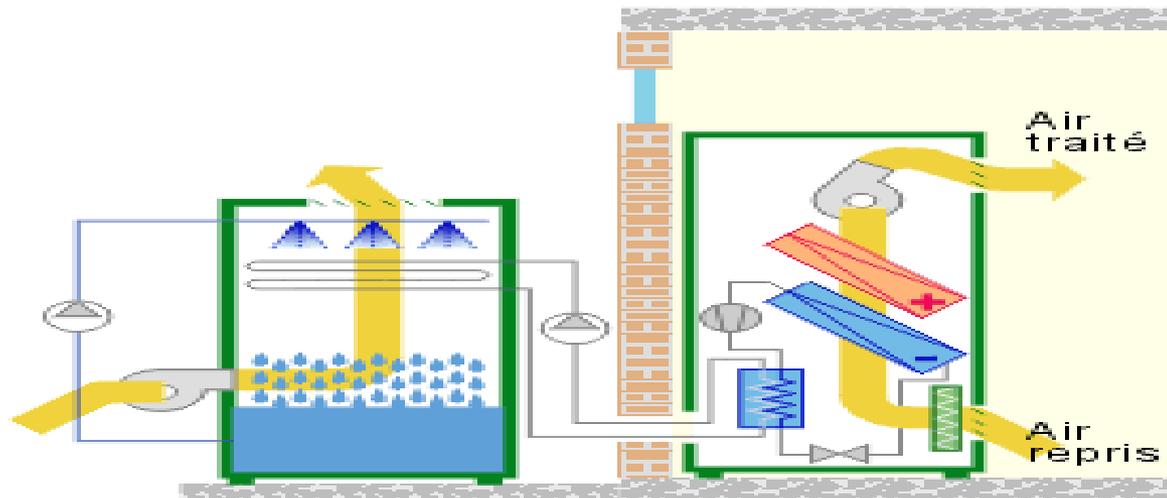
- ✓ Volume du circuit d'eau plus important à traiter
- ✓ Développement du tartre et des bactéries dans le circuit primaire
- ✓ Difficulté de nettoyage et de désinfection du système
- ✓ Pollution possible du process

# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 2. Types des tours

### 2.2. La tour fermée

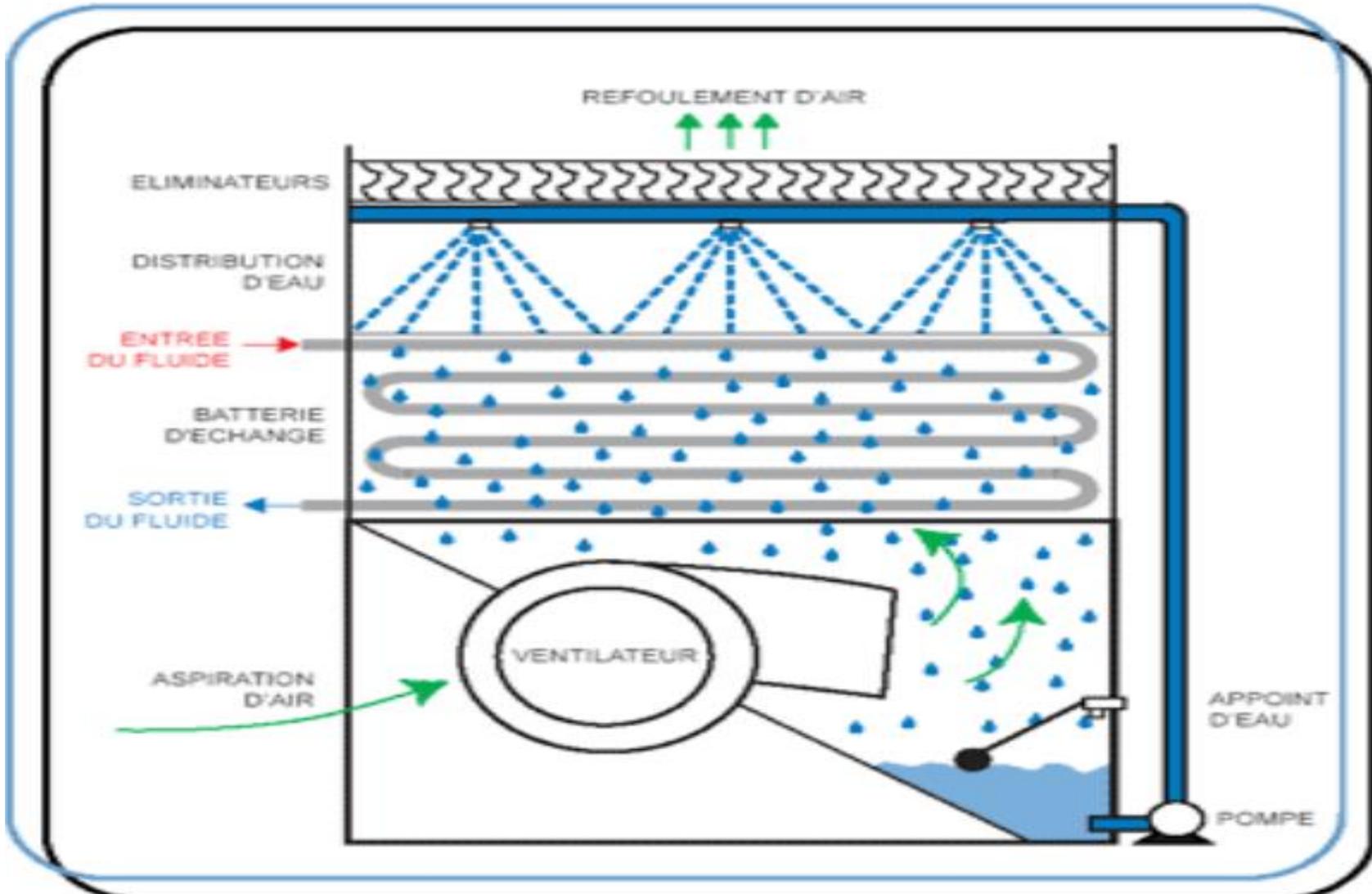
La tour fermée est composée d'une séparation physique entre le circuit primaire et secondaire. Ainsi, l'eau à refroidir circule dans un échangeur à plaques, qui est collé à la section ouverte. Avec les deux circuits isolés, l'**échange thermique** s'effectue à la fois au travers de l'échangeur à plaques, mais également dans le packing sur le même principe d'évaporation d'eau que la tour ouverte. Pour rappel, le packing est le principal composant d'une tour de refroidissement, il constitue la surface d'échange thermique entre les fluides.



# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 2. Types des tours

### 2.2. La tour fermée



# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 2. Types des tours

### 2.2. La tour fermée

#### **Avantages :**

- ✓ Un seul appareil (pas d'échangeur externe)
- ✓ Grand débit d'eau constant sur échangeur
- ✓ Pas de pollution du process (circuit primaire fermé et propre)
- ✓ Température d'eau de pulvérisation basse
- ✓ Surface échangeur lisse et accessible pour nettoyage
- ✓ Volume d'eau à traiter très limité et confinement sanitaire au bassin

#### **Inconvénients (par rapport à une tour ouverte) :**

- ✓ Encombrement
- ✓ Poids
- ✓ Prix

# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 3. Composants des tours de refroidissement et matériaux utilisés

Les **composants principaux** qui caractérisent les tours de refroidissement, qu'elles soient à circuit ouvert ou à circuit fermé.

- Structure principale de **maintien et de soutien** de la tour aéroréfrigérante : elle peut être faite en tôle ou en fibre de verre ou encore avec ces deux matériaux. Dans le cas de tours industrielles de très grandes dimensions, ou du type hyperbolique, le béton est également utilisé.
- **Corps d'échange** (dans les tours à circuit ouvert) ou **batterie d'échange de chaleur**, généralement composée de tubes lisses (dans les tours à circuit fermé): ils constituent le « noyau » de la tour aéroréfrigérante. En effet, il s'agit des composants au moyen desquels l'échange de chaleur entre l'eau et l'air a lieu.

# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 4. Composants des tours de refroidissement et matériaux utilisés

- **Ventilateur de type axial ou centrifuge** : il s'agit du seul et unique organe mécanique en mouvement et c'est celui qui « force » l'évaporation de l'eau nécessaire à obtenir le refroidissement.
- **Système de distribution de l'eau**, normalement réalisé avec une rampe de tubes et de buses de pulvérisation. Il permet de distribuer l'eau à refroidir sur le corps d'échange.
- **Séparateur de gouttes**, situé juste en amont du ventilateur. Il a pour fonction de retenir les gouttes d'eau qui, sinon, seraient traînées vers l'extérieur par le débit d'air provoqué par le ventilateur.

# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 4. Dimensionnement d'une Tour de refroidissement:

Le **dimensionnement des tours de refroidissement** advient en ayant à l'esprit certains paramètres fondamentaux. Parmi ceux-ci,

- la puissance thermique à dissiper,
- la température de l'eau entrant dans la tour,
- la température que l'on souhaite obtenir à la sortie
- et les conditions thermo-hygrométriques (soit la température et l'humidité) caractéristiques du lieu d'installation.

# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 4. Dimensionnement d'une Tour de refroidissement:

Les éléments caractéristiques d'un circuit semi-ouvert sont les suivants :

Le volume du circuit :  $V$  (m<sup>3</sup>) ;

La puissance de la tour :  $W$  (kcal/h) =  $Q \times \Delta t \times 1000$  ;

# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 4. Dimensionnement d'une Tour de refroidissement:

Débit d'évaporation E :

quantité d'eau évaporée au niveau de la tour

$$E = \frac{Q}{560} \times \Delta T$$

Q : Le débit d'eau de refroidissement (m<sup>3</sup> /h) ;

$\Delta T$  (°C) = température de sortie - température d'entrée;

# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 4. Dimensionnement d'une Tour de refroidissement:

L'entraînement vésiculaire (gouttelettes d'eau entraînée dans l'atmosphère) :  $E_v$   
(m<sup>3</sup> /h)

Cette eau contient des sels minéraux, elle a la même composition chimique que l'eau du circuit et doit donc par conséquent être prise en compte dans le calcul des purges. On admet, en général, que :

$$E_v = \frac{Q}{1\ 000}$$

# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 4. Dimensionnement d'une Tour de refroidissement:

Le rapport de concentration (aussi appelé facteur de concentration) : K

C'est le rapport du débit d'eau d'appoint sur le débit d'eau de purge qui doit correspondre au rapport de la teneur en sels dissous dans l'eau du circuit sur la teneur en sels dissous dans l'eau d'appoint.

Le fait de pouvoir concentrer plus ou moins permettra de réduire les consommations d'eau et les rejets.

$$K = \frac{A}{P} = \frac{\text{Salinité eau circuit}}{\text{Salinité eau appoint}}$$

# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 4. Dimensionnement d'une Tour de refroidissement:

La purge : P (m<sup>3</sup> /h)

L'évaporation d'eau au niveau de la tour entraîne une augmentation de la concentration des sels dans l'eau en circulation qui doit être limitée si l'on veut éviter les précipitations minérales. Il est donc nécessaire de rejeter à l'égout une partie de l'eau en circulation (déconcentration). Le calcul du débit d'eau de purge peut se faire comme suit :

$$P = (E / (K-1)) - Ev$$

# CHAPITRE 4 : TOURS DE CONTACT GAZ-LIQUIDE

## 4. Dimensionnement d'une Tour de refroidissement:

L'appoint : A (m<sup>3</sup> /h)

Il permet de maintenir constant le volume d'eau du circuit en compensant les pertes dues à l'évaporation, à l'entraînement vésiculaire et à la purge. Le calcul du débit d'eau d'appoint peut se faire comme suit

$$A = K \times (P + Ev) = E + P + Ev$$