PROJET EAU

Equipe Bing'eau

Membres du Groupe :

William BAYLE
Thomas DEDIEU
Johan MENEZ
Aurélien OLLO
Faider PABON
Carlos RIVERA

Rueil-Malmaison, 25 juin 2023.

Table des matières

Description du projet 3

Objectif : 3

Contexte : 3

Proposition : 3

Bénéfices : 3

Succès : 3

Risques : 3

Solution : 3

Explication du process 4

Chiffrage 4

Description du process : 5

Description du projet

Objectif :

L'objectif de l'étude est de proposer une solution pour réduire les imports en eau de notre client. Cela peut être fait en trouvant une nouvelle solution d'import d'eau peu couteuse pour le site, en recyclant l'eau déjà utilisée dans le procédé ou alors en limitant les pertes d'eau du procédé.

Contexte :

Notre client est le directeur d'une bioraffinerie produisant de l'hydrogène vert à partir d'un électrolyseur. Cette bioraffinerie est située en Arabie Saoudite et nécessite donc d'importer une grande quantité d'eau pour faire fonctionner l'électrolyseur. L'eau étant une ressource rare dans cette région du monde, il est donc d'autant plus important de pouvoir optimiser le réseau de cette bioraffinerie.

Proposition :

Mise en place d'un dôme qui surplomberait les tours aéroréfrigérantes de la bioraffinerie et récupérerait l'eau concentrée dans les vapeurs relâchées à l'atmosphère. Cela éviterait une perte d'eau nette pour la raffinerie et permettrait de réutiliser celle-ci dans le réseau.

Bénéfices :

Les bénéfices pour la bioraffinerie seront de pouvoir optimiser leur utilisation de l'eau sur le site et de limiter les pertes vers l'atmosphère.

La réutilisation de cette eau vers l'électrolyseur est un gain non négligeable.

Succès :

La quantité d'eau récupérée dans le réseau de la bioraffinerie doit être conséquente pour justifier la mise en place d'une solution comme celle-ci. Il faut que cela puisse être viable économiquement et permette une augmentation de la quantité d'eau qui est utilisée sur le site.

Risques :

Le risque principal du projet est que la quantité d'eau récupérée dans ces vapeurs ne soit que très faible et ne permette pas de véritablement optimiser le réseau de la bioraffinerie.
Il faut également faire en sorte que la structure permettant de mettre en place le dôme ne fragilise pas mécaniquement les tours aéroréfrigérantes en entrainant un risque de dégradation des équipements.
La qualité de l'eau récupérée est également à surveiller. La présence de salmonelle dans les eaux des tours aéroréfrigérantes est régulière.

Solution :

Possibilité de traiter l'eau et de réaliser des études préliminaires pour anticiper la quantité d'eau envoyée dans les tours qui s'évapore sous la forme de vapeur d'eau.
Des études mécaniques sur la structure de la tour sont à réaliser pour optimiser la mise en place du dôme.

Explication du process

Chiffrage

Nous allons d'abord présenter les hypothèses utilisées pour réaliser le chiffrage de l'économie d'eau grâce à notre installation.

D'abord, nous nous plaçons dans le cas d'un nouveau projet de bioraffinerie en Arabie Saoudite où l'on a une unité de fabrication d'hydrogène vert sur le site. L'hypothèse utilisée est que, comme nous ne connaissons pas exactement la taille et les détails techniques de la bioraffinerie, on estime une production de 500 000 tonnes annuelles de bioéthanol 2ème génération. Ce type de procédé est très consommateur d'eau de refroidissement, c'est pourquoi l'installation s'inscrit parfaitement dans ce projet de bioraffinerie.

Dans le tableau qui suit, on connait la consommation de cette eau de refroidissement (en circuit ouvert). On se placera donc à une valeur intermédiaire à l'intervalle, soit 400 m3 d'eau par tonnes équivalent pétrole de carburant. (1 tonne de bioéthanol correspond à 0,64 tep).

Tableau 1. Prélèvements unitaires d'eau en unités de production de biocarburants (m^3par tep de carburant)

m^3 d'eau par tep de carburant	Process		Refroidissement à circuit ouvert	
	min.	max.	min.	max.
Éthanol G1	2	27,5	–	
Éthanol G2	3,9	19,7	325	598
Biodiesel G1 - EMHV[1]	–		1	2
Biodiesel G1 bis - HVO[2]	– 0,1		45	57
Biodiesel G2 - BtL[3]	– 6,1	– 3	156	707

Sources : IFP Energies nouvelles, Nexant

En tonne équivalent pétrole, la bioraffinerie aura une capacité de 320 000 tonnes de bioéthanol par an.

Par an, la consommation d'eau de refroidissement sera donc d'environ 128 Mm^3.

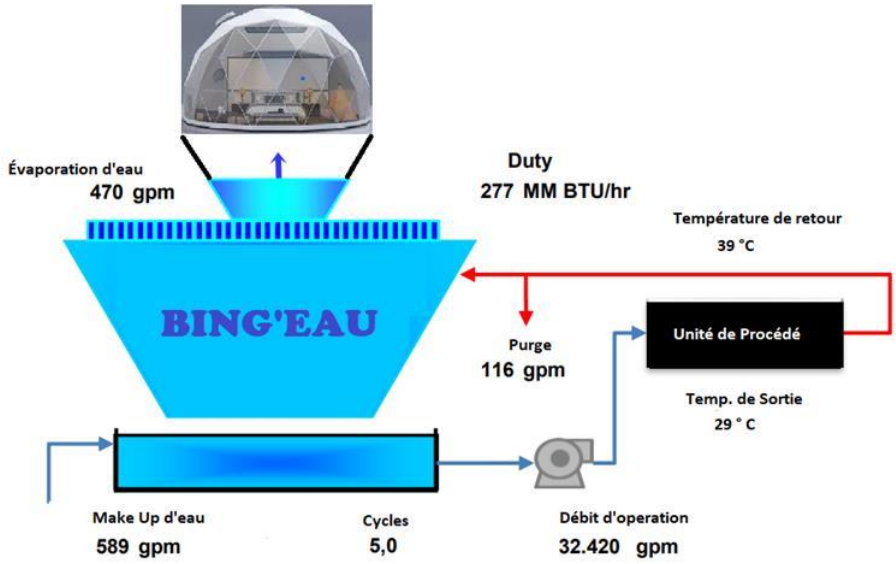
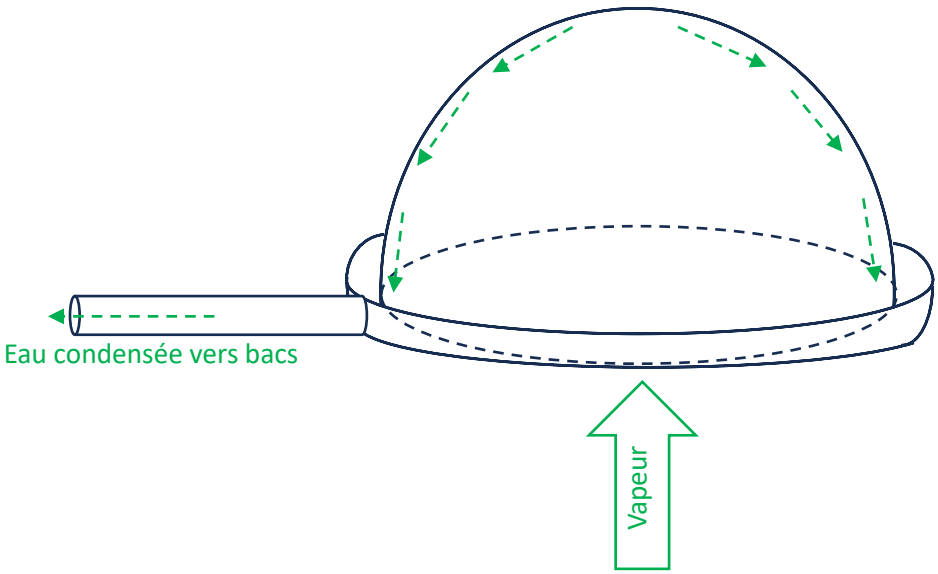
En moyenne, 3% de l'eau en entrée de tour de refroidissement est vaporisée, et en optimisant la surface échangée entre la grille et le courant de vapeur de sortie, on peut récupérer jusqu'à 80% de l'eau vaporisée sous forme d'eau liquide, quasiment propre.

Par an, on peut donc récupérer jusqu'à environ $3Mm^3$ d'eau liquide, ce qui fait environ 8500 m^3 par jour. Le ratio entre la quantité d'éthanol fabriquée et la quantité d'eau de refroidissement récupérée est proche de $5m^3$ d'eau pour 1 m^3 d'éthanol.

Bien que notre électrolyseur soit connecté avec l'eau du réseau pour éviter des problèmes de non-approvisionnement dans le cas où l'unité de production de bioéthanol s'arrête, on peut quand même estimer la quantité d'hydrogène potentiellement produite grâce à l'eau récupérée. L'innovation proposée se situe au niveau de la récupération de l'eau, on estimera donc le rendement de l'électrolyseur par une valeur classique, soit 80% environ.

Ce rendement équivaut finalement à 1Nm^3 d'hydrogène fabriqué pour 1L d'eau utilisée. L'eau récupérée par notre innovation permettra donc de fabriquer environ 3Mrd Nm^3 d'hydrogène, par le simple fait de récupérer l'eau vaporisée de la tour de refroidissement. Par jour, cela donne un peu plus de 8,3M m^3 d'H2, et 350 000 m^3 d'hydrogène par heure.

A noter que pour simplifier le calcul, on considère que 100% de l'eau récupérée peut être électrolysée et on ne prend pas en compte une potentielle pollution par la salmonelle.

Description du process :

Une partie de la vapeur d'eau relâchée à l'atmosphère est condensée par phénomène électrostatique grâce à notre système : un dôme toilé en acier inoxydable. La partie condensée coule alors le long des parois du dôme avant d'être recueillie dans des bacs reliés au réseau d'eau. Des contrôles sur la qualité de l'eau dans ces bacs doivent être régulièrement effectués selon le type d'utilisation de l'eau. Dans notre cas, cette eau peut directement être envoyée à l'électrolyseur sans décontamination préalable. Un schéma du système est présenté ci-dessous. Les valeurs des débits et températures sont de vraies valeurs utilisées dans une raffinerie en Amérique de Sud.