

La clim venue du grand bleu

Un tuyau permettant de capter l'eau froide (5°C) en profondeur est immergé à Tahiti afin de climatiser le centre hospitalier.

À Bora Bora, Tetiaroa et Papeete, les systèmes de climatisation de certains bâtiments sont directement reliés à l'eau froide des profondeurs. PAR MARINE COUTURIER

Les chiffres publiés par l'Agence internationale de l'énergie en 2018 ont de quoi alarmer : l'utilisation des climatiseurs et des ventilateurs électriques représente 20 % de la consommation électrique mondiale des bâtiments. Si rien ne change, la demande d'énergie pour le refroidissement des locaux devrait plus que tripler entre 2016 et 2050, passant de 1997 TWh (térawattheures) à 6205 TWh, soit à peine moins que la consommation électrique globale de la Chine en 2018. Pour éviter ce scénario, des alternatives existent. Dans l'océan Pacifique, la Polynésie française fait office de pionnière pour l'une d'elles. Son nom : Swac, acronyme de Sea Water Air Conditioning, ou climatisation à l'eau naturellement froide (Cenf) dans la langue de Molière.

Cette climatisation marine repose sur un principe simple. "Le Swac, c'est un pipeline, une pompe et un échangeur", résume David Wary, cofondateur de l'entreprise Airaro, qui assure l'assistance au maître d'ouvrage sur le Swac du centre hospitalier de Polynésie française (CHPF), à Tahiti, le dernier-né et le plus puissant du monde, mais

aussi le premier destiné à un bâtiment public. "Concrètement, on place un tuyau en polyéthylène à environ 900 m de profondeur pour récupérer de l'eau à une température de 5°C. Elle est acheminée jusqu'à une pompe, puis un échangeur thermique où elle entre en contact avec l'eau douce du système de climatisation via des plaques en titane. Arrivée à 12°C, elle repart à 7°C pour refroidir le bâtiment." Quant aux effets sur l'environnement, ils seraient minimes. C'est ce qu'assure Jean Hourcourigaray, autre cofondateur d'Airaro : "Le pipe suit la pente du récif et du tombant en étant maintenu entre 5 m et 10 m au-dessus du sol, pour ne pas l'abîmer. Par ailleurs, des études ont montré que l'eau de mer rejetée à 12°C dans le lagon n'avait aucun impact environnemental sur celui-ci."

En Polynésie française, le Swac est une solution pertinente du fait de la topologie du territoire : l'océan n'est jamais loin et on trouve de l'eau très profonde à proximité des côtes. Sous ce climat tropical, les températures descendent rarement en dessous de 21°C, rendant les besoins de rafraîchissement des bâtiments très forts. Dans ce contexte,



L'éco-hôtel de luxe Le Brando, sur l'atoll de Tetiaroa, a mis en place un système de climatisation marine dès sa conception.

la climatisation conventionnelle génère de la surconsommation et de grands pics de puissance électrique sur le réseau. L'impact écologique est d'autant plus important que l'électricité est produite essentiellement à partir de fuel.

Pour le Swac du CHPF, des travaux d'envergure ont été lancés en 2019 afin de construire un tuyau de 3,8 km et 710 mm de diamètre. Le système a été mis en service en début d'année et permet une production d'air froid de 6 MW pour alimenter les 1 600 climatiseurs de l'établissement le plus énergivore de Polynésie française. Ici, l'intérêt du Swac est autant écologique qu'économique. Selon les estimations, il devrait réduire d'un tiers l'empreinte carbone du site en diminuant de 5 000 tonnes par an ses émissions de CO₂, l'équivalent de celles générées par 4 800 foyers. Côté économies, ce Swac doit faire baisser de 40 % la facture d'électricité annuelle de l'hôpital, soit plus de 2,9 millions d'euros. Le coût de réalisation est cependant très élevé, évalué à 30,5 millions d'euros. Il devrait être rentabilisé entre 10 et 15 ans, avec une durée de vie de 30 ans.

Pour mettre sur pied le Swac du CHPF, l'expérience de deux précédents, installés dans des hôtels

Sous l'eau, les canalisations maritimes du centre hospitalier de Polynésie française (CHPF), à Tahiti, installées par Airaro, sont ancrées et lestées pour assurer leur stabilité.



Le circuit de tuyaux du CHPF alimente ses 1 600 climatiseurs.

polynésiens, a été bénéfique. Le premier à s'être essayé à cette technologie est l'InterContinental Bora Bora Resort & Thalasso Spa, ouvert en 2006 sur un "motu" (îlot) de la Perle du Pacifique. "Le froid de confort devait représenter deux tiers de la facture d'énergie, le Swac était alors une évidence avant même son ouverture. Cela dit, il fallait être courageux pour lancer un projet inédit comme celui-ci", se remémore Bruno Chevallereau, responsable du secteur énergie du groupe Tahiti Beachcomber SA, propriétaire de l'hôtel. Dix ans après sa mise en service, le Swac a cependant connu une avarie : "Des mouvements d'eau ont provoqué des défauts sur le système de retenue du pipe et le tuyau est remonté à 400 m, où l'eau n'est plus assez froide pour rafraîchir celle du système de climatisation. Les travaux sont très onéreux, deux fois le coût de l'installation initiale, mais doivent être lancés mi-2022", détaille Bruno Chevallereau.

« Concrètement, on place un tuyau en polyéthylène à environ 900 m de profondeur pour récupérer de l'eau à une température de 5°C »



© GÉOCEAN

© AIRARO

Au Brando, "resort" de luxe implanté depuis 2014 sur l'atoll privé de Tetiaroa, à 60 km de Tahiti, le Swac était un prérequis de Marlon Brando, à l'initiative de ce projet d'éco-hôtel qu'il voulait autonome en énergie. "L'électricité est produite par une petite centrale qui fonctionne grâce à des panneaux solaires et de l'huile de coprah. Si on avait installé un système de climatisation conventionnel, on aurait dû produire au moins deux fois plus d'électricité. Grâce aux trois échangeurs du Swac assurant une production de 0,8 MW de froid chacun, on climatise l'ensemble du complexe hôtelier", Bruno Chevallereau. En début d'année, les deux systèmes de climatisation par eau de mer du groupe hôtelier ont été présentés et remarqués lors du Consumer Electronics Show (CES), le salon de l'innovation technologique de Las Vegas.

Si le Swac semble tenir ses promesses, la Polynésie reste le seul endroit du monde où l'on trouve de tels systèmes de climatisation. La faute à un investissement très élevé, mais aussi au manque de données expérimentales sur le sujet. "Le Swac est une technologie à sens inverse, car les industriels n'ont pas attendu d'avoir de preuve de concept pour se lancer. Les chercheurs sont arrivés après coup pour certifier les performances", s'amuse Franck Lucas, enseignant chercheur en énergies renouvelables à l'université de la Polynésie française. Pour étudier les performances du Swac, l'universitaire a mis en place un projet d'instrumentalisation de celui du Brando. Depuis février 2021, une trentaine de capteurs mesurent chaque minute la température, la pression, le débit ou encore la consommation électrique. Les premiers résultats sont sans appel : l'efficacité



Dans un bâtiment annexe à l'hôpital, l'échangeur permet de transférer l'eau froide dans le réseau et de rejeter à moindre profondeur l'eau tempérée.

énergétique du Swac peut être jusqu'à vingt fois supérieure à celle des climatisations conventionnelles. Si l'on transpose cette performance dans le domaine de l'automobile, cela équivaut à parcourir 22 000 km avec un plein de carburant ! "Notre étude cherche aussi à déterminer les possibilités d'optimisation de ce système et de trouver un seuil de rentabilité des variables telles que la température de l'eau ou la profondeur à laquelle elle est puisée", annonce Kanhan Sanjiv, doctorant menant une thèse sur le potentiel de la climatisation par eau de mer profonde sous la direction de Franck Lucas. En attendant, la technologie polynésienne serait en passe de s'exporter : les fondateurs d'Airaro visent à développer deux projets de Swac à La Réunion dans les dix-huit prochains mois. ■

Quand un différentiel de température de l'eau joue la fée électricité

Le sigle ETM désigne l'énergie thermique des mers, qui exploite les différences de température entre les eaux profondes et celles de surface pour produire de l'électricité. Jules Verne faisait déjà référence à ce procédé au XIX^e siècle dans *Vingt mille lieues sous les mers*, et l'ingénieur français Georges Claude avait lancé le premier prototype à Cuba, en 1930. En Polynésie, l'entreprise Airaro mène des études pour trois centrales ETM "onshore" à Tahiti, Moorea et Bora Bora, produisant 5 mégawatts d'électricité. "L'avantage avec ce procédé est qu'on est sur une puissance garantie. Il permet vraiment de fournir toute l'électricité d'une île et de fermer des centrales fonctionnant avec des énergies fossiles", expliquent les cofondateurs d'Airaro.