

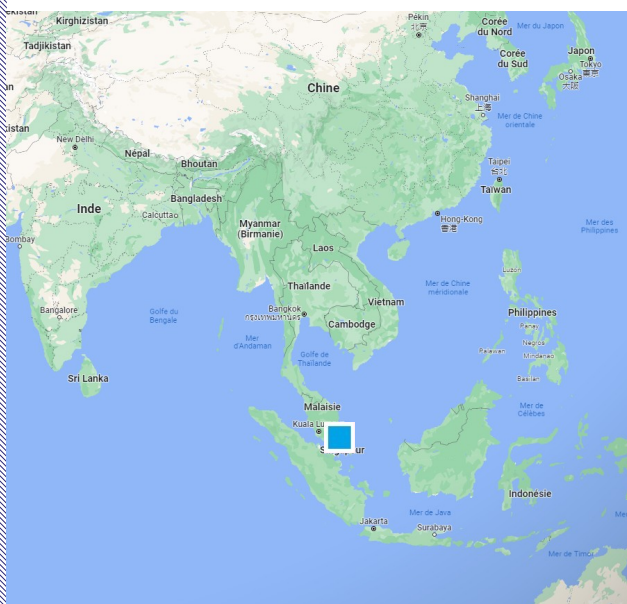
RÉSEAU DE FROID – Marina Bay SINGAPOUR



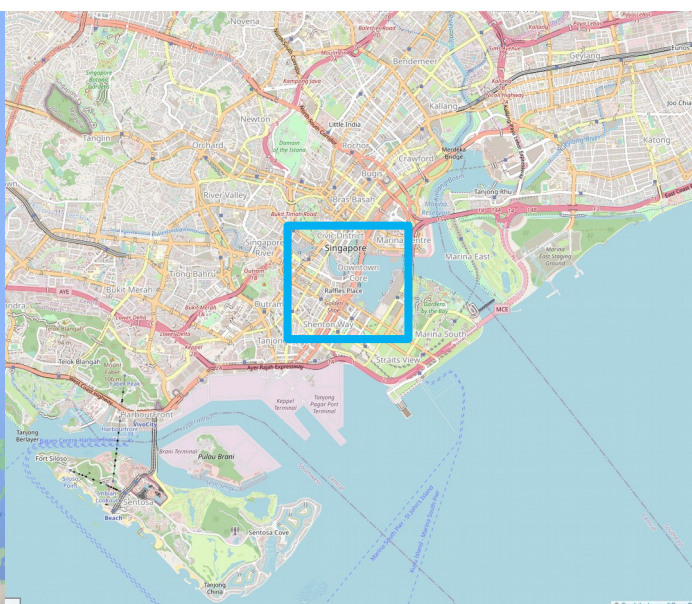
Source : SPECTRA

LE RÉSEAU DE FROID EN QUELQUES CHIFFRES

- Année de création : **2006**
- Puissance de l'installation : **NC**
- Quantité de froid livrée annuellement : **80 000 MWh**
- Bilan CO₂ : **20 000 tonnes de CO₂ évitées** chaque année
- Longueur du réseau : **5 km**
- Points de livraison : **12**



Localisation de la cité-État de Singapour



Localisation approximative du réseau



GÉOGRAPHIE ET CLIMAT (Source Wikipedia)

- Géographie : Singapour est une cité-État d'Asie du Sud-Est très densément urbanisée, mais la végétation luxuriante – même en plein centre-ville – a valu à Singapour le surnom de « ville jardin ».
- Le climat de Singapour est de type équatorial pur caractérisé par une chaleur humide tout au long de l'année sans véritable saison sèche et donc des précipitations élevées (souvent sous forme d'orages).
- DJU (2018-2022) Base 26 de Singapour : 762 (Moyenne de la France métropolitaine : 11,1 – Marseille : 149)

Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température minimale moyenne (°C)	23,1	23,5	23,9	24,3	24,6	24,5	24,2	24,2	23,9	23,9	23,6	23,3	23,9
Température moyenne (°C)	25,8	26,4	26,8	27,2	27,5	27,4	27,1	27	26,8	26,8	26,3	25,7	26,7
Température maximale moyenne (°C)	29,9	31	31,4	31,7	31,6	31,2	30,8	30,8	30,7	31,1	30,5	29,6	30,9

DÉMOGRAPHIE

- Population de la commune : 6 209 660 habitants (2020)
- Superficie : 724,2 km²
- Densité de la commune : 8 358 hab/km²

CARACTÉRISTIQUES DU TISSU URBAIN

- Quartier d'affaires, grands immeubles de belle hauteur, hôtels, équipements publics et autres activités tertiaires.

DESCRIPTION TECHNIQUE DU RÉSEAU

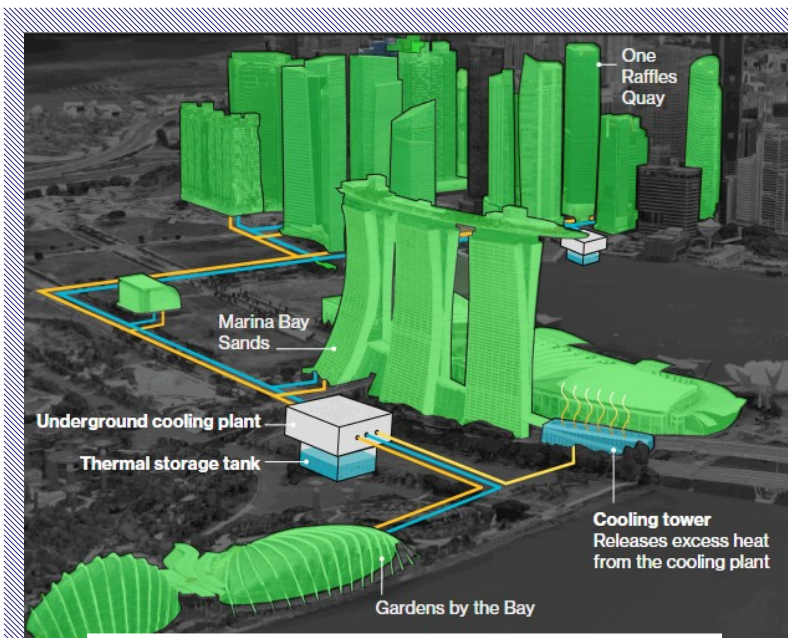


TYPES D'IMMEUBLES DESSERVIS

- Les premiers bâtiments ont été raccordés en mai 2006. Il s'agit du « One Raffles Quay », complexe d'immeubles composé d'une tour de 50 étages et d'une autre de 29 étages, totalisant environ 1,3 million de pieds carrés d'espace de bureau.
- En mai 2010, le réseau a été étendu jusqu'au « Marina Bay Sands », complexe commercial et hôtelier comportant 2 560 chambres, un casino et un musée.
- Le réseau dessert à présent une douzaine de clients parmi lesquels :
 - the « Marina Bay Financial Centre », comportant trois tours de bureaux, deux tours de logements et un centre commercial ;
 - « Gardens by the Bay », parc urbain de 100 ha ;
 - « Raffles Place MRT Station », station de métro ;
 - « One Marina Boulevard », gratte-ciel de 32 étages (bureaux).

ARCHITECTURE GÉNÉRALE DE L'INSTALLATION

Le réseau est constitué de deux centrales de production (une au « One Raffles Quay » et une au « Marina Bay Sands »). Un système de stockage est associée à la centrale du « Marina Bay Sands », construit à 25 mètres de profondeur. Des tours de refroidissement longent les avenues Bayfront et Sheares, au Nord du Marina BS.



Source : Sources: SP Group, Urban Redevelopment Authority, Google Earth Studio [lien](#)

PUISSANCE DE L'INSTALLATION

- Puissance totale installée : NC
- Énergie livrée : 80 000 MWh
- Potentiel de développement de l'énergie livrée : 70 000 tonnes de réfrigération (~250 MW)
- Densité thermique : 16 MWh/m.an
- Bilan CO2 : revendication d'éviter l'émission de 20 000 tonnes de CO2 chaque année



Centrale de production

© Photo Wee Teck Hian/TODAY

RÉGIMES DE TEMPÉRATURE

- Départ de la centrale : 4,5°C
- Livraison en sous-station : NC
- Retour à la centrale : 13°C

DIVERSES INFORMATIONS

- Un refroidisseur centrifuge convertit le réfrigérant de l'état liquide à l'état gazeux et vice-versa pour refroidir l'eau dans les tuyaux du système
- Les refroidisseurs centrifuges utilisent une conception de compresseur très efficace avec un profil aérodynamique qui minimise la perte d'énergie mécanique.
- Cette vaste capacité leur confère une économie d'échelle qui les rend beaucoup plus efficaces que les unités domestiques individuelles : elles sont capables de produire six fois plus d'énergie thermique à partir de chaque unité d'électricité.

TECHNOLOGIE DE PRODUCTION DU FROID

- Les deux centrales de production produisent une eau glacée à 4,5°C. Pour garantir la constance de la température, des bulles sont générées pour brasser l'eau avant d'être acheminée vers les bâtiments par des tuyaux souterrains isolés.
- La chaleur excédentaire, issue du processus de production de froid, est évacuée par l'intermédiaire de grandes tours de refroidissement.
- La technologie utilisée pour la production de froid est un système de compresseurs centrifuges du groupe Mitsubishi Heavy Industries (MHI).
- Les plus grandes unités de refroidissement mesurent environ 12 mètres de long, six mètres de haut et de large, et pèsent plus de 160 tonnes, chacune ayant une capacité de refroidissement équivalente à environ 3 600 unités de climatisation résidentielles.
- Le système de refroidissement urbain de Marina Bay utilise 16 de ces refroidisseurs centrifuges, dont un qui peut fonctionner de deux façons : en plus d'utiliser de l'eau glacée, cette unité peut passer en mode de fabrication de glace. Il se transforme alors en un énorme réservoir de stockage de glace, qui produit de la glace pendant les heures creuses, lorsque le coût de l'électricité est beaucoup plus faible, comme la nuit.



Centrale de production

© Photo : Wei Leng Tay/Bloomberg

MAÎTRISE D'OUVRAGE ET EXPLOITATION

Le réseau de froid, privé, a été officiellement mis en service par le Singapore District Cooling (SDC), une filiale du groupe Singapore Power (SP). SP Group possède et exploite des entreprises de transport et de distribution d'électricité et de gaz à Singapour et en Australie, ainsi que des solutions d'énergie durable à Singapour, en Chine et au Vietnam.



EXTENSIONS PROCHAINES

- SP Group a officiellement communiqué sur 5 projets d'extension du réseau de froid. Ces extensions concernent les bâtiments ou ensembles immobiliers suivants :
 - 8 Shenton Way (anciennement AXA Tower),
 - la composante commerciale du 80 Anson Road (anciennement Fuji Xerox Towers),
 - IOI Central Boulevard Towers,
 - Marina Bay Sands Integrated Resort Expansion et NS Square.
- Avec l'ajout de plus de 2km de canalisations (soit 7-8km au total) et une puissance de près de 250MW (70 000 tonnes de réfrigération), le réseau alimentera un total de 28 bâtiments.

LES ENJEUX DU FROID EN ASIE

- Au cours des deux dernières décennies, l'utilisation de la climatisation a explosé, notamment en Chine, où la demande d'énergie pour la climatisation des locaux a augmenté en moyenne de 13 % par an. Les jours de grande chaleur, jusqu'à 50 % de la demande d'électricité de pointe en Chine est utilisée pour alimenter la climatisation.
- « À mesure que le monde se réchauffe, la climatisation et la réfrigération sont de plus en plus nécessaires, consommant de l'énergie et émettant des gaz à effet de serre, contribuant eux-mêmes au réchauffement de la planète », Thomas Vinod, professeur à l'école de politique publique Lee Kuan Yew de Singapour.



Le projet d'extension du réseau de froid de Marina Bay
Source : SP Group



MOTIVATION DE LA DÉCISION DE CONSTRUIRE UN RÉSEAU DE FROID

- Les systèmes de refroidissement urbain sont rentables, car il est moins coûteux de refroidir de nombreux bâtiments ensemble que de les refroidir individuellement : à Marina Bay il est estimé que le système réduit de 40 % la demande d'énergie pour le refroidissement, soit l'équivalent de la consommation d'énergie de 24 000 appartements dans la ville-État.
- Les coûts d'investissement des systèmes de refroidissement urbain sont également plus faibles, car il n'est pas nécessaire d'installer des refroidisseurs ou des tours de refroidissement individuels, et les coûts de maintenance sont mis en commun.
- Le fait d'être enterré sous terre présente également l'avantage de libérer un espace précieux sur les toits des villes densément peuplées.

TRIBUNE LIBRE

- « Les besoins en rafraîchissement croîtront fortement dans les climats chauds - le refroidissement urbain offre un moyen plus durable de répondre à ces besoins », Mitsubishi Heavy Industries.
- « À mesure que le vaste potentiel du refroidissement urbain et son rôle dans la réalisation de multiples objectifs socio-économiques et environnementaux sont révélés, les villes du monde entier prennent conscience de ses avantages », Mitsubishi Heavy Industries.

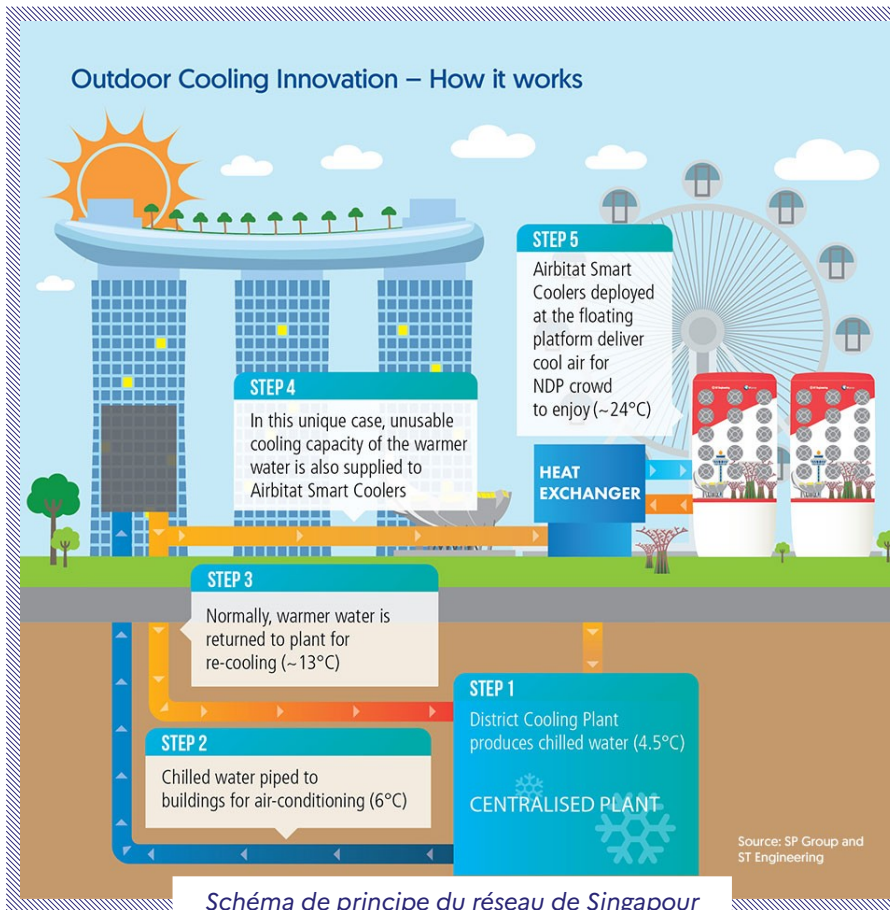


Schéma de principe du réseau de Singapour

Source : SP Group and ST Engineering - Lien

SOURCES ET AUTRES LIENS UTILES

- <https://mhiaa.com.au/below-the-surface-of-singapore-lies-the-future-of-keeping-cool-spectra/>
- <https://www.spgroup.com.sg/about-us/energy-hub/sustainability/marina-bay-district-cooling-network-to-be-expanded-with-new-partnerships>
- <https://www.todayonline.com/singapore/plant-underground-district-cooling-network-marina-bay-commissioned>
- <https://sso.agc.gov.sg/Act/DCA2001?WholeDoc=1>
- https://www.ema.gov.sg/cmsmedia/Licensees/District_Cooling/singaporedistrictcoolinglicence.pdf