

# BÂTIMENTS ÉCOLOGIQUES DE SINGAPOUR



## PRINCIPE DIRECTEUR 5 : EFFICACITÉ DES RESSOURCES ET CIRCULARITÉ

La circularité et l'utilisation de technologies et de matériaux de construction durables devraient faire l'objet d'une planification et d'une conception dans les systèmes infrastructurels afin de minimiser leur empreinte et de réduire les émissions, les déchets et autres polluants.



## CONTEXTE

Singapour est l'un des pays les plus densément peuplés au monde (Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies [DESA], 2019). En tant que cité-État occupant un peu plus de 720 kilomètres carrés de terres, elle est également confrontée à des contraintes considérables en matière de ressources naturelles (Chew 2010, p. 196). Pourtant, Singapour possède l'une des économies les plus efficaces en matière d'émissions de carbone au monde et cherche à rendre écologiques au moins 80 % de ses bâtiments d'ici 2030 (Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction, 2010, p. 3). Depuis 2005, Singapour a mis en place une série d'innovations

afin d'intégrer la durabilité environnementale dans son infrastructure bâtie en vue de façonner une ville propre, efficace et agréable à vivre, et de réduire la dépendance à l'égard des importations de ressources naturelles pour la construction. Les « bâtiments écologiques » de Singapour (y compris les bureaux, les bâtiments universitaires, les bâtiments de transport public et autres installations) ont adopté des principes de circularité, en ayant recours à des matériaux recyclés et à des technologies vertes pour la conception des bâtiments. Il convient de noter que ces innovations sont rendues possibles à l'échelle grâce à un environnement favorable qui s'efforce de faire la promotion de l'adoption de matériaux et de pratiques de construction durables.



## INTÉGRATION DE LA CIRCULARITÉ DANS LA CONSTRUCTION

La première mesure technique clé qui caractérise les bâtiments écologiques de Singapour est l'utilisation de matériaux écologiques et recyclés pour la construction. Par exemple, un système de construction en bois d'ingénierie de masse a été utilisé pour un bloc universitaire de 12 étages à l'Eunoia Junior College (Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction, 2020a). Le bois d'ingénierie de masse est récolté dans des forêts gérées durablement (Programme de reconnaissance des certifications forestières, 2019) et les bâtiments utilisant cette matière ont une empreinte carbone et des émissions nettes de carbone inférieures à celles des bâtiments en acier ou en béton (Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction, 2020b). Le Tampines Concourse, qui est un immeuble de bureaux de trois étages construit avec du béton écologique, en constitue un autre exemple. Le béton écologique utilise moins de sable<sup>5</sup> en le remplaçant partiellement par du laitier de cuivre, des granulats de béton recyclé et du laitier de haut fourneau à granulés moulus (Chew, 2010).

Les bâtiments de Singapour intègrent la circularité tout au long du cycle de vie, y compris dans la phase de déclassement ou de démolition. L'Autorité du bâtiment et de la construction a mis en place un protocole de démolition qui a ensuite été intégré à la norme de Singapour - un ensemble de procédures qui, entre autres politiques, maximisent la récupération des déchets en vue d'une réutilisation bénéfique ou d'un recyclage (Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction, 2020c). Ces matériaux peuvent potentiellement être utilisés pour d'autres projets, tels que le bâtiment Samwoh Eco-Green, composé de béton avec des granulats de béton recyclé dérivés de déchets de construction et de démolition.

## CONCEPTION ET TECHNOLOGIES ÉCOLOGIQUES

En complément de l'utilisation de matériaux de construction écologiques, le Gouvernement de Singapour encourage également l'utilisation de conceptions de bâtiments durables et de technologies écologiques afin de minimiser les impacts environnementaux et de maximiser les performances globales des bâtiments. Leur promotion est effectuée par le système de certification BCA Green Mark, qui est un cadre permettant d'évaluer la performance environnementale globale d'un bâtiment, y compris l'efficacité énergétique, la consommation d'eau et la qualité de l'environnement intérieur, ainsi que les impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie.

Compte tenu du climat tropical, des stratégies de conception passive sont fréquemment adoptées pour les bâtiments et les espaces, afin de réduire la consommation

d'énergie et les émissions de carbone. Par exemple, les bâtiments individuels ont des conceptions vernaculaires avec une orientation soignée pour maximiser la lumière du jour ou éviter le gain de chaleur direct du soleil. Afin d'intégrer la nature dans un environnement urbain dense, un nombre croissant de bâtiments intègrent également de vastes espaces verts et des arbres, qui fournissent de l'ombre et minimisent les effets d'îlot de chaleur urbain. Beaucoup d'entre eux disposent d'extérieurs qui protègent du soleil, comme des surplombs, pour bloquer l'exposition au soleil (Eco-Business, 2011). Les toits verts, avec des couches de végétation plantée, atténuent davantage les gains de chaleur solaire. Ils offrent une alternative naturelle aux solutions « grises » et en réduisent la nécessité.

En termes d'efficacité énergétique, le bâtiment à énergie zéro du campus Braddell de l'Autorité du bâtiment et de la construction et le bâtiment de l'école de design et d'environnement 4 (SDE4) de l'Université nationale de Singapour, qui a été achevé récemment, en constituent des exemples notables. L'académie ZEB@BCA a été le premier bâtiment à énergie zéro d'Asie du Sud-Est, avec près de dix années consécutives de consommation énergétique nulle depuis 2009. Il sert de banc d'essai pour l'intégration des technologies de construction écologique dans les bâtiments existants (Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction, 2020d). Adapté aux conditions tropicales grâce à une attention particulière portée à la façade, à l'orientation et à la masse, l'école de design et d'environnement 4 de l'Université nationale de Singapour dispose d'un système de refroidissement « hybride » avec des ventilateurs au lieu d'un système de climatisation standard, ce qui permet d'obtenir un point de consigne plus élevé et une consommation d'énergie plus faible, tout en obtenant le même confort thermique. Depuis son ouverture en 2019, une gestion rigoureuse de l'énergie, associée à une importante installation photovoltaïque sur le toit, a permis d'obtenir une performance énergétique nette positive. L'Office du logement et du développement a également mis en place des technologies « intelligentes », notamment des « ventilateurs intelligents » dans son développement de Punggol Northshore, qui s'activent en fonction de la température, du taux d'humidité et des mouvements humains (Singapour, Office du logement et du développement, 2015). Ces différentes solutions permettent de réduire la consommation d'énergie et de ressources naturelles, tout en rendant les bâtiments plus confortables et utilisables du point de vue des occupants.

D'autres constructions, comme Tuas Nexus, illustrent la circularité par l'intégration de différents secteurs. Tuas Nexus représentera la première installation intégrée de traitement des déchets et de l'eau au monde. Elle abritera l'usine de récupération des eaux de Tuas, construite par la Commission des services publics et l'Agence

<sup>5</sup> Le sable constitue une ressource de plus en plus rare, associée à des niveaux élevés d'émissions de gaz à effet de serre et à des incidences environnementales négatives, telles que l'érosion côtière entraînée par son extraction.

nationale de l'eau de Singapour, ainsi qu'une installation de gestion intégrée des déchets, construite par l'Agence nationale de l'environnement. La construction tirera profit des synergies entre l'eau, l'énergie et les déchets afin d'optimiser la récupération de l'énergie et des ressources tout en minimisant l'occupation des sols. Par exemple, l'électricité produite par le processus de transformation des déchets en énergie sera utilisée pour alimenter le fonctionnement de l'installation dans son ensemble, et l'électricité excédentaire sera exportée vers le réseau. Tuas Nexus sera autonome sur le plan énergétique grâce à l'approche intégrée. Cela devrait permettre d'économiser plus de 200 000 tonnes de CO<sub>2</sub> par an, ce qui équivaut à retirer 42 500 voitures des routes de Singapour (Singapour, Agence nationale de l'environnement, 2020).

### UN ENVIRONNEMENT FAVORABLE

Dans l'optique de soutenir les systèmes de construction écologique, le Gouvernement de Singapour a mis en place un environnement propice, avec des politiques et des incitations stratégiques, afin d'atteindre l'objectif d'écologisation de 80 % des bâtiments (en surface brute) du pays d'ici 2030.

Le Green Mark Incentive Scheme a pour but d'« accélérer l'adoption de technologies de construction et de pratiques de conception de bâtiments respectueuses de l'environnement par le biais d'incitations en espèces ou en surface au sol brute » (Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction, 2020e). Ce programme a été complété par une législation exigeant que tous

les nouveaux bâtiments et les bâtiments existants qui font l'objet d'une rénovation importante répondent à une norme minimale de durabilité environnementale. Le programme « Super Low Energy » représente la prochaine vague du mouvement de construction écologique de Singapour. Lancé en 2018, il comprend une série d'initiatives élaborées par le Gouvernement en partenariat avec l'industrie et le monde universitaire de manière à encourager la conception et l'adoption de bâtiments rentables à très faible consommation d'énergie (amélioration de 60 % de l'efficacité énergétique par rapport aux codes de construction de 2005) (Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction, 2018, p. 10).

Outre les avantages liés à la durabilité environnementale, les bâtiments conçus selon les normes de la « marque verte » réalisent des économies nettes positives tout au long de leur cycle de vie<sup>6</sup>. Certains ont réduit leurs dépenses de fonctionnement de 11,6 % (Université de Yale, 2013). Parmi les autres programmes, citons le « Building Retrofit Energy Efficiency Financing Scheme », le « Skyrise Greenery Incentive Scheme » et le « Quieter Construction Innovation Fund » (Green Future, 2020), qui abordent une série de considérations économiques, environnementales et sociales relatives aux bâtiments. Parallèlement à ces mesures, les institutions gouvernementales ont identifié et encouragé la recherche et le développement comme un facteur clé afin d'améliorer l'efficacité des ressources dans les bâtiments de Singapour (Eco-Business, 2011), ce qui a conduit à la création d'un cluster intégré d'innovation dans les bâtiments verts pour faire progresser les solutions et les pratiques d'efficacité énergétique.



© happycreator / Shutterstock.com

<sup>6</sup> Une étude de conseil indépendante sur le système d'incitation à la marque verte de l'Autorité du bâtiment et de la construction a été commandée en 2019 (Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction, 2019). L'étude comprend un examen détaillé et une analyse du coût du cycle de vie de 40 projets Green Mark.

## REPRODUCTIBILITÉ

Poursuivre les innovations pour fournir des logements, des emplois, des équipements publics et un environnement propre à une population urbaine croissante reste un défi crucial, alors que 2,5 milliards de personnes supplémentaires devraient vivre dans les villes du monde d'ici 2050 (DESA, 2018, p. 1). Le succès des bâtiments écologiques et des infrastructures urbaines élargies de Singapour est souvent considéré comme un modèle par les autres villes. Les observateurs parlent souvent de Singapour comme d'une « ville dans un jardin » (PNUE, 2018).

Singapour montre comment une ville et un pays peuvent bâtir une économie forte tout en préservant un environnement propre et vert. Malgré les contraintes liées aux ressources naturelles et au territoire, une série de mesures techniques et politiques ont permis de concevoir et de mettre en œuvre des systèmes d'infrastructure durables qui répondent aux besoins

humains, tout en respectant le cahier des charges environnemental. Au-delà de la « ville dans un jardin », Singapour envisage désormais une « ville dans la nature », qui nécessitera une planification et une mise en œuvre globales afin d'intégrer davantage les écosystèmes aux infrastructures durables dans les zones urbaines (Singapour, Division des services publics, 2020).

En tant que ville-État à haut revenu, le cas de Singapour peut sembler unique, mais sa réussite ne repose pas uniquement sur des technologies avancées. Dès le départ, une planification saine a donné la priorité à la sensibilité à l'environnement : le pays a décidé très tôt qu'il ne pouvait pas se permettre de « polluer d'abord et nettoyer ensuite ». Cela illustre comment une ville à forte densité de population peut atteindre une qualité de vie élevée, favoriser une économie compétitive et maintenir un environnement durable pour les générations actuelles et futures avec des politiques appropriées et un engagement de principe.

## INFORMATIONS CLÉS

- La densité de population de Singapour et les contraintes liées aux ressources naturelles ont accéléré l'adoption de mesures innovantes en matière d'efficacité énergétique et de ressources par le Gouvernement. Le résultat est un environnement bâti durable et positif pour la nature, qui minimise l'utilisation des ressources.
- Les matériaux de construction, les conceptions et les technologies écologiques intègrent la circularité dans le cycle de vie des infrastructures. Les normes de Singapour sont en place afin de fournir des directives aux constructeurs en vue de maximiser la récupération des déchets pour leur réutilisation ou leur recyclage, ce qui permet de fermer les boucles de matériaux.
- Le pays a mis en place un environnement favorable efficace grâce à une combinaison d'incitations, de certifications, de normes, d'objectifs et d'initiatives de recherche et développement.

## RÉFÉRENCES

Chew, K. C. (2010). Singapore's strategies towards sustainable construction. *The IES Journal Part A: Civil & Structural Engineering* 3 (3), 196-202. <https://doi.org/10.1080/19373260.2010.491641>.

Eco-Business (2011). Green buildings in Singapore : adding the green touch with technology, 26 avril. <https://www.eco-business.com/news/green-buildings-in-singapore-adding-the-green-touch-with-technology/>. Consulté le 28 août 2020.

Green Future (2020). 2020 Guide to Singapore Government Funding and Incentives for the Environment, 16 février <http://www.greenfuture.sg/2020/02/16/2020-guide-to-singapore-government-funding-and-incentives-for-the-environment/>. Consulté le 28 août 2020.

Programme de reconnaissance des certifications forestières (2019). Singapore set to expand chain of custody certification and responsible sourcing of forest products, 23 septembre. <https://pefc.org/news/singapore-set-to-expand-chain-of-custody-certification-and-responsible-sourcing-of-forest-products>. Consulté le 10 octobre 2020.



- Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction (2010). *Building, planning and massing*. <https://www.bca.gov.sg/GreenMark/others/bldgplanningmassing.pdf>.
- Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction (2018). *BCA drives the next generation of green buildings – the super low energy buildings*, 5 septembre. [www1.bca.gov.sg/docs/default-source/docs-corp-buildsg/sustainability/pr\\_sgbw2018.pdf?sfvrsn=d818280e\\_2](http://www1.bca.gov.sg/docs/default-source/docs-corp-buildsg/sustainability/pr_sgbw2018.pdf?sfvrsn=d818280e_2).
- Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction (2019). Green Mark for Independent Consultancy Study on BCA Green Mark Schemes. <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-mark-for-independent-consultancy-study-on-bca-green-mark-schemes>. Consulté le 9 février 2021.
- Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction (2020a). Case Study – Eunoia Junior College. <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/productivity/design-for-manufacturing-and-assembly-dfma/mass-engineered-timber/mass-engineered-timber-case-study-eunoia-junior-college>. Consulté le 2 novembre 2020.
- Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction (2020b). Mass Engineered Timber. <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/productivity/design-for-manufacturing-and-assembly-dfma/mass-engineered-timber>. Consulté le 2 novembre 2020.
- Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction (2020c). Demolition Protocol. <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/sustainable-construction/demolition-protocol>. Consulté le 2 novembre 2020.
- Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction (2020d). Super-low energy building. Advancing net zero. <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/super-low-energy-programme/super-low-energy-building-advancing-net-zero>. Consulté le 1er novembre 2020.
- Singapour, Autorité du bâtiment et de la construction (2020e). Green Mark Incentive Schemes. <https://www1.bca.gov.sg/buildsg/sustainability/green-mark-incentive-schemes>. Consulté le 3 novembre 2020.
- Singapour, Office du logement et du développement (2014). *Smart HDB Homes of the Future*, 11 septembre. <https://www20.hdb.gov.sg/fi10/fi10296p.nsf/PressReleases/F93B15F80588397748257D500009CE6C>. Consulté le 8 janvier 2021.
- Singapour, Agence nationale pour l'environnement (2020). *Tuas Nexus - La première installation intégrée de traitement des eaux et des déchets solides de Singapour commence sa construction*, 8 septembre. <https://www.nea.gov.sg/media/news/news/index/tuas-nexus-singapore-s-first-integrated-water-and-solid-waste-treatment-facility-begins-construction>. Consulté le 9 février 2021.
- Singapour, Division du service public (2020). Singapore agenda in focus: transforming Singapore into a city in nature, 16 juillet. <https://www.psd.gov.sg/challenge/ideas/deep-dive/public-sector-transformation-edible-garden-city-in-nature>. Consulté le 25 août 2020.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement (2014). *Sand, rarer than one thinks*. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8665/GEAS\\_Mar2014\\_Sand\\_Mining.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8665/GEAS_Mar2014_Sand_Mining.pdf?sequence=3&isAllowed=y).
- Programme des Nations Unies pour l'environnement (2018). A city in a garden: Singapore's journey to becoming a biodiversity model, 30 juillet. <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/story/city-garden-singapores-journey-becoming-biodiversity-model>. Consulté le 16 octobre 2020.
- Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies (2018). *World urbanization prospects. The 2018 revision*. New York. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>. Consulté le 19 octobre 2020.
- Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies (2019). *World urbanization prospects. Maps. Percentage urban and urban agglomerations by size class*. <https://population.un.org/wup/>. Consulté le 28 août 2020.
- Université de Yale (2013). Singapore taking the lead in green building in Asia, 16 septembre. [https://e360.yale.edu/features/singapore\\_takes\\_the\\_lead\\_in\\_green\\_building\\_in\\_asia](https://e360.yale.edu/features/singapore_takes_the_lead_in_green_building_in_asia). Consulté le 20 octobre 2020.