
LA PROBLEMATIQUE DE L'EAU A SINGAPOUR

Rapport d'Ambassade

REDACTEUR

ADELINÉ MARTIN

REVISION

PASCAL LOUBIERE

JUIN 2015

Table des matières

Introduction.....	3
I. L'eau à Singapour	4
I.1. Structures gouvernementales.....	4
I.1.1. Ministère de l'Environnement.....	4
I.1.2. National Environment Agency (NEA).....	5
I.1.3. Environment & Water Industry Programme (EWI)	5
I.1.4. Singapore International Water Week (SIWW)	6
I.2. La stratégie de gestion de l'eau	7
I.2.1. Importation de Malaisie	9
I.2.2. Eau de pluie	9
I.2.3. Désalinisation	10
I.2.4. NEWater	10
I.2.5. Vers l'auto-suffisance : Priorités scientifiques et techniques.....	12
II. Organismes de recherche et programmes académiques.....	14
II.1. National University of Singapore (NUS)	14
II.1.1. Department of Chemistry.....	14
II.1.2. Centre for Water Research (CWR) – Faculty of Engineering – Department of civil and Environmental Engineering.....	15
II.1.3. NUS Environmental Research Institute (NERI)	17
II.1.4. NUSDeltares	19
II.1.5. Institute of Water Policy (IWP).....	21
II.2. Nanyang Technological University (NTU)	23
II.2.1. Centre for Synthetic Biology.....	23
II.2.2. EXQUISITUS - School of Electrical and Electronic Engineering (EEE)	24
II.2.3. School of Civil and Environmental Engineering (SCEE)	25
II.2.4. Nanyang Environment and Water Research Institute (NEWRI)	26
II.2.5. DHI-NTU Centre.....	27
II.2.6. Singapore Membrane Technology Centre (SMTC)	28
II.2.7. Residues & Resource Reclamation Centre (R3C).....	29
II.2.8. Advanced Environmental Biotechnology Centre (AEBC).....	30
II.2.9. Membres Auxiliaires.....	31
II.3. École Polytechnique	32
II.3.1. Centre of Innovation in Environmental & Water Technology (COI-EWT)	32
II.4. Agence pour la Science, la Technologie et la Recherche (A*STAR).....	33
II.5. Partenariats Extérieurs & Industriels	34
II.6. Programmes académiques.....	37
III. Secteur privé	38
III.1. Singapore, un hub industriel.....	38
III.2. Acteurs industriels principaux.....	40
Conclusion	43
ANNEXE 1 : Listes des entreprises du domaine de l'eau par secteur à Singapour	45

Introduction

Ce document a pour objet de faire un état des lieux des principaux acteurs et des mesures majeures en lien avec l'eau à Singapour. Les données sont issues de différentes sources et peuvent être sujettes à réactualisation, ou ne pas être exhaustives, aussi vous est-il conseillé de vérifier l'actualité de ces informations.

Les noms des institutions et des programmes de financement ne sont pas traduits en français, ce qui est un choix délibéré afin de faciliter une recherche personnelle ultérieure. De plus, de nombreux acronymes sont utilisés, ce qui résulte autant d'un trait culturel de Singapour, que d'une volonté d'alléger le texte.

En dépit de ses ressources économiques, Singapour fait face à un problème de taille qui s'accroît proportionnellement avec le nombre d'habitants et d'industries s'établissant sur ses 700 km²: les ressources en eau. La cité-Etat possède en effet très peu de ressources en eau souterraine, et encore moins de terres pour stocker l'eau de pluie. Comment parvient-elle alors à satisfaire la soif de ses 5 millions d'habitants et de ses industries spécialisées, grandes consommatrices d'eau ?

La prise de conscience par le gouvernement remonte aux années 60, alors que la majorité de l'eau provenait de Malaisie et qu'un rationnement forcé fut nécessaire. Depuis, et au fur et à mesure que les accords avec le pays voisin arrivent à expiration, Singapour s'efforce de réduire cette dépendance en développant de nouvelles technologies de recyclage, de dessalement, ou de récupération de l'eau de pluie. Les centres de recherche sur le sujet se sont donc multipliés au même titre que l'attractivité pour les grands groupes internationaux (Veolia, Siemens, General Electric...). Autant d'initiatives qui font de Singapour l'une des villes pionnières en matière des systèmes d'eau de demain.

Ce rapport présente tout d'abord les structures gouvernementales liées à l'eau à Singapour ainsi que la politique et les efforts associés pour satisfaire les demandes. Il se poursuivra avec la description des différents acteurs publics de la recherche suivie par une cartographie du paysage privé.

I. L'eau à Singapour

I.1. Structures gouvernementales

I.1.1. Ministère de l'Environnement¹



Ministry of the Environment
and Water Resources

Le Ministère de l'Environnement a été formé en Septembre 1972 pour s'attaquer aux problèmes de pollution, d'assainissement et de santé environnementale. En 2004, le Ministère est renommé le Ministère de l'Environnement et des Ressources en Eau (MEWR), afin de mieux refléter l'augmentation significative de la part prise par la gestion des ressources en eau dans le pays.

En 2001, en reconnaissant que le captage de l'eau, les stations d'épuration et les moyens d'assainissement faisaient partie d'un cycle de l'eau complet, l'agence PUB (Public Utility Board) a été intégrée au ministère pour devenir l'unique autorité singapourienne en matière d'eau, de son captage jusqu'au recyclage en passant par les constructions d'infrastructures et la R&D. PUB joue en effet un rôle central, en définissant les priorités de recherche ainsi que le contenu des formations en sciences de l'environnement. L'agence n'a pas d'équivalent en France et plus précisément, ce service public autofinancé par la production d'eau potable et l'épuration des eaux usées domestiques et industrielles, regrouperait les fonctions de plusieurs organismes ou entreprises françaises. L'agrégation au sein d'un même organisme public des différentes fonctions assure une grande efficacité dans l'usage des moyens intellectuels et financiers consacrés à la gestion et au traitement de l'eau à Singapour.



Water for All: Conserve, Value, Enjoy

Parmi ses différentes activités, on retrouve :

- ◆ La gestion des ressources destinées à la production d'eau potable : réseau de canaux de collecte des eaux de ruissellement pluvial, réservoirs, barrages, systèmes de transfert (canalisations).
- ◆ La production d'eau potable et d'eau industrielle ultra pure, à partir d'eau de ruissellement pluvial, d'eau de mer ou d'eau usée traitée.
- ◆ Le traitement des eaux usées domestiques et industrielles, leur rejet en mer (diffuseurs de Changi situés à 5 km de la côte, par 25 à 45 m de profondeur) ou leur réutilisation partielle pour produire de l'eau ultra pure et enfin la mise en décharge des boues après digestion, centrifugation et séchage.
- ◆ Le PUB mène aussi de multiples opérations de communication, d'éducation et de sensibilisation des scolaires, des associations et du public.

¹ app.mewr.gov.sg/

I.1.2. National Environment Agency² (NEA)



Le 1^{er} juillet 2002, un nouveau comité statutaire, la National Environment Agency (NEA), a été créé sous la houlette du Ministère de l'Environnement pour se concentrer sur les problèmes environnementaux. Cette organisation publique gère le développement d'initiatives et de programmes environnementaux à travers des partenariats avec les secteurs Privé, Public et Personnel (les 3 P : Public, Private, People). Le but était de créer un Ministère moins complexe et plus spécialisé avec parallèlement un comité rationnel focalisé sur les opérations. La division des responsabilités entre l'élaboration de la politique et la mise en œuvre opérationnelle permet au Ministère de se concentrer sur les directions stratégiques et répondre aux objectifs clés.

I.1.3. Environment & Water Industry Programme (EWI)³

En 2006, le Programme Industrie de l'Environnement et de l'Eau (EWI) a été lancé et le gouvernement a dédié 330 M SGD pour développer la R&D et l'emploi dans l'industrie liée à la gestion de l'eau. En 2011, un montant additionnel de 140 M SGD est venu compléter cette somme et ce secteur à lui seul devrait contribuer à augmenter le PIB de plus d'un milliard de dollars et atteindre 11 000 employés d'ici 2015. Ce programme vise à attirer plus d'entreprises pour qu'elles localisent leurs opérations à Singapour mais également à aider les compagnies locales et les centres de R&D à se développer puis à exporter leurs technologies dans les marchés émergents comme la Chine.

EWI peut être considéré comme une agence gouvernementale intra-institutions coordonnant les efforts des différents programmes dédiés à l'environnement et à la gestion de l'eau afin de faire de Singapour un hub pour l'industrie de l'eau le plus rapidement possible. Dépendante de PUB, elle regroupe d'autres entités (cf. Figure 1) comme le Bureau du développement Economique (EDB⁴), ou l'International Enterprise Singapore (IES⁵).

² www.nea.gov.sg/

³ <http://www.edb.gov.sg/content/edb/en/industries/industries/environment-and-water.html>

³ <http://www.iesingapore.gov.sg/>

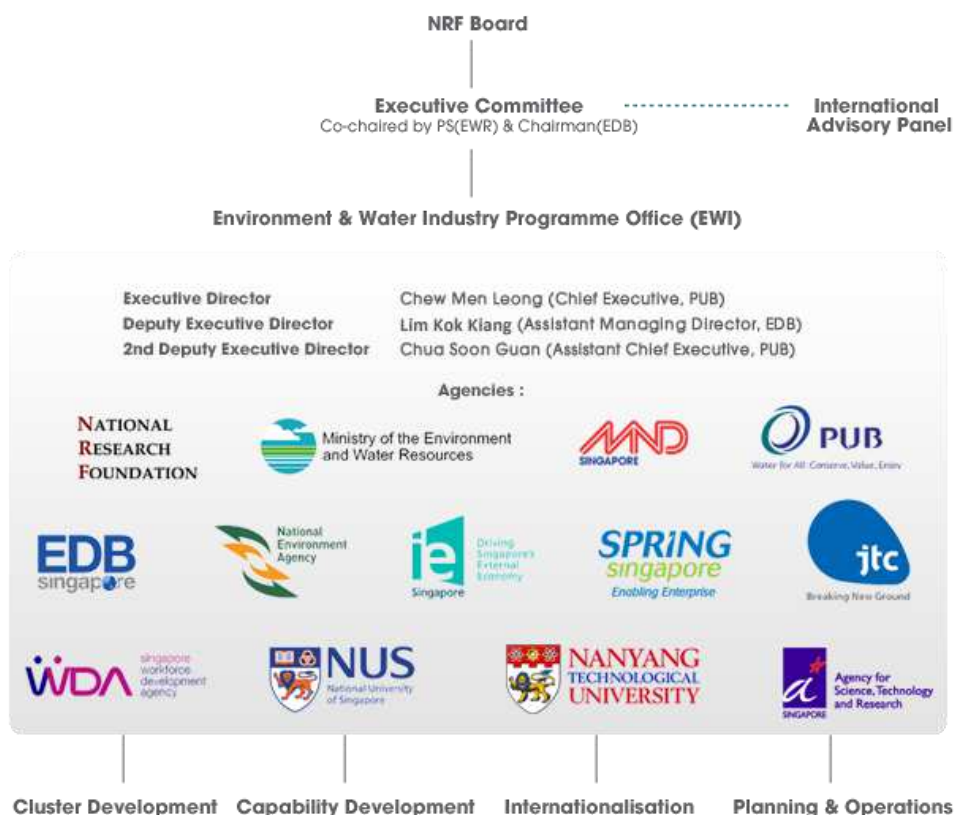


Figure 1 : Organisation du programme EWI (Crédit : EWI Office)

I.1.4. Singapore International Water Week (SIWW) ⁶



L'un des programmes phares de ces différentes entités gouvernementales reste la Semaine Internationale de l'Eau de Singapour (SIWW). Ce rassemblement, qui est sans conteste l'évènement régional leader en matière de solutions et d'équipements liés à l'eau, permet aux acteurs internationaux de se rencontrer tous les deux ans. A chaque édition, ce sont

plus de 750 exposants et 20 000 visiteurs en provenance de plus de 100 pays qui assistent aux conférences, et présentent les innovations dans le domaine de la gestion de l'eau.

L'édition 2014 qui s'est tenue du 1er au 5 juin aura été la plus imposante depuis sa création, avec plus de 800 entreprises participantes et 24 pavillons sur 23 000 m² et a été le témoin d'annonces de partenariats, de projets, d'investissements et de signatures de MoU (Memorandum of Understanding) à hauteur de 14,5 milliards de dollars singapouriens.

⁶ <http://www.siww.com.sg/>

L'introduction d'une composante Développement de talent Hydro-gen⁷, qui inclut le Programme HydroPreneur (HPP⁸) et le Sommet pour les Jeunes Leaders de l'Eau (YWLS⁹), a reçu un accueil très favorable de la part des participants et des délégués. L'HPP a permis à 6 équipes de confronter leurs idées à un panel composé d'experts des thématiques de l'eau. Approximativement 40 participants ont représenté le YWLS au Water Leaders Summit, où ils ont eu l'opportunité de partager leurs visions pour l'industrie de l'eau avec les décideurs politiques et leaders mondiaux.

La 3^{ème} édition du TechXchange¹⁰ a notamment permis à plusieurs pays (Australie, République Tchèque, Israël, Etats-Unis, Singapour) de se connecter avec plus de 200 partenaires industriels et investisseurs pour accélérer la commercialisation de technologies innovantes. Des prototypes ont également été exposés au tout premier Pavillon Innovation de la Water Expo 2014.

Cette édition aura aussi été l'occasion de discuter de l'étendue et de la portée des questions industrielles en matière d'eau, de l'utilisation optimale tous secteurs confondus (raffinerie, chimie, électronique, pharmacie, agroalimentaire, pétrole et gaz...) en terme de productivité, de coûts, d'opportunité de marché, en passant par les solutions techniques, au travers de forums et de conférences (The Water Convention and Hot Issues Workshop, The Industrial Water Solutions Forum).

De plus, cette édition 2014 de la SIWW aura vu les débuts du #SIWWPledge¹¹, une campagne unique de responsabilisation sociale des entreprises. Utilisant le pouvoir des médias sociaux, elle aspire à rallier la communauté autour de la découverte de nouvelles technologies durables et de solutions de financement en accord avec les besoins actuels.

I.2. La stratégie de gestion de l'eau¹²

La consommation globale en eau ne cesse de s'accroître à Singapour - entre 1965 et 2007 la demande en eau a été multipliée par 5 - et la tendance actuelle montre que cette consommation sera majoritairement non-domestique dans les années à venir (cf. Figure 2).

⁷ [://www.siww.com.sg/about-hydro-gen](http://www.siww.com.sg/about-hydro-gen)

⁸ <http://www.hydropreneur.com/>

⁹ <http://www.siww.com.sg/ywls>

¹⁰ <http://www.siww.com.sg/about-techxchange>

¹¹ <http://www.campaign.com/SIWWPledge>

¹² <http://www.pub.gov.sg/longtermwaterplans/OWOF2013/web/OurWaterOurFuture2013.html>

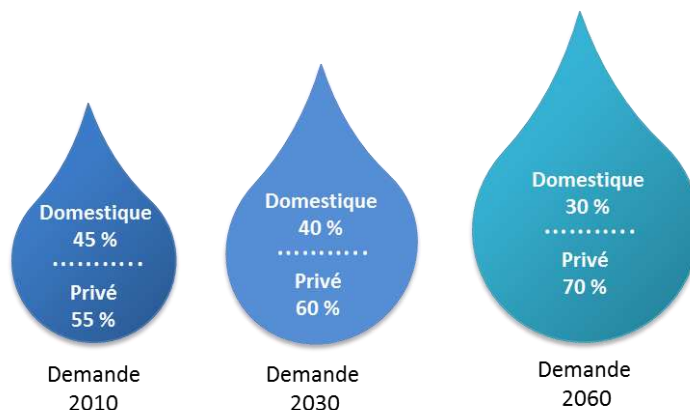


Figure 2: Evolution prévisionnelle de la demande en eau domestique et industrielle à Singapour

L'un des premiers objectifs de Singapour est donc de diminuer cette consommation et, grâce à des actions de sensibilisation (Water Conservation Awareness Programme¹³), le taux par personne et par jour diminue d'année en année avec un objectif affiché à 147 L/personne d'ici 2020 (cf. Figure 3).

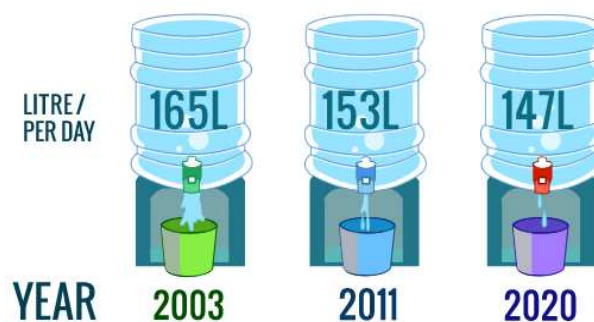


Figure 3 : Consommation en eau à Singapour par jour et par personne (Source/Crédits : MEWR)

L'eau utilisée à Singapour provient de quatre sources différentes, appelées les robinets nationaux « Four National Taps », représentées en Figure 4 et détaillées ci-après.

¹³ <http://www.pub.gov.sg/conserv/WACProgramme/Pages/2013Initiatives.aspx>

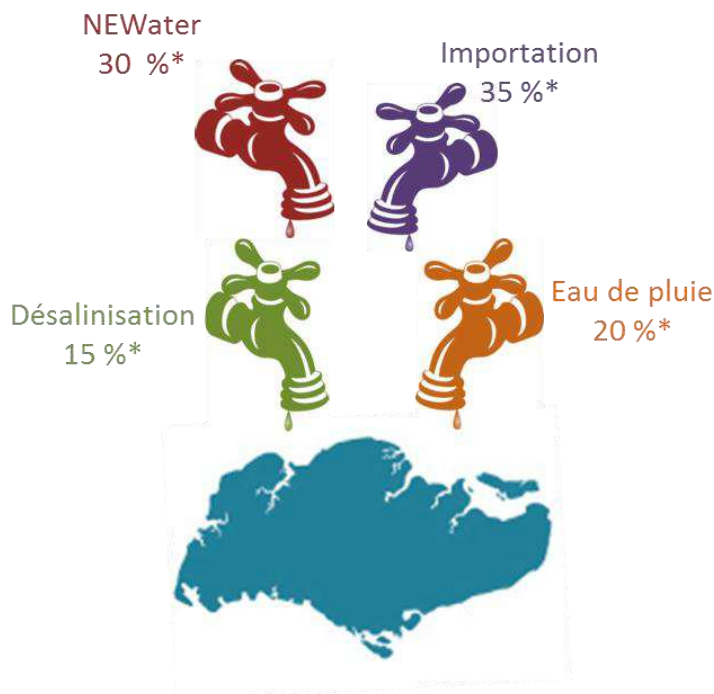


Figure 4 : La provenance de l'eau à Singapour représentée par les 4 robinets nationaux (en % de la demande totale en eau actuelle)

I.2.1. Importation de Malaisie

Des accords entre les deux pays permettent à Singapour d'importer de l'eau de Malaisie (Johor). Actuellement, cette eau brute transite par le biais de trois grandes canalisations qui courent parallèlement à une digue de deux kilomètres reliant les deux pays et qui doit être purifiée à l'arrivée. Son prix est assez faible et représente la source en eau la moins onéreuse pour Singapour (3 Ringgit Malaisien pour 1 gallon impérial, soit environ 1 dollar singapourien pour 4 500 L). Toutefois, le premier contrat a touché à sa fin en 2011 et le dernier expirera en 2060. D'ici cette date, l'objectif affiché de PUB est de devenir complètement indépendant et d'éliminer la dépendance envers la Malaisie en développant les trois autres sources alternatives.

I.2.2. Eau de pluie

La cité-Etat reçoit 2 400 mm de précipitations chaque année, soit le double de la moyenne mondiale. Pour capter cette eau de pluie, elle consacre depuis 2011 plus de 2/3 de la superficie du pays pour la création de réservoirs, devenant l'une des premières villes mondiales à utiliser ce système à si grande échelle. Plus de 17 réservoirs sont répartis sur le territoire, dont le Marina Reservoir, le plus récent (2011) et le plus grand d'entre eux, en plein cœur de la ville avec une capacité de plus de 10 000 ha (cf. Figure 5). Ce réservoir existe grâce au Marina Barrage et à ses neuf portes hydrauliques qui, lors de pluies intenses, peuvent être ouvertes pour relâcher l'excédent d'eau dans la mer à marée basse. Si la

marée est haute, des pompes sont capables de drainer l'eau excédentaire dans la mer à la vitesse du volume d'eau d'une piscine olympique par minute.



**Figure 5 : (Gauche) Répartition des réservoirs de Singapour,
(Droite) Marina Reservoir - Crédits: Chensiyuan**

Pour maximiser l'utilisation de l'eau de pluie, PUB a joué un rôle pionnier en créant des usines uniques pouvant traiter l'eau des petites rivières proches de la côte. Grâce au processus à salinité variable, elles opèrent comme un équipement de dessalement durant les épisodes secs, où l'absence de précipitation rend l'eau très saline, et se transforment automatiquement en stations de traitement de l'eau douce durant la saison des pluies, où la salinité est moindre.

I.2.3. Désalinisation

L'ouverture de la première station de dessalement remonte à l'année 2005 en partenariat avec la société Hyflux (cf. III.2.1). Depuis 2013, une seconde station, la plus grande d'Asie, est en construction pour augmenter la capacité globale de production et atteindre 25 % de la demande en eau d'ici 2060¹⁴. Ces deux stations d'osmose inverse permettront de produire plus de 400 000 m³ d'eau dessalée par jour, ce qui correspondra à 25 % de la demande en eau globale du pays. Des sites potentiels ont aussi été identifiés dans l'optique d'augmenter la capacité de dessalement d'ici 2060. Cette solution reste toutefois la plus coûteuse, à 78 cents SGD pour 1000 litres.

I.2.4. NEWater

Le développement en 2003 de la technologie de purification des eaux usées NEWater, qui couvre désormais 30 % de la demande, a permis à Singapour de s'affranchir en partie de sa dépendance aux conditions climatiques. Cinq usines de traitement, qui produisent conjointement plus de 530 millions de litres d'une eau presque aussi pure que de l'eau distillée, sont implantées sur le territoire et fournissent une eau représentant un coût additionnel de 30 cents SGD pour 1000 litres. Cette eau ultrapure

¹⁴ <http://www.todayonline.com/singapore/new-desalination-plant-brings-spore-closer-self-sufficiency>

obtenue par combinaison de trois traitements (microfiltration, osmose inverse, et purification par irradiation UV¹⁵) est majoritairement utilisée dans l'industrie mais permet aussi de compléter les réservoirs en période de sécheresse (cf. Figure 6).

Système de Microfiltration dans une station de traitement NEWater



Coupe d'une membrane d'osmose inverse utilisée lors du processus



Bouteille d'eau NEWater et composition en minéraux



Figure 6 : Technologie NEWater

Un programme intensif de développement du réseau d'égouts a été mis en place dans les années 60 pour faire face à l'aménagement et à l'industrialisation du territoire et le Deep Tunnel Sewage System (DTSS) a été conçu. La première phase de construction à l'est du territoire s'est achevée en 2008 et la seconde partie du programme, c'est-à-dire la mise en œuvre d'un réseau de récupération et de traitement sur la partie ouest, s'étendra sur une période de 10 à 20 ans.

A long terme, grâce aux différentes stations de production et de récupération, cette technologie devrait permettre d'atteindre 55 % de la demande globale en eau. La technologie brevetée a d'ailleurs commencé à s'exporter dans d'autres pays.

¹⁵ <http://www.pub.gov.sg/water/newater/newatertech/Pages/default.aspx>

I.2.5. Vers l'auto-suffisance : Priorités scientifiques et techniques

Le pays vise à être auto-suffisant en eau en 2060, date à laquelle le dernier contrat avec la Malaisie arrivera à son échéance, permettant un cycle de l'eau en « boucle fermée » (cf. Figure 7).

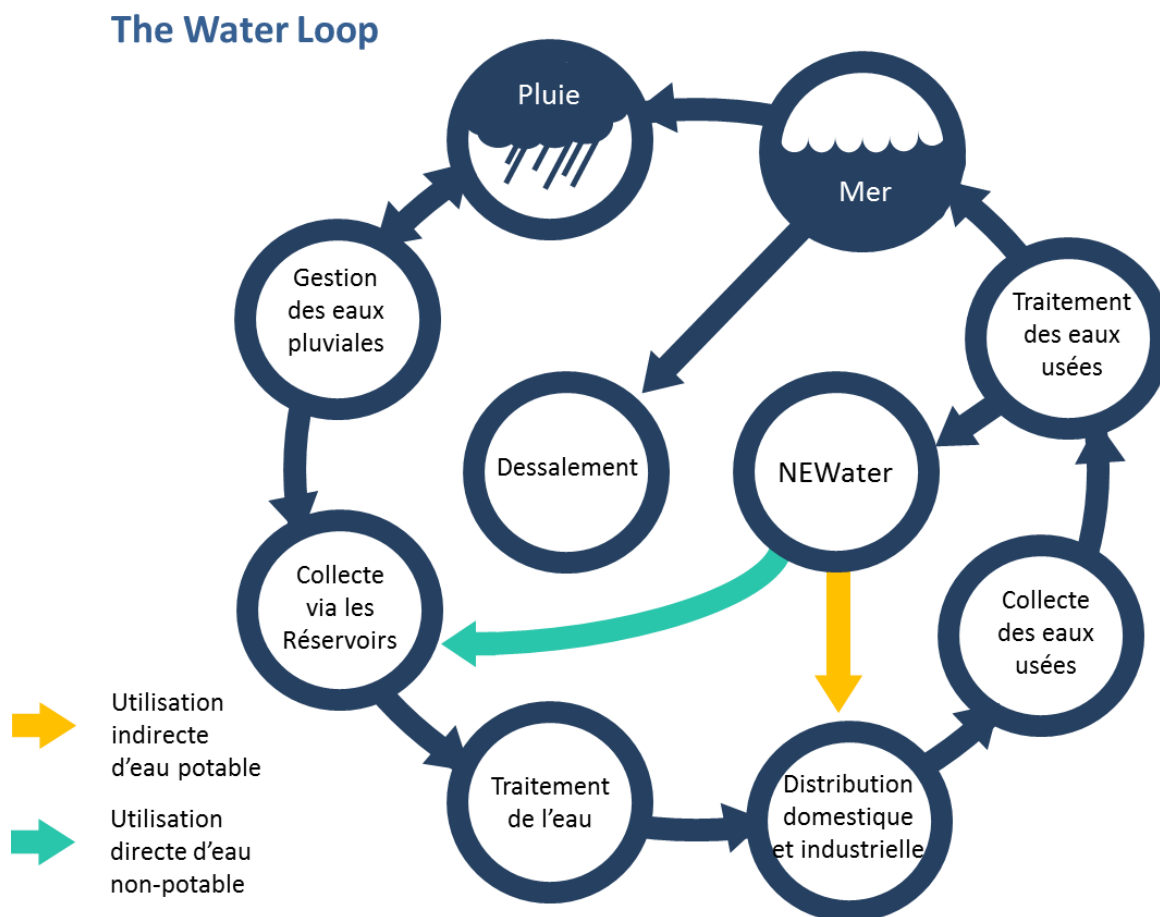


Figure 7 : Le cycle de l'eau en boucle fermée (Crédits : PUB)

Les fortes contraintes spatiales et la nécessité de produire les quantités d'eau potable nécessaires au développement économique et humain de la Cité-Etat ont conduit tous les acteurs concernés (administration, recherche publique et entreprises privées) à lourdement investir dans des technologies coûteuses et complexes à maîtriser (micro- et ultrafiltration, osmose inverse, irradiation aux rayons ultraviolet) mais finalement bien adaptées aux moyens intellectuels et financiers de Singapour.

Par ailleurs, le pays est également pionnier en matière de traitement de l'eau à si grande échelle et vise à devenir un Hydrohub mondial. Ses objectifs futurs en matière d'eau sont les suivants :

- ◆ Etudier et comprendre divers processus fondamentaux pour la gestion de l'eau douce en milieu urbain.
- ◆ Adopter des stratégies intelligentes pour des solutions durables dans ce domaine.

- ◆ Augmenter l’approvisionnement en eau provenant de sources alternatives (récupération des eaux, dessalement) jusqu’à atteindre 100 %.
- ◆ Durabilité de l’approvisionnement en eau : regroupement et amélioration des usines de traitement.
- ◆ Maintenir la qualité de l’eau en répondant aux standards internationaux.
- ◆ Réduire la consommation par personne à 147 L par jour d’ici 2020.
- ◆ Promouvoir cette expertise nouvelle, par des campagnes de sensibilisation et d’éducation.
- ◆ Développer un sens de la responsabilité important sur la gestion de l’eau en jouant sur les secteurs 3P (People, Private and Public) pour éduquer et sensibiliser.
- ◆ Valoriser et permettre l’expansion économique en direction principalement des pays qui expriment une forte demande de production d’eau potable et d’assainissement (Chine, Inde, Moyen-Orient).
- ◆ Montrer l’exemple aux responsables de l’eau du monde entier. Mission spécifique envers l’Inde, où les autorités font peu d’efforts pour améliorer leurs propres captages et le stockage de l’eau, préférant aller la puiser dans des réservoirs éloignés.
- ◆ Insertion dans l’économie mondiale, qu’il s’agisse d’importer des nouvelles techniques ou d’exporter le savoir-faire vers des pays où les besoins en production d’eau potable et en traitement d’eau usée sont importants.

II. Organismes de recherche et programmes académiques

Comme dans la plupart des pays développés, les équipes de recherche sont placées en forte concurrence pour financer leurs activités de R&D. La spécificité de Singapour réside dans l'existence d'un organisme central, PUB, qui finance en très grande partie, parfois jusqu'à 80 % des ressources, toutes les recherches sur l'eau. Si la coopération entre équipes universitaires de Singapour semble faible ou parfois inexistante, les collaborations internationales sont, elles, très significatives.

II.1. National University of Singapore (NUS)¹⁶

En tant que plus ancienne Université de Singapour, NUS a évidemment accompagné le développement du pays et la volonté du gouvernement dans la recherche constante d'innovation et en particulier dans le domaine de l'eau. Avec trois campus, et plus de 16 divisions et écoles, soit plus de 37 000 étudiants de toutes nationalités, elle s'est hissée parmi les meilleurs universités mondiales (24^{ème} du « QS World University Ranking 2013-2014 » soit une place de plus qu'en 2012). Régulièrement citée comme l'une des meilleures universités asiatiques, devant Tokyo et Hong-Kong depuis 2013, elle se positionne également comme la 1^{ère} des universités mondiales, devant NTU, en ce qui concerne le nombre et la qualité de ses Instituts de recherche sur l'eau, d'après une étude réalisée par Lux Research¹⁷ en 2013.

II.1.1. Department of Chemistry¹⁸

Le département de chimie est l'un des plus anciens départements de NUS puisque ses origines remontent à l'année 1929. Actuellement, les recherches des différents groupes portent sur des domaines variés allant de la chimie classique : inorganique, organique, analytique, à une chimie pluridisciplinaire : chimie biologique, chimie médicale, biophysique et matériaux.

En particulier, le groupe Science des Matériaux concentre sa recherche sur des thèmes émergents tels que les technologies respectueuses de l'environnement, le captage durable de l'énergie, l'élimination des polluants et les applications biomédicales.

Ainsi, récemment, des chercheurs de ce département ont développé un nouveau traitement à base d'épluchures de tomates et de pommes pour le traitement de l'eau¹⁹. Plusieurs études ont montré l'efficacité de ce processus - modulable en fonction du pH, de la nature et de la quantité utilisée pour l'extraction - pour l'adsorption des ions métalliques toxiques (ions phosphate, arsenate, arsenite, et chromate) ou des polluants organiques présents dans l'eau (colorants, pesticides...). Cette découverte

¹⁶ www.nus.edu.sg/

¹⁷ <http://www.luxresearchinc.com/news-and-events/press-releases/read/singapore-universities-top-ranking-water-research-institutes>

¹⁸ http://www.chemistry.nus.edu.sg/people/academic_staff/suresh.htm#briefdescrip

¹⁹ <http://www.eco-business.com/news/singapore-discovers-worlds-first-water-treatment-method-using-apple-tomato-peels/>

semble une bonne alternative aux actuelles techniques de purification trop chères et non accessibles pour les pays les moins développés. Un partenariat avec des ONG est d'ailleurs envisagé pour faciliter l'accès à l'eau potable et pour l'agriculture dans les villages les plus reculés des pays défavorisés.

II.1.2. Centre for Water Research (CWR) – Faculty of Engineering – Department of civil and Environmental Engineering²⁰



Ce centre de recherche, dépendant du département d'Ingénierie, a pour but de fournir une approche holistique et pluridisciplinaire des besoins en R&D pour le développement des infrastructures concernant l'eau. Sa mission est de conduire des recherches fondamentales sur les traitements de l'eau et des eaux usées, de permettre le transfert des avancées technologiques et un approvisionnement en eau suffisant à moindre coût pour Singapour et les pays environnants, et de collaborer avec des centres nationaux et des universités ou instituts de recherche internationaux en recherche fondamentale, mais aussi avec des partenaires industriels clés sur la R&D appliquée.

En Juillet 2014, le CWR a organisé notamment la 2ème rencontre internationale AP-ISMET (Asia Pacific International Society for Microbial Electrochemical Technologies) sur le thème de la science bioélectrochimique et ses technologies pour des applications environnementales²¹. La première édition de ce symposium s'était tenue en Chine en 2013 sur le thème de la production d'énergie à partir des polluants. Ces rencontres sont une vitrine internationale pour la communauté scientifique environnementale d'Asie Pacifique afin de présenter ses recherches et les technologies développées dans ce domaine.

Les activités du Centre sont regroupées dans différentes thématiques détaillées ci-dessous.

Etude de la qualité de l'eau et impact sur la santé

Le CWR a développé des processus de distillation et de filtration par membrane pour recycler l'eau de sources non-conventionnelles telles que les effluents, les eaux estuariennes et les eaux côtières. Pour évaluer la qualité de l'eau, son effet sur la santé et optimiser sa maintenance, la biostabilité, la mutagénicité, ou encore les effets néfastes des technologies de désinfection sont étudiés.

De plus, les recherches microbiologiques du CWR incluent le développement de nouveaux indicateurs de pollution en plus de la détection de ceux courants. Le centre possède des capacités de détection bactérienne (HPC, coliformes totaux et fécaux, *E. Coli*) et virale (somatique et F-spécifique bactériophage), et la recherche de nouveaux indicateurs pour les organismes pathogènes protozoïques est notamment l'un des axes prioritaires.

²⁰ <http://www.eng.nus.edu.sg/cee/CWR/CWR-Home.html>

²¹ <http://www.ismet.ugent.be/>

💧 Evaluation de la santé environnementale

Les perturbateurs endocriniens sont de plus en plus étudiés car ces substances pourraient avoir un effet nocif sur les systèmes reproducteurs et le développement de la faune et des êtres humains. Des activités oestrogéniques ont notamment été détectées dans les stations d'épuration et à la surface de l'eau elle-même. Le CWR a développé une technique d'analyse chimique pour détecter et quantifier ces perturbateurs endocriniens et est actuellement en train de réaliser des essais pour un processus biologique.

💧 Amélioration de la qualité de l'eau

Dans le domaine de l'amélioration de la qualité de l'eau, les travaux sont axés autour des performances, du design de réacteurs et des protocoles d'opération autour de différentes technologies :

- Élimination de l'azote et du phosphore
- Développement de stratégies de contrôle du rendement de la biomasse
- Phénomènes d'inhibition et cinétiques
- Réduction de la toxicité acidogénique
- Processus anaérobie
- Morphologie des biofilms
- Développement de réacteurs tel que le Réacteur Biofilm Ultra Compact (UCBR)

Ces études R&D concernent aussi bien les eaux usées domestiques que les eaux usées industrielles.

💧 Technologies membranaires

L'utilisation de membranes présente plusieurs avantages pour le traitement de l'eau, usée ou non : bonne efficacité d'épuration, faible teneur en produits chimiques et facilité d'utilisation. La R&D du CWR mène de nombreuses études dans ce domaine, notamment sur l'approche fondamentale des mécanismes de colmatage des systèmes d'osmose inverse pour une meilleure compréhension des phénomènes.

Pour répondre aux besoins nationaux, le CWR poursuit également des projets de recherche appliquée liés à la récupération ou la désalinisation de l'eau de mer. Parmi ces derniers, on retrouve des études de simulation de processus à base de membranes, le design et l'optimisation des opérations, et les questions soulevées pour le traitement des eaux industrielles en particulier.

💧 Hydroinformatique – Modélisation

Le CWR conduit par exemple des études sur des algorithmes évolutifs pour le suivi du ruissellement des eaux de pluies. D'autres recherches se focalisent sur des approches efficaces de l'exploitation des réservoirs à but multiples et les technologies programmables pour la gestion des ressources en eau.

La modélisation environnementale fait également partie intégrante des activités, notamment au niveau de la dynamique des fluides, puisque des études pour développer des modèles numériques pour le suivi des mélanges de polluants dans et au-dehors des zones de déferlement sont réalisées.

II.1.3.NUS Environmental Research Institute (NERI)²²



**NUS Environmental
Research Institute**

Le but de cet Institut est de positionner NUS comme un centre pluridisciplinaire global et leader dans le domaine de l'environnement (recherche, éducation, expertise), en particulier pour les questions directement liées à Singapour et à l'Asie. Ainsi, le centre conduit de nombreuses recherches de pointe, fondamentales et appliquées, dans des domaines d'activités à fort impact, et engage des partenariats stratégiques avec les agences gouvernementales et l'industrie.

Les axes de recherches actuels se portent sur quatre thématiques dont deux en particulier sont en rapport direct avec la gestion de l'eau:

Surveillance Environnementale et Traitement

Le NERI possède des capacités d'analyses de la qualité de l'eau et de l'air et a développé des instruments analytiques pour le dépistage des contaminants, qui détectent de très faibles concentrations de polluants organiques et inorganiques comme les désinfectants, les produits pharmaceutiques, les perturbateurs endocriniens et les métaux. De plus, les chercheurs ont développé de nouveaux capteurs piézo-électriques pour la détection des polluants d'origines chimique et biologique, des appareils de suivi en temps réel, et des instruments micro-analytiques pour des applications sur site.

L'institut a par exemple développé un modèle à partir de poissons zèbres pour étudier la contamination chimique de l'eau qui permet de prévoir les effets toxiques plus rapidement et à moindre coût.

Un autre développement remarquable est le NUSwan (cf.

Figure 8), un outil simple, innovant et performant pour suivre et surveiller les teneurs en polluants dans les réserves d'eau²³.



Figure 8 : Test du NUSwan développé par l'équipe de l'Assistant Professeur Mandar Chitre

²² <http://www.nus.edu.sg/neri/index.html>

²³ <http://www.nus.edu.sg/neri/nuswan.html>

Crédits : NERI, NUS

Le cygne intelligent ainsi réalisé est en réalité un appareil de mesure qui collecte les données en temps réel et permet un échantillonnage, autonome et contrôlé à distance, au niveau de tous les points d'intérêts. Le prototype a déjà prouvé son efficacité dans les réservoirs de Singapour et les chercheurs veulent désormais améliorer la visibilité par caméra, la possibilité de plonger et l'adaptabilité de l'échantillonnage. Des partenariats pour la commercialisation du dispositif sont également à l'étude.

◆ Chimie Verte et Développement Durable

D'autres recherches portent sur le développement de solutions énergétiques efficaces pour la désalinisation dans un premier temps, et la conversion des eaux usées en source d'énergie en utilisant des cellules microbiennes dans un second temps.

Pour ce qui est de la désalinisation, les mangroves sont notamment étudiées car elles se développent en absorbant le sel dissout dans l'eau à travers leurs racines. En particulier, des glandes microscopiques présentes sur les feuilles de certaines espèces permettent de maintenir l'équilibre salin entre les cellules selon un mécanisme encore incompris, en éliminant les excès de sel des tissus sous forme de sécrétions. Un autre axe de recherche concerne le mécanisme moléculaire et structurel de désalinisation dans les poissons euryhalins, puisque ces derniers tolèrent d'importantes variations de salinités (eaux douces, eaux saumâtres, eaux salées) et font donc continuellement face au challenge d'osmorégulation.

En ce qui concerne le traitement des eaux usées, des cellules microbiennes, qui convertissent l'énergie chimique en énergie électrique par réaction catalytique, sont également à l'étude. Cette technologie présente un fort potentiel puisque les bénéfices sont doubles : traitement de l'eau et génération d'énergie. Les recherches du NERI s'orientent sur l'identification des espèces cellulaires, le développement d'électrodes idéales, l'augmentation de la conversion électronique et l'optimisation de la gestion de l'énergie, et le développement de prototypes pour des tests à plus grande échelle.

Outre ses projets propres de recherche, le NERI a également mis en place des programmes et des initiatives en collaboration avec de nombreuses entités, des agences gouvernementales aux industries :

◆ Singapore Peking Oxford Research Enterprise (SPORE) Programme²⁴

Ce programme collaboratif basé au NERI est soutenu par la Fondation Nationale de la Recherche de Singapour (NRF²⁵), le programme gouvernemental EWI, NUS, l'Université d'Oxford et l'Université de Pékin. Son but est de permettre la recherche, l'éducation et la commercialisation de technologies en rapport avec une gestion éco-efficace des ressources en eau.

◆ Collaborations Industrielles

²⁴ <http://www.nus.edu.sg/neri/SPORE.html>

²⁵ <http://www.nrf.gov.sg/>

Une collaboration avec le General Electrics Singapore Water Technology Centre (cf. ANNEXE 1) est en cours sur la recherche de procédés pour le traitement de l'eau, l'organisation de séminaires et la mise en place de programmes pour les étudiants.

Un partenariat avec la société Agilent (cf. ANNEXE 1), le NERI Agilent Environment Research Alliance (NAERA), a permis d'équiper les laboratoires du NERI avec du nouveau matériel pour la recherche environnementale (produits chimiques, bioanalyses, instruments de mesures électriques). Grâce à cet accord, les deux entités travailleront également en collaboration pour l'organisation de séminaires, la formation de personnel et la publication d'articles.

L'entreprise Thermo Fischer Scientific (cf. ANNEXE 1) est également un partenaire du NERI à travers une collaboration sur les études métabolomiques appliquées aux systèmes hydrauliques urbains, incluant également le Singapore Centre on Environmental Life Sciences Engineering (SCELSE, cf. II.5.2)²⁶. Le but est de mieux comprendre les mécanismes métaboliques mis en jeu dans la purification des eaux usées et de mieux comprendre les procédés naturels permettant de réduire ou de neutraliser les contaminants à la surface de l'eau.

II.1.4. NUSDeltares²⁷



singapore-delft water alliance

L'alliance entre Singapour et la ville de Delft aux Pays-Bas²⁸ a conduit dans un premier temps à la création de la Sustainable Delft Water Alliance (SDWA)²⁹ à partir d'une initiative de la NRF, et qui se voulait un centre d'excellence regroupant les connaissances sur l'eau en partenariat avec PUB, NUS et l'Université Deltares³⁰ (Pays-Bas). Ce centre localisé à NUS accueillait les scientifiques et ingénieurs de toutes les organisations partenaires. Il était dédié en priorité aux études concernant les aspects scientifiques et d'ingénierie, appliqués et fondamentaux, du développement durable et de la protection des ressources globales avec un accent particulier sur les ressources en eau.

NUSDeltares
BRIDGING SCIENCE & SOCIETY

Sur les réussites de la SDWA, une nouvelle alliance, NUSDeltares, a été établie en 2012, avec l'intention d'avoir un impact scientifique pour les besoins des sociétés en Asie du Sud-Est. L'association avec les Pays-Bas, qui bénéficie déjà d'une reconnaissance certaine en matière d'hydraulique, permet à Singapour de s'afficher sur la scène de la recherche internationale, avec comme ambition d'être considéré comme l'un des leaders du domaine.

²⁶ <http://www.scelse.sg/>

²⁷ <http://nusedeltares.org/>

²⁸ <http://nusedeltares.org/>

²⁹ http://www.sdwa.nus.edu.sg/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=59

³⁰ <http://www.deltares.nl/en>

Un centre pour les sciences aquatiques, le Van Kleef – Aquatic Science Centre³¹, a ainsi vu le jour en 2011 dirigé par la SDWA, sous la houlette de la faculté d'Ingénierie de NUS. Il est dédié à la compréhension des processus fondamentaux de management de l'eau potable, et au développement de stratégies pour des solutions durables. Les infrastructures ont été conçues de sorte que les recherches puissent être conduites en conditions naturelles, c'est-à-dire un bâtiment sans murs solides dans la zone d'expérimentation permettant des températures et niveaux d'humidité réels. Un toit transparent permet toutefois aux plantes de se développer en évitant la pluie.

Les projets collaboratifs entre Singapour et les Pays-Bas au travers de ces deux alliances concernent différentes thématiques. Sous la houlette de la SDWA, différents projets ont vu le jour :

- ◆ Ecotoxicologie et évaluation des risques : le centre effectue des contrôles des contaminants chimiques à grande échelle dans la mangrove singapourienne pour évaluer les risques écologiques associés à la pollution chimique. Des outils pour réaliser ces analyses in situ et en temps réels sont développés, de même que des techniques de détection de la biodisponibilité de ces produits nocifs. L'objectif principal est d'aboutir à des modèles holistiques pour les phénomènes en milieux tropicaux.
- ◆ Partenariats avec CUGE : afin de permettre le transfert des technologies vers une application en conditions réelles, la SDWA travaillait en collaboration avec le Centre for Urban Greenery and Ecology³² (CUGE) pour tester des solutions durables en milieu urbain. Par exemple : la sélection de plantes pour la biorétention, le suivi de la qualité de l'eau en fonction des opérations de maintenance, ou la réhabilitation de bassins aquatiques.
- ◆ Rapport Eau-Energie : dans ce domaine, la combinaison de trois facteurs est étudiée: l'agrandissement des capacités de stockage de l'eau de pluie en diminuant les débits de pointe, le traitement de l'eau par biorestauration in situ, et la production d'énergie en utilisant les différences de températures entre les nappes.
- ◆ Mangrove : Ce projet a pour but de quantifier l'efficacité de la mangrove sur l'atténuation des vagues et déterminer les seuils critiques pour leur survie en Thaïlande et à Singapour en utilisant des mesures de terrains, la télédétection, les études de canaux et la modélisation hydrodynamique. L'un des développements futurs, en partenariat avec l'ONG française *Planète Urgence*, est la restauration de la mangrove à Sumatra, en Indonésie.
- ◆ Coraux et Algues : Les recherches menées au sein de ce projet portent sur l'impact du développement des infrastructures marines sur les écosystèmes marins en régions tropicales. Les réponses à la turbidité et à la sédimentation des coraux et des algues intéressent particulièrement les scientifiques de la SDWA.
- ◆ Analyses : Ces projets consistent majoritairement au développement d'options réelles d'analyses pour ajouter de la flexibilité dans le design des systèmes complexes. Deux études sont actuellement

³¹ <http://nusdeltares.org/facilities-and-software/aquatic-science-centre/>

³² <https://www.cuge.com.sg/>

menées, concernant les options réelles d'analyse³³ pour la protection du domaine maritime contre la piraterie et le terrorisme, ou l'approvisionnement en eau de Singapour.

Avec la création de NUSDeltares, de nouveaux projets ont vu le jour :

- ◆ **Projet Neptune** : Ce projet de deux ans en partenariat avec la NEA a pour but de créer un système de suivi des eaux côtières de Singapour pour évaluer les changements dans la qualité de l'eau causés par des incidents tels que les déversements chimique ou de pétrole. Combiné à une modélisation informatique pour détecter les catastrophes maritimes, ce système sera capable de prédire par exemple l'expansion d'une nappe d'huile après 6 h, 12 h et 24 h.
- ◆ **FreshWater Watch** : Conjointement avec HSBC34 et Earthwatch³⁵, un programme a été créé pour lequel ce sont les citoyens scientifiques qui suivent la qualité de l'eau. Après une journée de formation, les volontaires deviennent des «FreshWater Watchers» et ajoutent leurs données à une base collective en suivant différents paramètres de suivi de la qualité de l'eau.
- ◆ **Jurong Island** : NUSDeltares est en train de réaliser une étude complète sur l'eau souterraine présente sur l'île de Jurong. Pendant 18 mois, les spécialistes tenteront de déterminer s'il est viable et sûr d'extraire cette eau et si oui, en quelle quantité.
- ◆ **Gardens by the Bay** : Un accord de recherche a été signé entre les jardins Garden by the Bay et NUSDeltares pour suivre en temps réel, modéliser, prévoir et évaluer la qualité de l'eau des deux lacs du parc afin d'éviter une forte biomasse de phytoplancton.

II.1.5. Institute of Water Policy (IWP)³⁶



Cet institut a été établi à NUS en 2008 comme faisant partie de la Lee Kuan Yew (LKY) School of Public Policy³⁷ afin d'étudier les politiques relatives à l'eau en Asie et servir de guide pour toutes les économies émergentes.

L'IWP aspire à devenir un hub pour la recherche, l'éducation, le dialogue public et, quand c'est possible, pour le conseil à propos des problématiques gouvernementales.

Les chercheurs de l'Institut placent leurs efforts dans l'amélioration des conditions de vie, à la fois dans les pays développés et en voie de développement, en conduisant des études permettant d'identifier les politiques les plus adaptées, les investissements les plus judicieux et les autres interventions concernant les ressources en eau. La plupart des recherches sont centrées autour de trois thèmes :

³³ Les **options réelles** sont un outil financier d'aide à la décision stratégique en matière d'investissements qui considère un investissement comme le droit, et non l'obligation, de vendre ou acheter un projet dont le prix fait l'objet de variations aléatoires. La contribution majeure de cet outil réside dans sa capacité à capturer la valeur de flexibilité d'un projet.

³⁴ <http://earthwatch.org/>

³⁵ <http://earthwatch.org/>

³⁶ <http://lkyspp.nus.edu.sg/iwp/>

³⁷ <http://lkyspp.nus.edu.sg/>

- 💧 Gestion de la demande : Conduite de recherches empiriques pour démontrer l'inadéquation des modèles qui basent le développement de règles, de réglementations, ou de politique sur l'eau virtuelle ou l'empreinte de l'eau des pays³⁸.
- 💧 Evaluation de l'impact : Ce groupe est notamment en discussion avec le Ministère des Ressources en Eau d'Inde concernant la possibilité de passer d'une structure tarifaire à prix unitaire constant à une structure à tarifs progressifs par tranches pour motiver les améliorations dans la gestion de l'eau.
- 💧 Amélioration de l'accès à l'eau potable pour les plus pauvres : Ce groupe travaille avec des partenaires locaux de plusieurs villes (en Indonésie – Jakarta, Surakarta – aux Philippines – Manila – , et en Malaisie – Kuala Lumpur –) sur l'analyse des bénéfices et des désavantages de la participation communautaire pour améliorer les prestations et augmenter de manière significative l'implication de la communauté. Des sondages à grande échelle sur la dépendance en eau souterraine sont également réalisés en Inde notamment.

³⁸ On appelle « **eau virtuelle** » l'eau utilisée pour produire des biens exportables dans un endroit et consommée « virtuellement » dans un autre espace. Environ un cinquième de l'eau consommée dans le monde est ainsi de l'eau virtuelle, échangée entre les pays sous forme de produits agricoles ou industriels.

« **L'empreinte eau** » est un indicateur de l'usage direct ou indirect de l'eau par le producteur ou le consommateur, mis au point pour l'UNESCO par le professeur Arjen Y. Hoekstra en 2002. Il se calcule soit du point de vue d'un producteur (empreinte eau de production), soit du point de vue du consommateur (empreinte eau de consommation). Pour un pays, elle est égale au volume d'eau douce nécessaire pour la production d'un bien ou d'un service consommé par ses habitants. Un individu ou un pays qui consomme plus d'eau virtuelle que ce dont il dispose doit donc en importer pour combler ses besoins.

<http://www.cieau.com/les-ressources-en-eau/dans-le-monde/eau-virtuelle-et-empreinte>

II.2. Nanyang Technological University (NTU)³⁹

NTU est la seconde Université historique de Singapour et si ses premières activités étaient principalement axées autour de l'ingénierie, elle a su diversifier sa recherche par de nombreuses collaborations industrielles. En matière de recherche sur l'eau, elle fait également office de leader mondial et a été classée 2^{nde}, juste après NUS, pour le nombre et la qualité de ses Instituts de recherche sur l'eau, toujours d'après l'étude réalisée par Lux Research⁴⁰ en 2013. Son initiative EcoCampus annoncée en 2014, qui vise à transformer le campus de 200 hectares en un centre test à grande échelle pour les projets de recherche en technologies vertes de pointe est également un bon exemple de la volonté de l'Université de devenir un campus vert⁴¹.

II.2.1. Centre for Synthetic Biology⁴²

Le Centre de Biologie Synthétique de NTU regroupe aujourd'hui de nombreux instituts (cf. Figure 9), et a acquis une certaine expertise dans le domaine de la biologie synthétique.

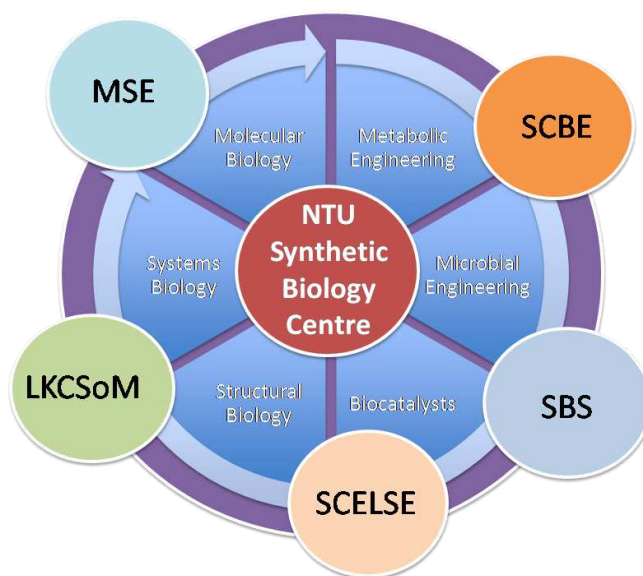


Figure 9 : Composition du Centre de Biologie Synthétique de NTU

Les projets du centre se concentrent autour des plateformes technologiques et des applications de la biologie synthétique aux problèmes biomédicaux et environnementaux.

³⁹ <http://www.ntu.edu.sg/Pages/home.aspx>

⁴⁰ <http://www.luxresearchinc.com/news-and-events/press-releases/read/singapore-universities-top-ranking-water-research-institutes>

⁴¹ <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/76134.htm>

⁴² <http://www.scbe.ntu.edu.sg/SyntheticBio/Pages/default.aspx>

Le développement biomimétique de systèmes synthétiques viables pour la dépollution de l'eau et de l'environnement est actuellement à l'étude. On peut citer par exemple des travaux sur l'évolution des méthodes pour la modification de facteurs de transcription globale de la bactérie *Escherichia coli* (*E. coli*) afin d'augmenter ses performances sous certains stimuli durant les bioprocédés. Ou encore, l'ingénierie de circuits génétiques permettant l'utilisation de microbes pour produire de l'électricité à partir des eaux usées.

II.2.2. EXQUISITUS⁴³ - School of Electrical and Electronic Engineering (EEE)

Avant 2011, le Water and Energy Research Laboratory (WERL)⁴⁴ appartenait à la Division of Power Engineering qui était elle-même l'une des six divisions de l'École d'Ingénierie Electrique et Electronique (School of Electrical and Electronic Engineering, EEE) de NTU spécialisée dans la puissance électrique et les technologies de l'énergie.

Depuis 2011, la refonte de l'EEE a conduit à la création de neuf centres de recherches parmi lesquels figure EXQUISITUS, le centre d'excellence pour la recherche et le développement des systèmes électriques pour les nouvelles villes interactives (E-City), créé à partir de la fusion de trois divisions et qui englobe entre autres les activités de l'ex-WERL. Ce centre a pour but de fournir des expertises dans les domaines des systèmes intelligents, des énergies renouvelables, du développement durable et des moyens de transport intelligents. Ses activités sont réparties dans quatre programmes de recherche :

- ◆ Technologies vertes appliquées à l'air conditionné
- ◆ Systèmes intelligents pour l'énergie
- ◆ Systèmes sans pilotes et mobilité urbaine
- ◆ Capteurs urbains et analyses de données

Les recherches dans le domaine de l'eau en particulier sont dévouées à l'étude des technologies économes en énergie pour la purification et la désalinisation. Actuellement, l'un de ses programmes phares financé par la NRF à hauteur de 10 millions SGD, vise à combiner les membranes de distillation et les bioréacteurs pour former un système autonome fonctionnant grâce à l'énergie solaire ("Combined-cycle Solar Energy Self-sustaining Membrane Distillation (MD) and Membrane Distillation Bioreactor (MDBR) Water Production and Recycling System"). Le but est d'utiliser les phénomènes naturels et les ressources de l'énergie solaire pour le traitement des eaux usées en eau potable sans générer de nouvelles émissions carboniques pour obtenir des systèmes de purification «zéro énergie». Des partenariats avec la King Saud University d'Arabie Saoudite, la Qatar Research Foundation et la société Memsys (cf. ANNEXE 1) sont actuellement en cours.

⁴³ <http://www.exquisitus.eee.ntu.edu.sg/Pages/Home.aspx>

⁴⁴ <http://www.pe.eee.ntu.edu.sg/AboutUs/RCLab/laboratories/Pages/WERL.aspx>

II.2.3. School of Civil and Environmental Engineering (SCEE)⁴⁵

Cette école, auparavant la School of Civil and Structural Engineering (CSE), fait partie des trois premières Ecoles d'ingénierie présentes aux débuts de l'Université en 1982. Elle a, depuis 2002, été renommée School of Civil and Environmental Engineering principalement à cause de l'accent mis sur la partie environnementale dans ses programmes et de l'expertise acquise dans ce domaine.

Il existe de nombreux groupes de recherche au sein de la SCEE dans différents secteurs de l'Ingénierie Civile et Environnementale. Dans chaque groupe, différents domaines d'intérêts ont été identifiés et l'on retrouve notamment un groupe spécifique « Environnement ». Les recherches de ce groupe se concentrent sur les technologies de biogranulation et de biofilms pour le traitement des eaux usées, la réutilisation des déchets, les membranes pour purification de l'eau et la gestion de l'impact environnemental.

Les premières recherches sur les membranes se concentraient sur l'application des osmose micro/ultra/inverse pour le traitement de l'eau et la production d'eau potable de bonne qualité. Actuellement, ce sont les membranes de la génération suivante, utilisant des matériaux innovant ou modifiés par traitement de surface, qui sont étudiées. Combinés à des techniques de distillation, de nano-filtration ou de biofilms sur-mesure, de nouveaux processus hybrides sont développés.

Une équipe a notamment développé une membrane auto-nettoyante plus rentable qui devrait doubler le temps d'utilisation par rapport aux membranes polymères classiques (2 à 3 ans).

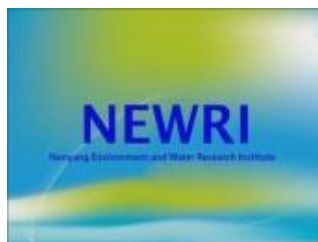
Annoncée lors d'une conférence de presse début septembre 2014, cette nouvelle membrane utilise une nanotechnologie brevetée à base d'oxyde de titane. Les nanoparticules présentes sur la membrane réagissent à la lumière, permettant de nettoyer les particules résiduelles sans besoin d'utiliser des produits chimiques comme l'hydroxyde de sodium. A cause de la nature des particules d'oxyde de titane, l'eau circule également au travers de la membrane à une vitesse plus rapide, au moins 10 fois supérieure à celle observée pour les membranes polymères ou céramiques classiques.

Cette invention est désormais commercialisée par une start-up créée au sein de l'Université. Agée de deux ans, Nano Sun compte sept employés et a déjà conclu plusieurs accords dans la région, comme celui signé avec une papeterie à Guangzhou en Chine. L'entreprise est aussi en contact avec les agences de traitement de l'eau et industries locales.

Les activités générales de ce groupe sont réalisées en coordination avec le Nanyang Environment and Water Research Institute (NEWRI) décrit ci-après.

⁴⁵ <http://www.cee.ntu.edu.sg/Pages/Home.aspx>

II.2.4. Nanyang Environment and Water Research Institute (NEWRI)⁴⁶



Lancé en mars 2008, le NEWRI représente l'effort de NTU depuis les 20 dernières années pour unifier ses recherches environnementales et devenir un participant actif et engagé dans le paysage de la R&D appliquée au domaine de l'eau. Bien plus qu'un simple laboratoire, le NEWRI est un véritable écosystème comprenant des groupes de recherche, des centres et des instituts couvrant toutes les activités, de l'éducation à la recherche, à travers le développement et l'application des technologies. En effet, avec plus de huit unités coordonnées, et plus de 400 chercheurs, cet Institut représente une plateforme multi- et transdisciplinaire, et se veut un centre unique pour les industries et les partenaires de recherche pour accéder aux compétences environnementales de NTU. De nombreux accords avec des Universités étrangères ont d'ailleurs été signés depuis 2008. Récemment, le centre a développé un partenariat⁴⁷ avec la société Agilent (cf ANNEXE 1), leader dans l'analyse chimique, les sciences de la vie, le diagnostic, l'électronique et la communication, pour améliorer les traitements biologiques des eaux usées.

Une représentation schématique de cet écosystème est donnée en Figure 10 ci-après :

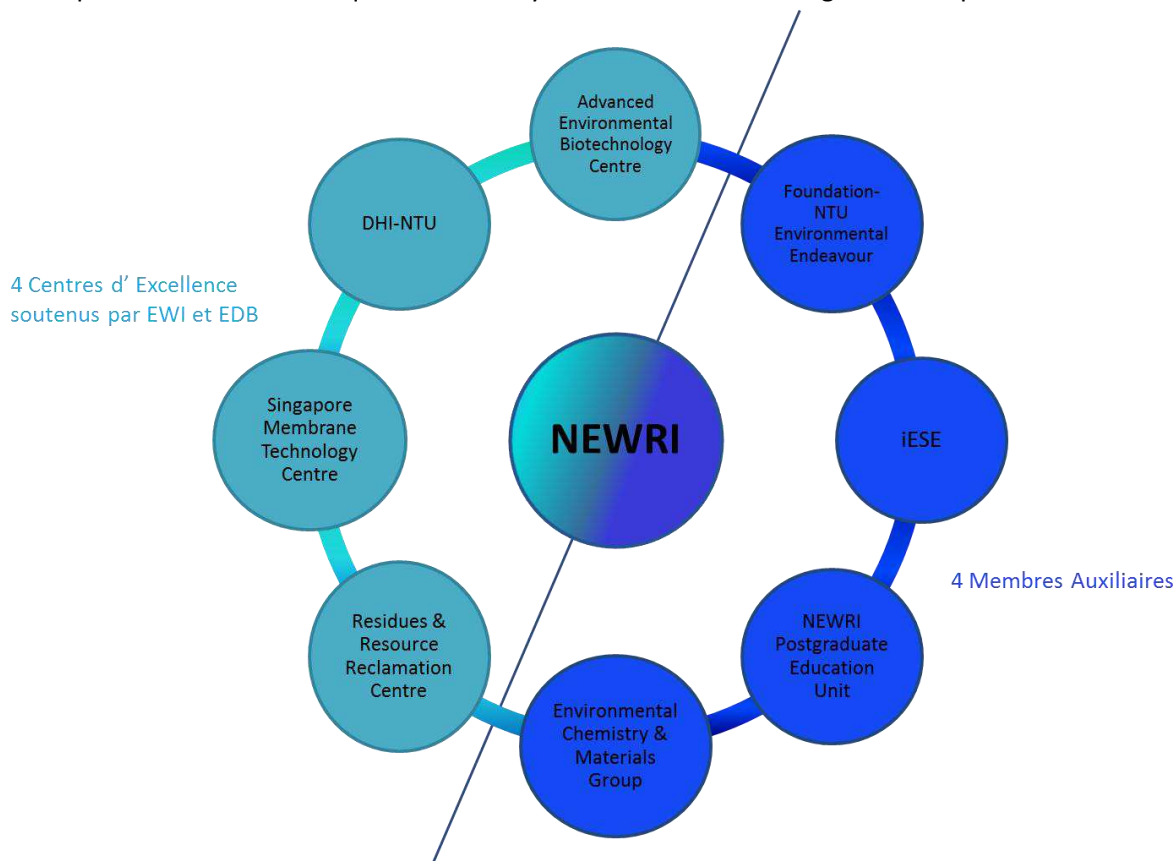


Figure 10 : Organisation schématique de l'écosystème du NEWRI

⁴⁶ <http://newri.ntu.edu.sg/Pages/default.aspx>

⁴⁷ <http://media.ntu.edu.sg/NewsReleases/Pages/newsdetail.aspx?news=e852d67d-a36b-4571-a8f1-5b387ef6f068>

II.2.5. DHI-NTU Centre⁴⁸

Ce centre a été conjointement établi par DHI Singapour et NTU en octobre 2007 avec le support d'EWI.

DHI⁴⁹ est une organisation internationale indépendante de conseil et de recherche d'origine danoise, dont l'objectif est de faire progresser le développement technologique et les compétences dans les domaines de l'eau, l'environnement et la santé. (cf. III.2.6).



La mission de ce centre est de générer de nouvelles connaissances sur l'eau et de renforcer l'industrie de l'eau et de l'environnement à Singapour via le développement de technologies innovantes et la formation de professionnels de l'eau et de l'environnement.

Six groupes de recherche sont actuellement actifs au sein du Centre DHI-NTU :

- ◆ Dynamique des Fluides Computationnelle (CFD) : Le centre propose des états de l'art en CFD basés sur ses propres codes ou ceux développés par ses partenaires, allant des analyses hydrodynamiques et problèmes micro-fluidiques aux analyses de procédés intégrés. Actuellement, des outils pour la modélisation des inondations, des tsunamis et des systèmes de protection sont à l'étude, de même que l'utilisation de membranes biomimétiques.
- ◆ Groupe Logiciels : Cette section comprend trois sous-groupes dont deux travaillant sur le développement et les services de nouveaux logiciels, et le dernier focalisé en particulier sur le logiciel MIKE développé par DHI, qui permet de modéliser le monde de l'eau en général, des océans aux traitements des eaux usées.
- ◆ Groupe Détecteurs : Ce groupe se concentre sur le développement de systèmes de collecte des données, c'est-à-dire le développement de méthodes, instruments et capteurs innovants lorsque ceux-ci ne sont pas disponibles. Par exemple, un capteur pour mesurer la vitesse moyenne d'un flux a été développé par une entreprise spin-off, HydroVision Asia Pte Ltd, ou encore un système de mesures de niveau de l'eau à partir d'une caméra et d'un radar a été mis en place.
- ◆ Groupe de recherche en écologie : ce groupe propose une recherche appliquée, en laboratoire et par modélisation, pour une meilleure compréhension des systèmes et des modèles d'importance écologique, comme par exemple les coraux, mangroves, planctons...etc.
- ◆ Planification urbaine et gestion de l'eau : Ce groupe travaille sur le développement durable appliqué à l'urbanisation et propose une large variété de services depuis la modélisation des systèmes hydrauliques urbains au développement de nouvelles techniques pour adapter les systèmes aux changements climatiques
- ◆ Gestion des eaux industrielles : Les activités du centre dans ce domaine incluent la R&D appliquée, mais surtout la mise en œuvre de solutions complètes pour des systèmes durables à travers l'économie et la réutilisation de l'eau, des produits chimiques et de l'énergie.

⁴⁸ <http://www.dhi-ntu.com.sg/>

⁴⁹ <http://www.dhi.fr/>

II.2.6. Singapore Membrane Technology Centre (SMTC)⁵⁰



Ce centre établi au début de l'année 2008 est dédié aux recherches fondamentales et appliquées aux technologies des membranes. En particulier, il a pour mission de devenir un centre de recherche de classe mondiale dans les technologies des membranes pour les applications environnementales et de traitement de l'eau.

Les recherches sont axées autour de six différentes thématiques :

- ◆ Production d'eau : Les recherches sur le traitement de l'eau visent à concevoir des systèmes les plus effectifs à base de membranes, avec une meilleure résistance au colmatage, des propriétés améliorées de filtration des produits organiques et de désalinisation. Ceci inclue également le contrôle du colmatage des membranes d'osmose inverse (RO) et le développement d'outils pour la prédiction de ce phénomène d'encrassement. Le centre cherche également à développer des technologies n'utilisant pas les membranes RO et qui pourraient conduire à des consommations d'énergie plus faibles.
- ◆ Récupération de l'eau : Les technologies à base de membranes jouent un rôle clé dans le traitement des eaux usées et les projets développés par ce groupe portent sur plusieurs aspects du traitement des eaux usées.
- ◆ Bioréacteurs à membranes (MBR) : Le centre prévoit une forte augmentation des possibilités d'applications de MBR dans ce domaine et étudie de nombreuses opportunités d'optimisation et d'innovation, incluant l'utilisation de nouveaux matériaux et le développement de systèmes hybrides pour éviter le colmatage.
- ◆ Problèmes énergétiques : L'énergie est un problème inhérent aux technologies des membranes dans l'industrie de l'eau puisque les séparations nécessitent une puissance importante. Pour minimiser l'énergie nécessaire, le SMTC développe des processus optimisés en sélectionnant les technologies appropriées et des outils pour les comparer.

Pour les quatre points évoqués ci-dessus, les projets du SMTC incluent, entre autres, les recherches suivantes :

- Bioréacteur membranaire fonctionnant à l'énergie solaire (brevet), et membrane hybride photocatalytique pour la filtration des polluants récalcitrants
- Membranes biomimétiques à base d'aquaporine pour la réutilisation de l'eau et la désalinisation
- Effet des UV sur la formation de biofilm sur les membranes RO et modélisation hydrodynamique des flux et études des effets anti-salissures sur les membranes
- Augmentation des performances des processus de désalinisation par l'utilisation de chimie spécifique
- Membranes basses pressions (qui fait partie d'un projet développé par Siemens, "Low-pressure hollow fiber membrane softening of high salt concentration waters") et nouveaux modèles hydrodynamiques
- Développement de nouvelles membranes à fibres creuses hydrophobes

⁵⁰ <http://smtc.ntu.edu.sg/Pages/default.aspx>

- Etude de l'impact d'huile minérale et de tensioactifs sur l'eau de mer pour le développement de systèmes membranaires innovants pour la désalinisation
- Nouvelle technologie d'osmose à pression retardée pour désalinisation effective à moindre coût et conversion de puissance
- Dopage gazeux (azote) de composite TiO₂/Carbone activé sous irradiation solaire pour l'oxydation-réduction photocatalytique et l'adsorption de substances organiques réfractaires
- Bioréacteur à membrane de distillation anaérobie

◆ Besoins spéciaux : Cet axe de recherche concerne les applications simples à plus petite échelle qui nécessitent de l'efficacité et de la résistance à moindre coût. Le centre travaille par exemple pour le développement de programmes d'hygiène en Birmanie, Indonésie et au Vietnam, ou le développement de membranes pour l'obtention d'eau potable dans des circonstances compliquées.

◆ Capteurs et surveillance : Le SMTC s'emploie à développer et à appliquer plusieurs techniques d'observation et de suivi non-invasives pour la qualité de l'eau et/ou le colmatage des membranes. Les activités de ce programme ont contribué au développement d'une entreprise spécialisée, Membrane Instruments and Technology (MINT Pte Ltd, cf. ANNEXE 1), lancée en 2009 pour exploiter la propriété intellectuelle et le transfert de technologie du SMTC⁵¹.

En 2013, une seconde entreprise cousine, De.Mem Pte Ltd (cf ANNEXE 1), a été mise en place afin d'utiliser toutes les technologies développées au SMTC pour le design et la construction de systèmes décentralisés pour le traitement de l'eau⁵², et qui a déjà participé à un projet de station d'épuration au Vietnam⁵³.

II.2.7. Residues & Resource Reclamation Centre (R3C)⁵⁴

Ce centre a été établi en 2009, comme une plateforme regroupant les recherches dans la gestion et le traitement des déchets, spécifiquement pour la réutilisation des ressources. Il possède 3 groupes, ou « clusters » différenciés par leurs domaines d'expertise et présentés dans le

⁵¹ <http://www.mintmembranes.com/>

⁵² <http://www.demembranes.com/>

⁵³ <http://media.ntu.edu.sg/NewsReleases/Pages/newsdetail.aspx?news=e2921900-9083-4e31-aa6b-cd555a0972c4>

⁵⁴ <http://www3.ntu.edu.sg/r3c/>

Tableau 1 suivant.

Tableau 1: Domaines de recherche et activités du R3C

Groupes	Activités
Matériaux à partir des déchets	Etudes des caractéristiques des résidus, transformation des déchets en nouveaux matériaux (pavés, asphalte, biofertilisants, boue d'épuration ...etc.)
Energie à partir des déchets	Etudes des caractéristiques des résidus et de la possibilité d'une conversion en énergie (production de bio-éthanol et autres biocarburants)
Assainissement des sites contaminés	Développement de technologies d'assainissement pour les environnements contaminés (électrocinétique, bioremédiation, nettoyage des déversements d'hydrocarbures)

Son implication dans le domaine de l'eau est moins importante puisque son activité principale est de couvrir tous les aspects des technologies de gestion et de conversion des déchets solides. Toutefois, parmi les projets en cours, un programme compétitif de recherche de 5 ans (2010-2015) en partenariat avec NTU, la NEA, JTC⁵⁵, et les entreprises Keppel (cf. ANNEXE 1) et SembCorp (cf. III.2.2) pour la gestion durable des déchets, prend le traitement des eaux usées en compte. En effet, l'un des sous-programmes de ce projet concerne les centrales de traitement des eaux usées et la possibilité de les utiliser comme source d'énergie propre.

Globalement, les différents axes de recherche de ce programme visent à :

- Réduire la consommation d'eau
- Réduire le coût du traitement des eaux usées
- Récupérer de l'énergie à partir du traitement des eaux usées

II.2.8. Advanced Environmental Biotechnology Centre (AEBBC)⁵⁶

Officiellement lancé en mai 2010, l'AEBBC est le dernier centre d'excellence du NEWRI. Il est issu d'une collaboration entre NTU et l'Université de Nouvelle-Galles du Sud (UNSW⁵⁷), basée à Sydney en Australie. Ses activités de recherche portent sur la biotechnologie environnementale avec des plateformes de recherche pour la microbiologie environnementale fondamentale et appliquée dans des domaines tels que la biologie moléculaire, la microbiologie, les bioprocédés et la science marine. Deux groupes de recherche englobent les différentes activités du centre qui sont décrites dans le

⁵⁵ JTC est une entreprise spécialiste dans les infrastructures industrielles, spécialisée dans la programmation et le développement de paysages industriels dynamiques, <http://www.jtc.gov.sg/Pages/default.aspx>

⁵⁶ <http://aebc.ntu.edu.sg/Pages/Home.aspx>

⁵⁷ <http://www.unsw.edu.au/>

Tableau 2.

Tableau 2 : Activités de l’AIBC

Groupes	Activités
Bioprocédés environnementaux et Biotechnologie	Amélioration de la granulation aérobie et anaérobie Détection, Bioaugmentation, Biostimulation ⁵⁸ Amélioration de l’efficacité énergétique dans les procédés de traitement Développement de nouvelles technologies pour lutter contre le colmatage dans les procédés industriels Fonction des populations microbiennes dans les bioprocédés aérobie et anaérobie Transfert des recherches à échelle réelle pour le traitement des déchets et des eaux usées
Santé Marine et Suivi	Suivi des fonctions microbiennes comme indicateurs de la santé des écosystèmes marins Conversion de la biomasse et stockage du carbone par les algues marines

II.2.9. Membres Auxiliaires

Les quatre membres auxiliaires du Centre ont différentes fonctions.

- ◆ L’ Environmental Chemistry & Materials Group (ECMG) soutient les activités du NEWRI grâce à ses équipements en chimie environnementale et au développement de matériaux pour des procédés de traitement. Ce groupe comprend des membres avec diverses expertises en science et en ingénierie et est engagé dans des activités de résolution des problèmes environnementaux et liés à l’eau en diminuant l’utilisation de produits chimiques, la consommation énergétique et la génération de déchets. Les recherches portent notamment sur :
 - Développement de nouveaux matériaux fonctionnels pour les applications environnementales
 - Développement de méthodes analytiques sensibles pour la détection et la quantification de contaminants émergents dans les eaux urbaines et les eaux recyclées
 - Intégration de systèmes pour le traitement de l’eau
 - Recommandation de mesures effectives pour la gestion durable des ressources en eau et protection de l’environnement et de la santé publique

Un projet sur lequel le groupe travaille en étroite collaboration avec le NEWRI est le développement d’une nouvelle génération de photocatalyseur pour la purification de l’eau. Il s’agit d’étudier un composite TiO₂/Carbone activé dopé à l’azote qui, activé par lumière visible, permet la dégradation photocatalytique de colorants, plastifiants, produits pharmaceutiques, ingrédients présents dans les produits de soin et les sous-produits de désinfection.

- ◆ Fondé conjointement par la Lien Foundation⁵⁹, une association caritative singapourienne, et NTU, la Lien Foundation-NTU Environmental Endeavour (EE2)⁶⁰, est une initiative philanthropique du

⁵⁸ La biostimulation et la bioaugmentation sont des techniques biologiques in situ de traitement des eaux souterraines qui consistent à provoquer la biodégradation des polluants, au moyen de microorganismes appartenant au milieu ou étrangers au milieu d’origine.

NEWRI qui concentre ses activités sur l'accès à l'eau propre et aux installations sanitaires pour les communautés les moins privilégiées d'Asie à travers trois programmes de bourses d'innovation, de participation des étudiants et d'une organisation indépendante non gouvernementale. Différents projets ont déjà été initiés depuis 2010 dans six pays (Inde, Indonésie, Laos, Birmanie, Népal et Sri Lanka).

- Le troisième membre associé, l'IESE⁶¹ a été intégré en Octobre 2004 comme une compagnie subsidiaire appartenant à NTU, une vitrine de ses activités de recherche, ayant pour but l'innovation et la commercialisation de technologies de l'environnement et du développement durable. Le NEWRI peut s'appuyer sur le support de cette société pour transférer les technologies aux applications et accompagner des collaborations avec d'autres entreprises partenaires.
- Comme son nom l'indique, le dernier membre de cet écosystème, le NEWRI Postgraduate Education Unit (N.PhD), est un programme de bourse de doctorat spécialisé en sciences et ingénierie environnementales.

II.3. École Polytechnique

II.3.1. Centre of Innovation in Environmental & Water Technology (COI-EWT)⁶²



Avec plus de 25 ans d'expérience en développement et recherche appliquée mais aussi en conseil dans les différents aspects de l'ingénierie environnementale, la Ngee Ann Polytechnic a développé le Centre of Innovation in Environmental & Water Technology (COI-EWT) en partenariat avec SPRING Singapore⁶³ et le gouvernement singapourien pour fournir un soutien technologique aux entreprises locales.

Les services proposés par le centre sont multidisciplinaires et couvrent le consulting, la recherche appliquée, et les projets de développement tels que :

- études de faisabilité technologique
- évaluation des performances d'un système
- amélioration des procédés
- design de produits
- caractérisation de matériaux
- Simulation numérique
- Tests

⁵⁹ <http://www.lienfoundation.org/preschool.html>

⁶⁰ <http://endeavour.newri.ntu.edu.sg/Pages/default.aspx>

⁶¹ <http://dr.ntu.edu.sg/handle/10220/6977>

⁶² <http://www.np.edu.sg/coi/ewt/Pages/default.aspx>

⁶³ <http://www.spring.gov.sg/Pages/homepage.aspx>

SPRING Singapore est une agence du Ministère du Commerce et de l'Industrie chargée d'aider les entreprises singapouriennes à se développer. SPRING travaille avec plusieurs partenaires pour accompagner les entreprises dans la recherche de financements, le développement managérial et l'accès aux marchés.

II.4. Agence pour la Science, la Technologie et la Recherche (A*STAR)⁶⁴

L'Agency for Science, Technology and Research (A*STAR) participe également aux travaux de recherche dans le secteur des nouvelles technologies de l'eau mais ne possède pas d'institut entièrement dédié à cette thématique. Les contributions apportées par A*STAR sont collaboratives avec NTU, NUS, PUB, et plutôt axées sur l'optimisation des outils informatiques nécessaires pour les technologies de l'eau, la modélisation et le suivi.

II.4.1. Institute of Bioengineering and Nanotechnology⁶⁵



L'IBN est l'un des premiers instituts d'A*STAR, fondé en 2003, dédié à la recherche à l'interface entre bioingénierie et nanotechnologie, et l'un des plus importants en termes de personnel. Ses objectifs tournent principalement autour de l'ingénierie biologique et biomédicale avec des recherches en chimie catalytique, biomatériaux, nano-dispositifs et systèmes microfluidiques.

Toutefois, récemment, une équipe de chercheurs a synthétisé un nouveau polymère mésoporeux poly-melamine-formaldehyde (mPMF) présentant des capacités exceptionnelles⁶⁶. Ce matériau présente une grande surface de contact grâce à sa structure chimique composée de cycles aromatiques azotés. Du fait des atomes d'azote qui possèdent une affinité de liaison forte pour les métaux lourds, l'équipe a suspecté que le mPMF pourrait présenter un grand intérêt pour la filtration de l'eau.

Afin de prouver cette hypothèse, après la synthèse en une étape et peu coûteuse de ce polymère, il a été placé dans une eau contaminée par du plomb. Remarquablement, 99% du métal toxique a été éliminé après 5 secondes, que la solution soit en mouvement ou non, réduisant considérablement le niveau de métal à une partie par trillion. De plus, le plomb piégé a ensuite pu être récupéré et le polymère recyclé par un simple traitement acide.

Des expérimentations supplémentaires ont permis de comprendre que cette capacité d'adsorption rapide était due à la structure poreuse ouverte qui autorise un accès complet aux atomes d'azote. D'autres métaux lourds comme le cadmium ou le palladium ont également pu être éliminés en solution mais le mPMF a présenté une faible affinité avec le calcium et le potassium, une sélectivité qui pourrait avoir un impact assez rapide sur le développement d'applications commerciales.

⁶⁴ www.a-star.edu.sg/

⁶⁵ <http://www.ibn.a-star.edu.sg/>

⁶⁶ <http://www.research.a-star.edu.sg/research/6849>

II.4.2. Institute of Materials Research and Engineering (IMRE)⁶⁷



Cet Institut établi en 1997 a développé de fortes compétences dans les matériaux, aussi bien en analyse et caractérisation qu'en design, synthèse et intégration. Les recherches de deux équipes en particulier peuvent être rattachées au domaine de l'eau :

- Porous Material Laboratory : ce groupe étudie les matériaux poreux appliqués à des domaines très variés et en particulier pour les membranes de purification
- Molecular Materials Laboratory: ce groupe qui travaille en partie sur la catalyse moléculaire développe des applications pour le traitement des eaux usées.

II.4.3. Institute of High Performance Computing (IHPC)⁶⁸



Depuis 1998, l'IHPC est spécialisé dans la modélisation numérique, la simulation et les outils et méthodes de visualisation. En 2008, une collaboration avec la société SIEMENS a permis la mise en place d'un laboratoire commun de recherche computationnelle sur la dynamique des fluides (Computational Fluid Dynamics

Laboratory, CFD)⁶⁹.

L'objectif des deux partenaires est d'explorer la dynamique des fluides lors des procédés de traitements de l'eau en améliorant l'efficacité des équipements et des technologies de traitements, et de réduire les coûts d'usage des opérations. Sur la base de ces études, le but est de développer la nouvelle génération d'équipements industriels et municipaux pour le traitement de l'eau.

II.5. Partenariats Extérieurs & Industriels

II.5.1. Singapore-MIT Alliance for Research and Technology (SMART)⁷⁰



Singapore-MIT Alliance for Research and Technology

Depuis 2007, le SMART, en partenariat avec la NRF, a été le premier Centre du Massachusetts Institute of Technology (MIT) en dehors de Cambridge. Parmi les groupes de travail, l'un en particulier se concentre sur le suivi environnemental : le CENSAM (Centre for Environmental Sensing and Modelling). L'un des projets concerne en particulier la recherche urbaine c'est-à-dire :

⁶⁷ <http://www.imre.a-star.edu.sg/>

⁶⁸ <http://www.ihpc.a-star.edu.sg/>

⁶⁹ http://sg.siemens.com/press/Release/p_release_id_22.asp

⁷⁰ <http://smart.mit.edu/>

- Suivi et modélisation en ligne des systèmes de distributions et de la qualité de l'eau (réseau de capteurs) pour diminuer les pertes
- Qualité de l'eau dans les réservoirs (échantillonnage et analyses bactériennes)
- Etude des populations microbiennes pour identifier la génération suivante de bio-indicateurs pour le suivi de la qualité de l'eau
- Mesures et modèles de l'atmosphère urbaine et ses effets sur la température, la qualité de l'air et les pluies
- Développement de capteurs miniaturisés pour la mesure de la qualité de l'eau pour identifier et résoudre plus rapidement les problèmes liés à la qualité de l'eau.

Après 5 ans de développement, un tel capteur a été mis au point et testé en 2014⁷¹. Il permet de détecter six substances différentes à la fois, ce qui est bien supérieur à la capacité habituelle de ce genre de capteurs (une seule substance).

II.5.2. Singapore Centre on Environmental Life Sciences Engineering (SCELSE)⁷²



Ce Centre d'Excellence interdisciplinaire a été fondé par la NRF, le Ministère de l'Éducation, NTU et NUS. Il fait le lien entre les sciences de la vie et les technologies d'ingénierie émergentes en sciences naturelles pour comprendre, exploiter et contrôler les biofilms microbiens.

La recherche y est divisée en 4 clusters, chacun avec un thème propre comme décrit dans le Tableau 3 :

Tableau 3 : Organisation du SCELSE

Cluster	Activités
Génie environnemental	Recherche en partenariat avec les organisations et les industries sur des systèmes clés comme les stations d'épuration Identification des structures biofilms et comportement des populations microbiennes pour le développement de nouveaux moyens de contrôle et pour adapter les procédés et éviter l'encrassement des membranes
Méta – omique et Biologie des Systèmes	Détermination des structures, fonction, dynamique, interaction entre les micro-organismes complexes, expression des gènes et profils métaboliques et protéomiques couplés à une approche computationnelle Création d'une base de données internationale « Biofilms Virtuels » regroupant les interactions entre les paramètres, le processus et la structure des biofilms
Biofilms Microbiens	Développement de plateforme (« écosystèmes sur puce ») pour la caractérisation 3D de systèmes biofilms Etude des signaux chimiques permettant aux biofilms de communiquer, et des matrices exo-polymériques

⁷¹ <http://www.channelnewsasia.com/news/technology/new-sensor-able-to-detect/1001174.html>

⁷² <http://www.scelse.sg/>

Santé Publique

Etude de la résistance des pathogènes et de l'influence des biofilms dans ce processus, et explication de leur présence dans l'eau potable
Approche chimique pour cibler et contrôler la résistance des biofilms

II.5.3. GE Singapore Water Technology Centre⁷³



GE Power & Water
Water & Process Technologies

En 2009, General Electric (GE) a investi 150 millions de dollars singapouriens pour la création d'un centre de recherche sur l'eau en partenariat avec NUS⁷⁴. Pour GE, ce centre

spécialisé dans les technologies des membranes représente un hub concentrant les recherches sur l'eau.

Les recherches sur l'osmose inverse ou l'électrodialyse incluent :

- le design de membranes
- le développement d'essais pilotes sur sites pour le transfert technologique
- le développement de procédés

En particulier, le centre est devenu une référence en « autopsies de membranes », c'est-à-dire l'étude des causes conduisant à l'encrassement des membranes, permettant ainsi de proposer des solutions chimiques pour éviter ce phénomène en fonction des applications.

II.5.4. Toray Singapore Water Research Center (TSWRC)⁷⁵



Ce centre de recherche a été établi à Singapour en 2009, au sein du NEWRI (cf. II.2.4), avec pour but de conduire des recherches en priorité sur les technologies à base de membranes pour le traitement et la réutilisation de l'eau⁷⁶. Le centre travaille également avec le gouvernement singapourien sur des projets communs, et constitue une plateforme de recherche et développement pour la société Toray, en complément de celles présentes au Japon et en Chine. La société prévoit d'augmenter le personnel du centre jusqu'à 50 personnes en 2015.

De plus, depuis 2007 et la signature d'un accord de partenariat (Memorandum Of Understanding, MOU) avec PUB, Toray a conduit des tests pilotes sur le recyclage des eaux usées en utilisant des membranes de filtration en polyvinylidène fluorure (PVDF) ou d'osmose inverse.

⁷³ <http://www.gewater.com/>

⁷⁴ <http://r2m.nus.edu.sg/cos/o.x?c=/r2m/pagetree&func=view&rid=5397>

⁷⁵ http://www.toray.com/technology/network/foreign/for_006.html

⁷⁶ <http://www.toray.com/news/water/nr100629.html>

II.6. Programmes académiques

De façon fort surprenante, car Singapour est internationalement reconnu comme ayant très fortement investi dans l'enseignement supérieur public ou privé, l'intérêt des universitaires pour les formations supérieures dans le domaine de l'environnement ne semble pas très élevé. Deux diplômes de Master of Science (MSc) en Ingénierie Environnementale existent respectivement à NTU et NUS. Ces diplômes, principalement orientés vers le traitement des eaux, semblent essentiellement destinés à des cadres ayant plusieurs années d'activité professionnelle et souhaitant se réorienter vers ce secteur en expansion.

La part donnée aux milieux non aquatiques, comme l'atmosphère et les sols, et aux disciplines extérieures aux sciences de l'ingénieur, comme l'écologie, l'économie, la gestion, la politique, y est très faible. Cette situation est fort différente de celle de la France où de nombreux Masters en environnement ont remplacé les anciens DEA et DESS, et où la multidisciplinarité est clairement affichée. Par ailleurs ces MSc en *Environmental Engineering* ne semblent pas préparer les étudiants à une connaissance ou une découverte du milieu de la recherche, le travail personnel étant apparemment limité à un travail bibliographique. Enfin, contrairement à ce qui est couramment fait dans les Masters français sur l'environnement, les industriels et administrations de Singapour comme le PUB ne semblent pas vraiment associés à l'enseignement ou à l'accueil d'étudiants sur leurs sites.

La situation a un peu changé depuis mars 2014 et le lancement du premier Bachelor en Sciences de l'Environnement à NTU⁷⁷. Ce nouveau cursus, le premier du genre à Singapour, est proposé par la Division des Sciences de la Terre en collaboration avec deux des centres de recherche d'excellence de NTU, l'Observatoire de la Terre de Singapour (EOS⁷⁸) et le Centre d'Ingénierie en Sciences de la vie Environnementale (the Singapore Centre on Environmental Life Sciences Engineering, SCELSE, cf. II.5.2). A la fin de la première année, les étudiants devront choisir une spécialisation en fonction de leurs intérêts et choix de carrière. L'option Géosciences sera axée sur des métiers concernant l'exploration des ressources naturelles, la gestion des ressources en eau, le consulting et le suivi géologique. L'option Société et Système Terre concernera des futurs emplois dans la planification urbaine et environnementale, la finance, l'assurance ou au sein de toute compagnie qui voudrait se préparer à un futur durable. Enfin, d'autres spécialisations telles qu'Ecologie ou Science des Systèmes Environnementaux Terrestres seront proposées dans les futures années.

⁷⁷ <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/75489.htm>

⁷⁸ <http://www.earthobservatory.sg/>

III. Secteur privé

Le secteur privé à Singapour dans le domaine des nouvelles technologies pour l'eau n'a cessé de se développer et le paysage industriel Singapourien est large avec de nombreux acteurs. Par l'intermédiaire du EWI et de EDB, le pays cherche à attirer les entreprises afin qu'elles localisent leurs opérations sur le territoire. Le développement de recherches conjointes entre laboratoires académiques et industries est également une volonté du gouvernement de plus en plus marquée.

En parallèle, un programme, le « Water Efficiency Fund ⁷⁹», a même été créé en 2007 par PUB pour encourager les entreprises à gérer leur demande en eau de manière efficace via différents projets de conservation (recyclage, sources d'eau alternatives...).

Les types de financements offerts par le « Water Efficiency Fund » sont les suivants :

- ◆ Etude de faisabilité : Co-financement de 50 % (ou de 80 % pour les PME) du coût de l'étude de faisabilité, avec un plafond à 50 000 SGD
- ◆ Projet d'audit sur l'eau: Co-financement de 50 % (ou de 80 % pour les PME) du coût de l'audit, avec un plafond à 5 000 SGD
- ◆ Efforts de recyclage / Utilisation de sources alternatives / Utilisation de nouveaux projets technologiques : Co-financement de 50 % (ou de 80 % pour les PME) du coût des équipements, avec un plafond à 1 million SGD/projet ; ou une subvention pour chaque m³ d'eau alternative utilisée
- ◆ Campagnes dans la communauté de conservation de l'eau : Co-financement de 50 % du coût d'organisation de la campagne, avec un plafond à 5 000 SGD

III.1. Singapore, un hub industriel

Aujourd'hui, Singapour est considéré comme un important Hydrohub pour toute la région Asie-Pacifique, voire même au-delà, et a su attirer de grands noms tels que :

- General Electric, Black & Veatch pour les USA
- Nitto Denko, Toray Industries du Japon
- Siemens d'Allemagne
- Véolia de France

De plus, des entreprises locales et des start-up se développent et certaines sont devenues rapidement des leaders dans leurs domaines respectifs :

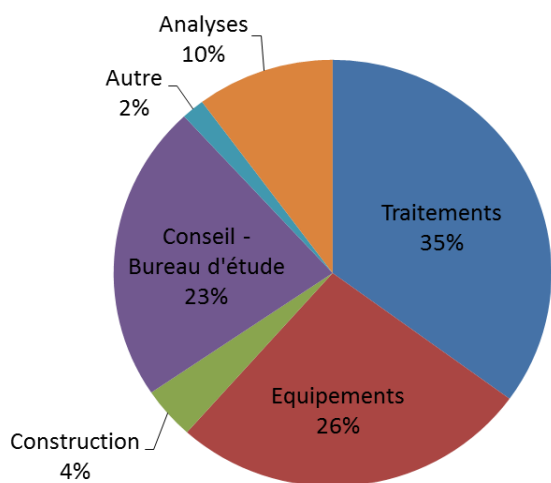
- Hyflux (désalinisation)
- SembCorp Industries...

⁷⁹ <http://www.pub.gov.sg/wef/Pages/default.aspx>

Par ailleurs, PUB possède également sa propre branche commerciale, PUB Consultants Private Limited⁸⁰, utilisant les compétences acquises à Singapour pour exporter le savoir-faire à l'étranger (Chine, Inde, Australie, Afrique).

La Singapore Water Association⁸¹, qui recense la plupart des industries et organisations privées du domaine de l'eau présentes sur le territoire, compte de plus en plus de membres, avec des entreprises de pays très différents et surtout, des industries très variées (cf. Figure 11) allant du traitement (filtration, osmose, dessalement...) et de l'analyse de l'eau (suivi de la qualité, instruments d'analyses...), au conseil, en passant par la construction des infrastructures (stations d'épuration, infrastructures électriques, acheminement de l'eau...) et le développement d'équipements (pompes, vannes, capteurs...). La liste complète des entreprises triées par secteur d'activité est donnée en **ANNEXE 1**.

1) Répartition sectorielle des entreprises du domaine de l'eau



2) Répartition par origine des entreprises du domaine de l'eau

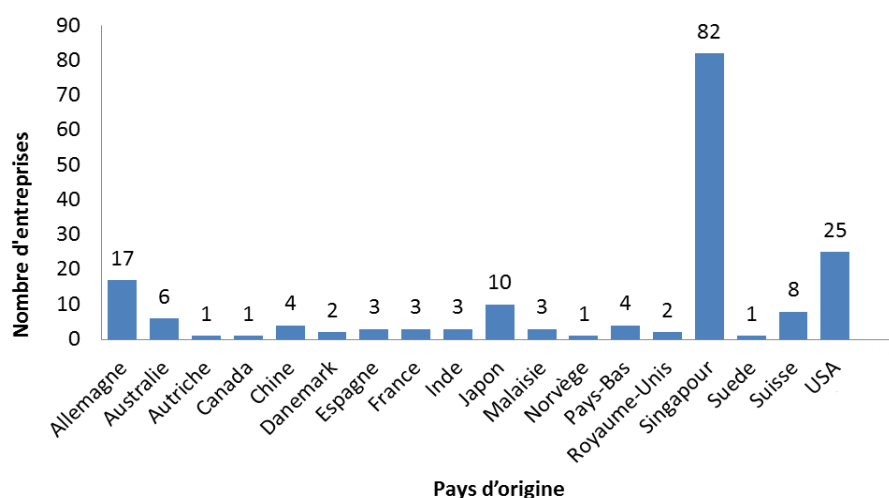


Figure 11 : Les entreprises du domaine de l'eau présentes à Singapour

Comme montré en Figure 11, certains domaines comme le traitement de l'eau, la proposition d'équipements ou les bureaux d'études et de conseil sont particulièrement représentés. Si la majorité des entreprises et start-up sont d'origine singapourienne, certains autres pays tirent leur épingle du jeu comme les Etats-Unis, l'Allemagne, le Japon ou même la Suisse. La France est encore peu représentée avec seulement trois sociétés présentes dans le paysage industriel (Schneider Electric, Veolia Water Solutions & Technologies et Saint Gobain PAM). De plus, SUEZ Environnement, avait signé en 2007 un accord avec le PUB pour une durée de 5 ans qui posait les bases d'un partenariat permettant à chaque

⁸⁰ <http://www.pub.gov.sg/about/Pages/PUBConsultants.aspx>

⁸¹ <http://www.swa.org.sg/>

partie de bénéficier de son expertise respective en développant une coopération scientifique et technologique. La société reste d'ailleurs un partenaire privilégié lors de la Semaine de l'Eau par exemple. En juin 2015, Suez Environnement inaugure un nouveau Centre d'innovation à Singapour, ce qui en fait la 4^{ème} entreprise française du domaine sur le territoire.

III.2. Acteurs industriels principaux

Les entreprises prépondérantes dans le domaine de l'eau à Singapour sont détaillées ci-dessous.

III.2.1. Hyflux⁸²

Hyflux Ltd (Hyflux) est une entreprise leader de solutions environnementales listée dans le Singapore Stock Exchange (SGX, premier échange de fonds démutualisé et intégré d'Asie Pacifique), avec une capitalisation de marché de 735 millions de SGD (mars 2009). Hyflux couvre un large spectre d'activités pour le traitement des eaux et la séparation liquide. En ce qui concerne la R&D à Singapour, Hyflux possède son centre de recherche en membranes et matériaux. L'entreprise a réalisé plusieurs projets de grande envergure pour l'état Singapourien comme les usines de NEWater pour le PUB ou bien de désalinisation pour Spring Singapore.



III.2.2. Sembcorp⁸³



Sembcorp Industries Ltd est la plus grande entreprise de gestion des eaux de Singapour. Elle prend en charge les équipements d'eau dépassant 4 millions de m³ par jour. Son expertise en traitement des eaux usées industrielles réside dans la capacité à traiter des eaux très concentrées ou très salines par des procédés de traitement biologique avancés. Par ailleurs, Sembcorp fournit des eaux adaptées aux clients des domaines pétrochimiques et chimiques (eau déminéralisée, eau de mer, eau réfrigérante, eau de lutte contre l'incendie...). Aujourd'hui, Sembcorp a mis en place quatre usines de traitement des eaux usées dans la cité-Etat pour une variété de composés chimiques, pharmaceutiques et organiques afin de répondre aux besoins du marché Singapourien. Dans le but de développer et de tester les nouvelles technologies, l'entreprise a de nombreuses collaborations notamment avec les établissements d'enseignement supérieur locaux tels que NTU et Ngee Ann Polytechnic. Les axes de recherche sont les procédés efficaces de traitement biologique des eaux usées industrielles, les membranes et les technologies de dessalement de l'eau de mer, en réduisant le coût énergétique. Un accord entre Sembcorp et NTU NEWRI a été signé en juin 2009 afin d'explorer les applications d'un nouveau système

⁸² <http://www.hyflux.com/>

⁸³ <http://www.sembcorp.com/en/>

de traitement d'eaux usées industrielles complexes. Sembcorp a investi 1 million de SGD (soit environ 0,5 millions d'euros) dans ce projet en 2010.

III.2.3. Veolia⁸⁴

Veolia Water est actif à Singapour depuis plusieurs années, au service d'une large gamme de clients industriels. Depuis 2006, avec son partenaire Showa Kankyo Systems, Veolia Water a



opéré un contrat industriel de fourniture d'eau ultra-pure et de récupération d'eau pour les installations de production de disques durs de Showa Denko, un des groupes Japonais majeurs couvrant plusieurs secteurs industriels du pétrochimique à l'électronique. Showa Denko Hard Disk Singapore a décidé d'étendre ses capacités de production, ce qui a augmenté la demande en eau ultra pure et en traitement d'eaux usées. Veolia Water a ainsi été sollicité pour construire, financer, et opérer une usine de production d'eau ultra pure. Après finalisation de la première phase du projet, l'usine produit 2 664 m³ par jour d'eau ultra pure de haute qualité utilisée pour la production de disques durs. Le procédé de traitement inclut : prétraitement à multi-milieus et filtre de carbone, osmose inverse à deux étapes, déionisation continue, dégazage et polissage de membrane (Traitement UV, mixed bed ion exchange, et ultrafiltration).

Veolia Water Solutions & Technologies (VWS), la filiale technique de Veolia Water et le leader mondial en traitement de l'eau, s'est forgé une longue histoire de partenariat avec le PUB. L'entreprise a activement supporté le développement du marché de l'eau à Singapour depuis plus de 20 ans. Le PUB a travaillé avec Veolia Water Solutions & Technologies sur plusieurs projets, incluant le design, la construction de deux usines de NEWater et de leurs extensions, par exemple celle de 2007 qui a permis d'augmenter les capacités de production à 82 000 m³ par jour.

III.2.4. Siemens⁸⁵

SIEMENS

Siemens a ouvert son premier centre de R&D à Singapour en 2007, Global Water R&D Center, qui est aussi le premier d'Asie du Sud Est. Les projets de recherche sont focalisés sur l'eau en passant par les nouvelles membranes, les milieux avancés pour le traitement de l'eau, et les matériaux fonctionnels pour améliorer les différents procédés de traitement des eaux. A Singapour, Siemens travaille en collaboration avec NTU, NUS, les instituts polytechniques et A*STAR.

Les objectifs de Siemens sont de développer de nouvelles méthodes analytiques qui détectent les paramètres cumulatifs ou les indicateurs de substances, rapidement et facilement, afin de prendre les mesures correctives à temps pour préserver la santé publique (substances toxiques), l'environnement et

⁸⁴ <http://www.veolia.com/fr>

⁸⁵ <http://www.siemens.com/entry/cc/en/#/startscreen>

la contamination des productions industrielles. Les domaines d'application s'étendent à l'eau potable et aux eaux industrielles.

III.2.5. GE Water ⁸⁶

Les relations entre GE et Singapour datent de 1969 lorsque GE a ouvert plusieurs usines de production électronique. GE



GE Power & Water
Water & Process Technologies

Water & Process Technologies, une filiale de General Electric Company (USA), a annoncé en 2006 un investissement d'environ 65 millions d'euros sur 10 ans pour établir le Global Water R&D Centre. Le centre comprend cinq centres d'excellence de NUS et compte plus de 100 chercheurs. Le but est de créer des solutions pour les problèmes liés à l'eau comme la qualité, la disponibilité, le coût, la distribution, les solutions de purification d'eau potable à partir de membranes ultra-filtrantes. Les domaines spécifiques de recherche sont le traitement de l'eau, les systèmes d'intégration, la chimie fondamentale et les applications aux membranes et aux technologies d'échange d'ions. Plus récemment, en mai 2009, NUS et General Electric Water ont conjointement établi le "Singapore Water Technology Centre" (cf. II.5.3) pour développer des technologies de l'eau répondant aux challenges environnementaux mondiaux actuels.

III.2.6. DHI ⁸⁷



DHI est une organisation internationale indépendante de conseil et de recherche dont le siège social est au Danemark, avec comme objectif de faire progresser le développement technologique et les compétences dans les domaines de l'eau, l'environnement et la santé. La société est désignée comme Centre collaborateur pour l'Organisation Mondiale de la Santé (l'OMS) et pour le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, le PNUE, et aussi comme centre de conseil pour le Partenariat Mondial pour l'Eau. En tant qu'association à but non lucratif, DHI est en mesure d'investir 25% de ses ressources humaines en recherche et développement et coopère avec des universités à travers le monde. Si son activité première était le conseil, elle propose désormais une large gamme de services d'ingénierie-conseil et de technologie de pointe, des logiciels, des laboratoires chimiques / biologiques et des installations d'essai sur modèle physique ainsi que des missions de terrain et des programmes d'instrumentation. Le bureau de Singapour a ouvert en 2003, et est depuis accrédité par la NEA comme agence de conseil pour la réalisation d'évaluations environnementales et a participé à la plupart des projets d'envergures. Dans la cité-Etat, DHI travaille surtout sur les problèmes liés aux eaux de ballasts et aux transformations côtières, par exemple le déplacement de coraux. La société a également ouvert un centre de recherche en collaboration avec NTU qui fait partie de l'écosystème NEWRI (cf. II.2.5).

⁸⁶ <http://www.gewater.com/>

⁸⁷ <http://www.dhigroup.com/>

Conclusion

Que faut-il retenir de ces observations et du contexte spécifique à Singapour ?

- ◆ L'eau et l'environnement aquatique constituent des **objectifs de fort affichage politique, scientifique et économique** auxquels les habitants sont sensibles et dont ils comprennent les enjeux.
- ◆ Les questions liées à l'eau font actuellement partie des axes prioritaires du gouvernement, et en 2015, son investissement devrait atteindre plus de 1,7 milliards de dollars singapouriens⁸⁸. Les fortes contraintes spatiales et la nécessité de produire les quantités d'eau potable nécessaires au développement économique et humain de la Cité-Etat ont conduit tous les acteurs concernés (administration, recherche publique et entreprises privées) à **lourdement investir dans des technologies** liées à la gestion de l'eau.
- ◆ Les équipes de recherche universitaires ou privées bénéficient d'un **fort soutien financier continu** de la part des services publics et en particulier du Ministère de l'Environnement et du PUB, qui centralise tous les projets et les finance à hauteur de 80 %.
- ◆ Les instituts et sujets de recherches fleurissent sur ce thème et des **collaborations avec de grands noms industriels** sont mises en place : DHI, General Electrics Water, Agilent, Veolia, Toray Industries...etc. Les entreprises start-up et PME d'origine Singapourienne liées à cette activité dominent le marché.
- ◆ En 2013, les deux universités singapouriennes, NUS et NTU, ont d'ailleurs été classées respectivement 2ème et 1ère universités mondiales en matière de recherches sur le thème de l'eau par l'agence Lux Research, mais les programmes académiques liés à ce domaine sont encore peu développés.

Les relations publiques et privées entre la France et Singapour dans le domaine de la gestion et du traitement des eaux ne sont pas inexistantes : accueil d'étudiants stagiaires ou de doctorants français, utilisation de quelques procédés d'épuration français, double diplôme et accueil réciproque d'étudiants par la NUS et l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées... Elles ne semblent toutefois pas à la hauteur des compétences disponibles dans chaque pays, ni des intérêts réciproques à échanger des connaissances, du savoir-faire ou des personnes, ou encore pour la mise en place de coopérations pédagogiques. Les bureaux d'études et entreprises françaises spécialisés en hydrologie urbaine par exemple pourraient établir de fructueuses collaborations dans ce domaine, tant avec les équipes de NTU et de NUS qu'avec PUB.

En juin 2014, lors de la Singapore International Water Week 2014 (cf. I.1.4), une délégation d'Invest Sud de France⁸⁹ et du Pôle de compétitivité Eau de Montpellier⁹⁰ a pu rencontrer différents acteurs de

⁸⁸ <http://www.edb.gov.sg/content/edb/en/industries/industries/environment-and-water.html>

⁸⁹ <http://www.investsuddefrance.com/fr/>

⁹⁰ <http://www.pole-eau.com/>

l'innovation liée à la gestion de l'eau à Singapour, aussi bien gouvernementaux, qu'académiques ou industriels. Ces rencontres ont pu mettre en évidence l'intérêt que porte Singapour à la recherche et au savoir-faire français, mais également à la possibilité d'une ouverture au marché européen pour les start-up et PME singapouriennes. Elles ont également permis d'établir les bases de futures collaborations avec le Pôle Eau, qui ont abouti à la signature d'un Memorandum of Understanding entre le Pôle de Compétitivité EAU, l'association d'entreprises du secteur de l'eau SWELIA⁹¹, PUB et SWA. La cérémonie de signature s'est tenue le mardi 23 septembre 2014 à l'Ambassade de France au Portugal en présence de S.E. Monsieur Jean-François Blarel, Ambassadeur de France au Portugal, de S.E. Dr António Tomás Correia, Consul Honoraire de Singapour à Lisbonne et de Monsieur Dean Amhaus, Président et Directeur Général de The Water Council de Milwaukee.

Cet accord met en place les lignes directrices des coopérations scientifiques et technologiques dans la recherche et le développement, la recherche appliquée ou les projets collaboratifs. Il s'est construit autour de différents points clés :

- Développer les collaborations et les échanges techniques, économiques et commerciaux
- Améliorer et mettre en œuvre des projets d'innovations communs dans les domaines stratégiques d'intérêt mutuel
- Promouvoir la collaboration, le partage d'expérience pour contribuer au développement de l'écosystème industriel relatif à la gestion de l'eau à Singapour et en France (Languedoc-Roussillon) et encourager leur internationalisation et financement
- Encourager les coopérations
- Organiser des échanges d'informations
- Identifier et développer des projets spécifiques d'intérêt mutuel impliquant la recherche publique et académique

Le recyclage et la réutilisation des eaux usées est une problématique prioritaire pour Singapour et fait partie des premières actions sur lesquelles la collaboration prendra forme.

⁹¹ <http://www.swelia.com/>

ANNEXE 1 : Listes des entreprises du domaine de l'eau par secteur à Singapour

ANALYSES			
NOM	ORIGINE	DESCRIPTION	LIEN
AGILENT SINGAPORE PTE LTD	USA	Leader mondial dans les systèmes de mesure électronique et bio-analytique: analyses chimiques, sciences de la vie, diagnostics, électronique et communications, outils de mesure	http://www.home.agilent.com/agilent/home.jsp?lc=eng&cc=SG
ALS TECHNICHEM (S) PTE LTD	Australie	Service d'analyses environnementales, spécialisé entre autres dans l'eau (usée, potable, recyclée, de mer...). Tests de routine pour identifier les traces de produits organiques et inorganiques, microbiologiques, biologiques, et des métaux, les paramètres toxicologiques, la taille des particules...	http://www.alsglobal.com/
ANSAC TECHNOLOGY PTE LTD	Singapour	Instrumentation pour l'analyse et le suivi et contrôle de la qualité de l'eau et de l'air	http://www.ansac-tech.com.sg/
AWA INSTRUMENTS PTE LTD	Singapour	Solutions de suivi et d'analyse en ligne de l'eau et l'air basées sur la spectroscopie UV. Suivi multi-paramètres dans les stations de production d'eau potable: ammoniac, chlore, conductivité, pH, température, turbidité...	http://www.awa-instruments.com/index.html
FLOTECH CONTROLS PTE LTD	Singapour	Solution industrielle de mesures, contrôle et suivi du flux, de la température, de la pression, et analyse des concentrations de produits ciblés, entre autres pour l'industrie de l'eau	http://www.flotech.com.sg/
HACH COMPANY C/O FLUKE SOUTH EAST ASIA PTE LTD	USA	Instruments analytiques et réactifs pour tester la qualité de l'eau industrielle (instruments en ligne, portables, support technique et méthodes)	http://www.hach.com/
HORIBA INSTRUMENTS (Singapore) PTE LTD	Japon	Mesure de la qualité de l'eau	http://www.horiba.com/
KROHNE (South East Asia) PTE LTD	Pays-Bas	Production et distribution de procédés industriels pour la mesure et l'analyse de l'eau (niveau, flux, pression, température, pH, conductivité, concentration en ions)	http://krohne.com/en/
MECHEM CONSULTANCY SERVICES PTE LTD	Singapour	Laboratoire indépendant accrédité spécialisé dans les tests sur l'eau, produits pétroliers et produits alimentaires	http://www.mechem.com.sg/web/
MEMBRANE INSTRUMENTS AND TECHNOLOGY (MINT)	Singapour	Optimisation des processus à base de membranes par l'ajout d'instruments d'analyse et de suivi	http://www.mintmembranes.com/
METROHM SINGAPORE PTE LTD	Suisse	Instrumentation pour l'analyse des ions chimiques et assurer la qualité de l'eau (titration, chromatographie, spectrométrie...)	http://www.metrohm.com.sg/
METTLER-TOLEDO PTE LTD	Suisse	Fabrication d'instruments analytiques pour des applications de contrôle de la qualité de l'eau lors des processus	http://sg.mt.com/sg/en/home.html
OPTIQUA TECHNOLOGIES PTE LTD	Singapour	Développement d'équipement et d'appareils d'analyse pour le suivi de la qualité de l'eau en ligne et par échantillonnage, sensibles à toutes les contaminations chimiques	http://www.optiqua.com/
PROACT CHEMICALS PTE LTD	Singapour	Solutions pour le contrôle et le suivi de la qualité de l'eau (eau potable, piscines, aquariums...)	http://www.proactchemicals.com.sg/index.html

SHECEY PTE LTD	Singapour	Systèmes de suivi de la qualité de l'eau en laboratoire, en ligne, également pour les eaux usées ou l'eau de mer	http://www.shecey.com/
SINGAPORE TEST SERVICES	Singapour	Société assurant des tests accrédités, inspection, certification, calibration et un service de formation.	http://www.test.com.sg/index.aspx
UNDERWRITERS LABORATORIES	USA	Analyses de contaminants émergents dans l'eau potable et développement de nouvelles méthodes	http://www.ul.com/global/eng/pages
ZWEEC	Singapour	Systèmes et solutions pour la sécurité et la surveillance de la qualité de l'eau	http://www.zweec.com/index.html
CONSEIL - BUREAU D'ETUDE			
NOM	ORIGINE	DESCRIPTION	LIEN
ACE WATER PTE LTD	Singapour	Service de conseil pour les challenges relatifs à l'eau et aux eaux usées pour les municipalités et industries incluant : l'eau urbaine et industrielle, le traitement des eaux usées, récupération, dessalement, systèmes chimiques, odeurs	http://www.acewater.com.sg/
AECOM SINGAPORE PTE LTD	USA	Support technique et managérial pour un grand nombre de marchés (transport, environnement, énergie, eau). Création de systèmes hydrauliques (eaux usées, ressources en eau, bassins hydrographiques...) durables et intégrés prenant en compte la situation géographique et proposant des solutions couvrant les études préliminaires, le design, la construction et la maintenance	http://www.aecom.com/
ARUP SINGAPORE PTE LTD	Royaume-Uni	Solutions pour les systèmes de gestion en eau complexes intégrant le cycle de l'eau à l'environnement urbain et industriel: réservoirs naturels, risques d'inondation, traitement de l'eau et approvisionnement, recyclage...	http://www.arup.com/
BLACK & VEATCH (SEA) PTE LTD	USA	Leader global en ingénierie, conseil et construction, pour les domaines de l'eau potable et de la gestion des eaux usées (Dessalement et réutilisation, Infrastructure et acheminement, Programme et construction, Eau et énergie durable, Traitement de l'eau, Utilisation des Ressources)	http://bv.com/
CAMP DRESSER & MCKEE INTERNATIONAL (S) PTE LTD	USA	Bureau d'étude global pour le domaine de l'eau, l'environnement, le transport, et l'énergie	http://cdsmith.com/
CH2M HILL SINGAPORE PTE LTD	USA	Solutions tout-en-un prenant en compte le cycle de l'eau du stockage à l'acheminement en passant par les traitements, la réutilisation et le rejet dans l'environnement naturel	http://www.ch2mhill.com/corporate/default.asp
CHIYODA KOHAN PTE LTD	Japon	Etudes de faisabilité, gestion de construction et conseil pour des industries variées (pétrole et gaz, environnement, chimique, biotechniques...)	http://www.chiyoda.com.sg/
CPG CONSULTANTS PTE LTD	Singapour	CPG Consultants est un partenaire clé qui a largement contribué au succès de la gestion en eau de Singapour, notamment avec la participation dans le design et la construction de la station d'épuration de Changi et du réservoir de Punggol-Serangoon	http://www.cpgcorp.com.sg/
DHI WATER & ENVIRONMENT (S) PTE LTD	Danemark	Organisation de recherche et de conseil indépendante et internationale dans les domaines de l'eau, l'environnement et la santé	http://www.dhi.com.sg/
DNR PROCESS SOLUTIONS PTE LTD	Singapour	Solutions techniques et d'automatisation pour les industries, dont la gestion et le traitement de l'eau, projets sur la station d'épuration de Changi	http://www.dnrps.com/

ECOTEX PTE LTD	Singapour	Solutions de traitement pour l'eau et les eaux usées pour l'industrie (textile, tannerie, agroalimentaire, hôpitaux, hôtels, pétro-chimique, déchets domestiques...)	http://www.ecotex.com.sg/index.html
ENVIURE PTE LTD	Singapour	Design d'unités technologiques, construction, opérations et maintenance pour la gestion de l'eau potable et des eaux usées industrielles et domestiques.	http://www.envipure.com/
ENVIRONMENTAL HOLDING PTE LTD	Malaisie	Ingénierie et construction d'installations hydrauliques - Eau minérale en bouteille pour le marché chinois	http://www.envwater.com/
FICHTNER (ASIA) CONSULTING PTE LTD	Allemagne	Conseil dans le secteur de l'eau et des infrastructures : gestion, approvisionnement (incluant l'eau dessalée), ingénierie civile, développement urbain, ingénierie hydraulique, construction de port...	http://www.fichtner.de/en/home/
FLUIDRA SINGAPORE PTE LTD	Espagne	Solution pour la conservation de l'eau, les traitements et l'utilisation (piscines, eau potable, irrigation, design et distribution de systèmes pour le transport de l'eau)	http://www.fluidra.com/sites/en/index.html
FONG CONSULT PTE LTD	Singapour	Ingénierie civile, structurelle et géotechnique (drainage, égouts, inondations, gestion des eaux pluviales...)	http://www.fongintl.com/
FUGLESANGS SINGAPORE PTE LTD	Norvège	Fabricant et distributeur de pompes (hydrauliques, étanches...)	http://www.fuglesangs.no/english/home/
GMAPS EPCM PTE LTD	Singapour	Entreprise d'ingénierie et de construction spécialisée entre autres dans le transport de l'eau et le traitement des eaux usées	http://gmapsholding.com/index.htm
I.M. Systems Group	USA	Outils pour réhabiliter des ressources en eau peu exploitées (captage, intendance, traitement, sécurité)	http://www.ims.com/
ITS ENVIROCHEM PTE LTD	Singapour	Systèmes de traitement de l'eau pour la purification de l'eau et recyclage. Etude de faisabilité, design, essais pilotes, construction et maintenance.	http://www.its-envirochem.com/
KEPPEL INTEGRATED ENGINEERING LIMITED	Singapour	Conseil, design, ingénierie, développement de technologie, construction, opérations et maintenance de stations de traitement de l'eau. Participation à la construction de la station NEWater Keppel Seghers Ulu Pandan.	http://www.kepinfra.com/en/home.aspx
KOASTAL ECO INDUSTRIES CO.LTD	Singapour	Design et construction de projets pour les eaux usées industrielles et les déchets municipaux	http://www.koastal.com.sg/
MEINHARDT PTE LTD	Australie	Développement urbain et aménagement du paysage (ingénierie environnementale, ressources en eau...)	http://meinhardtgroup.com/
MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES ENGINEERING & SERVICES PRIVATE LTD	Japon	Conseil en gestion de l'eau, de la construction des stations (épuration, dessalement, transformation des effluents en énergie) au traitement de l'eau (recyclage, osmose inverse, dessalement, dépollution...)	http://www.mies.com.sg/index.html
MOTT MACDONALD SINGAPORE PTE LTD	Royaume-Uni	Conseil en développement des ressources en eau, design de stations, traitement et disponibilité des eaux usées, dessalement...	https://www.mottmac.com/
MOYA DAYEN LIMITED	Singapour	Développement de solutions complètes pour la gestion de l'eau	http://www.moyaasia.com/
MWH CONSULTANTS (S) PTE LTD	USA	Projets relatifs à l'eau : transports, traitement, stockage, barrage, ressources naturelles, restauration côtière, canalisations...	http://www.mwhglobal.com/
NIIMI CO LTD	Japon	Procédés liés au traitement de l'eau: eau potable, eau industrielle, dessalement de l'eau de mer, déchets	http://www.niimi.co.jp/en/

ROCKWELL AUTOMATION SOUTHEAST ASIA PTE LTD	USA	Entreprise dédiée à l'automatisation industrielle (entre autre traitement de l'eau et des eaux usées)	http://www.rockwellautomation.com
SCHNEIDER ELECTRIC SINGAPORE PTE LTD	France	Solutions électriques intégrées pour la gestion efficace de l'eau et des eaux usées	http://www.schneider-electric.com/
SEMBAWANG ENGINEERS & CONSTRUCTORS PTE LTD	Singapour	Systèmes pour le traitement de l'eau et des ordures (dessalement, filtrations...)	http://www.sembawangenc.com/
SEMBCORP INDUSTRIES PTE LTD	Singapour	La plus grande entreprise de gestion des déchets d'Asie du Sud Est, fournissant des solutions pour les industries et les applications domestiques spécialisées dans le domaine de l'eau, le traitement des eaux usées industrielles, les systèmes de récupération et dessalement	http://www.sembcorp.com/en/
SIEMENS PTE LTD	Allemagne	Solutions énergétiques et d'automatisation pour tous les procédés impliquant le traitement de l'eau potable ou des eaux usées	http://www.automation.siemens.com/mcms/water-industry/en/Pages/default.aspx
SOUND GLOBAL LTD	Chine	Services couvrant tout le cycle de l'eau et le traitement des eaux usées : design, construction, traitement, opération et maintenance	http://www.soundglobal.com.sg/
SURBANA PTE LTD	Singapour	Conseil en urbanisation pour des solutions durables intégrées	http://www.surbana.com/index.html
UGL (SINGAPORE) PTE LTD	Australie	Marché de l'ingénierie, construction et maintenance pour l'eau et les eaux usées. Développement urbain et régional, design et construction d'infrastructures et de solutions clé en main	http://www.ugllimited.com/water
VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES (SEA) PTE LTD	France	Service de traitement de l'eau personnalisé spécialisé dans l'ingénierie liée à l'eau, le design de procédés et la gestion de la distribution et de la construction des stations. Traitement des bactéries et micro-organismes, élimination des polluants (pesticides, arsenic, métaux lourds...). Leader mondial dans la distillation multi-effets, et le dessalement via des procédés d'osmose inverse	http://www.veoliawaterst-sea.com/
WATER TECH PTE LTD	Chine	Systèmes intégrés pour le traitement de l'eau et des eaux usées, contrôle de la température, recyclage et systèmes zéro déchets (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration et osmose inverse)	http://www.watertech.biz/about.php
WOG TECHNOLOGIES PTE LTD	USA	Leader mondial dans la gestion de l'eau, les services liés aux eaux usées et les énergies renouvelables pour des applications industrielles et domestiques (design de solutions et construction des installations)	http://www.woggroup.com/
WORLEYPARSONS PTE LTD	Australie	Conseil dans les secteurs des ressources et énergie et des procédés industriels complexes et en particulier dans le secteur de l'eau	http://www.worleyparsons.com/Pages/Default.aspx

CONSTRUCTION - INFRASTRUCTURES

NOM	ORIGINE	DESCRIPTION	LIEN
ABB PTE LTD	Suède	Ingénierie électrique pour augmenter la productivité et optimiser la consommation électrique dans les stations (irrigations, stations de pompage, dessalement, station d'épuration...)	http://www.abb.com/sg
ABEINSA BD Asia Pacific Pte Ltd	Espagne	Ingénierie, construction et maintenance des centrales électriques. Technologies innovantes pour les secteurs de l'environnement et de l'énergie (dessalement et recyclage des déchets industriels)	http://www.abeinsa.com

HIAP SENG ENGINEERING	Singapour	Service de construction métallique, réservoirs de stockage et tuyaux par exemple.	http://www.hiapseng.com/index.htm
HSL CONSTRUCTOR PTE LTD	Singapour	Construction et maintenance des équipements: réservoirs enterrés, systèmes de tuyauterie, bureaux, laboratoires...	http://www.hsl.com.sg/
KOH BROTHERS GROUP LIMITED	Singapour	Travaux d'ingénierie civile incluant la station de dessalement de Changi	http://www.kohbrothers.com/
METAX ENGINEERING CORPORATION LIMITED	Singapour	Service d'ingénierie et construction pour tous les projets à composante hydro-ingénierie (systèmes de traitements, équipements, contrôle...)	http://www.metax.com/default.asp
RELIANZ ENGINEERING PTE LTD	Singapour	Installation d'équipements pour le contrôle de l'eau dans les réservoirs singapouriens : portes, valves...	http://relianz.net/

EQUIPEMENTS

NOM	ORIGINE	DESCRIPTION	LIEN
ABS WASTEWATER TECHNOLOGY	Suisse	Branche de la société Sulzer Solution pour la gestion des eaux usées: pompes et autres équipements (mélangeurs par exemple)	http://www.absgroup.com
ACME PUMP (ASIA) PTE LTD	USA	Fabricant leader mondial de pompes et systèmes de pompage.	http://www.acmepump.com/
AMCO HI-TECH INTERNATIONAL PTE LTD	Chine	Entreprise spécialisée dans les raccords à sertir pour les systèmes d'eau potable, gaz, chauffage et applications marines.	http://www.amcopress.com/index.html
ANCHOR ENVIRO PRODUCTS PTE LTD	Singapour	Leader à Singapour sur le marché des réservoirs de stockage d'eau	http://www.anchorenviro.com/
AVK VALVES MANUFACTURING MALAYSIA SDN BHD	USA	Production de valves, bornes incendies et accessoires pour la distribution de l'eau et du gaz, le traitement des eaux usées et la protection incendie.	http://www.avkvalves.com/en.aspx
BOERGER PUMPS ASIA PTE LTD	Allemagne	Traitement des eaux usées et protection anti-inondation : décanteuse centrifuge, chaud, tour de digestion, boues et sédiments, filtration membranaire, épandeur de sable, unité de décontamination, pompes, préservation côtière, camions et accessoires de pompiers	http://www.boerger.com/
BOROUGE PTE LTD	Autriche	Spécialiste de la production plastique pour les infrastructures (tuyaux, câbles) et les applications emballages répondant aux principaux challenges actuels (changement climatique, protection alimentaire, accès à l'eau potable, gestion des déchets)	http://www.borouge.com/
CHUAN ENGINEERING PTE LTD	Singapour	Service de maintenance, réparation et mise en place de tuyaux et canalisations pour les industries électroniques consommatrices d'eau ultrapure.	http://chuaneng.com/company.html
CPP GLOBAL PRODUCTS	Singapour	Fournisseur et installation de tuyauterie pour les domaines du gaz, de l'eau et des déchets (purification de l'eau, eaux usées industrielles, piscines...)	http://www.cpp.com.sg/
CST INDUSTRIES, INC (SINGAPORE)	USA	Leader global de réservoirs de stockage et recouvrement, pour l'eau potable par exemple.	http://www.cstindustries.com/
DUVALCO INTERNATIONAL PTE LTD	Pays-Bas	Design et production de valves standards ou personnalisées avec un siège désormais implanté à Singapour.	http://www.duvalco.net/
ED. ZUBLIN AG, Singapore Branch	Allemagne	Production de tuyaux et implication dans la construction des stations de Jurong.	http://www.zublin.com.sg/
EFFEKTIV	Singapour	Projets de protection environnementale incluant le développement de procédés pour le domaine de l'eau (pompes, mélangeurs, séparateurs...).	http://www.effektiv.com.sg/

EMERSON PROCESS MANAGEMENT ASIA PACIFIC PTE LTD	USA	Appareils de mesure, d'analyse et de contrôle, de valves ou de systèmes et logiciels pour les industries du domaine de l'énergie et du traitement de l'eau/eaux usées.	http://www2.emersonprocess.com/en-US/Pages/Home.aspx
ENDRESS+ HAUSER (SEA) PTE LTD	Suisse	Fournisseur d'instruments de mesure, services et solutions pour l'ingénierie et les processus (température, pression...)	http://www.sg.endress.com/
EUROFLO PUMP INTERNATIONAL PTE LTD	Singapour	Fabrication de pompes pour les marchés de l'offshore, chantiers navals, distribution de l'eau domestique...	http://www.euroflopumps.com/
FESTO PTE LTD	Allemagne	Fournisseur mondialement reconnu de techniques d'automatisation, actionneurs pneumatiques et électriques pour l'automatisation industrielle, l'automatisation de nouvelles usines d'eau potable et de stations d'épuration ou encore pour la modernisation d'installations existantes - 360 000 mètres cubes d'eau fraîche traitée par jour à Singapour	http://www.festo.com/net/startpage/
GEMU VALVES PTE LTD	Allemagne	Fabricant leader mondial de systèmes de gestion des fluides, vannes, mesure et régulation	http://www.gemue.de/fr/
GEORGE FISCHER PTE LTD	Suisse	Systèmes de canalisations en plastique et métal pour le transport de gaz, eau et liquides industriels	http://www.gfps.com/content/gfps/com/en.html
GRUNDFOS (SINGAPORE) PTE LTD	Danemark	Solutions de pompage appliquées aux technologies de l'eau	http://sg.grundfos.com/
HITACHI PLANT TECHNOLOGIES LTD	Japon	Equipements pour station d'eau potable et établissement public (aqueduc, distribution d'eau, injection de produits chimiques, stérilisation, instrumentation et traitement)	http://www.hitachi.com/
HUBER TECHNOLOGY ASIA PACIFIC PTE LTD	Allemagne	Systèmes innovants, stations et équipements en métal pour l'eau industrielle et municipale, le traitement des eaux usées et des déchets	http://www.huber.de/index.html
JASH ENGINEERING LIMITED	Inde	Fabrication d'équipements utilisés dans l'industrie de l'eau et majoritairement de valves	http://www.jashindia.com/
J-EMS ENTERPRISE PTE LTD	Singapour	Distribution, installation et remplacement des réservoirs d'eau	http://www.j-ems.com/
LEY CHOON CONSTRUCTIONS AND ENGINEERING PTE LTD	Singapour	Construction, maintenance et réhabilitation du réseau souterrain d'eau de tous types	http://www.leychoon.com/index.php
NETZSCH ASIA PACIFIC PTE LTD	Allemagne	Fabrication de machinerie et instrumentation : pompes, broyeurs...	http://www.netzsch.com/en/home.html
PAN ASIAN WATER SOLUTIONS LIMITED	Singapour	Solutions de tuyauterie et canalisations pour la purification de l'eau et le traitement des eaux usées (3 domaines d'activités: eau potable, eaux usées et NEWater)	http://www.pawater.com.sg/
PENTAIR WATER	Suisse	Fournisseur d'équipement pour l'industrie : gestion des flux, protection, gestion des températures	http://www.pentair.com/
PIPELINE PROCESS & SYSTEMS PTE LTD	Singapour	Distribution régionale de produits de contrôle et d'équipements (valves, tuyaux...)	http://www.pipeline.com.sg/
PIPELINE SERVICES PTE LTD	Singapour	Produits et services pour la réhabilitation : détection de fuites, inspection des canalisations, nettoyage, suivi du flux...	http://www.pipelineservices.com.sg/
PMPS LINER TECHNOLOGY PTE LTD	Singapour	Remise en état des canalisations, conduits et canaux à l'aide de technologies ne nécessitant pas ou très peu d'excavation pour accéder aux canalisations	http://www.pmpsliner.com/index.html

PROMINENT FLUID CONTROLS (FE) PTE LTD	Allemagne	Composants, systèmes et technologies pour le traitement de l'eau efficace et durable: désinfection, osmose inverse, filtration, électrolyse, ultrafiltration...	http://www.prominent.com
PUMPCO INTERNATIONAL PTE LTD	Singapour	Conseil, R&D, ingénierie, production, assemblage, tests et réparation pour toutes solutions de pompage	http://www.pumpcointl.com/
RITZ PUMPS PTE LTD	Allemagne	Fournisseurs de pompes (haute pression, submersible...) couvrant tout le cycle de l'eau: extraction, traitement, transport, distribution	http://www.andritz.com/
SAINT-GOBAIN PAM	France	Systèmes complets de canalisations en fonte ductile et solutions spécifiquement dédiées au transport de l'eau	http://www.pamline.com/pages/site/index.asp
SIATA Asia Pacific Pte Ltd	Singapour	Distributeurs de produits pour le traitement et l'ingénierie de l'eau : filtres, injecteurs, valves, réservoirs...	http://www.siata.com.sg
SINGARDO INTERNATIONAL PTE LTD	Singapour	Fournisseur de conduits en fonte ductile et valves pour les projets d'infrastructures appliqués aux domaines de l'eau et pétrole et gaz	http://www.singardo.com.sg/index.html
SINOPIPE HOLDINGS LTD	Singapour	Design, manufacture, distribution et installation de réseaux de canalisation pour le transport de l'eau (potable, irrigation, tout-à-l'égout et eaux usées) de la source aux infrastructures domestiques ou industrielles	http://www.sinopipe.com.sg
SINTALOW HARDWARE PTE LTD	Singapour	Plomberie et tuyauterie pour la distribution générale (oil & gaz, pétrochimie, eau...) et industrielle	http://www.sintalowhardware.com/
SUMIMOTO (SHI) Cyclo Drive Asia Pacific Pte Ltd	Japon	Fabricant de machinerie pour l'industrie du traitement de l'eau fonctionnant 24h/24	http://www.sumitomodrive.com/index.php
TANK CONNECTION INTERNATIONAL	USA	Fabrication de réservoirs métalliques pour le stockage de liquides ou de déchets solides	http://www.tankconnection.com/
TRENCHLESS TECHNOLOGY (FE) PTE LTD	Singapour	Solutions sans tranchées pour l'installation de canalisations ou de câbles et leur réhabilitation	http://trenchlesstechnology.com.sg/ttfe/index.html
VEGA INSTRUMENTS (SEA) PTE LTD	Allemagne	Capteurs pour l'évaluation des niveaux, la pression et la commutation adaptée pour la gestion de l'eau et des eaux usées	http://www.vega.com/sg
VOLTAS LIMITED	Inde	Plus grande entreprise travaillant dans le domaine de l'air conditionné en Inde. Solutions d'ingénierie pour une large gamme d'industries (réfrigération, gestion de l'eau et traitements, qualité de l'air...)	http://www.voltas.com/index02.asp
WATERCO INTERNATIONAL PTE LTD	Australie	Produits pour le marché des piscines, spa et traitements de l'eau (fibres optiques, filtres haute pression, plastique injecté). Les filtres sont aussi utilisés désormais pour la pré-filtration de l'eau de mer avant dessalement	http://www.waterco.com.au/
WINSTON ENGINEERING CORPORATION PTE LTD	Singapour	Fournisseur de pompes de tous types pour des applications variées (eaux usées, transferts chimiques, égouts...)	http://www.winstonengineering.com.sg/
XYLEM WATER SOLUTIONS SINGAPORE PTE LTD	Singapour	Design et fabrication de pompes sèches et submersibles et d'autres systèmes de contrôle intelligents	http://www.flygt.com/en-us/Pages/Flygt.aspx

TRAITEMENT DE L'EAU

NOM	ORIGINE	DESCRIPTION	LIEN
AMIAD SINGAPORE	Australie	Solution de filtration écologique de l'eau, automatique ou manuelle, pour l'industrie, l'agriculture et la consommation (irrigation, aquaculture, processus industriel, traitement des eaux usées industrielles et domestiques, pré-filtration avant osmose inverse)	http://www.amiad.com/
ASAHI KASEI PLASTICS SINGAPORE PTE LTD	Japon	Ingénierie des thermoplastiques et produits à base de polypropylène et module de filtration contenant une membrane unique à fibres développée par la société.	http://www.asahikaseiplastics.com/
ASIA SUPPLY TRADING PTE LTD	Singapour	Distribution et fournisseur de filtres, distributeurs d'eau, systèmes d'osmose inverse personnalisés, systèmes à lumière UV pour des applications industrielles, domestiques, pharmaceutiques et les hôpitaux	http://www.asiasupply.com.sg/
BEST-LINDETEVES WASTE SYSTEMS SDN BHD	Malaisie	Systèmes de traitement des eaux usées	http://blwswastesystems.com/
BOUSTEAD SALCON WATER SOLUTIONS PTE LTD	Singapour	Le plus grand expert singapourien dans la technologie des échanges d'ions et de l'osmose inverse pour le dessalement de l'eau de mer et les stations de traitement des eaux usées	http://www.bousteadsalcon.com/
CALGON CARBON ASIA PTE LTD	USA	Industrie spécialisée dans le charbon actif combiné au traitement UV pour la purification, séparation et concentration des liquides, gaz ou autres milieux pour la purification de l'eau potable, le traitement des eaux usées, le contrôle des odeurs et une variété de processus industriels	http://www.calgoncarbon.com/index.php
CONCORD ENVIRO ASIA PACIFIC PTE LTD	Inde	Traitement des eaux usées pour réutilisation des déchets comme source pour des carburants et produits chimiques alternatifs. Partenaire de la société Memsys	http://www.concordenviro.in/
DE.MEM PTE LTD	Singapour	Etude de l'environnement (faisabilité, qualité de l'eau et démographie), design, construction et opération d'installations pour le traitement de l'eau de tous types et pour toutes les applications (eau potable, dessalement, eaux usées...) sur le marché d'Asie du Sud Est, utilisant les technologies modernes comme l'ultrafiltration ou l'osmose inverse	http://www.demembranes.com/
DOW CHEMICAL PACIFIC (S) PTE LTD	USA	Développement et distribution de technologies biocides et anti-microbiologiques pour contrôler la croissance des micro-organismes et le traitement de l'eau	http://www.dow.com/microbial/index.htm
ECOSPEC GLOBAL TECHNOLOGY PTE LTD	Singapour	Entreprise de recherche et développement offrant des solutions de protection de tous les systèmes en contact avec l'eau contre le tartre et la corrosion	http://www.ecospec.com/
ENGTEK PTE LTD	Chine	Osmose inverse pour le dessalement pour les navires et les installations pétrolières	http://www.engtek.com.sg/
EONS TECHNOLOGIES PTE LTD	Singapour	Service de maintenance pour les stations de traitement des eaux usées, systèmes de purification et systèmes de suivi et contrôle de la qualité (pH, métaux lourds, chrome...)	http://eons-tech.com/
E-RO ENVIRONMENTAL PTE LTD	Espagne	Développement de membranes chimiques pour l'osmose inverse, anti-tartre, nettoyants, floculats et biocides prenant en compte la taille et configuration des stations	http://www.genesysro.com/

EUWA Singapore Pte Ltd	Allemagne	Filtration de l'eau fraiche (sable, osmose) pour l'industrie des boissons	http://www.euwa.com/index.php/en/home
EVOPURE PTE LTD	Singapour	L'une des premières marques singapouriennes pour la filtration de l'eau (membrane, charbon, anti-oxydant) pour les particuliers	http://www.evopuresingapore.com/
FERRATE WATER TREATMENT PTE LTD	USA	Technologie de traitement de l'eau et des eaux usées basée sur la chimie du ferrate reconnu pour traiter les antibiotiques, hormones, pesticides et autres produits de soin terminant dans les égouts et les stations d'épuration	http://www.ferratetreatment.com/
FILTREX HOLDINGS PTE LTD	Singapour	Charbon actif en granulé et en bloc pour la purification de l'eau industrielle et domestique	http://www.filtrexttechnologies.com/
FILTREX TECHNOLOGY PTE LTD	Singapour	Spécialiste des systèmes de filtration complexes pour l'industrie impliquant air comprimé, tour de refroidissement, boues et applications ultra-violet	http://www.filtrex-tech.com/Default.aspx
FLEXI SYSTEMS (Singapore) PTE LTD	Singapour	Floculation chimique et sédimentation gravitationnelle, systèmes de filtration membranaires portables, système automatique pour suivre les niveaux de particules solides en suspension des eaux usées. Création d'un système industriel modulable préfabriqué adaptable aux différents déchets et volumes d'eau à traiter	http://www.flexi-systems.com/index.php
FLUID TECHNOLOGY PTE LTD	Singapour	Produits de filtration de l'eau et essais pilotes	http://www.fluidtechsgp.com/index.html
FOR EARTH (SINGAPORE) PTE LTD	Singapour	Traitement des eaux usées et solutions pour le contrôle des odeurs	http://www.forearth.com.sg/index.php
GE BETZ SINGAPORE PTE LTD	USA	Equipements et solutions chimiques pour optimiser les ressources	http://www.gewater.com/
GEA WESTFALIA SEPARATOR (S.E.A) PTE LTD	Allemagne	Centrifugeuses décanteuses et séparateurs pour les municipalités et industries - Implication dans le traitement des déchets de la station d'épuration de Changi	http://www.westfalia-separator.com.sg/v2/home.html
H2O LIFE SOURCE (SEA) PTE LTD	Singapour	Design et distribution de technologies de filtration pour les industries et particuliers - Promotion de l'eau alcaline	http://www.h2olifefsource.com/
HF PURE WATER	USA	Design et production de procédés incluant osmose inverse, oxydation avancée, filtration au charbon, dé-ionisation, et systèmes intégrés pour la gestion de l'eau	http://www.hfpurewater.com/default.asp
HI-TECH (AEM) PTE LTD	Singapour	Distributeurs d'eau, refroidisseurs, chaudières, filtres et systèmes de filtration incluant réparation et maintenance	http://www.hitechaem.com/
HYDROFLUX PTE LTD	Singapour	Système de filtration basé sur les anti-oxydants alcalin pour les particuliers, distributeurs d'eau chaude et froide	http://hydroflux.com.sg/
HYFLUX LTD	Singapour	Développement de membranes versatiles utilisables dans une grande variété d'environnement et d'applications pour le traitement de l'eau incluant purification, filtration de l'eau en bouteille, systèmes de purification mobiles. Le plus grand centre de R&D sur les membranes d'Asie après le Japon	http://www.hyflux.com/home.html
IDRO TECHNOLOGY PTE LTD	Singapour	Distributeur d'eau et systèmes de purification (membranes)	http://www.pub.gov.sg/ecm/tech_suppliers/Documents/Idro.pdf
ION EXCHANGE ASIA PACIFIC PTE LTD	Singapour	Spécialiste du traitement de l'eau : filtration, déminéralisation, osmose inverse, ultrafiltration, affinage de condensat...	http://www.ieiasiapacific.com/
KALF ENGINEERING PTE LTD	Singapour	Design et fabrication de stations d'électrochloration pour la désinfection électrolytique de l'eau	http://www.kalf.sg/

KINETICS PROCESS SYSTEMS PTE LTD	Allemagne	Systèmes de traitement de l'eau peu coûteux, compact et efficace pour la production d'eau potable de haute qualité pour tous les environnements (commercial, résidentiel, rural)	http://www.kinetics.net/index.php/en/
KURARAY ASIA PACIFIC PTE LTD	Singapour	Système de traitement des eaux usées compact utilisant un gel polymère de PVA pour retenir les bactéries	http://www.kuraray.com.sg/
KURITA PTE LTD	Japon	Solutions pour le traitement chimique de l'eau	http://www.kurita.com.sg/
KYTOLAND TECH PTE LTD	Singapour	Fournisseur de solutions, services, produits et équipements pour le traitement de l'eau et des eaux usées, spécialisé dans le design de systèmes d'eau potable (osmose inverse, dessalement, système à base de fer et manganèse)	http://www.kytoland.com/
MANN+ HUMMEL ULTRAFLO PTE LTD	Allemagne	Solutions de filtration pour le traitement de l'eau (membranes, ultrafiltration, osmose inverse, bio-réacteur, résines, UV)	http://www.mannhummel-water.com/
MARMON WATER	USA	Produits et systèmes de filtration pour l'eau potable à partir de charbon actif extrudé	http://www.marmon.com/index.html
ME TECH ENGINEERING PTE LTD	Singapour	Design et construction de stations de traitement pour les eaux usées provenant du lavage des réservoirs de produits chimiques (des traitements physique, chimique et biologique sont employés)	http://www.metech.sg/index.html
MEIDEN SINGAPORE PTE LTD	Japon	Solutions innovantes pour le traitement de l'eau se focalisant sur le recyclage et les technologies vertes: membrane céramique, coagulant neutre et agent de solidification	http://www.meidensg.com.sg/
MEMIONTEC PTE LTD	Singapour	Systèmes de traitement polyvalents de l'eau et des eaux usées (séparation membranaire, osmose inverse, ultrafiltration, résines, coagulants)	http://www.memiontec.com/
MEMSTAR TECHNOLOGY LTD	Singapour	Fabrication et applications de membranes à fibres creuses et identification des causes liées à la contamination des membranes pour proposer des solutions adaptées	http://www.memstar.com.sg/index.php
MEMSYS CLEARWATER PTE LTD	Allemagne	Procédés thermiques pour la séparation basée sur la distillation membranaire-Technologie testée au Marina Barrage	http://www.memsys.eu/
NATURE ENVIRONMENT PRODUCTS PTE LTD	Malaisie	Systèmes de filtration pour les particuliers, distributeur d'eau. Technologie DIAMOND: réplique de l'eau minérale en broyant des roches minérales et en les incluant dans des billes de céramique	http://www.diamond-water-main.com/hk/eng/index.php
NITTO DENKO (SINGAPORE) PTE LTD	Japon	Technologies membranaires pour développer des techniques de séparations moléculaires	http://www.nitto.com/
NORIT SINGAPORE PTE LTD	USA	Solution à base de charbon actif pour la dépollution de l'eau, de l'air et des produits agro-alimentaires ou pharmaceutiques	http://www.norit.com/
ORGANO (S) PTE LTD	Singapour	Produits et services pour le traitement de l'eau : ultrafiltration, osmose inverse, eau ultrapure, traitement des eaux usées...	http://www.organo.com.sg/index.html
POWERSERAYA LTD	Singapour	Production d'eau par dessalement par osmose inverse	http://www.powerseraya.com.sg
PRISTINE H2O PTE LTD	Singapour	Fournisseur de systèmes de traitements de l'eau et de systèmes membranaires pour les utilisations industrielles et domestiques	http://www.pristineh2o.com.sg/index.html
PUROLITE INTERNATIONAL PTE LTD	USA	Résines échangeuses d'ions, adsorbants et catalyseurs pour la déminéralisation, le captage des métaux, l'élimination des contaminants pour les industries	http://www.purolite.com

PWN TECHNOLOGIES PTE LTD	Pays-Bas	Solutions pour les entreprises du domaine de traitement de l'eau : échange d'ions, membranes céramiques, oxydation, eau potable pour les pays émergents	http://www.pwntechnologies.com/
REHAU PTE LTD	Allemagne	Solutions à base de polymères pour la construction, l'automatisation et l'industrie. Développement de membranes à bulles pour les traitements biologiques des eaux usées industrielles et domestiques	http://www.rehau.com.sg
RENSUI ASIA PTE LTD	Singapour	Design, construction, production et opération de solution pour les traitements chimiques de l'eau et équipements de traitements (résine échangeuse d'ions, membrane...)	http://www.rensui.co.jp/en/index.html
ROYAL LIFESTYLE PTE LTD	Singapour	Filtration pour la production d'eau potable pour les particuliers	http://www.royal-lifestyle.com.sg/
SEFAR SINGAPORE PTE LTD	Suisse	Tissus à mono filaments pour le marché de la filtration	http://www.sefar.com/
SEVERN TRENT DENORA Lic	USA	Systèmes de désinfection de l'eau utilisant de l'hypochlorite de sodium produit sur site à partir d'eau salée ou de saumures	http://www.severntrentdenora.com
SIF TECHNOLOGIES PTE LTD	Singapour	Technologies de traitement de l'eau sans produits chimiques utilisant la cavitation, financée en partie par SPRING Singapore	http://www.dpasys.com/
SWISS PRO	Suisse	Technologie de filtration pour la distribution d'eau potable dans les espaces publics (résidences, bureaux, écoles, cliniques, hôpitaux, restaurants)	http://www.swisspro.sg/
TORAY ASIA PTE LTD	Japon	Technologies de traitement de l'eau et des eaux usées spécialisées dans les membranes haute qualité (osmose inverse, nanofiltration, ultrafiltration, microfiltration, bioréacteurs à membranes)	http://www.toraywater.com/
TRITECH GROUP LIMITED	Singapour	Traitement de l'eau : systèmes de dessalement de l'eau de mer et membranes	http://www.tritech.com.sg/water/
TUFFCHEM ENVIRONMENTAL SERVICES PTE LTD	Singapour	Design, construction et opérations de solutions pour les stations de traitement des eaux usées	http://www.tuffchem.com
UNITED ENVIROTECH LTD	Singapour	Traitement de l'eau et des eaux usées à base de bioréacteurs à membranes	http://www.unitedenvirotech.com/
UNIVERSAL FILTRATION SOLUTIONS ASIA PTE LTD	Canada	Production de filtres pour applications liquides (filtres à sacs, filtres à cartouche, crépines)	http://www.universal-filtration.com/
WH20 TECHNOLOGY PTE LTD	Singapour	Equipements pour le traitement de l'eau	----
AUTRES			
NOM	ORIGINE	DESCRIPTION	LIEN
AQUABELLA WATER INTERNATIONAL LIMITED	Singapour	Distributeur d'eau potable en bouteille, enrichie en oxygène "Aquabella Natural Oxygenated Water" développée en Europe (Alpes) et brevetée internationalement. Développement d'un container permettant de rendre l'eau des rivières potable.	http://aquabellawater.com/
DR. WHO WATERWORKS PTE LTD	Singapour	Fournisseur d'eau (embouteillée ou distributeur) pour les entreprises et les particuliers qui a évolué en fournisseur d'eau global et bureau de conseil incluant des solutions de traitements, produits et services pour atteindre les standards requis.	http://drwhohub.com/
GMF-GOUDA SINGAPORE PTE LTD	Pays-Bas	Réhabilitation des déchets et industrie environnementale	http://www.gmfgouda.com/en/index.php/site