



STUDIES IN URBAN PLANNING 2018

# SYNTHÈSE

## RIVAGES URBAINS : MENACES OU OPPORTUNITÉS ?

Février 2019

# L'équipe 2018



# Les membres de 2018



Victor  
PERICAUD  
Secrétaire



Lauren  
RICHELLE  
Présidente



Alexandre  
GIOT  
Trésorier



Matthieu  
BENOÎT  
Respo Partenariat



Cibele  
D'OLIVEIRA  
Respo Com



Adrien  
LEHALLE  
Respo Com



Lucie  
DONZE  
Respo Com



Paul-Gabriel  
HAYOUN  
Respo Partenariat



Bernadette  
MARIE JOSEPH  
Respo New-York



Jean-Marc  
GERRITZEN--CLOATRE  
Respo Bangkok



Mathilde  
SOULE  
Respo Londres



Amine  
NEFFAH  
Respo Amsterdam/Rotterdam



Léa  
FABRE  
Respo Bordeaux

# Remerciements

L'équipe Etudes Urbaines tient à remercier les personnes qui ont participé au bon déroulement du projet du SUP 2018.

Merci à Bénédicte Mahé des relations internationales de nous avoir lancés dans l'aventure du SUP et aidés pendant les premiers mois. Merci à Amélie Bensimon pour la suite de cette préparation.

Merci à Vincent Becue pour son suivi depuis la formation de l'équipe jusqu'à la restitution. Merci à Isabelle Tavernier pour ses conseils sur l'organisation du voyage, et son accompagnement pour la restitution.

Merci aux accompagnateurs de nous avoir fait confiance et suivi aux quatre coins du monde: Vincent Bécue, Amélie Bensimon, Alain Boulanger, Isabelle Tavernier, Myriam Rahem.

Merci à l'équipe d'enseignants chercheurs de l'EIVP pour leurs conseils aux moments clés de notre étude.

Merci aux membres de l'administration de l'EIVP pour leur soutien.

Merci aux participants à la cagnotte en ligne Leetchi.

Merci aux partenaires AptiSkills, Freyssinet, Evesa, et l'AIVP.

Merci à tous les acteurs rencontrés sur place sans qui le SUP n'aurait pas eu lieu.

Enfin, nous remercions tous les élèves ayant participé au voyage pour leur présence aux rendez-vous, leur implication et les travaux qu'ils ont réalisés.

# Sommaire

Introduction	6
I. Les aménités des rivages urbains	10
A. Des qualités paysagères propre à chaque ville	11
B. Le tourisme et les attraits économiques	13
C. Mobilités et aménagements	15
II. Vulnérabilités	18
A. Les types de risques	19
B. Les ressentis	24
III. Des dispositifs efficaces mais bientôt obsolètes ?	28
A. De l'importance des dispositifs de protection, le cas de Bangkok et New York	29
B. Les dispositifs de protection	31
C. Limites	36
IV. Adaptation et alternatives	38
A. Vers de nouvelles stratégies	39
B. Espaces inondables	41
C. Dignes multifonctionnelles	44
D. Vivre avec l'eau	45
Conclusion	48

# Introduction

L'eau est une ressource dont les humains ont vite compris l'étendue et l'utilité. Dès l'époque mésopotamienne, les villes se construisent autour des fleuves, à proximité des confluents ou des estuaires. Rapidement, des systèmes d'irrigation sont mis en place pour permettre l'agriculture et l'élevage. A l'époque médiévale, beaucoup d'activités dépendent de la présence de l'eau nécessaire aux tanneurs ou aux blanchisseurs. Arrivent ensuite les activités portuaires et industrielles dont les contraintes techniques (taille des navires, espaces de stockages...) ont modifié le rapport des centres au fleuve dès la fin du XIXe siècle. Ainsi, habiter près d'un fleuve, d'un cours d'eau, ou de la mer constituait et constitue encore un confort certain pour les habitants et la prospérité des activités commerçantes. C'est donc à ces endroits que beaucoup de grandes villes se sont construites.

À l'origine, chaque ville choisit un emplacement selon le cadre naturel existant : relief, nature des sols, etc. Les anciennes terres de la ville de **New York** étaient peuplées par des tribus d'Indiens, vivant ici pour la pêche. La ville s'est ensuite édifiée sur la presqu'île de Manhattan pour se protéger des attaques de ces mêmes Indiens. Aujourd'hui, New York est une ville estuaire forte de la combinaison entre son front maritime et son arrière-pays irrigué par le fleuve Hudson.

En Asie, **Bangkok** est construite à moins de 40 km à vol d'oiseau du golfe de Thaïlande et est située à 0,5-1,5 mètre au-dessus du niveau de la mer. Traversée par le fleuve Chao Phraya qui alimente son réseau de canaux (khlongs), Bangkok est appelée la "petite Venise d'Asie". Ce système de canaux est également présent dans certaines villes occidentales comme **Amsterdam**, entièrement construite sur pilotis. Sa sœur néerlandaise, **Rotterdam**, entretient aussi des liens étroits avec l'eau et rayonne économiquement grâce à son port. À **Londres**, la Tamise assurait la ressource en eau potable avant d'être polluée et de participer au

développement économique de la ville avec ses Docklands. **Bordeaux** a connu l'âge d'or, fondé sur le commerce triangulaire. À Paris, par exemple, la Seine fait partie intégrante du tissu urbain. On retrouve son importance dans la devise de la ville : *Fluctuat Nec Mergitur* (Elle flotte mais ne coule pas). Elle est devenue un véritable lieu de vie et est aménagée afin de permettre aux usagers de la ville de profiter du fleuve, qui est une opportunité d'aménagement pour offrir un cadre de vie agréable aux habitants de la capitale.

Malgré cela, il ne faut pas oublier que les rivages présentent aussi des risques pour les riverains. D'après une évaluation de l'Université des Nations Unies, en 2004, 1 milliard de personnes dans le monde étaient potentiellement menacés par des inondations. En 2050, ce chiffre atteindra environ 2 milliards de personnes. En effet, les récentes inondations de la Seine nous rappellent que nous ne pouvons pas totalement maîtriser les cours d'eau et qu'il faut toujours anticiper et prendre des mesures pour se protéger des dangers qu'ils engendrent. C'est également le cas à Bordeaux qui connaît des inondations fréquentes. L'ouragan Sandy de 2012 ou les grandes inondations de 1953 en Angleterre et aux Pays-Bas sont d'autres exemples des risques que les villes encourent en s'installant près de l'eau. À Bangkok, les inondations se multiplient et la situation future est inquiétante car la métropole, qui est déjà située proche du niveau de la mer, risque la montée des eaux et le tassement de son sol. Alors rivages urbains, menaces ou opportunités ? New York, Bangkok, Amsterdam, Rotterdam, Londres et Bordeaux subissent des chocs et cherchent à absorber ces perturbations, en se réorganisant. Cette étude a pour but d'exposer les vulnérabilités auxquelles les villes sont soumises, pour comprendre quelle stratégie de résilience et quelles adaptations elles mettent en place. Ainsi, les attraits des rivages urbains, qu'ils soient paysagers ou fonctionnels, seront présentés

en mettant en avant quelques caractéristiques propres à chaque ville. Nous verrons en quoi ces villes sont vulnérables, selon le type de risque auquel elles sont exposées et quel en est le ressenti des habitants. Des dispositifs et des

stratégies sont mis en place par les villes et ce n'est qu'une fois que ces points seront éclaircis que nous verrons comment elles cherchent à s'adapter avec de plus en plus d'alternatives, en intégrant l'eau au quotidien.



Figure 1 : Bordeaux ;  
Crédits : Etudes Urbaines



Figure 2 : Amsterdam ;  
Crédits : Etudes Urbaines

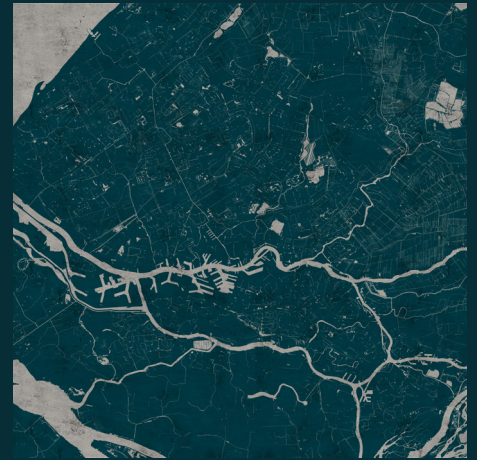


Figure 3 : Rotterdam ;  
Crédits : Etudes Urbaines



Figure 4 : Londres ;  
Crédits : Etudes Urbaines



Figure 5 : Bangkok ;  
Crédits : Etudes Urbaines



Figure 6 : New-York ;  
Crédits : Etudes Urbaines

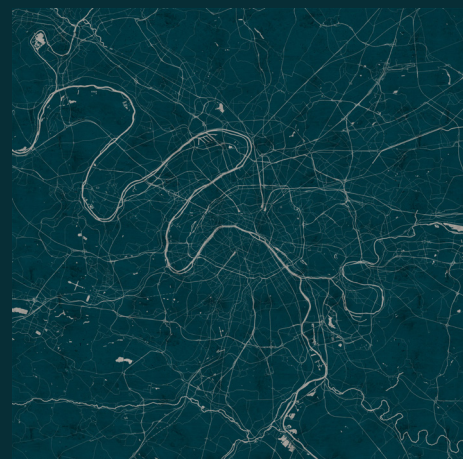


Figure 7 : Paris ;  
Crédits : Etudes Urbaines

R I V A G E S

MEN

OPPORT

0

1



URBAINS :

ACES

U

UNITÉS

?

# Partie I

## Les aménités des rivages urbains



Figure 8 : Khlongs de Bangkok ; Crédits : Etudes Urbaines

# A. Des qualités paysagères propres à chaque ville

La Convention Européenne du Paysage définit un paysage comme “une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations”. La qualité paysagère est ainsi une mesure d'un aspect de la qualité de vie d'une population. Cette qualité est le fruit de la formation naturelle de l'environnement d'une ville mais également et indispensablement des relations entre les individus et le milieu que les entoure. Parfois caractéristique de plusieurs villes, souvent singulier, un cadre de vie est créé.

## Les canaux à Amsterdam

Le centre-ville d'Amsterdam est fracturé en 90 îlots par des canaux concentriques qui font sa renommée.

Modèle d'urbanisme, Amsterdam est construite avec des bâtiments aux styles divers : baroque, néo-gothique et art nouveau. L'association entre le bâti et l'eau omniprésente constitue une vue des berges assez caractéristique de la ville. Les façades collées les unes aux autres forment une mosaïque émergeant directement de l'eau.

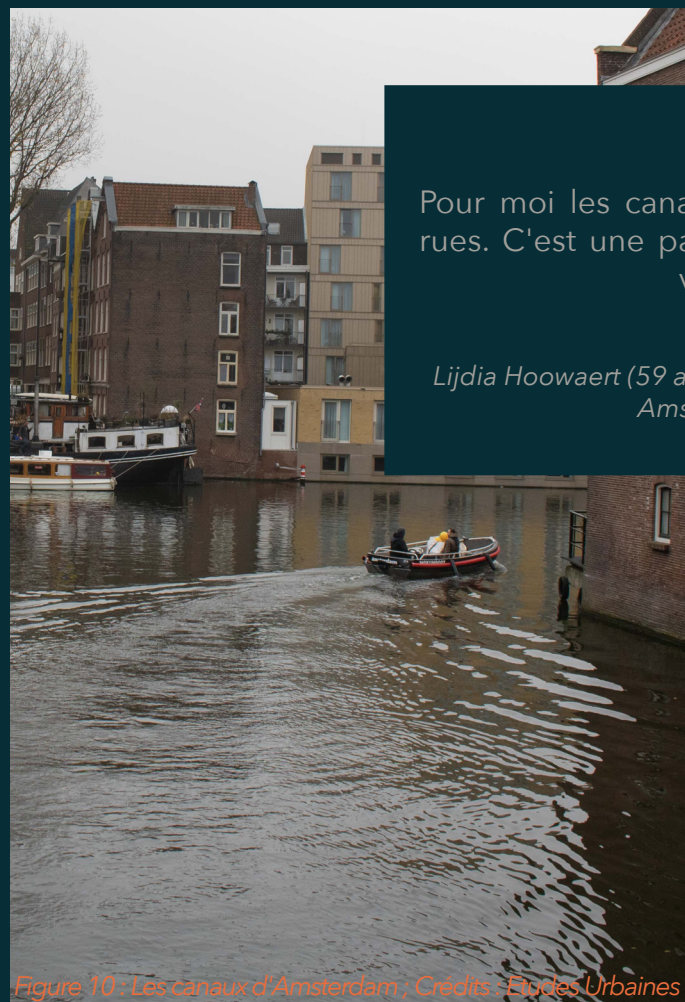


Figure 10 : Les canaux d'Amsterdam ; Crédits : Etudes Urbaines

## I. Aménités des rivages urbains

//

Nous n'avons pas beaucoup de vert dans la ville mais nous disons que le bleu c'est le nouveau vert. Cela fait des beaux paysages, de l'espace... Donc cela apporte les mêmes ressentis que le vert

//

Anonyme, habitant à Amsterdam depuis 70 ans

Figure 9 : Les quais d'Amsterdam ; Crédits : Etudes Urbaines



//

Pour moi les canaux sont comme des rues. C'est une partie intégrante de la ville

//

Lijdia Hoowaert (59 ans) née et ayant grandi à Amsterdam



Figure 11 : Bâtiments d'Amsterdam ; Crédits : Etudes Urbaines

La présence de l'eau relève la valeur sociale du paysage de la ville, servant à la détente et constituant un cadre de bien-être pour les habitants. La valeur culturelle de ce paysage y est également présente, les canaux étant liés à l'identité de cette ville. Amsterdam n'ayant que 13% en surface d'espaces verts, “l'eau joue le rôle du vert”. C'est le ressenti d'une des personnes interviewées.

## Le miroir d'eau à Bordeaux

Construit en 2006, le miroir d'eau de Bordeaux accueille les habitants et visiteurs sur les quais. Il offre un espace public de plus de 3850 m<sup>2</sup> grandement apprécié par tous. 2 cm d'eau sur une dalle en granit suffisent à en faire l'endroit le plus photographié de Bordeaux. Des cycles d'eau de 15 minutes sont pilotés par ordinateur: alternance entre des volutes de brume, d'eau calme à effet miroir, de brouillard intense. Cela s'inscrit dans la rénovation complète des quais de la ville.



Figure 13 : Le miroir d'eau de Bordeaux ;  
Crédits : bordeaux.fr



Figure 12 : Le miroir d'eau de Bordeaux ;  
Crédits : bordeaux.fr

## À New York, l'eau est le 6eme quartier ("borough")

Déjà aujourd'hui mais encore plus à l'avenir, le rivage new-yorkais a une place prépondérante dans la ville. Appelée "the sixth borough", l'eau est plus que jamais présente et lieu de possibilités et transformations au même titre qu'un autre district new-yorkais.

## Le quartier de Canary Wharf à Londres

Le quartier Canary Wharf est le deuxième centre économique de Londres après celui de la City. Il met en évidence la valeur culturelle du paysage des Docklands londoniens. Aménagé au cours des années 1990, le quartier garde dans son usage un héritage collectif dans lequel se fonde l'identité des Docklands comme lieu de commerce. Déjà en 1802, le West India Docks était le port le plus mouvementé au monde, dans le cœur de l'empire britannique. La silhouette de ville qui se dessine par les hauts bâtiments entre le ciel et la Tamise est l'élément structurant de ce paysage. One Canada Square est un de ces bâtiments. Culminant à 235 m de haut, il est le deuxième bâtiment habitable le plus haut d'Angleterre.



Figure 14 : Canary Wharf vu depuis New Charlton ; Crédits : Etudes Urbaines

Canary Wharf est aussi une des régions les plus végétalisées de Londres, comptant 9.20% de sa surface comme parcs, places et promenades piétonnes.

Aujourd'hui, les hommes et femmes d'affaires de Canary Wharf côtoient l'eau dès qu'ils changent de bâtiments, vont ou reviennent de la station du métro, font une pause dans un des parcs ou jettent un oeil par la fenêtre. L'eau est partout, référence fixe dans ce quartier en ébullition.

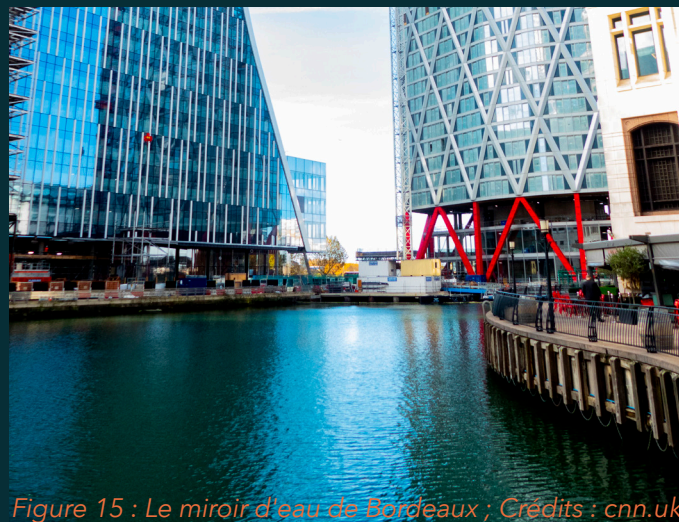


Figure 15 : Le miroir d'eau de Bordeaux ; Crédits : cnn.uk

Le paysage représente pour ces villes une partie fondamentale de leur identité. C'est une "ressource favorable à l'activité économique, dont une protection, une gestion et un aménagement appropriés peuvent contribuer à la création d'emplois." (Convention Européenne du Paysage, 2000).

## B. Le tourisme et les attraits économiques

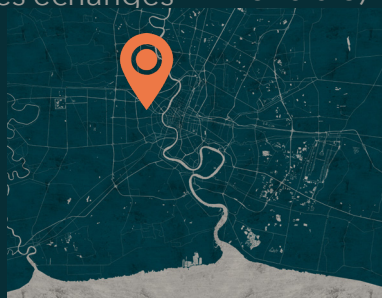
Le quartier de Canary Wharf à Londres est un exemple très parlant de paysage aménagé de manière favorable au développement économique. Plus de 100 000 personnes y sont employées. Le quartier compte 1 300 000 m<sup>2</sup> de bureaux ; plus de 200 bars, cafés et restaurants ; trois centres commerciaux ; un aéroport, le London City Airport, qui dessert 30 destinations ; plus de

100 événements d'art annuels. Dans le même esprit, le cas new-yorkais de Wall Street est étroitement lié à l'eau. La capitale financière du monde a été construite en prolongation du quartier Seaport (ancien port et donc ancien centre d'affaires). Bien qu'elle n'ait plus besoin de bateaux actuellement, elle est aujourd'hui toujours située au bord de l'eau, à la proue de Manhattan.

### Les marchés flottants de Bangkok

Les marchés flottants sont des lieux historiques de commerce à Bangkok. Pour une ville où de nombreux canaux constituent les rues, il semble logique d'avoir des espaces de commerce flottants. Actuellement, pourtant, ces endroits ont une vocation beaucoup plus tournée vers le tourisme que vers les échanges

et le commerce entre les habitants. En effet, il y a 31 marchés flottants dans Bangkok et sa banlieue, dont 19 ont été construits après l'année 2000, en majorité pour le tourisme. Ces lieux typiques de la petite Venise d'Asie participent grandement à l'économie du pays dont 18% du PIB annuel sont représentés par le tourisme (contre 9% pour la moyenne mondiale).



Figures 16, 17 & 18 : Un marché flottant de Bangkok et sa localisation ; Crédits : Etudes Urbaines

# Le marché de Taling Chan

Il se situe sur la partie Ouest de Bangkok, aux abords d'un des plus larges canaux de la ville, le Chak Phra. Une petite partie du marché se situe sur des plateformes flottantes ou directement sur des bateaux amarrés sur la structure métallique du lieu.



Figure 19 : Un vendeur de nourriture ;  
Crédits : Etudes Urbaines

Sur ces installations se déroulent des activités variées : on peut manger des spécialités locales ou acheter des babioles en tout genre de fabrication thaïlandaise. On peut aussi se poser sur une petite place centrale coincée entre les bateaux et une mare improvisée, où touristes et locaux s'amusent à nourrir des poissons, qui en se battant pour la nourriture, éclaboussent les passants, ce qui assure une très bonne ambiance générale.



Figure 20 : Exemple de nourriture ;  
Crédits : Etudes Urbaines

Comme partout à Bangkok, on peut se faire masser. Une petite halle est également aménagée, où se produit un petit orchestre, qu'on nous invite à écouter.



Figure 21 : Vu de la partie terrestre du marché ;  
Crédits : Etudes Urbaines

L'endroit est très prisé par les touristes mais sa situation excentrée et le fait que l'endroit soit agréable, animé et piéton participe à la fréquentation importante par les habitants de Bangkok également, contrairement aux autres lieux touristiques de la ville. C'est donc une appropriation économique et spatiale des berges par les habitants, mais qui s'appuie sur l'argent des touristes. Cette appropriation est récente (création en 1997), malgré son allure traditionnelle. Les marchés flottants sont historiquement anciens à Bangkok car ils répondent à l'ancien mode de déplacement le plus utilisé des habitants avant l'arrivée de la voiture, mais ils disparaissent les uns après les autres depuis l'automobile. La bonne santé générale du marché récent de Taling Chan indique une volonté des habitants à renouer avec l'historique de leur ville. C'est une réappropriation de l'urbain.

## Les bateaux touristiques

Plusieurs des villes visitées comptent également des bateaux touristiques, offrant aux visiteurs une découverte de la ville par ses cours d'eau : les ponts (plus de 1500 ponts traversent les canaux d'Amsterdam), les monuments historiques (Palais Royal à Bangkok, statue de la liberté à New York), les aménagements des

berges (Parc des Angéliques à Bordeaux, The Big U Project à New York). Bordeaux va même plus loin dans l'exploitation du tourisme en accueillant des paquebots au plus proche de son centre, dans le Port de la Lune : en 2018, 45 escales de paquebots ont été faites dans l'estuaire de la Gironde, dont 29 dans le Port de la Lune.



Figure 22 : Bateau qui fait la liaison entre deux rives du fleuve Chao Phraya ; Crédits : Etudes Urbaines

Au même titre que les bateaux touristiques, d'autres embarcations sont aussi présentes sur les cours d'eau des villes visitées. La mobilité s'étend et s'intègre également aux usages des berges, où se trouvent des promenades piétonnes, des pistes cyclables et même des routes carrossables.

## C. Mobilités et aménagements

La mobilité des cours d'eau traversant les villes est parfois inscrite dans le quotidien des habitants, comme à Bangkok. On retrouve

cette habitude dans d'autres villes occidentales.

À New York par exemple, les utilisateurs des NYC Ferries sont pour les  $\frac{3}{4}$  des migrants pendulaires (domicile - travail ou école). À Londres, le trajet effectué au bord du Thames Clipper Boat est payé et validé grâce à la carte magnétique

du système de transport londonien. Encore mieux, à Amsterdam le transport en ferry est

gratuit pour les piétons et deux roues, pour traverser la rivière IJ et rejoindre les quartiers de Amsterdam-Noord.

//

**Tous les jours de la semaine (...) je viens prendre le bateau sur les quais, au lieu de prendre le tram.**

//

À Bordeaux, les déplacements en bateaux sont intégrés à l'offre de transport en commun.

Pourtant, les Bat3 (bateaux bordelais) sont plus utilisés par les touristes que par les habitants. Peut-être que cela est dû à une intégration trop récente de la place de la Garonne dans la ville et que les projets d'aménagement

des rives seront vecteurs d'une hausse de la fréquentation des Bat3.

D'autres projets d'aménagements favorisent les déplacements doux en bord d'eau. Le Thames Path traversant Londres, est un aménagement long de presque 300 km destiné aux promeneurs et aux cyclistes sur quelques portions. À New York, un aménagement de piste cyclable sur Manhattan Waterfront Greenway, permettant d'aller jusqu'à la pointe de Manhattan sur Battery Park au niveau des berges offre aux habitants une occasion de se rapprocher de l'eau tout en utilisant un moyen de transport doux.



Figure 23 : Thames Path ; Crédits : Etudes Urbaines

## Les quais de la Garonne à Bordeaux

À Bordeaux, sur les quais de la Garonne, les pratiques sont à différencier selon la rive : droite ou gauche. La rive droite est plutôt végétale tandis que la rive gauche semble plus minérale. De divers usages peuvent être observés sur les quais rive gauche. Tout d'abord, un certain nombre de personnes profitent de ces espaces pour faire du sport. Certains viennent courir le long de la rive tandis que d'autres utilisent les aménagement mis à disposition au parc des sports Saint Michel.

Ces quais sont aussi des lieux de vie et de nombreuses animations ont lieu tout au long de l'année. S'y retrouvent par exemple la fête du vin, la venue de paquebot (environ 50 par an) ainsi que des festivals tel que Bordeaux Open Air. L'espace public a ainsi été aménagé sans être trop occupé afin de permettre l'organisation de ces événements.

Les quais, que ce soit de la rive gauche ou droite, sont aussi des lieux de passage. En effet certaines personnes viennent sur les quais pour prendre le bateau ou y passent pour aller à un endroit précis, soit par besoin soit par choix selon la destination.

Ensuite, il semble courant d'effectuer une promenade liant les deux rives, celle-ci longe les quais, le pont de pierre et le pont Jacques Chaban :

//

Je viens prendre le bateau sur les quais, au lieu de prendre le tram.

//

Homme (45 ans)



//

Je viens faire le tour des deux ponts pour marcher, me promener sur les quais.

//

Femme (55 ans)

Figure 24 : Les quais de Bordeaux ; Crédits : Etudes Urbaines







Figure 25 - La crue de Paris en 2011 ; Crédits : Paris.fr

## Partie II

# Vulnérabilité

# A. Les types de risques

## 1. Nature du risque

Au cours de nos visites et de nos rencontres dans les différentes villes d'études, nous avons pu identifier plusieurs endroits qui pouvaient produire un risque d'inondation. Nous avons voulu les recouper entre eux afin de pouvoir les comparer et de savoir comment chacune des villes les traite.

### Le risque par le fleuve et/ou la mer

Les premiers éléments qui présentent des risques sont les fleuves et les mers/océans de chaque ville. En effet chacune de nos villes d'études est traversée par un fleuve et située à moins de 50 km d'une mer ou d'un océan. Par "risque venant de la mer" sont ici sous-entendus les violentes tempêtes maritimes et les tsunamis qui peuvent pousser les eaux vers la côte et ainsi faire monter le niveau de l'eau. Seuls les événements ponctuels sont étudiés ici, la question de la montée des eaux due au changement climatique sera évoquée plus tard dans le rapport.

Chaque ville présente des particularités en ce qui concernent les risques par le fleuve et les océans mais il est possible de trouver des points communs entre elles.

Des villes comme **Bangkok** sont davantage sujettes à des risques d'inondations fluviales. Située à l'embouchure du fleuve Chao Phraya, principal fleuve de Thaïlande dont le bassin versant représente près d'un tiers de la surface du pays. Il est donc récurrent de voir le niveau du fleuve monter et inonder une grande partie de la ville, lors des forts épisodes pluvieux des moussons.

A l'inverse, certaines villes craignent davantage de subir des dégâts par la mer. C'est le cas de **New York** où l'ouragan Sandy est encore ancré dans les mémoires. Le risque vient des ouragans et tempêtes maritimes qui, avec des vents violents, entraînent des vagues déferlantes, des pluies torrentielles et une montée des eaux sur la



côte, menaçant ainsi de détruire les nombreux bâtiments en front de mer de la ville. New York présente 520 km de côtes, dont une bonne partie sont à risques.



Figure 26 : New-York actuellement ;  
Crédits : Etudes Urbaines



Figures 27 et 28 : En surbrillance, les zones touchées en premier si des vagues déferlantes de 5m (gauche) et 10m (droite) touchaient la ville ; Crédits : Etudes Urbaines

## II. Vulnérabilités

La deuxième ville où le risque vient principalement de la mer est **Londres**. Située à moins de cinquante kilomètres de l'estuaire de la Tamise, la ville subit les tempêtes qui surviennent dans la mer du Nord et qui poussent les eaux dans l'estuaire, faisant ainsi monter dangereusement le niveau du fleuve. La Tamise subit en effet les effets de la marée. Un plan des zones inondables en Angleterre a été créé et est consultable en ligne par l'ensemble des citoyens.



Figure 29 : Londres si la Tamise montait de 5m ; Crédits : Etudes Urbaines

Le point commun entre ces deux villes est que le fleuve est aujourd'hui surveillée est contrôlé en permanence. Des infrastructures permettent de contrôler leurs niveaux et de s'assurer qu'ils ne montent pas trop. A l'inverse, il n'est pas possible de contrôler ce qui se passe dans les océans.

**Bordeaux**, par sa proximité avec l'estuaire de la Gironde et à cause de la Garonne est soumise aux deux risques. Les différents affluents tels que la Dordogne renforcent le risque venant du fleuve.



Figure 30 : Bordeaux en cas de fortes crues ; Crédits : Etudes Urbaines

Enfin, aux Pays-Bas, les deux risques existent aussi. Cela vient du fait que près d'un quart du pays est situé en dessous du niveau de la mer, le rendant donc extrêmement sensible à tout type d'inondations. **Amsterdam** et **Rotterdam** sont particulièrement exposées puisque Rotterdam est le premier port d'Europe et qu'Amsterdam présente un quartier historique avec de nombreux canaux. Le risque principal vient malgré tout des mers et tempêtes maritimes ce qui explique les gigantesques digues côtières qui protègent le pays.

## Le risque dû aux pluies

Parmi l'ensemble des villes que nous avons étudiées, seule **Bangkok** est pleinement impactée par le risque dû aux pluies. En effet, la Thaïlande est située dans une région où les pluies de la mousson sont particulièrement violentes. Entre les mois d'avril et d'octobre inclus, c'est près de 1 400 mm d'eau qui tombent (ce qui équivaut à près de 2 fois plus de précipitations qu'à Paris). Le système d'évacuation est rapidement saturé et les eaux s'évacuent très mal. En effet, le sol est principalement minéral en raison de l'urbanisation forte de la ville. De plus, les pluies ont pour effet d'augmenter le niveau du fleuve causant encore plus de risque à ce niveau.

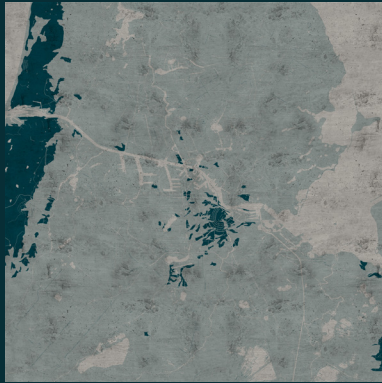


Figure 31 : Bangkok en cas de très forte mousson ; Crédits : Etudes Urbaines

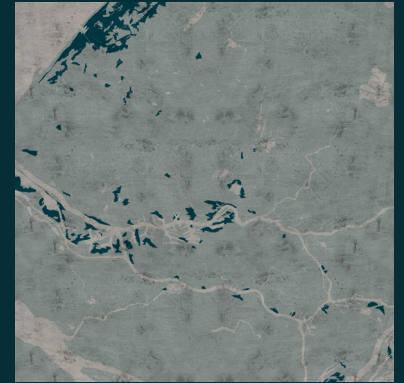
Les autres villes d'étude sont aussi touchées par des pluies plus ou moins fortes, notamment à Bordeaux qui a également un sol particulièrement imperméable, mais le risque reste très limité par rapport aux autres. Il peut néanmoins agir en addition des autres, lors d'ouragans et de tempêtes par exemple, et accentuer l'ampleur des inondations.

## La montée générale des eaux

Avec le réchauffement climatique, les scientifiques sont déjà en mesure de fournir des premières estimations du niveau des eaux à la fin du siècle. Ils attendent une montée comprise entre trente et soixante-dix centimètres d'ici à 2100. Cela va avoir un impact fort sur les villes proches des océans comme **Londres** et **New York**. Les risques dus aux tempêtes seront encore plus grands. **Bangkok** est également très touchée puisque la ville repose sur un sol argileux



qui s'enfonce de 1.5 à 5 cm par an. Si l'on ajoute cela à la montée des eaux, l'océan indien va vite devenir un risque majeur pour Bangkok dans les décennies à venir. Enfin **Amsterdam** et **Rotterdam** sont les villes qui encourent le plus grand risque étant donné le niveau moyen du pays. Avec de telles montées des eaux, une grande partie du pays se retrouvera sous l'eau.



Figures 32 & 33 : Amsterdam (gauche) et Rotterdam (droite) si les digues néerlandaises cèdent. Crédits : Etudes Urbaines



En ce qui concerne **Paris** et l'agglomération parisienne de façon plus large, la Manche n'est pas un problème trop important contrairement à la Seine. Même si celle-ci est bien surveillée, la crue de 2016 rappelle que le fleuve représente un danger que nous ne pouvons totalement maîtriser.

Figure 34 : Paris en cas de fortes crues ; Crédits : Etudes Urbaines

## 2. Les évènements récents

Dans chacune de nos destinations, un événement plus ou moins récent à marquer les esprits et a servi d'élément déclencheur à un plan de protection contre les inondations.

A **New-York** il s'agit de l'ouragan Sandy en 2012. La ville n'était absolument pas préparée à faire face à la magnitude d'un tel événement que fut l'ouragan Sandy. Les quelques digues n'ont bien sûr pas résisté à l'ouragan et les dégâts ont été très importants. Les systèmes vitaux de la ville, peu résilients, ont tous été paralysés : pannes de courant, interruptions des transports, etc... New York fut plongée dans le noir : 650 000 maisons ont été submergées, 8,5 millions de personnes n'avaient plus accès à l'électricité et les transports en commun ont été inutilisables pendant plusieurs semaines, forçant l'économie à tourner au ralenti.

## New York

Wall Street fermé

**2**

jours consécutifs

Aéroports fermés + de

**48**

heures consécutives

**35** morts

&

**20MD \$** de dégâts

**6500**

Patients évacués

**90000**

Immeubles inondés

**3000**

Taxis sous l'eau

## II. Vulnérabilités

Aux **Pays-Bas** et à **Londres**, l'événement majeur le plus récent est la tempête de 1953. A Londres la tempête fit plus de 300 morts et 40.000 sans-abris. Aux Pays-Bas, il y eu plus de 2.500 décès et plus de 47.000 habitations inondées. Le niveau atteint 3.85m ce qui est un record. C'est à la suite de cela que le pays mis en place le plan Delta qui doit protéger les habitants qu'un pareil événement ne se reproduise. De la même manière, c'est cette catastrophe qui incita Londres à créer la barrière de la Tamise.

**Londres**  
**300** morts

**Pays-Bas**  
**2500** morts

A **Bordeaux** il n'y a pas eu de catastrophes récemment incitant la mairie à prendre des mesures de protections. En revanche la ville est sujette à des période de débordements de la Garonne de façon régulière.

Enfin à **Bangkok** les inondations sont annuelles et d'ampleurs variables. La dernière en date est celle de 2011 où il y eu plus de 800 morts. Le coût des dégâts est estimé à près de 33 milliards d'euro sur l'ensemble du pays. Seul le BTS (Métro aérien) permettait aux habitants de se déplacer lors de cet événement. C'est à la suite de cela que le gouvernement décida de mettre en place un plan national pour protéger au mieux la population du pays.

**14000**

Usines touchées

**20000**

Km<sup>2</sup> de terres inondées

**13,6M**

Personnes touchées

**Thaïlande**  
**815** morts

**Thaïlande**  
**46MD \$** de dégats

En ce qui concerne **Paris**, l'événement marquant est celui de 2016. Suite à un mois de mai particulièrement pluvieux, les bassins de rétention en amont de la capitale étaient tous remplis. L'eau a donc monté sur Paris jusqu'à atteindre un niveau de 6m10. S'il y eu peu de morts ( quatre personnes "seulement"), les dégâts sont estimés à près de 1.4M\$. De plus, Paris est passé tout près de la catastrophe puisqu'une montée des eaux de quelques centimètres de plus aurait affectée lourdement les transports en commun et bloqué la capitale pendant un long moment.

**1148**

Communes en état de catastrophe naturelle

**182000**

Sinistres déclarés

**20000**

Foyers privés d'électricité

### 3. Impact sur la vie quotidienne

Ces nombreux risques se ressentent sur l'agencement des villes et en particulier sur l'organisation des quartiers soumis aux plus forts risques.

#### Des quartiers pauvres devenus riches

Lors de la création des villes, les habitants les plus pauvres occupaient les zones non-aménagées. Cela correspondait donc bien souvent aux endroits qui étaient le plus exposés à des risques d'inondations entre autres. Or avec les progrès réalisés sur les moyens de protection contre les inondations, les risques ont diminué. Ces zones étaient en général très proches de l'eau. Avec la disparition quasi-totale d'inondations majeures, elles sont devenues très prisées et sont aujourd'hui en plein boom économique.

C'est le cas des quartiers de Brooklyn à **New York** qui subissent une forte gentrification et où les logements en bord de fleuve sont de plus en plus prisés. A l'inverse, en face, sur Manhattan à Lower East Side, les bâtiments situés en bord de fleuve sont des HLM et principalement des quartiers pauvres, car ils étaient, lors de leur construction, souvent inondés.

De la même manière, aux **Pays-Bas**, les habitants vivaient parfois sur les digues qui protégeaient les villes des inondations du fleuve. Ces habitations, appelé Dijkhuisjes, étaient les premières touchées en cas de forte crue. Avec le contrôle des crues, ces

habitations sont devenues très recherchées. Elles disposent en effet d'un placement idéal par rapport au fleuve.

À **Londres** enfin les habitants les plus riches vivent à proximité du fleuve et seront donc les premiers touchés en cas d'inondation. L'augmentation de la population, et de celle des citadins en particulier, engendre un étalement urbain dangereux. Dans toutes les villes, il y a de plus en plus d'habitants qui s'installent dans les zones à risques, souvent inconscientes du risque. Cela représente d'autant plus de personnes en danger et qu'il faut protéger.



Figure 35 : Des Dijkhuisjes aux Pays-Bas ;  
Crédits : 50Plusser.nl

#### Des problèmes économiques

Ces zones inondables et qui encourent le plus de risques sont parfois des points stratégiques des villes. Cela s'est très bien vu à **New York** lors de l'ouragan Sandy, où la moitié sud de la ville fut coupée d'électricité, obligeant même la bourse de Wall Street à fermer pendant plusieurs jours. De nombreuses entreprises ont du fermer, le fonctionnement des banques fut perturbé, le métro fut arrêté pendant 5 jours : ce sont environ 20 milliards de dollars de perte pour New York. Le Bronx, quartier le plus pauvre des Etats-Unis, est aussi une zone industrielle qui alimente près de 22 millions de personnes en nourriture. En cas d'inondation, le ravitaillement de toute la ville

est donc rendu très difficile.

Les **Pays-Bas** sont le pays le plus dense d'Europe et sa population continue d'augmenter. Les habitants s'installent de plus en plus dans les zones à risques car c'est là que sont les activités économiques, c'est d'autant plus vrai à Rotterdam qui vit de son port.

À **Bangkok**, lors des fortes crues, les quartiers touristiques étant aussi ceux où résident les habitants les plus riches - dont la famille royale - les autorités décidèrent d'inonder les quartiers pauvres pour protéger la zone sensible.

À **Paris** la situation est similaire. De nombreux sites sensibles (Bercy, Hôtel de Ville,

Gare d'Austerlitz etc.) et touristique (Tour Eiffel, Louvre etc.) sont situés à proximité de la Seine, et les quais de la Seine sont très prisés. Il faut donc s'assurer que tous ces sites sont bien préservés.

Au-delà des différents types de risques qui peuvent exister il faut savoir comment la population les perçoit. Cela va permettre de savoir si les habitants sont bien au courant des risques encourus.



Figure 36 : Paris lors de la crue en 2016 ; Crédits : France Info

## B. Les ressentis

Au cours de nos visites sur place, nous avons voulu avoir le ressenti des gens sur les rivages urbains et sur les menaces qu'ils représentaient. Pour cela nous sommes allés les interroger directement.

### La perception du risque

Tout d'abord, nous avons voulu savoir comment ils percevaient le risque devant les différents points abordés plus haut. En analysant les différentes réponses, nous avons perçu trois types de réponses.

En ce qui concerne les villes néerlandaises d'**Amsterdam** et **Rotterdam** ainsi que **New York**, le risque est mieux perçu par les habitants. Les Néerlandais sont parfaitement au courant que le pays est constamment sous la menace des eaux puisqu'en dessous du niveau de la mer. L'histoire du pays permet aux

Les habitants de **Londres** et **Bordeaux** ne sont pas vraiment au courant du risque que représente le fleuve. Les Londoniens considèrent bien souvent qu'un risque d'inondation est extrêmement faible. Pour bien comprendre à quel point le risque est faible pour eux, ci-contre la réponse d'un jeune homme de 18 ans lorsque nous lui avons demandé s'il se souvenait avoir déjà connu une inondation.

La légèreté de cette réponse montre bien que les habitants ne prennent pas au sérieux le risque d'inondation.

//  
Jamais... ah si... dix centimètres étaient arrivés sur le pont là-bas, et ça a abîmé mes chaussures...  
//

habitants d'être bien informés de cela. Chaque Néerlandais, y compris les enfants de 11 ans, sait de quand date la dernière inondation. De plus avec la montée du niveau de la mer, le risque augmente de jour en jour. A New York, c'est le souvenir de l'ouragan Sandy, très récent, qui hante encore les mémoires, même



des plus jeunes. Les habitants sont conscients du risque et des conséquences d'un ouragan ou de la montée des eaux, et y sont de plus en plus préparés.

Enfin le troisième type de perception est celui des habitants de Bangkok. La mousson crée de nombreuses inondations chaque année. Les habitants savent qu'ils peuvent être inondés et ont accepté ce fait. Les rives sont considérées comme une opportunité par des considérations religieuses et pour les transports en commun. Les maisons doivent d'ailleurs comporter un étage où les personnes y vivant peuvent se réfugier en cas de crue. Ce genre de dispositif est également en vigueur en France sur certaines zones inondables depuis les ravages de l'ouragan Katrina.

## La conscience des moyens de protection

De nombreuses mesures ont été prises afin de protéger les habitants. Ceux-ci sont de natures diverses et nous avons voulu savoir si les habitants étaient au courant de ces moyens. Certaines villes comme **Londres** ou bien **New York** ont mis en place des dispositifs afin de protéger au mieux leur population. Il s'agit d'infrastructures lourdes à Londres (la Thames Barrier) et principalement de dispositifs de prévention et d'alerte des populations à New York. Cela est bien perçu par les habitants qui jugent qu'il sont bien protégés. Cela a bien été traduit par un couple de New York que nous avons rencontré sur place. Le couple s'est dit rassuré quant aux mesures mises en place par le gouvernement de New York pour protéger la population lors de futurs événements météorologiques extrêmes. Il n'y a aucune peur ni appréhension étant donné que la ville informe ses habitants suffisamment tôt. Avec les technologies météorologiques, il est possible d'anticiper les ouragans et inondations. Malgré tout nous avons aussi rencontré des personnes peu convaincues par les méthodes de communications des autorités locales.

Au Pays-Bas, les habitants sont parfaitement au courant des différentes digues qui ont été mises en place. Ils sont même en mesure d'expliquer la raison de création de certaines d'entre elles. Malgré tout on perçoit un sentiment de dépit avec certaines personnes qui se demandent si cela vaut le coup de

continuer de monter les digues indéfiniment. À Bangkok, à force d'être inondés, les habitants ne perçoivent pas les mesures mises en place. Il n'y a pas de communication de la part des dirigeants envers la population. Les habitants savent ce qu'il doit être fait et ils le font.

## Le lien entre fréquence et perception du risque

À la suite de nos micro-trottoirs nous avons remarqué un lien entre la conscience du risque et la fréquence des inondations. Si ce n'est la fréquence, c'est la date de la dernière catastrophe qui peut influencer la perception du risque par les usagers et les habitants.

On distingue quatre grands cas de figures. Le premier est celui de **Londres** et **Bordeaux**. Cela fait longtemps qu'une catastrophe n'est pas arrivée et une prochaine semble peu probable. Les habitants ne croient donc pas qu'ils soient pleinement menacés par une inondation.

À **New York**, l'ouragan Sandy est toujours en mémoire. Des ouragans menacent encore, presque chaque année, la côte ouest des Etats-Unis, et donc souvent la ville de New York. Les dégâts ne sont pas comparables à ceux qui ont suivi l'ouragan Sandy, mais la ville se retrouve tout de même quelques jours sous les eaux. Le risque est pleinement ancré dans les consciences.

Le troisième cas de figure est celui de **Bangkok**. Là-bas les inondations sont annuelles et d'ampleur souvent impressionnantes. Les habitants sont donc bien au courant du risque.

Le quatrième et dernier point est celui des **Pays-Bas**, où les habitants sont parfaitement au courant des risques puisqu'il est enseigné dans les écoles à différents âges. Il existe même un diplôme de natation que presque tous les collégiens passent. Obtenu à l'âge de 8-9 ans, le diplôme B de natation permet de savoir comment nager, habillé, en cas de forte crue éclaircie et comment sauver une personne. Ces cours étaient gratuits et obligatoires il y a encore quelques années. Ils sont aujourd'hui payants et facultatifs mais la majorité des néerlandais les suivent. La prévention est donc effectuée à différentes échelles ce qui lui permet d'être encore plus efficace.

**Paris** est entre la première et deuxième catégorie. Les inondations de 2016 sont encore en mémoire chez une grande partie des Parisiens. Mais elles ne furent pas assez

dévastatrices pour que la population se souvienne qu'un risque important persiste chaque année.



Figure 36 : Interview à Londres ; Crédits : Etudes Urbaines

//

J'ai plutôt des inquiétudes quand on voit ce qu'il se passe, comment l'eau va s'évacuer avec tous ces logements qui ont été construits, j'ai une inquiétude en moi.

//

Habitante de Bordeaux de 45 ans



Figure 38 : Interview à Bangkok ; Crédits : Etudes Urbaines

//

Même si la ville a fait ce qu'elle pouvait, on ne se sent plus en sécurité car même le mieux n'est pas vraiment suffisant étant donné le coût économique de la prévention..

//

Habitant de New-York de 30 ans

//  
Est-ce une bonne chose de toujours sur-élever les digues ? Un jour nous ne pourrons pas les surélever plus ....

//

Habitant d'Amsterdam de 53 ans



Figure 37 : Interview à Bordeaux ; Crédits : Etudes Urbaines

//

Je ne crains pas les futures inondations, j'ai confiance en les moyens de la ville pour contrer les futures intempéries.

//

Habitant de Bangkok de 26 ans



Figure 39 : Interview à New-York ; Crédits : Shutterstock

Étant donné les risques exposés ci-dessus, la menace est bien réelle et a su frapper à de nombreuses reprises. Alors, comment les villes y répondent ?



# Partie III

## Des dispositifs efficaces mais bientôt obsolètes ?



Figure 40 : The Thames Barrier ; Crédits : Etudes Urbaines

## A. De l'importance des dispositifs de protection, le cas de Bangkok et New York

Nous avons vu que toutes les destinations où nous sommes allés sont sujettes à des risques d'inondations importants et doivent donc se protéger. Dans cette partie, nous nous intéressons donc aux dispositifs de protection que ces villes ont mis en place. On notera que cela ne concerne pas toujours la ville elle-même. La lutte contre les inondations se joue souvent à plus grande échelle car la menace vient de loin. Par exemple dans le cas de **Rotterdam** et **Amsterdam**, les infrastructures de protection s'étendent sur toute la côte du pays, parfois à des centaines de kilomètres de la ville. Nous parlerons donc des Pays-Bas par la suite plutôt que de chaque ville en particulier.

Les dispositifs permettant la gestion du risque d'inondation aujourd'hui varient selon la source de la menace subit par la ville ainsi que sa situation économique, mais ils dépendent aussi de l'historique de la ville avec les différentes catastrophes naturelles. Les moyens de protection face aux risques sont donc différentes dans chacune des destinations: toutes les destinations n'ont pas des risques de même magnitude, ni les mêmes moyens et n'ont donc pas des protections équivalentes.

Sans surprise, c'est bien **Bangkok** qui est la plus dépourvue des cinq face aux risques, car elle est dans un pays en voie de développement. Cela est pourtant paradoxal car elle est très régulièrement touchée par des inondations dues aux violentes précipitations, qui submergent facilement le peu de protection de la ville.



Figure 41 : Bangkok en 2011 ; Crédits : Blog Kakrine



Figure 42 : L'imperméabilité des sols ; Crédits : Etudes Urbaines

Ce n'est pas seulement un manque de moyen qui est à l'origine de cette faible protection, c'est surtout que ce n'est pas une priorité des autorités. En effet, les services publics ont préféré investir dans des domaines autres que la protection contre les inondations. Les Thaïlandais, et pas seulement le pouvoir en place, ont privilégié (ou ont parfois été forcés de privilégier) le développement et l'étalement urbain au détriment de la sécurité face à l'eau. Les populations s'installent dans des zones à risques, zones inondables, avec des protections minimales, certaines par nécessité et d'autres par ignorance. Des canaux de protection ont même été recouverts pour pouvoir construire et urbaniser davantage la ville. Cette politique a un autre défaut crucial : elle a poussé Bangkok à imperméabiliser énormément de surfaces. Au cours de notre séjour, nous avons pu faire nous-même l'expérience des conséquences de l'imperméabilisation massive du sol.

### III. Des dispositifs efficaces mais obsolètes ?

À cause de ses sols très imperméabilisés et d'un système d'évacuation de l'eau obsolète, mal entretenu et bouché en permanence par les déchets, la mauvaise évacuation de l'eau est devenue un problème majeur de la ville, qui contribue à accentuer la violence et les dégâts des inondations.

Durant notre étude sur place nous avons pu rencontrer, M. Sansern Rueangrit, le chef de l'unité de prévention de la ville au DDS (Department of Drainage and Sewerage) et Supachai Tantikom, responsable de la résilience de Bangkok, qui ont pu nous donner plus d'informations à ce sujet.

Le DDS a été fondé en 1967 et est responsable entre autres du planning et des contrôles des opérations des systèmes de drainage, de maintenance et de prévention contre les inondations. Ils nous ont expliqué l'importance de mettre en place des systèmes de protection contre les inondations et d'améliorer la capacité de drainage et d'évacuation de l'eau, fortement endommagée à cause des constructions. Pour cela, le DDS a mis en place quatre stratégies :

1. Créer des digues anti inondation avec des systèmes de drainage performants et des moyens de rétention d'eau temporaire dans des zones aménagées spécialement.

2. Former une équipe de "combattants contre les inondations" pour prévenir les inondations saisonnières en effectuant des travaux de drainage et de nettoyage des égouts bouchés.

3. Développer un centre de contrôle des inondations (The Flood Control Center) pouvant faire des prévisions sur les pluies et le niveau de l'eau et, dans le cas échéant, lancer une alerte inondation.

4. Forger une coopération à travers le public, en mettant en place des campagnes de prévention et en promouvant le développement des projets pour une gestion durable de l'inondation.

Néanmoins cela reste très théorique car dans les faits, le budget alloué au département de protection contre le risque d'inondation reste insuffisant pour réaliser les nombreux projets d'amélioration des structures de protection et d'évacuation des eaux.

Des stations de pompage, bassins de rétention et tunnels d'évacuation de l'eau ont été bâtis ainsi que des digues installées le



Figure 43 : Rencontre avec le Chief Resilience Officer de Bangkok ; Crédits : Etudes Urbaines

long des canaux et du fleuve, mais cela reste dérisoire par rapport à la menace. En plus des faibles protections, Bangkok est peu résiliente : les câbles électriques ne sont pas enterrés mais suspendu de façon anarchique à des poteaux, parfois directement dans le fleuve. Si bien que lors d'une inondation, les différents réseaux essentiels au fonctionnement de la ville cessent souvent de fonctionner. Cet été par exemple, après de violentes pluies, seul le métro aérien (BTS) fonctionnait encore pour permettre aux habitants de se déplacer. Le fleuve est donc, à ce moment de l'année, vu comme une menace par les habitants qui ont accepté l'inévitabilité des inondations et le peu d'infrastructures de protection que l'état a bâti. Ces habitants mal informés, se débrouillent comme ils peuvent pour se protéger, en construisant sur pilotis par exemple ou en ajoutant un étage à leur maison pour se réfugier. Ils ont tous acceptés les inondations comme faisant parti de leur vie, et ont peut même dire qu'ils y sont habitués comme le montre les images des habitants continuant de circuler dans les rues inondées pour se rendre à leur travail comme si de rien était.



Figure 44 : Bangkok sous les eaux ; Crédits : Etudes Urbaines

Malheureusement, ce manque de protection a conduit à de grandes inondations avec des dégâts humains et matériels importants, notamment en 2011 où les inondations ont causé près de 1 000 morts et plus de 30 milliards d'euros de dégâts.

Bangkok n'était pas la seule ville avec une stratégie de protection peu définie et sans plan concret. New York, pourtant une des mégalopoles les plus modernes du monde, a elle aussi largement sous-estimé les risques auxquelles elle faisait face, que ce soit les autorités ou les habitants. Pendant longtemps, jusqu'à la venue de l'ouragan Sandy, la ville n'a pas pris de mesures particulières contre la montée des eaux ou les inondations car elle avait subi peu de ces catastrophes naturelles.

Avant l'ouragan Sandy en 2012, il n'existait que peu d'infrastructures de protection : les berges étaient juste légèrement surélevées sur des remblais et il y avait quelques digues mais elles étaient toutes sous-dimensionnées. Les habitants n'hésitaient pas à bâtir et vivre en zones inondables sans aucune protection.

Depuis ces événements, New York a lancé de nombreuses initiatives et créé des organismes pour gérer le risque d'inondation, la résilience de la ville et accéléré la mise en place d'un système de protection. C'est en cela

que l'historique de la ville va définir la nature des dispositifs mis en place pour la gestion du risque d'inondation

En 2015 par exemple, elle a lancé un appel à projet sur 41 sites sur les berges. En faisant intervenir les différents acteurs fréquentant les berges (habitants, associations, universités, ...) les entreprises avaient neuf mois pour repenser l'aménagement des berges pour qu'elles deviennent résilientes et inclusives. Pour le moment, seuls des ouvrages classiques, certains temporaires, comme des digues ou des dunes ont été bâtis. C'est encore insuffisant, mais de nombreux projets dont nous parlerons par la suite voient le jour suite aux initiatives lancées par la ville de New York. Le temps presse néanmoins, car d'après certains experts un ouragan tel que Sandy pourrait survenir dans moins de 20 ans.



Figure 45 : Brooklyn dévasté;  
Crédits : The Time

Ainsi chacune des villes va s'armer selon différents facteurs, historique, économiques et liés au risque, malgré tout certains des dispositifs leur sont communs et peuvent se retrouver parmi plusieurs des stratégies que nous avons pu observer. Les trois autres destinations, Bordeaux, Londres et les Pays-Bas, ont toutes des dispositifs de protection beaucoup plus adaptés qui ont fait leurs preuves.

## B. Les dispositifs de protection

Même si les dispositifs de protection peuvent varier, toutes les villes ont une stratégie classique et similaire. Elles combattent l'eau directement aux moyens de digues, remblais, barrages et canaux. Le but étant simplement d'arrêter l'eau et l'empêcher de pénétrer dans les espaces habités.

### Des barrières anti-inondations

L'exemple le plus explicite de cette

stratégie est celui des Pays-Bas, qui a littéralement muré le pays de digues et barrières, que ce soit autour des fleuves ou sur la côte. L'*Afsluitdijk* (qui signifie « Digue de fermeture ») est certainement l'une des digues illustrant le mieux cette stratégie. Au Nord d'Amsterdam, cette énorme digue maritime de plus de 32 km pour une largeur de 90 m, ferme le Golfe à la mer et une autoroute circule même dessus.

## III. Des dispositifs efficaces mais obsolètes ?



Figure 46 : L'Oosterscheldekering ;  
Crédits : De Telegraaf

Les digues ne sont pas le seul type de dispositifs de protection des Pays-Bas. En effet, une digue est un long remblai continu empêchant complètement l'eau de passer. Or couper complètement la circulation de l'eau, n'est pas toujours possible à faire le long des côtes. Si l'on ferme totalement les bras de mer et estuaire (c'est-à-dire qu'on isole la mer et l'eau douce), l'écosystème va dépérir car il est habitué aux marées. Pour protéger la biodiversité, il a donc fallu mettre en place des barrières qui restaient ouvertes au quotidien et qui pouvaient se refermer en cas de montée du niveau de la mer.



Figure 47 : The Thames barrier ;  
Crédits : The guardian

C'est le cas de l'Oosterscheldekering au Pays-Bas, une barrière gigantesque de près de 9 km de long, qui laisse circuler l'eau mais peut se refermer à tout moment.

Dans certains cas, on ne peut pas non plus couper la circulation des bateaux avec une barrière. C'est le cas de Londres ou Rotterdam car les ports des deux villes sont des moteurs économiques de leur région respective. Ces deux villes ont donc dû trouver des alternatives.

Londres et les Pays-Bas notamment sont particulièrement similaires. Elles ont toutes les deux été touchées par la même tempête en 1953, qui a causé des inondations importantes dans leur deux pays. Elles ont ensuite toutes les deux rapidement réagi et se sont lancées dans une modernisation de leurs infrastructures de protection, et depuis n'ont subi aucune inondation majeure. La comparaison ne s'arrête pas là, car pour toutes les deux, la pièce maîtresse de leur dispositif de protection est une immense barrière fluviale amovible : la "Thames Barrier" longue de 500 m pour Londres et le Maeslantkering long de près de 400 m pour les Pays-Bas et Rotterdam en particulier.



Figure 48 : Le maeslantkering ;  
Crédits : omroepwest.nl

Chaque groupe a pu visiter ces deux immenses ouvrages dans leur destination respective. Construits pour les mêmes raisons, ces deux ouvrages ont pour but de pouvoir fermer l'estuaire afin d'éviter que l'eau de la mer ne monte et s'y engouffre à la suite d'une tempête ou de fortes marées. Néanmoins dans les deux cas, on ne pouvait pas empêcher la circulation des bateaux, si vitale pour l'économie des villes, d'où la construction de deux barrières

amovibles qui se ferment uniquement en cas de nécessité. Cette fermeture est régie par un système informatique qui modélise et prévoit le niveau de l'eau. Cependant, les deux barrières ont un fonctionnement différent : la barrière sur la Tamise se ferme à l'aide de portes en forme de semi-cylindre sous l'eau qui tournent, tandis que le Maeslantkering consiste en deux immenses portes coulissant latéralement.



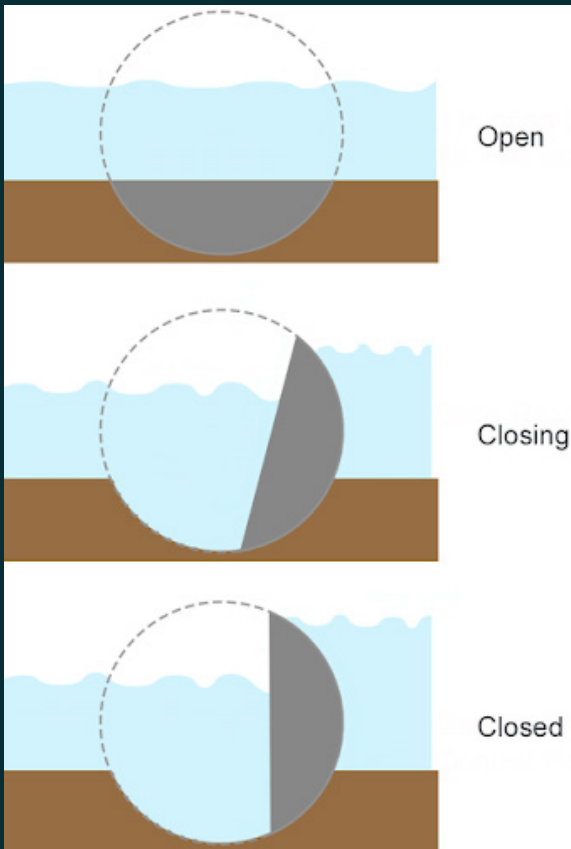


Figure 49 : Fonctionnement de la barrière de la Tamise ;  
Crédits : Wikipédia

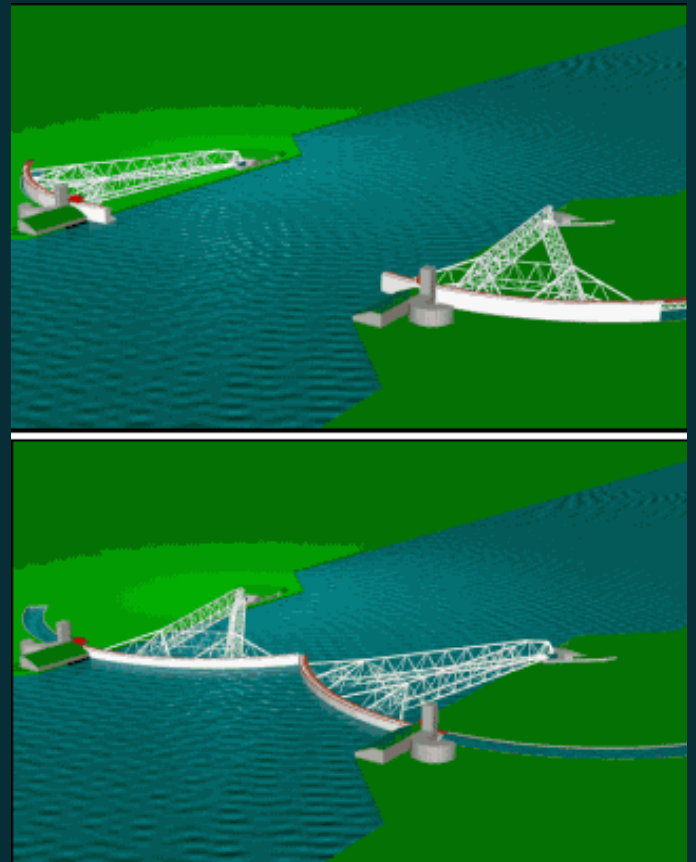


Figure 50 : Fonctionnement du Maeslantkering ;  
Crédits : rijmond.nl



Figure 51 : La barrière de la Tamise ;  
Crédits : Etudes Urbaines



Figure 52 : Le groupe devant le Maeslantkering ;  
Crédits : Etudes Urbaines

## La Thames Barrier en détails:

Ce monstre d'acier et de béton est la deuxième plus grande barrière anti-inondation du monde. Sa construction a débuté en 1974 et pris fin en 1982, pour un coût total de 534 millions de livres à l'époque, soit 1,8 milliards d'euros maintenant. La barrière de 20 m de haut et 520 m de long comporte 10 écluses en acier de 3500 tonnes chacune qui divisent la rivière en 4 parties de 61 m et 2 de 30m navigables. Elle. Du fait de leur mécanisme les portes peuvent s'ouvrir selon des angles de rotation assez divers,

on peut ainsi créer un courant sous la porte en contrôlant le débit ou même, en les tournant à 180°, effectuer une maintenance complète. Elles se ferment lorsque les prévisions du niveau d'eau dans le centre de Londres dépassent 4.87 m. En cas d'extrême urgence, la barrière peut se fermer complètement en 15 min, mais sa fermeture est souvent progressive est dure près de 1h30. Le débit du fleuve est réduit peu à peu en fermant d'abord les portes extérieures et en finissant par les portes centrales.

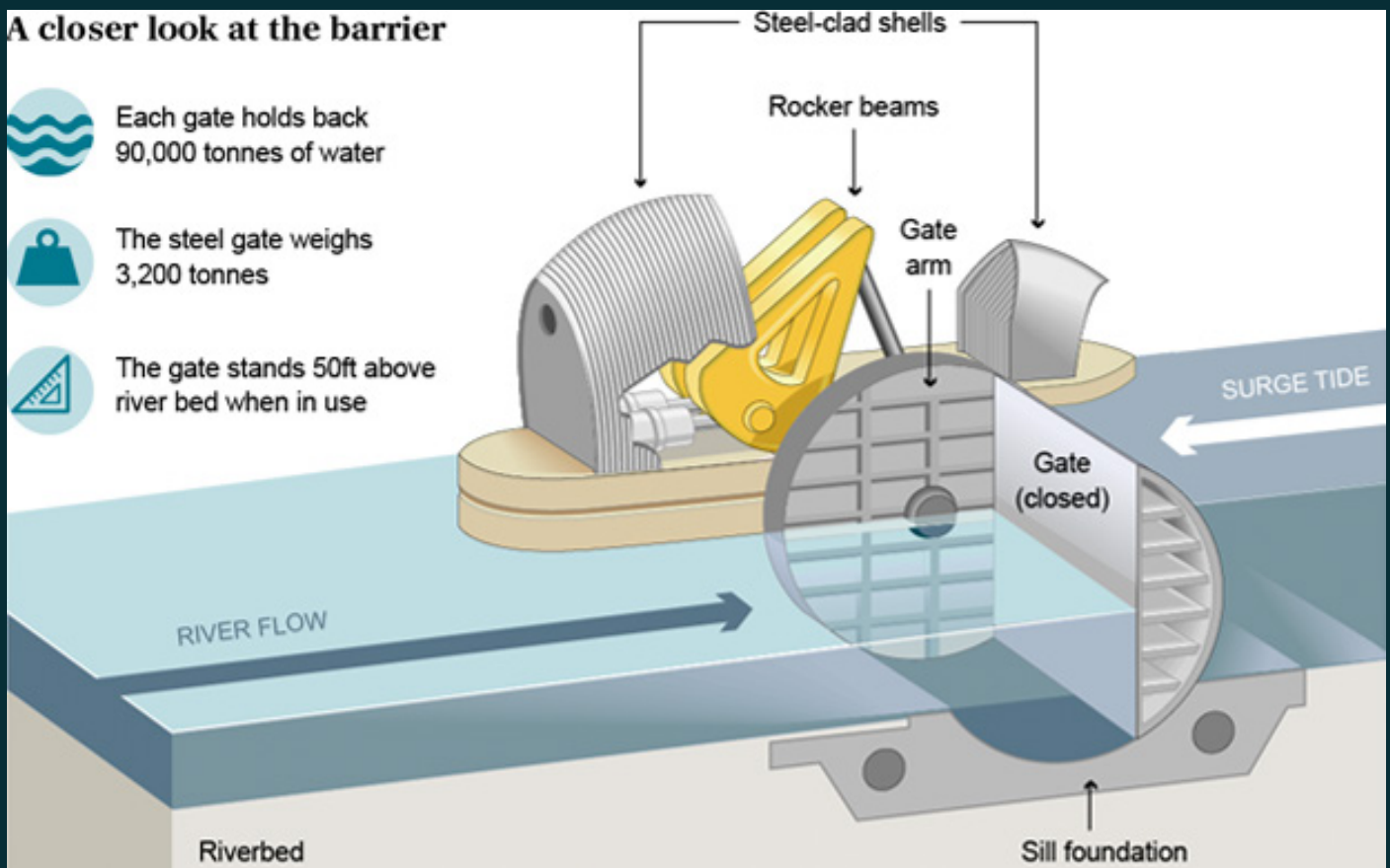


Figure 53 : Des données de la barrière de la Tamise ; Crédits : Wikipédia

## Le Maeslantkering en détail :

Ce barrage est l'une des plus grosses structures mobiles du monde. Il est composé de deux portes mobiles de 210 m de long pour une hauteur de 22m, chaque "bras" fait près de 7000 tonnes. Les portes restent ouvertes la plupart du temps, chacune d'un côté du canal. Comme la fermeture des portes cause l'interruption du trafic sur le canal, les critères de fermetures sont très stricts et les tests complets ne sont faits qu'un fois par an.

Le fonctionnement du barrage est entièrement informatisé. Les calculs et



Figure 54 : Le Maeslantkering ouvert ;  
Crédits : Wikipédia

En revanche, la comparaison s'arrête là, car les Pays-Bas font face à un risque bien plus important que Londres, et ont donc dû créer des infrastructures bien plus grosses et nombreuses pour compléter leur dispositif de protection. Pour Londres, seules quelques petites digues et barrages le long du fleuve complètent l'immense barrière, mais pour les Pays-Bas c'est bien plus. Dans le cadre du Plan Delta, lancé à la suite des inondations de 1953, 12 autres barrières et barrages ont été construits le long du littoral des Pays-Bas pour véritablement murer la côte et séparer la mer des terres. Dans le même temps, de nombreuses digues ont été renforcées ou bâties et sont soumises à des standards très stricts. Les digues de rivières doivent toutes être construites de façon à résister à une inondation arrivant 1 fois tous les 1 200 ans, et les digues sur les côtes doivent, elles, pouvoir résister à une inondation arrivant une fois tous les 10 000 ans. Pour comparaison, à Paris, les systèmes de défenses sont prévus pour des inondations centennales seulement, tout comme la "Thames Barrier". Le coût total de tous ces dispositifs de protection s'élève à

prédictions du niveau de la mer sont faits en permanence par un supercalculateur, avec plus de 24 heures d'avance. Les portes sont fermées en un peu moins de deux heures quand le système juge qu'il y a une forte probabilité que le niveau monte à 3 m au-dessus de la normale. Une de leur particularité est qu'elles flottent sur l'eau avant de se rejoindre et s'enfoncent ensuite dans le fleuve, grâce à des ballasts.

Tous les équipements sont doublés ou presque, pour assurer le fonctionnement de l'ouvrage même en cas de panne.



Figure 55 : Le Maeslantkering fermé ;  
Crédits : Wikipédia

plus de 10 milliards d'euros, contre moins d'1 milliard pour les infrastructures de Londres.

## Le cas de Bordeaux

La dernière ville que nous avons visitée est Bordeaux. C'est probablement la ville où le risque est le moins élevé, mais cela ne l'empêche pas d'être sujette à des inondations dues au débordement de la Garonne. Ici aussi les protections restent classiques avec des digues, des fossés et des remblais, certains ayant été aménagés pour diversifier leur usage comme la Rocade bordelaise. Bordeaux a aussi réalisé des infrastructures moins ordinaires et plus modernes pour se protéger : avec le parc des Angéliques sur les bords du fleuve qui est un vaste espace vert qui peut aussi servir à absorber l'eau et ralentir la propagation des inondations, ou encore un immense bassin de rétention d'eau de 2600 m<sup>3</sup> sur la place Nansouty, l'équivalent du volume d'eau d'une piscine olympique.

Comme les autres villes, Bordeaux s'est aussi lancée dans le développement de systèmes informatiques pour mieux prévoir les

inondations. En 1999, suite à des inondations rapides et violentes, Bordeaux a créé un outil de modélisation hydraulique nommé le "Référentiel Inondation Gironde" (RIG). Cet outil modélise le comportement du territoire face aux risques inondations : il peut prédire l'emprise de la zone inondable, les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement grâce à des données météorologiques par exemple. Enfin la ville a aussi pris des mesures législatives afin de limiter la vulnérabilité de sa population. Sur les quais par exemple, il y a obligation de relèvement des constructions par rapport au terrain naturel de 5 m. Bordeaux a donc fait le choix de diversifier ses moyens de protection, et de ne pas rester dans une approche trop classique de barrières et murs imposants.

## La défense inondation à Paris

Dans la capitale, en plus des dispositifs



Figure 56 : Le lac d'Orient ;  
Crédits : Seine Grand Lac

classiques de remblais et quais surélevés, la protection contre les inondations est assurée par les Grands Lacs de Seine. Au nombre de quatre ces lacs-réservoirs, situés en amont

sur la Seine ou ses affluents, ont une capacité totale de stockage de 850 Millions de m<sup>3</sup>. Ils permettent de contrôler le débit de la Seine



Figure 57 : Barrages installés en 2016;  
Crédits : Paris.fr

et d'écrêter les crues, en stockant l'eau afin de limiter le risque d'inondation sur le bassin de la Seine.

La Ville de Paris a aussi mis en place un plan de prévention du risque d'inondation (PPRI) qui distingue différentes zones d'aléas et définit des règles de constructibilité. Par ailleurs, une disposition particulière du PPRI de Paris impose aux établissements ayant une mission de service public situés en zone inondable de réaliser un plan de protection contre les inondations (PPCI). Cela a été couplé à de la prévention et des consignes de sécurité destinées à la population.

Enfin, en cas de montée des eaux de la Seine, la Ville de Paris peut mettre en place des dispositifs de protections amovibles sur les points le nécessitant, le long des quais. Ces dernières permettent de protéger la voirie parisienne contre une crue de type 1910 (8,62 m à l'échelle de Paris-Austerlitz).

## C. Limites

Globalement, d'après nos observations, l'approche pour se protéger de l'eau et les infrastructures sont assez similaires d'une ville à une autre. L'objectif est de murer et d'isoler le fleuve ou la côte en construisant toujours plus de digues et barrages pour stopper l'eau et l'empêcher de rentrer dans les zones habitées. Néanmoins, devant le changement climatique et la montée des

eaux, cette stratégie commence à montrer ses limites. Aux Pays-Bas, les digues doivent être constamment surélevées, tous les dix ans, pour répondre aux standards stricts mis en place. À cause de la montée du niveau de la mer et de l'augmentation du risque, les digues atteindront bientôt des hauteurs déraisonnables.

À Londres, la barrière avait été conçue pour des inondations d'une période de retour de 100 ans environ. Elle était censée être fonctionnelle jusqu'en 2070, mais elle pourrait devenir obsolète bien avant. Désormais, les

marées sont de plus en plus hautes et les crues de plus en plus fréquentes. On peut le constater en regardant les fréquences de fermeture de la barrière depuis sa création :

<b>Périodes</b>	<b>Fermetures dues à la marée</b>	<b>Fermetures dues à la crue</b>	<b>Nombre de fermetures</b>
<b>1982-1990</b>	4	4	8
<b>1991-2000</b>	22	9	31
<b>2001-2010</b>	52	28	80
<b>2011-2020 (En cours)</b>	16	46	62

Figure 58 : Nombres de fermetures de la barrière de la Tamise sur les 35 dernières années; Crédits : Wikipédia

La barrière semble de moins en moins adaptée au risque, et c'est d'ailleurs le constat de nombreux experts. Certains pensent que d'ici à 2050 voire 2030, elle sera complètement dépassée. Que faire alors ? Reconstruire une autre barrière encore plus chère et encore plus grosse qui dans quelques dizaines d'années deviendra aussi obsolète ? À Bangkok la situation est pire encore : en plus de l'augmentation du niveau de l'eau, la ville elle-même s'enfonce dans le sol. À cause de son implantation, sur une plaine marécageuse, et de sa constante urbanisation qui met les sols à rudes épreuves, la ville s'affaisse de 1 à 2 cm par an. Cela représente, à l'échelle d'une vie

humaine (80 ans) un affaissement d'1,20 mètre. Cet engouffrement progressif accentue encore plus les risques d'inondations : la Banque mondiale a évoqué un risque multiplié par quatre d'ici à 2050. Si rien ne change, dans cinquante ans, la majorité de Bangkok sera en dessous du niveau de la mer.

Pour chaque ville, il faut donc trouver d'autres stratégies, plus viables à long terme que l'élévation de murs toujours plus hauts. L'approche ingénieur ne suffit plus. New York et les Pays-Bas ont commencé à réfléchir à cela et ont même déjà réalisé certains projets, tout comme Bordeaux à une plus petite échelle.

# Partie IV

## Adaptation et alternatives



Figure 59 : Le quartier d'Ijburg ;  
Crédits : Etudes urbaines

Dans un autre registre, à Paris, les cours d'écoles "Oasis" sont pensées pour s'adapter aux effets du changement climatique. La place accordée aux surfaces végétalisées est augmentée (elle est passée de 60m<sup>2</sup> à plus de 200m<sup>2</sup> à l'école maternelle du 2, rue Charles-Hermite, XVIIIe). Le revêtement des cours n'est plus fait de bitume qui est imperméable et contributeur à l'effet d'îlot de chaleur urbain. Il laisse sa place à un béton absorbant et favorisant l'évapotranspiration. Ainsi, même avec de fortes chaleurs, les écoles restent praticables. Et c'est un succès ! Les "cours oasis", vont passer de 3 à la rentrée 2018, à 40 pour l'été 2019. Paris s'est adaptée avec une proposition originale. Pour les rivages urbains, comment les villes s'organisent ? Et que proposent elles ?

## A. Vers de nouvelles stratégies

Depuis le constat de la menace et de son importance, les choses ont beaucoup changé à New York, et de nouvelles stratégies ont émergé très rapidement. New York, dans sa nouvelle approche, a une volonté de créer des infrastructures de protection qui ne soient pas que des murs et des barrières. L'objectif est de protéger, mais aussi développer le territoire et les berges. Il faut donc développer des infrastructures moins invasifs et les adapter à la vie des citoyens, et cela passe par l'innovation technologique.

Une volonté similaire se fait ressentir à Amsterdam ou Rotterdam : intégrer les systèmes de protection à la ville tout en améliorant le cadre de vie des citoyens. Les Pays-Bas ont même poussé plus loin cette idée d'allier protection et bien-être. Ils se sont lancés dans de nombreuses initiatives innovantes qui répondent toutes à leur nouvelle doctrine "Il faut arrêter de combattre l'eau et désormais apprendre à vivre avec", comme le montre le quartier d'habitation flottant de IJ Burg (voir en détail dans la partie IV.D).

Les deux villes prônent désormais une conception plus intelligente de leurs infrastructures de protection.

On retrouve des idées communes avec des réseaux de parcs et espaces verts servant de zone tampon ou des barrières anti-inondations intégrées dans le paysage, ou encore des digues multi-usages.

À Rotterdam en particulier, la politique de la ville est en train de changer. Notre visite à la maquette de la ville de Rotterdam, à l'office du tourisme, nous a permis d'avoir une vision d'ensemble de la ville et de voir comment elle s'était construits.



Figure 60 : Un exemple de quartier flottant néerlandais ;  
Crédits : The comopolitan

Bizarrement, le fleuve n'est pas du tout au cœur de la ville. On s'est rendu compte que les rives de la Meuse n'étaient pas vraiment gérées ou aménagées : les berges sont ignorées, le port est isolé, et il n'y a pas de connexion entre la ville et l'eau.

Il y a donc deux aspects contradictoires : d'un côté Rotterdam a une relation commerciale fonctionnelle importante avec le fleuve (via son grand port) qui fait vivre toute la région, mais d'un autre côté ce fleuve n'est pas connecté à la ville, il est mis à l'écart, en marge. Les autorités veulent changer cela: il y a désormais une volonté de remettre le fleuve au coeur de la ville. La planification de la ville est en train de changer. Rotterdam a commencé à construire dans le sud de la ville pour s'étendre sur la berge sud du fleuve, et ainsi replacer le fleuve au centre.



Figure 61 : Rencontre avec un intervenant neerlandais ;  
Crédits : Etudes Urbaines

Les villes ont aussi compris que si l'on ne peut pas stopper l'eau, il faut au moins améliorer la résilience de la ville elle-même et de ses réseaux face à l'eau. Par exemple New York a créé "New York City Ferry". Il s'agit d'un réseau de lignes de ferry servant de transport en commun.



Figure 62 : Une navette new-yorkaise ;  
Crédits : CircleLine

Son développement a été motivé par une demande accrue de la population et la volonté de la ville d'exploiter ses rivières pour développer les nouvelles mobilités, ainsi que par la vulnérabilité des infrastructures de transport déjà existants, prouvée par Sandy.

New York est fragmentée en plusieurs quartiers séparés par des rivières, mais ce projet permet de reconnecter ces différentes aires. L'eau n'est désormais plus une frontière, mais un lien entre les habitants. Pour s'inscrire dans une démarche de ville plus résiliente, la compagnie a créé un système de plateformes d'embarquement permettant de résister aux épisodes météorologiques extrêmes. En effet, les quais d'embarquement sont reliés par des passerelles à des plateformes flottantes, maintenues en place par des pylônes. Les plateformes peuvent coulisser verticalement le long des poteaux et ainsi être au même niveau que l'eau de l'East River. Grâce à ces quais flottants, ce système de transport fonctionnera toujours même en cas d'inondation, contrairement au métro qui avait été fermé plusieurs semaines après l'Ouragan Sandy.

Les Pays-Bas et New York essaient donc de s'inscrire dans une politique de ville résiliente, durable, viable et productive : une "water sensitive city"



Figure 63 : La ville de Giethoorn aux Pays-Bas ;  
Crédits : MyLittleAdventure

Pour faire face au défi futur, la ville de Londres a, quant à elle, mis en place le plan de management des inondations à l'horizon 2100 (TE2100 de l'Environment Agency). C'est un projet visant à planifier pour les 100 prochaines années les défenses de Londres face aux risques d'inondations. Aujourd'hui, la stratégie de défense de la TE2100 repose essentiellement sur le rehaussement des murs de protection des berges, de la mise en place de nouvelles barrières défensives (similaire à la "Thames Barrier"). Pour le moment donc, il est peu probable qu'il y ait des ajustements majeurs au système de défense actuel.



Pour faire face au défi futur, la ville de Londres a, quant à elle, mis en place le plan de management des inondations à l'horizon 2100 (TE2100 de l'Environment Agency). C'est un projet visant à planifier pour les 100 prochaines années les défenses de Londres face aux risques d'inondations. Aujourd'hui, la stratégie de défense de la TE2100 repose essentiellement sur le rehaussement des murs de protection des berges, de la mise en place de nouvelles barrières défensives (similaire à la "Thames Barrier"). Pour le moment donc, il est peu probable qu'il y ait des ajustements majeurs au système de défense actuel. Londres continue de miser sur un système de défense classique et va se contenter de renforcer les barrières et digues déjà existantes, et éventuellement créer un nouveau barrage plus en amont du fleuve, d'ici à 2050. On notera aussi la volonté de Londres, à travers ce plan, de partir à la reconquête des anciens marais.

Bordeaux, elle, est déjà assez avancée dans sa stratégie de lutte contre les inondations, ayant déjà commencée à développer des protections intégrées. La ville compte continuer dans une approche similaire, en améliorant notamment la communication et sensibilisation de la population autour des risques.

Pour Bangkok, finalement, il faut désormais faire un demi-tour complet sur la politique actuelle c'est à dire investir massivement dans la lutte contre les inondations, pour donner les moyens nécessaires à tous les projets en cours de voir le jour. Bangkok compte en particulier concentrer ses efforts sur l'évacuation de l'eau et sur la sensibilisation et prévention des populations.

## B. Espaces inondables

Intégrer le risque d'inondation dans le renouvellement urbain est une priorité que les collectivités essaient de mettre en place. Il s'agit d'espaces conçus dans l'objectif de réduire leurs vulnérabilités au risque d'inondation. Des enjeux de sécurité publique, de sécurité des biens et des personnes et d'environnement sont associés à ces espaces inondables. Dans l'idée de vivre avec l'eau plutôt que de lutter contre elle, plusieurs projets ont été mis en place, ou vont voir le jour dans certaines destinations

L'un des plus grands projets urbains développés en réponse aux risques naturels est le "BIG U" à New York. Il témoigne bien du nouveau souffle de New York dans la lutte contre les inondations. En effet, depuis le constat de la menace et de son importance avec l'ouragan Sandy, de nouvelles stratégies ont émergé très rapidement.

La ville a une volonté de créer des infrastructures de protection qui ne soient pas que des murs et des barrières. L'objectif est de protéger, mais "discrètement" en développant le territoire et les berges. Le but du projet "BIG U" est de créer une grande zone autour de Manhattan pour protéger la population des inondations, mais aussi d'améliorer les espaces de loisirs et l'accès aux chemins alternatifs et sauvegarder la biodiversité.

Il s'agit d'une ceinture urbaine de 16 kilomètres avec des parcs et des promenades publiques conçus avant tout comme des espaces inondables autour de Manhattan, en passant par Battery Park, situé à la pointe de cette dernière. Sur la côte Est de Manhattan, il est prévu d'installer des esplanades et murs anti-inondations ". Et à hauteur du Brooklyn Bridge, un système de panneau rabattable sera présent en cas d'alerte inondation.

Le reste du temps, ces panneaux seront pliés et serviront de plafonds lumineux. Enfin à hauteur de East River Park, le projet est de créer également des petites collines artificielles mais avec de la végétation pour offrir aux habitants des balades. Ce ruban de protection aura donc pour objectif de rendre Manhattan invulnérable aux fortes inondations, aux tempêtes et aux risques naturels en général. Plus qu'une barrière, le Big U est une promenade autour de Manhattan avec des aménagements permettant de réduire l'impact des inondations sur la ville mais aussi améliorer le cadre de vie des New Yorkais.

Ce projet illustre une nouvelle méthode: la compartimentation des espaces. Il s'agit de créer des espaces inondables, indépendants les uns des autres. Le but est qu'un espace puisse être inondé, sans aucune conséquence sur l'espace le jouxtant. Il peut s'agir de terrain de baseball, de parcs publics, de promenades ou encore de bandes cyclables

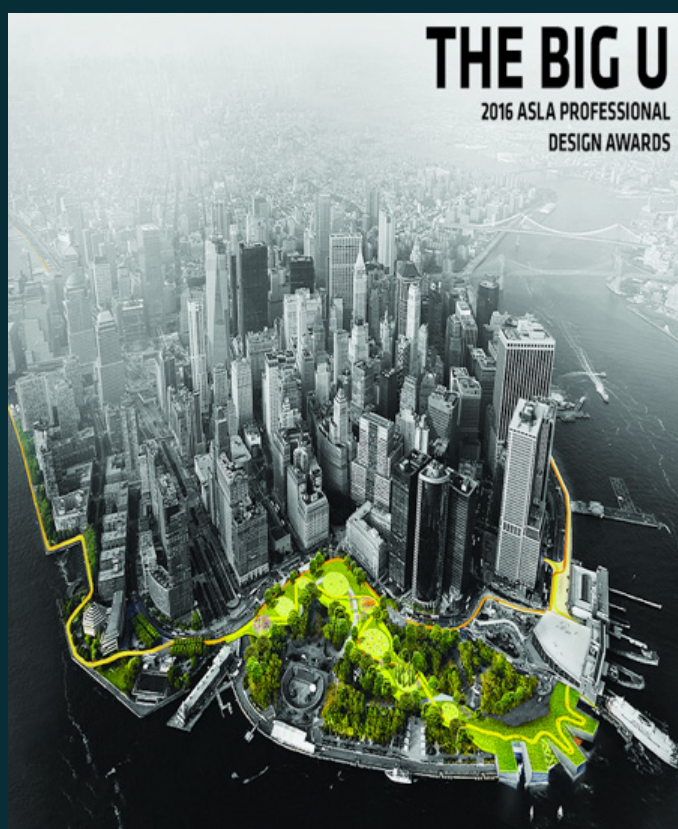


Figure 64 : Une affiche publicitaire du BigU ;  
Crédits : Bustler

D'autres moyens de protection seront également mis en place à New York pour lutter contre les inondations en milieu urbain, il s'agit d'adapter les infrastructures aux risques naturels.

En effet, les rez-de-chaussée des bâtiments ne seront plus composés d'habitations mais plutôt de hall d'entrée ou de parkings avec des matériaux résistants aux dommages liés aux inondations, et d'autres dispositifs permettront à l'eau d'entrer dans l'espace pendant les crues et/ou inondation et de ressortir ensuite. Ainsi, les composants, les équipements des systèmes électriques, mécaniques, et les biens personnels sont protégés, étant situés au-dessus du niveau d'élévation des crues.

Toujours dans le même objectif, d'autres projets urbains rotterdamois sont à venir, à savoir la mise en place de parkings souterrains avec une fonction de réservoir pour atténuer les inondations, notamment d'origine pluviale.

Un projet a vu le jour le Water Square, un succès au cœur de la ville de Rotterdam. Il s'agit d'une combinaison de la gestion des risques liés à l'eau et la création d'espace public avec la mise en place d'un espace urbain constitué de trois agoras pouvant faire office de bassins de rétention d'eau. Ainsi, ces bassins inondables ont un double usage: à la fois un espace de vie suivant leurs fonctions culturelles, sportives et environnementales, et en cas de forte pluie, ils deviennent un espace de stockage, de récupération des eaux pluviales. En effet, l'espace public environnant ainsi que les toits des habitations autour sont reliés au square par des rigoles et des caniveaux guidant ainsi l'eau dans ces bassins. Les trois bassins peuvent retenir près de deux millions de litres d'eau, qui peuvent ensuite être pompés et renvoyés lentement dans le réseau d'égout dont le niveau se sera stabilisé. L'eau du bassin profond retourne dans le système d'eau libre de la ville après un maximum de 36 heures pour assurer la santé publique. Après la pluie, les eaux des bassins immergés s'écoulent dans un dispositif d'infiltration souterraine et, de là, s'infiltreront progressivement dans les eaux souterraines. Ainsi, l'équilibre des eaux souterraines est maintenu à niveau et peut également faire face aux périodes sèches.

Chaque bassin à son utilité en terme de loisir, lorsqu'il est sec, la place devient un endroit pour les jeunes actifs à faire du sport, jouer et s'attarder. Le premier bassin en profondeur est adapté à tout le monde sur roues ( roller, skate ) et quiconque souhaitant les regarder faire leur chose. Le second bassin contient une île avec un sol lisse qui permettra aux habitants de danser. Le troisième bassin est un véritable terrain de sport digne du football, du volleyball et du basketball. Il est aménagé comme un grand théâtre pour s'asseoir, voir et être vu.



Figure 65 : Le terrain principal du Bentheplein ;  
Crédits : Lemoniteur



Figure 66 : Le plan masse du Banthemplein ;  
Crédits : Ecological Global Network

Parmi les projets à venir, les parcs inondables sont les plus attendus. Un concept original de parc, le "Dakpark" (littéralement : "parc toit") dans le district de Bospolder/

Tussendijken à Rotterdam-Ouest. Il a été construit à une hauteur d'environ neuf mètres, comme un chapeau au-dessus d'un centre commercial, accessible par de petits sentiers en pente douce.

Il fonctionne comme les places publiques inondables, le but est d'éviter que l'eau de pluie en excès se retrouve dans le réseau des égouts, et donc d'utiliser cet excès d'eau intelligemment pour éviter tout risque des inondations.

À Bordeaux, les rives de la Garonne sont exposées aux mêmes problématiques que Rotterdam, c'est à dire à l'aléa inondation à cause de la montée des eaux. C'est pourquoi, afin d'éviter ce risque, un parc (nommé Eiffel), situé le long de la voie ferrée permettra d'absorber le surplus de la Garonne en cas de marée haute et de fortes pluies, constituant ainsi un parc inondable.

Concernant les eaux pluviales, Bordeaux a réalisé un bassin de rétention sous la place Nansouty, un dispositif de lutte contre les inondations. Ce quartier était particulièrement vulnérable lors de fortes pluies, d'où la réalisation de ce bassin enterré permettant de stocker l'équivalent du volume d'eau d'une piscine olympique (2600 m<sup>3</sup>). Les eaux de pluie sont ensuite dirigées vers la station d'épuration la plus proche. Le fait que le bassin soit invisible permet d'améliorer le confort et la qualité urbaine de cet espace public, assurant ainsi une cohabitation des usages.

Un autre type d'espace inondable, différents de ceux présentés ci-dessus, existe à Bangkok : les habitats sur pilotis. En effet, les habitations thaïlandaises sont adaptées à leur milieu qui est le fleuve et donc par conséquent aux risques d'inondations. Elles sont construites sur pilotis, permettant d'élever le plancher de la maison afin que l'étage le plus bas se trouve au-dessus du niveau d'inondation.

Aussi différents soient-ils, ces espaces inondables ont une fonction commune : celle d'accueillir l'eau en surplus pour rendre la zone moins vulnérable aux risques, tout en proposant d'apporter un espace de vie et de partage.

## C. Dignes multifonctionnelles

D'autres leviers existent pour gérer le trop plein d'eau de manière durable, les digues. Ce système de protection empêchant le débordement d'un cours d'eau accentuait autrefois la coupure entre l'eau et la ville. De nos jours, les digues permettent de valoriser l'eau. Ajouter une fonction supplémentaire en plus de son usage primaire est l'objectif que certaines collectivités se sont fixées.

C'est notamment le cas de Rotterdam, qui repense les digues traditionnelles avec un mot clé : la multifonctionnalité. Le projet "River Dyke" se veut de renforcer la sécurité des habitants tout en améliorant la qualité d'espace urbain. La digue devient alors un domaine urbain public, comme une base du développement urbain. Elle devient intégrée dans un bâtiment ou comme une continuité de l'espace public exploitable.



Figure 67 : Un exemple de résilience aux Pays-Bas ;  
Crédits : Buhamster

La côte sud de Staten Island compte quant à elle mettre en place une digue vivante pour réduire les risques, qui ravivera les écologies. En effet, le projet baptisé "Living Breakwaters" projette de protéger l'île en créant un récif artificiel d'huître agissant comme une digue. Cette dernière atténue les effets de l'onde de la tempête en absorbant l'énergie des vagues. Lorsque les vagues se brisent sur cette structure vivante, leur énergie diminue et réduit les impacts directs sur les berges et les rivages.

Ainsi, en cas de risques naturels, le front de mer reste protégé et le reste du temps les habitants pourront se rassembler autour du pôle aquatique, profitant des activités de loisirs, et des programmes éducatifs. Ce projet vise ainsi trois enjeux, celui de préserver et développer la biodiversité, de favoriser les activités culturelles dans la ville et enfin de se protéger des grandes tempêtes.



Figure 68 : L'aménagement des côtes new yorkaises ;  
Crédits : OceanClimat

Tout en faisant office de barrière d'inondation, New York prévoit la construction d'un musée maritime à la place des bâtiments actuels des Gardes côtes. Ce nouveau bâtiment pourrait abriter des "Aquarium-Inversés" qui permettront aux visiteurs de prendre conscience des variations du niveau de la mer, tout en les protégeant des risques que celle-ci pourrait causer.



Figure 69 : Une vue de la baie de New-York ;  
Crédits : OceanClimat

L'idée est de commencer à laisser entrer l'eau, et vivre avec la nature plutôt que de se lancer dans une bataille perdue d'avance contre les forces de la nature.

Dans cette optique, la commune de Bordeaux a prévu la restauration des digues sur ses secteurs urbains vulnérables.

Cette restauration serait profitable aux Bordelais ainsi qu'au développement du commerce, et de l'immobilier. Des vrais efforts d'aménagement paysager ont été réalisés pour rendre la traversée de la digue agréable puisqu'une recolonisation végétale a été faite pour conforter les berges naturelles. Ainsi, cette digue multifonctionnelle a la possibilité d'agir contre une tempête et d'anticiper une possible élévation du niveau des océans de plusieurs centimètres (jusqu'à 20 cm), tout en donnant vie à cet espace.

Ces digues multifonctionnelles permettent donc de nouveaux usages, et ramènent les habitants près de l'eau en s'affranchissant de la barrière que peut représenter cette eau elle-même.

## D. Vivre avec l'eau

Avec les événements tragiques liés à l'eau, les hommes ont eu tendance à tourner le dos aux fleuves. Désormais, avec tous les aménagements et dispositifs de protections mise en place près des berges, les personnes sont invitées à vivre avec l'eau. C'est une manière différente de gérer les inondations, fondée sur la cohabitation avec l'avancée des eaux.

Cette façon de penser a été intelligemment adoptée par les habitants d'Amsterdam d'IJburg, le premier quartier d'habitation flottant des Pays-Bas. Les maisons flottantes ont toutes aux moins trois niveaux afin de garantir la stabilité de l'ouvrage. La partie inférieure est totalement immergée sous l'eau, constituée d'un caisson moulé de béton. Les fondations sont des carrées de 10 m de côté environ, les maisons sont arrimées à des piliers contre lesquelles elles peuvent glisser verticalement pour suivre le niveau de l'eau. Ainsi, les bâtiments ne peuvent pas se déplacer dans le plan horizontal, mais seulement vertical. Si l'eau monte légèrement, la maison peut monter avec l'eau tout en restant au même emplacement.

Les maisons flottent grâce à des flotteurs en béton creux. Elles ne sont ainsi pas impactées en cas de montée des eaux.

Le premier niveau est à moitié sous l'eau, avec les premières fenêtres au niveau de l'eau. Les différents réseaux (électricité, eaux potables ou usées) sont connectés aux maisons grâce à des tuyaux souples imperméables et des pompes, ce qui permet à la maison de bouger sans rompre les réseaux. Les passerelles d'accès pour rejoindre les maisons sont, elles, fixes, elles ne flottent pas. Cela peut poser des problèmes dû à la différence de niveau entre l'entrée de la maison (qui varie en fonction de l'eau) et celui de la passerelle. Or, dans le droit néerlandais la différence entre l'entrée de la maison et la rue ne doit pas dépasser 2 cm, du coup dans le quartier, une dérogation a été faite. Des solutions sont à envisager, comme une passerelle flottante.



Figure 70 : Le quartier d'IJburg de nuit ; Crédits : Douce Cahute

Lancé en 2008, ce projet ambitieux accueille déjà près de 20 000 habitants et continue de se développer. En plus des maisons, des écoles, des commerces, des restaurants, des centres de loisirs et des plages sont à prévoir. En optant pour un quartier flottant, la ville d'Amsterdam cherche à se développer en innovant et répondant aux enjeux de la présence de l'eau en milieu urbain.

Plus que de vivre l'eau, Amsterdam veut développer l'économie sur l'eau en créant une ferme flottante. Les catastrophes naturelles sont souvent suivies d'importantes pénuries en nourriture. Ce constat a permis à Peter Van Wingerden de concevoir une ferme flottante afin de produire de la nourriture indépendamment des conditions climatiques. Le projet sera finalisé en 2019 à Rotterdam.

Cette ferme comporte trois niveaux : le niveau inférieur, sous la surface de l'eau, est composé de 3 éléments flottants en béton de 8m X 24m X 3m20, accueillera du public tout en abritant plusieurs champs de cultures de végétaux. Le second niveau, de 30 x 30 m, comportera des bureaux, cuisines et boutiques souvenirs ainsi que des machines pour le traitement de la laiterie.

Enfin, le dernier niveau est prévu pour les 40 vaches qui produiront 800L de lait par jour, avec de la végétation pour qu'elles aient un environnement aussi naturel que possible. Dans la même optique, d'autres projets de bâtiments flottants sont à venir aux Pays-Bas.



Figure 71 : La ferme flottante ; Crédits : Etudes Urbaines



Figure 72 : La ferme flottante ; Crédits : Etudes Urbaines

Ces exemples de valorisation de l'eau en ville permettent des actions co-bénéfiques. **À défaut de vivre sur l'eau**, Londres propose de **vivre avec l'eau**, en reconnectant la ville et les habitants à la Tamise. Le projet Tideway consiste en l'amélioration globale du réseau d'assainissement de Londres afin de réduire drastiquement les débordements dans la Tamise lors d'épisodes pluvieux. En effet, le réseau d'égouts plus que centenaire a été dimensionné pour accepter les rejets de seulement la moitié de la population totale de l'agglomération de Londres. Il ne suffit plus et les conséquences et limites du système actuel sont donc l'augmentation de la fréquence des déversements d'eaux usées dans la Tamise deviennent de plus en plus fréquents. Avec le projet Tideway, un tunnel de 25 km de long, de 7.2 m de diamètre, évoluant entre 30 et 66 m de profondeur sera construit. Il traverse Londres d'Est en Ouest jusqu'à la station de pompage d'Abbey Mills... Dans la même lignée, le projet propose également :

- l'amélioration des ouvrages d'assainissement ;

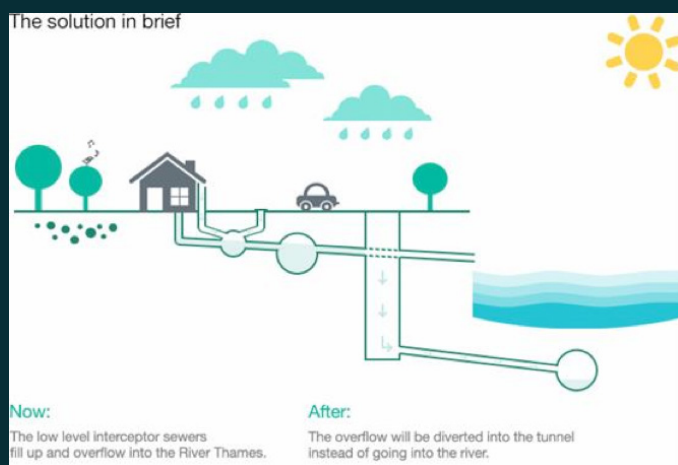


Figure 73 : L'amélioration des ouvrages d'assainissement ; Crédits : Smartgrids

- la construction d'un tunnel entre Abbey Mills pumping station et Beckton sewage treatment works appelé Lee tunnel.

Le projet a commencé en 2007 et se terminera en 2024. D'une durée de vie prévue de 120 ans, il a un coût de £4.2 milliards.

Ainsi, des actions de communication et participatives sont menées auprès du public: actions pédagogiques, création d'emplois locaux et d'apprentissages, opérations de nettoyage etc. Les Londoniens sont aussi invités à pratiquer des activités nautiques lors d'événements. Tout cela concourt à une prise de conscience de la potentialité de l'eau en ville. Force est de constater qu'à travers toutes les alternatives et adaptations mise en place ou à venir aux quatre coins du monde, l'eau devient une opportunité, devenant intégrée à la ville. L'adaptation valorise la présence de l'eau, tout en protégeant les habitants des risques qu'elle encourt. Les projets urbains que nous avons décrits ci-dessus mettent en œuvre des aménagements et dispositifs novateurs pour redonner sa place à l'eau dans la ville.

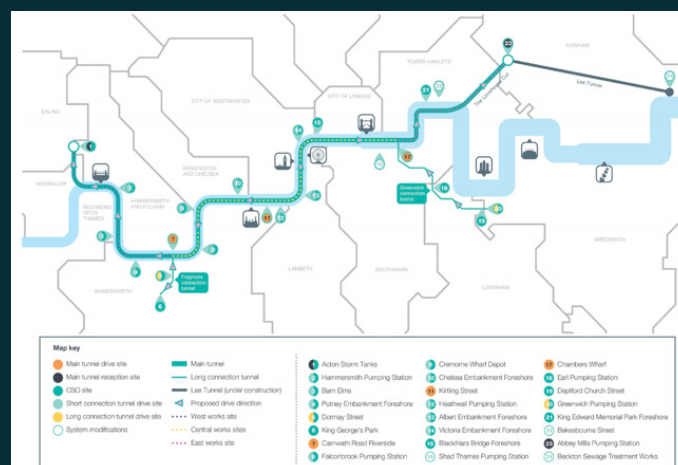


Figure 74 : L'amélioration des ouvrages d'assainissement à Londres ; Crédits : Cbe Tunnels



Figure 75 : Appropriation de la Tamise à Londres ; Crédits : Cnn

# Conclusion

Ce voyage d'étude nous a permis de découvrir par nous-mêmes les différentes villes où nous sommes allés. Nous avons pu voir par nous-mêmes les différents points qui nous intéressaient et surtout nous nous sommes imprégnés des ambiances des villes.

Chacune d'entre elles présente des spécificités paysagères, urbanistiques qui sont le résultat de différentes cultures. Cela les rend uniques et offrent de nouveaux défis quant à la gestion des rivages urbains. Malgré tout, comme nous avons essayé de vous le montrer tout au long de notre rapport, ces villes ont toujours des points communs qui les lient entre-elles. Ils sont de diverses natures : le paysage, la fréquence des catastrophes, la façon dont la population les perçoit, la gestion de celles-ci, la résilience générale des rivages urbains mais aussi le traitement des berges et les projets à venir. Tout cela nous a permis de connecter les villes entre elles afin de pouvoir faire ressortir ce qui se faisait de mieux à chaque fois.

A l'image de la diversité des caractéristiques de chaque ville, les aménagements prennent eux aussi des formes bien spécifiques. Les maisons sur

pilotis de Bangkok sont en effet difficilement envisageables à Paris. Mais des grandes idées et des chemins à suivre peuvent être répétés car ils ont prouvé leur efficacité. Le Big U de New York montre qu'il est possible de rendre les berges plus agréables tout en faisant un outil de résilience. Dans un autre registre, la communication néerlandaise est un exemple qu'il serait bon d'utiliser en France. Certains modèles de Bangkok et de Londres sont des exemples de l'aménagement des berges notamment pour le cas de Paris où les quais de Seine sont de plus en plus piétons. Enfin les aménagements de Bordeaux montrent qu'il est possible de réaliser des constructions de qualité qui protègent les citoyens tout en leur assurant un meilleur cadre de vie.

Les inondations de 2016 ont montré que Paris n'est pas à l'abri d'un nouvel événement destructeur. Avec le réchauffement climatique et la montée des eaux annoncée, prendre des mesures pour protéger davantage les Parisiens va se révéler vital. Cela devra être fait de façon efficace tout en garantissant un meilleur cadre de vie des habitants et notamment sur les rivages urbains.





# Bibliographie

- Convention Européenne du Paysage. Ouverte aux signatures des pays membres à Florence, 20/10/2000.
- The Guardian. Jane MARTINON. "Canary Wharf: life in the shadow of the towers". 08/04/2018. Disponible sur : <<https://www.theguardian.com/commentisfree/2018/apr/08/canary-wharf-life-in-the-shadow-of-the-towers>>.
- Galliard Homes. Investor Information. "20 Facts About Canary Wharf". 07/08/2017. Disponible sur : <<https://www.galliardhomes.com/investor-information/investor-guides/guide/20-facts-about-canary-wharf>>.
- World Cities Culture Forum. 2018. Disponible sur : <<http://www.worldcitiescultureforum.com/data/of-public-green-space-parks-and-gardens>>.
- Bordeaux Tourisme et Congrès. <https://www.bordeaux-tourisme.com/Pages/Escales-de-paquebots-a-Bordeaux>.
- Environment Agency. "Thames Estuary 2100 (TE2100)". 7/08/2011 Disponible sur: <https://www.gov.uk/government/publications/thames-estuary-2100-te2100>.
- Arte, "Planète d'eau: Pays-Bas, Le pacte avec l'eau". 2017. Disponible sur: [https://playtv.fr/programme-tv/1708891/planete-d'eau/Climats\\_et\\_voyages](https://playtv.fr/programme-tv/1708891/planete-d'eau/Climats_et_voyages). <https://www.climatsetvoyages.com/climat/thailande-s-enfonce-peu-a-peu-dans-la-mer.php>.
- BFMTV. Emeline Gaube. CARTE - Visualisez l'impact de la montée des océans selon plusieurs scénarios, 14/06/2018.
- Le Figaro. Florence Compain. "Bangkok s'enfonce peu à peu dans la mer". 15/04/2011
- Les Crises. "Seine : une crue 2016 demi-millénaire..." 10/06/2016.
- Mathilde Gralepois et Sofia Guevara. L'adaptation aux risques d'inondation façonnée par les métiers de la ville Vol. 6, n°3 | Décembre 2015.
- De Urbanisten, projects for the future: "River as a Tidal Park", " Watersquare Benthemplein", "River Dike Rotterdam" <http://www.urbanisten.nl/wp/>.
- Le Monde. Stéphane Lauer. "Six projets pour protéger New York de la montée des eaux". 11/06/2014.
- Témoignages. L'île de Manhattan sous les eaux, Sandy s'est abattue sur New York. Témoignages. Céline Tabou. 31/10/12.
- Popsu Europe. Les zones inondables dans la ville : renouvellement des approches urbaines et des projets architecturaux.

