VILLES INONDABLES

CITIES AND FLOODING

PREVENTION, ADAPTATION, RESILIENCE

ROTTERDAM
DORDRECHT
DUNKERQUE
HAMBOURG
MAYENCE
LYON
NIMES
MARSEILLE
TOULOUSE

collection la ville en train de se faire

Sous la direction de
Jean-Jacques Terrin
avec la collaboration de Jean-Baptiste Marie

Parenthèses

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/
www.editionsparentheses.com

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

trying to make the most of this close proximity to water. The areas that industry has abandoned have actually permitted new operations in very desirable sites. HafenCity in Hamburg is one example of this. But at the same time, the vulnerability of these areas has increased: some are affected by river and coastal flooding; in others surface runoff or rising groundwater is more frequent, more serious and more destructive. The type of risk varies according to the local context and the different strategies countries apply based on their regulatory framework, demographic pressure, technology choices and requisite manpower. In other words, each society's culture and vision of water. In the Netherlands, a very high level of protection has been achieved using a complex system of dykes, retention basins and pumping systems, as well as discussions involving all the stakeholders, both public and private. The latter is considered to have an essential role in project management to ensure co-responsibility in the face of risk. Japan has made educating the public its top priority, along with the creation of safe havens where people can quickly find shelter during a natural disaster. France has opted for stringent regulations and the principle of national solidarity.

Whatever the method, due to constant expansion and an innate demand for land, these newly available flood-prone areas are increasingly attractive despite all their inherent risks. To make the most of them, we are coming up with increasingly sophisticated engineering solutions using technology that has changed very little. In fact, the solutions can be divided into three types which are sometimes used in combination: better protection from the flow of water, mainly through dyke systems; the development of retention areas in the upper reaches or around residential areas, most often through basins, artificial lakes and canals; and the use of effective water discharge techniques through drainage and pumping. However, these technical solutions appear to be reaching their limits now that we are confronted by increasing risks as a result of climate change. New solutions for development at different scales in the urban and administrative area have come to light. These are generally used to complement the classic engineering methods, and consist of "working with water" rather than against it.

In this regard, the Netherlands has set the standard to some extent. In the last few years the Dutch have been experimenting with new strategies that leave room for water in the landscape after decades of huge projects to protect the territory from a 1000-year flood. This means accepting water rather than pushing it out, leaving water where it is, and designing urban, architectural and landscaping approaches that make water part of the city, and more broadly speaking, the hinterland. In Amsterdam for example, planning strategies associate protection programmes with projects to reclaim the land along the river. This break with traditional thinking was made easier by the fusion of several institutions (some centuries old) in charge of water management at different scales, from the simple household plot to large regional entities. In Europe, many initiatives have opted for plans that work on the "controlled" presence of water, as shown in a range of different projects, like the Zollhafen in Mainz and Ile du Ramier in Toulouse. Everywhere, we see the emergence of urban planning and architectural projects underpinned by public and private partnerships and an acceptance of shared climate-risk management.

A change of paradigm

This is a recent change and the new strategies are just starting to take shape. It has often been natural disasters that have obliged the political representatives and professionals to stop and think before changing their local approaches. In the Netherlands, the flood of 1953 which killed 1,800 people and flooded 160,000 hectares may help explain why the Dutch are so advanced in this field. Hurricane Katrina in Florida (2005) is widely acknowledged as the prime reason for a new global awareness. Hurricane Sandy which ravaged the East Coast of the United States in 2012 revealed the incredible vulnerability of large coastal cities, which we believed sheltered from disasters of this magnitude. In Europe it was Cyclone Xynthia (2010) and floods in the Danube river region and the Rhineland (summer 2013) that caused a similar level of turmoil. Additional factors considered to aggravate the situation: climate change of course, with the consequences it has on hydraulic regimes; urban planning in the second half of the 20th century (with its urban sprawl) as well as the soil sealing it caused; and more recently, the demand for land mentioned earlier, which explains the desire to develop potentially floodable areas. These disasters have launched debates and controversy over whether it is acceptable to build new districts with such high risks. As a group, these new districts constitute a historical break in our appraisal of flood risk, and the starting point for a complex analysis with two seemingly contradictory objectives: on one hand, the total protection of human life and property, and on the other, more resilient urban projects and land development, sometimes with a recreational and environmental aim in flood zones prized for their location in the

[1] Source: RGP 2006, Densimos — Exploitation IAU îdF.

www.editionsparentheses.com

Maisons-barges à Waldo Point, Sausalito (Californie) ; photogrammes du film d'Agnès Varda, *Oncle Yanco* (1967).

Floating-Houses in Waldo Point, Sausalito (California); images from the film* Oncle Yanco *by Agnès Varda (1967).

porte sur l'eau. Aux Pays-Bas, où un seuil de protection élevé a été atteint grâce à un système complexe de digues, de rétention et de pompage, la négociation entre toutes les parties prenantes, publiques et privées, est considérée comme un processus de gestion de projet incontournable pour garantir une coresponsabilité face au risque. Le Japon mise surtout sur l'éducation de ses populations et privilégie les espaces de refuge pour mettre celles-ci rapidement à l'abri en cas de catastrophe. La France opte pour une réglementation rigoureuse et un principe de solidarité nationale.

Quoi qu'il en soit, du fait de leur constante expansion et de la pression foncière inhérente, ces territoires nouvellement disponibles voient leur intérêt croître considérablement malgré les risques qu'ils engendrent. Pour les valoriser malgré ces menaces, les solutions proposées par l'ingénierie sont toujours plus sophistiquées, mais sans grandes ruptures technologiques. En effet, celles-ci se réduisent à trois types de solutions, parfois combinées les unes aux autres : se protéger au mieux des flux d'eau, essentiellement par des systèmes de digues ; développer des aires de rétention en amont ou autour des zones habitées, le plus souvent grâce à des bassins, des lacs artificiels ou des canaux ; et mettre en œuvre des techniques efficaces d'évacuation des eaux par drainage et par pompage. Mais, face à l'accroissement du risque sous l'effet du changement climatique, ces solutions techniques tendent actuellement à atteindre leurs limites. De nouvelles propositions d'aménagement à différentes échelles de l'aire urbaine et du territoire voient le jour. Généralement complémentaires des voies de l'ingénierie traditionnelle, celles-ci consistent à « faire avec l'eau » plutôt que de s'y opposer.

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

Dans ce contexte, les Pays-Bas ont acquis une renommée certaine. Après des décennies de grands travaux destinés à protéger le territoire des inondations millénaires, ce pays expérimente depuis quelques années de nouvelles stratégies allouant davantage de place à l'eau sur le territoire. Il s'agit désormais de l'accepter plutôt que de la repousser, de la conserver là où elle se trouve et de concevoir des dispositifs urbains, architecturaux et paysagers qui l'intègrent à l'espace urbain et plus largement à son *hinterland* ou arrière-pays. À Amsterdam, par exemple, des stratégies d'aménagement allient ainsi des programmes de protection et des projets de conquête du territoire le long de la rivière. Cette rupture avec la ligne traditionnelle a été facilitée par la fusion de diverses institutions parfois centenaires qui en garantissaient la gestion aux différentes échelles, depuis les simples parcelles pour maison individuelle jusqu'aux grandes entités régionales. Sur la scène européenne, de nombreuses initiatives mettent aussi en œuvre des dispositifs optant pour la présence maîtrisée de l'eau sur le territoire, comme en témoignent des projets aussi différents que ceux du Zollhafen à Mayence et de l'île du Ramier à Toulouse. Partout, on observe l'émergence de projets urbains et architecturaux sous-tendus par des modes d'action entre public et privé, et déterminés par la prise en compte d'une gestion partagée du risque climatique.

Changement de paradigme

Ce changement est récent et ces nouvelles stratégies sont en train de se préciser. Ce sont souvent les catastrophes qui ont obligé les responsables politiques et les professionnels à réfléchir et à modifier leurs regards sur leur territoire. Aux Pays-Bas, les inondations de 1953 — 1 800 victimes et 160 000 ha submergés — expliquent peut-être l'avance que le pays a prise dans ce domaine ; l'ouragan Katrina de 2005 en Floride est cité par tous comme le principal déclencheur d'une prise de conscience planétaire ; l'ouragan Sandy qui a ravagé la côte Est des États-Unis en 2012 a mis en évidence l'incroyable vulnérabilité de métropoles côtières qu'on pensait à l'abri de catastrophes de cette ampleur ; en Europe, la tempête Xynthia en 2010 et les inondations dans les régions danubiennes et rhénanes de l'été 2013 ont provoqué un émoi similaire. Des facteurs additionnels peuvent être considérés comme aggravants : le changement climatique bien sûr, avec ses conséquences sur les régimes hydrauliques ; l'urbanisme de la seconde moitié du XXe siècle et l'étalement qu'il a induit ainsi que ses conséquences en termes

www.editionsparentheses.com

Reconversion d'un ancien barrage et d'un silo, dans la section ouest du port d'Amsterdam. SILODAM, agence MVRDV, 2003.

In the western part of the Amsterdam harbour an extensive urban operation has transformed a former dam and silo building. SILODAM, MVRDV, 2003.

Jean-Baptiste Marie.

d'imperméabilisation des sols ; mais aussi la pression immobilière plus récente dont il a déjà été question plus haut et qui justifie la volonté de mise en valeur de zones potentiellement inondables. Ces désastres ont entraîné l'ouverture de débats et de controverses sur l'acceptabilité de la construction de nouveaux quartiers face à ces risques. Ceux-ci constituent dans leur ensemble une rupture dans l'appréciation du risque et le point de départ d'un axe de réflexion complexe qui s'inscrit entre deux objectifs apparemment contradictoires : d'une part une protection si possible sans faille des biens et des personnes, et de l'autre un développement plus adaptatif de projets urbains et paysagers, à vocation parfois récréative et environnementale, sur des sites inondables considérés comme privilégiés par leur situation dans la ville et par leur proximité avec l'eau. Cette attitude représente un changement considérable pour la gestion et l'aménagement de l'espace urbain. Les différents modes d'acceptation de l'eau sur le territoire qui en résultent semblent favoriser l'innovation pour assurer une meilleure gestion des ressources, optimiser des stratégies fonctionnelles et temporelles d'aménagement du territoire, justifier des dispositifs architecturaux et techniques spécifiques et développer une vision positive de transformation des paysages avec l'eau, des tendances qui peuvent être constatées tant dans le cadre de projets nouveaux que dans celui de la rénovation de quartiers existants. Ce changement d'attitude, s'il va dans le sens d'un meilleur respect des enjeux environnementaux, constitue aussi une opportunité dont se saisissent les villes aujourd'hui pour développer des projets ambitieux et parfois innovants en matière de paysage comme à Toulouse, d'aménagement de l'espace urbain à Marseille et à Rotterdam, d'infrastructure publique et d'architecture à Amsterdam et à Hambourg.

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

responsable de la gouvernance des nappes phréatiques. On peut noter également qu'en raison de l'évolution des conditions climatiques, les obligations des autorités locales et des particuliers dans les zones non endiguées sont remises en question.

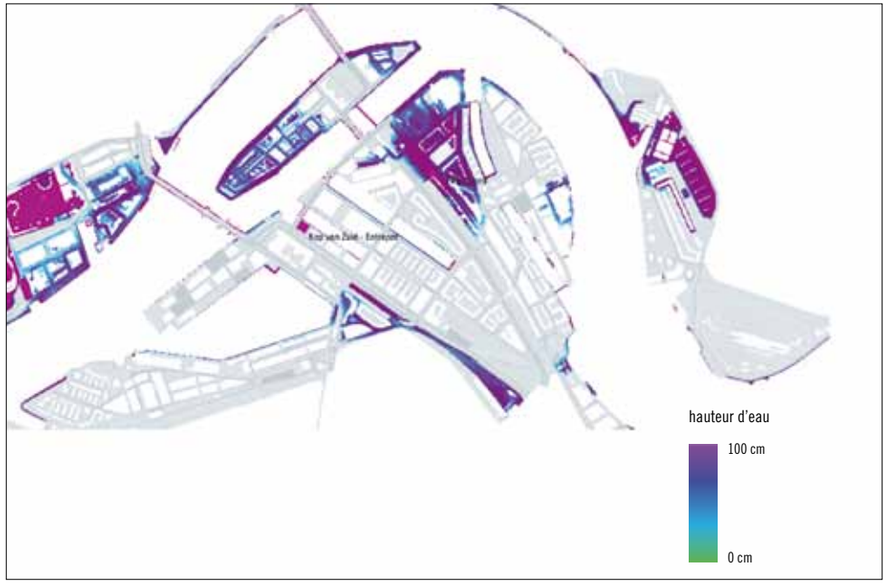
Réchauffement climatique : pluies torrentielles sous orage, marées de tempête et sécheresses extrêmes

Le réchauffement climatique opère de profondes modifications à Rotterdam et sur son système complexe de gestion des eaux. Selon les prévisions, les Pays-Bas vivront des hivers de plus en plus doux et des étés de plus en plus chauds. Les hivers deviendront en moyenne plus humides et les précipitations plus violentes. En été tout particulièrement, le rythme et la force des pluies s'intensifieront, alors que le total des journées pluvieuses diminuera. Les météorologues prévoient que les phénomènes extrêmes deviendront toujours plus fréquents, sous forme de vagues de chaleur par exemple. En outre, la montée des océans se poursuivra et s'accentuera au cours des prochaines décennies, ce qui affectera tout particulièrement Rotterdam.

Pendant la saison estivale, la ville subit déjà de lourdes averses, dont la fréquence et la force devraient donc augmenter. D'ici à 2050, le type de pluie torrentielle sous orage qui ne survient pour l'instant qu'une fois tous les cinq ans aura lieu en moyenne une fois par an. Le volume des eaux de pluie dépassera les capacités de stockage et de pompage du système, ce qui accroîtra la probabilité d'inondations pouvant affecter les tunnels et provoquer des dommages sur les domaines et bâtiments publics. De plus, les périodes de pluies extrêmes auront un impact négatif sur l'environnement, la surcharge des égouts menant au débordement des eaux usées, qui se déverseront dans les canaux et la Meuse. Le cœur de la cité et les quartiers datant du XIXe siècle sont particulièrement vulnérables aux averses violentes, car ces zones très urbanisées comportent peu d'étendues d'eau à ciel ouvert : les sols des espaces publics sont généralement pavés ou goudronnés, et l'espace disponible pour emmagasiner l'eau s'est raréfié.

Associée à des débits fluviaux hors norme, la montée des océans provoquera une augmentation de la fréquence et du volume des inondations autour des digues externes de Rotterdam. La hausse excessive du niveau des

www.editionsparentheses.com



Zone non protégée, lors d'une inondation de probabilité 1/1000.
Flood situation of the unembanked areas at a 1/1000 flood event.

eaux multipliera le risque de dégâts sur les bâtiments et propriétés, affectant des zones qui, pour l'instant, sont considérées comme hors de danger. Il deviendra nécessaire de réaliser des ajustements et de relever les niveaux de résistance aux marées de tempêtes sur les structures de protection primaires. Des travaux conséquents devront ainsi être menés pour optimiser les digues. Dans le cas de digues protégeant les territoires à forte concentration urbaine, l'accessibilité et l'attractivité du *waterfront* seront affectées par les travaux.

Stratégie d'adaptation

Face aux modifications climatiques, la municipalité de Rotterdam décida en 2008 de créer un programme d'adaptation climatique. Son but était de développer les connaissances liées aux effets du réchauffement planétaire et aux options de lutte possibles, de mettre en œuvre des mesures adaptatives et de renforcer, aux yeux du monde entier, la position de Rotterdam en tant que cité deltaïque. Ces initiatives menèrent à l'élaboration d'une stratégie d'adaptation climatique ratifiée par la municipalité en 2013.

Son objectif est particulièrement ambitieux : devenir une cité à l'épreuve du changement climatique d'ici 2025. Tout le monde s'accorde cependant à reconnaître que les systèmes urbains sont vulnérables de nature et qu'il n'est pas aisé de définir et de quantifier la résistance au climat. La tactique choisie se fonde sur des recherches approfondies menées sur les effets du réchauffement sur les systèmes urbains. Afin de développer la composante « savoir » de sa stratégie, la municipalité a monté un partenariat avec un programme de recherche national, intitulé « Knowledge for Climate » (mot à mot : la connaissance pour le

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

Benthemplein.
Benthemplein.

a été conçue pour allier espace public et stockage de l'eau de pluie. L'initiative a été menée en consultation avec des représentants de la communauté locale, dont une école et une église. De cette étroite collaboration sont nées des solutions spécifiques, telles qu'une sculpture faisant office de fonts baptismaux, dont l'église se servira. Cet espace public de grande qualité a pu être créé en associant les budgets municipaux destinés au département de gestion des eaux usées et au programme de rénovation de l'espace public, aux subventions provenant de l'office de l'eau et du gouvernement à l'échelon national. On peut mentionner également le succès d'un programme de végétalisation des toits, qui vise à réunir plusieurs besoins : introduire de la verdure dans la ville, enrichir sa biodiversité et accroître la capacité d'absorption des eaux de pluie. Ce programme, financé à la fois par l'office de l'eau et la municipalité, accorde même des subventions pour encourager la mise en œuvre de ces toits.

Création de zones de résilience sur le *waterfront* de Rotterdam

L'un des défis les plus importants, lorsqu'on adapte la ville au réchauffement climatique, réside dans la création de *waterfronts* urbains résilients. Comme nous l'avons expliqué plus haut, les zones non endiguées de Rotterdam devront faire face à deux évolutions majeures au cours des prochaines décennies. En premier lieu, la montée des océans augmentera le risque d'inondation. Ensuite, ces quartiers du vieux port, très attractifs et bien situés, à proximité du fleuve et du centre ville, ont tout le potentiel pour devenir des zones résidentielles ou urbaines mixtes, ce qui accroît considérablement l'impact négatif d'éventuelles

Vues plongeantes sous le déluge et après la pluie.
Birdseye, stormy and after rain.

inondations. Pour augmenter la résilience à ces phénomènes, la politique actuelle consiste à relever les lots constructibles à près de 4 mètres au-dessus du niveau de la mer. Cette tactique menée à grande échelle s'avère fructueuse depuis plusieurs années. Le processus de transformation du *waterfront* implique cependant de plus en plus de rénovations à petite échelle dans la ville existante. Car dans ces quartiers, la politique du « rehaussez vos propriétés » est trop coûteuse et moins efficace, et aucune rénovation n'est entreprise sur de nombreux bâtiments et propriétés pourtant vulnérables. La question est donc de trouver une démarche qui convienne aux transformations les plus minimes possible.

Lorsque l'on souhaite protéger un endroit des inondations, on dispose de deux options. La première consiste à empêcher l'eau d'entrer en relevant les quais et en créant des murs et des digues. Cette approche permet de sécuriser d'importantes zones construites qui contiennent beaucoup d'infrastructures et de propriétés d'importance critique, telles que des centrales électriques par exemple. La seconde alternative permet à l'eau de pénétrer dans l'espace de façon temporaire. En parallèle, on adapte les bâtiments et propriétés pour réduire les dégâts. Dans ce schéma, tous les bâtiments, installations électriques et égouts doivent tenir compte d'une montée des eaux de 50 à 100 centimètres en moyenne. La méthode se montre efficace pour préserver des zones résidentielles de surface réduite ainsi que les quartiers historiques sur le *waterfront*, où il serait préjudiciable d'ériger, en matière d'espace, des murs d'endiguements.

Les facteurs tels que taux de probabilité d'inondation, schémas d'urbanisme ou dynamique urbaine sont spécifiques à chaque zone non endiguée. La stratégie de prévention encourage donc une approche particulière pour chaque lieu. Pour traiter les quartiers historiques vulnérables, on estime que la meilleure alternative se compose d'un ensemble de mesures adaptatives différentes, au niveau des bâtiments (telles que des volets destinés à sceller fenêtres et portes, alliés à un dispositif d'alerte rapide). Au sein des zones portuaires plus dynamiques, une adaptation plus lente et à plus long terme est envisagée, avec l'adoption d'une architecture ciblée et le relèvement des espaces publics, le tout en synergie étroite avec la politique de développement urbain.

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

Voorstraatshaven.
View on Voorstraatshaven.
Rien Val.

Kuipershaven – Quais inondés.
Inundation of quays along Kuipershaven.
Edwin van Son.

Nieuwe Haven – Les quais sont sous l'eau.
Inundation of quays along Nieuwe Haven.
Edwin van Son.

L'approche ADM appliquée aux risques d'inondation à Dordrecht

On applique à l'heure actuelle l'approche ADM à la prévention des risques d'inondation à Dordrecht. Avec une population d'environ 120 000 habitants, la ville se dresse sur une île entourée de canaux et de cours d'eau (la Vieille Meuse, la Merwede inférieure, le Wantij, la Nouvelle Merwede, et le Dordtsche Kil). La plupart des zones résidentielles, industrielles et agricoles sont implantées au sein d'un polder unique de 7 ha. Il est protégé par une digue en anneau de 37 km de long. Une partie de Dordrecht se trouve à l'extérieur des digues. Ces zones non endiguées se situent relativement haut, et sont préservées par le barrage du Maeslantkering et la digue mobile du Hartelkering. Le vieux port est logé dans la zone non endiguée la plus basse. L'île de Dordrecht s'étend dans la zone de transition, là où se rencontrent la marée et les cours d'eau. On enregistre ici des niveaux d'eau extrêmes, provoqués par les débits fluviaux importants ainsi que les marées de tempête. Dordrecht appartient à la région Estuaire du Rhin-Drechtsteden, qui comprend la ville de Rotterdam, un certain nombre d'autres villes ainsi que des zones industrielles, agricoles et naturelles.

Stratégie actuelle

À Dordrecht, la stratégie actuelle consiste à rénover et optimiser les digues, ainsi qu'à remplacer les barrages antitempêtes, sans lesquels il serait obligatoire de rehausser les digues de 50 cm. Le niveau de protection des digues en anneau est fixé par la loi [9], qui définit les facteurs attribués aux digues, tels que la fréquence moyenne au dépassement pour les niveaux de haute mer. Selon les calculs, cette probabilité se situe à 1 sur 2 000 par an.

La liste des actions à court terme pour la ville a été définie au cours de la seconde et de la troisième évaluation institutionnelle des défenses primaires. Cette liste se fonde sur la norme de sécurité établie et son niveau de haute mer. L'évaluation institutionnelle indique que 28 % des digues n'étaient pas conformes aux normes de sécurité (en partie à cause des modifications des pics de débits fluviaux et des marées de tempête) et nécessitaient des travaux de rénovation [10]. Ces derniers

[9] VenW, 2010 : *Water Act*.
[10] PZH,. « Derde Ronde Toetsing Primaire Waterkeringen, Dijkringgebied 22, Eiland van Dordrecht », 2011, multig.

Un rempart de sacs de sable est posé devant les fenêtres donnant dans le sous-sol.
Sandbagging of basement windows.
Edwin van Son.

économiques avaient considérablement évolué depuis les recommandations publiées par la première commission Delta. Les normes de protection actuelles se basent largement sur ces préconisations. En conséquence de quoi, le sous-programme « Sécurité » a été chargé de vérifier si les niveaux de protection actuels étaient toujours suffisants. L'étude a été menée en se fondant sur une analyse coût-avantage, qui examine les risques aux personnes et à la communauté. Les résultats démontrent que l'île de Dordrecht et d'autres parties de la région doivent rehausser leur niveau de protection dans certaines zones de vigilance. Le programme Delta 2015 présentera des idées de mesures possibles pour la mise à niveau de ces normes (les « Décisions Delta »). Ceci mènera à une nouvelle liste des actions « sécurité » pour l'île de Dordrecht.

En matière d'espace, l'île de Dordrecht a beaucoup à faire, ce qui souligne l'importance d'une vision globale et d'une stratégie de prévention des risques d'inondation. La question est de savoir si la stratégie actuelle de rénovation des digues suffira ou pas.

Stratégie alternative

Une stratégie alternative a été élaborée pour Dordrecht. Elle répond aux trois strates qui composent l'approche multicouche de la sécurité définie par le plan national de gouvernance de l'eau [13] :

— 1 : protection par les digues ;

— 2 : limitation de l'impact des inondations grâce à la planification de l'espace ;

— 3 : limitation de l'impact des inondations à travers une gestion de l'urgence.

ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

Digue du Voorstraat, vue depuis la rue Grotekerksbuurt.
View on dike along Voorstraat from Grotekerksbuurt.
Edwin van Son.

Dans cette nouvelle stratégie, les mesures des strates 2 et 3 ont été associées à des mesures protectives pour atteindre le niveau de sécurité requis. Le raisonnement qui sous-tend la tactique et les mesures préconisées sont résumées ci-dessous :

La proposition de mise à jour des normes de protection a permis d'investir dans le renforcement de sections spécifiques des digues, aux endroits les plus rentables. Grâce à un niveau de renforcement supérieur de la section nord-est, Dordrecht sera plus en sécurité que si on avait appliqué un modèle de rentabilité optimale à toute la digue. Et ce pour le même coût ou presque. Cette mesure ciblée correspondant à la couche 1 suffit à satisfaire au niveau de sécurité de base (risque de victimes inférieur ou égal à 1 sur 100 000 habitants) et réduit le risque de perturbations sociales (nombre de victimes important) à un niveau sensiblement égal à zéro. Les dégâts économiques et le nombre de victimes résultant d'une rupture de digue dans le nord-ouest ou au sud peuvent être réduits en utilisant les défenses régionales de cloisonnement (couche 2). En outre, le cloisonnement de la digue en anneau crée sur l'île un « havre de sécurité » permettant l'évacuation préventive (couche 3). Il importe également de se préparer aux inondations de manière approfondie, par exemple avec des réseaux d'infrastructures critiques efficaces et une communication de crise améliorée.

Pour mettre au point cette stratégie, il a fallu réfléchir à la façon dont les mesures nécessaires pour le court terme et le moyen termes pouvaient être reliées à d'autres développements et objectifs spatioéconomiques. Des possibilités d'intégration des mesures adaptatives ont été identifiées :

— L'une des alternatives possibles à la rénovation de la digue du Voorstraat consiste à construire une barrière

[13] *Ibid.*

ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

Le « Moteur des sables » sur la côte du Delfland, aux Pays-Bas.
The sand engine along the Dutch Delfland coast.
(https://beeldbank.rws.nl, Rijkswaterstaat / Joop van Houdt)

Parallèlement à la réduction de la probabilité d'inondation, on s'intéresse à nouveau à la minimisation des impacts. L'approche « multicouche » vise à gérer le risque en travaillant sur trois couches différentes : en premier lieu, réduction des probabilités (digues et barrages), en second lieu, interventions sur l'espace, pour diminuer les conséquences négatives (tertres, cloisonnement ou maisons à l'épreuve des inondations), et enfin une dernière strate axée sur l'évacuation et la remise en état. La deuxième couche fait appel aux urbanistes, qui ont effectué de nombreuses études particulièrement imaginatives. On peut noter qu'il s'avère difficile d'avancer la cause de la réduction des impacts dans le cas de zones sécurisées. En tout état de cause, il serait possible à certains endroits d'entreprendre des mesures d'envergure modeste qui atteindraient le but fixé tout en sensibilisant le public : installation des infrastructures essentielles sur des emplacements plus élevés (centrales électriques, hôpitaux…), construction de toits munis de lanterneaux pouvant servir d'issue de secours, ou encore pose des prises électriques à une plus grande hauteur.

Le plan Building with Nature

Il s'agit ici d'encourager une évolution inscrite dans une démarche de développement durable : faire en sorte que la construction soit menée non plus au sein de la nature, mais avec elle [6]. De nouvelles conceptions sont actuellement mises à l'essai : on se base sur le système naturel, optimisé pour servir de protection ou y contribuer. Cruciale pour le succès de la démarche, la coopération interdisciplinaire permet de mettre au point de nouvelles visions spatiales écodynamiques qui

Utilisation de saules en prévention des risques d'inondation.
Willows as flood risk protection.
Anne Loes Nillesen.

anticipent sur les processus évolutifs de la nature. Sociétés d'ingénierie, universités, autorités et groupes de défense de la nature travaillent ensemble pour créer des solutions durables, efficaces et abordables.

Le projet pilote « Sand Engine »

La réalisation de ce « moteur des sables » représente une alternative créative aux mesures conventionnelles d'apports de sable sur la côte néerlandaise. Là où la côte dévie fortement de son dessin d'origine (tel qu'il est défini par les autorités en 1990) en raison de l'érosion ou du réchauffement climatique, les offices de l'eau effectuent une injection de sable. En principe, l'opération est menée tous les cinq ans, perturbant l'écosystème et les activités récréatives. Le projet Sand Engine consiste, lui, à déposer une énorme quantité de sable pour former une péninsule artificielle qui servira de réservoir pour les 21,5 millions de mètres carrés de la côte du Delfland. L'action naturelle des vents et des courants diffusera progressivement le sable sur la côte, limitant l'impact sur l'écosystème et le tourisme. Jusqu'à sa dissolution, le site temporaire du Sand Engine permet de profiter de la nature et de pratiquer des activités récréatives.

La végétation utilisée pour minimiser les vagues

La végétation peut permettre de briser les vagues au sein de la plaine d'inondation, tout en réduisant les charges supportées par les digues. La hauteur et le degré de résistance attribués à une digue est proportionnelle aux niveaux des eaux prévus en circonstances extrêmes. La hauteur des vagues fait partie des facteurs et peut s'avérer critique en cas de vents violents associés à un fetch (longueur de la zone marine où le vent soulève des vagues) important. Dans la plaine

[6] Ecoshape, « Overview Building with Nature program », 2014 [ressource en ligne].

ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

to the port on the opposite side of the river. In addition to this spatial system, an arsenal of anti-flooding infrastructure consisting of watertight doors at the entrance to each building and a series of footbridges and pontoons help to accommodate tidal range.

The HafenCity development

The HafenCity district is known for its famous philharmonic hall (*Elbphilharmonie*), designed by architecture firm Herzog & de Meuron. More importantly, however, it is the site of a 155-hectare urban development. During the 1990s, the city chose to reclaim this industrial port area by promoting the attractiveness of its waterfront location. In 1997, the HafenCity project was revealed to the public. The Masterplan, approved in 2000, was produced by a German-Dutch team comprising Cologne-based architecture and urban design firm ASTOC, the Dutch architect Kees Christiaanse, and the team from Hamburger Plan. The goal was for the development to provide 5,500 units of mostly modest-sized housing to accommodate 12,000 residents by 2025. In addition to housing, the scheme includes plans for educational, scientific and cultural facilities, services and shops. The development consists of two sections. The first is the Speicherstadt district, where the Gothic-style buildings with their red brick façades and copper roofs are the focus of regeneration. These former warehouses, built in the 19th century, are now being converted for a range of purposes, including housing. The second section, to the south and east of the Speicherstadt, consists of a major urban development that has been achieved through 8 billion euros of private investment and 2.4 billion euros of public investment; 1.4 billion of which was raised from the sale of land.

As the HafenCity lies outside of Hamburg's main flood defence line, it was essential to protect the area from floods. However, dyking, or flood retention, was quickly excluded as a possible technique. Instead, more appropriate building methods and preparatory ground works were preferred. Most of the buildings in the HafenCity stand on piles buried 20 metres into the ground where stable sand strata are found. Moreover, buildings are raised on "terps". This construction technique involves creating an eight or nine metre high artificial mound so that buildings lie above sea level. It is one of the distinctive features of the area, giving buildings access to the water while at the same time protecting them from floods. Car parks are often housed within the mounds. In the event of a flood, these ground floor levels are shut off, however buildings remain accessible thanks to raised roads and a system of suspended footbridges. The walkways and public space, which lie at 4.5 to 5.5 metres above sea level, are allowed to flood. However, with the HafenCity development, water is not only seen as a threat; it also represents a resource. Used in the heating and cooling of buildings, it helps the local authority to meet the carbon emissions reduction targets that it has set for 2020. The presence of the water is an opportunity to rethink approaches to urban and architectural design and give increasing importance to the environment in urban development.

IBA Hamburg 2013

Following the major flood of 1962, in which a large number of homes were affected, a complex system of dykes was built for the large Elbe river island of Wilhelmsburg. In 2005, the Hamburg authorities launched the IBA Hamburg 2013 project, an international building exhibition in the Wilhelmsburg site. Over a period of eight years this project was the focus of a significant number of publications and became a veritable platform for architectural experimentation. Paradoxically, no groundbreaking proposals in terms of flood zone architecture were to come out of the IBA, apart from the IBA Dock, an exhibition building built in the Müggenburg customs harbour. This floating building, designed by Hanover architecture agency Han Slawik, consists of a light modular steel structure and has been built so that part of the superstructure can be disassembled to potentially allow it to be sailed under low bridges.

More than genuine architectural innovation, the IBA suggested that it is possible to adopt a new way of looking at areas in relation to their various vulnerabilities. With the Wilhelmsburg river island, the focus will therefore be on climate change adaptation. Two projects illustrate this particularly well. The first is the *Energiebunker* development, an energy centre built in a former bunker, while the second, the *Energieberg Georgswerder*, involves the conversion of a former landfill site into an energy-generating hill with wind turbines and solar panels capable of producing an annual 12.2 GWh of power. This technical infrastructure, which aims for energy self-sufficiency, nevertheless makes a limited contribution to the real energy requirements of the island.

In spite of mixed results, the IBA is today viewed as a temporary laboratory, an experimental model or a "demonstration model", to use the latest term, at a time when the inevitably pressing obligation to achieve results makes it necessary to develop solutions of a sometimes ephemeral nature, but especially which have an impact within a short timeframe. Hence, uncertainty

Speicherstadt, Hambourg, circa 1930.
Speicherstadt, Hamburg, circa 1930.
DR.

Speicherstadt, Hambourg, 2014.
Speicherstadt, Hamburg, 2014.
Abhijeet Rane.

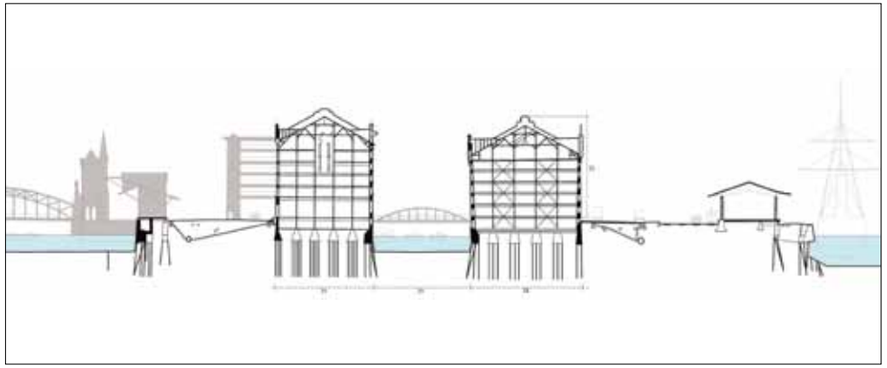
/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

HafenCity, janvier 2014.
HafenCity January 2014.
Photo: Fotofrizz, Illustration: Michael Korol, Source: HafenCity Hamburg GmbH

d'Hamburger Plan. Le projet fixe alors un objectif de 5 500 logements en majorité de petite taille pour accueillir 12 000 habitants d'ici 2025. Au-delà des logements, le programme prévoit des équipements éducatifs, scientifiques et culturels, des services et des commerces. Le territoire de projet se développe en deux parties, d'une part la réhabilitation des bâtiments de style gothique aux façades de briques rouges et aux toits de cuivre de la Speicherstadt. Conçus au XIXe siècle, ces anciens entrepôts sont aujourd'hui reconvertis pour abriter diverses fonctions, notamment des logements. D'autre part, au sud et à l'est de la Speicherstadt, s'est développé un important projet urbain grâce à 8 milliards d'euros d'investissement privé et 2,4 milliards d'euros d'investissement public, dont 1,5 milliard issu de la vente du foncier.

Alors que la Hafencity se situe en dehors de la ligne d'action de la digue principale de Hambourg, la protection de ce quartier contre les inondations était une nécessité. Pour autant, la technique de l'endiguement a très vite été écartée. Les solutions ont été apportées par des modes de construction plus appropriés, mais aussi par la préparation du terrain. La plupart des bâtiments de la Hafencity reposent sur des pieux enfoncés jusqu'à 20 m dans le sol pour rechercher des strates de sable stables. De plus, grâce aux terps, les bâtiments bénéficient d'une surélévation caractéristique du quartier qui permet un accès à l'eau en même temps qu'une protection contre les crues. Les terps sont des dispositifs techniques qui constituent un socle de 8 à 9 m pour les bâtiments qui sont ainsi rehaussés au-dessus du niveau de la mer pour les protéger des inondations. Les terps abritent le plus souvent des parkings. En cas de crues, les rez-de-chaussée sont condamnés, mais l'accessibilité des bâtiments est assurée par



Coupe sur la Speicherstadt.
Cross section on Speicherstadt.

des rues surélevées et par un jeu de passerelles en surplomb. Les promenades et les espaces publics situés entre 4,5 à 5,5 m au-dessus du niveau de l'eau sont alors inondés. Se faisant dans le projet de la Hafencity, l'eau n'est pas uniquement envisagée comme une menace, elle représente également une ressource mobilisée pour le chauffage et le rafraîchissement des bâtiments, répondant ainsi aux objectifs de limitation des rejets de CO_2 dans l'atmosphère que s'est donnée la ville de Hambourg à l'horizon 2020. La présence de l'eau constitue une opportunité pour repenser les approches urbaines et architecturales et accorder une place grandissante à l'environnement dans le projet urbain.

IBA de Hambourg 2013

Suite à l'importante inondation en 1962 qui a touché de très nombreuses habitations, le grand paysage insulaire de l'île d'Elbe-Wilhelmsburg a été doté d'un système complexe de digues. En 2005, la ville de Hambourg a lancé sur ce site le projet de l'IBA 2013 — une exposition internationale d'urbanisme et d'architecture. En l'espace de huit ans, ce projet fera l'objet d'un nombre très important de publications tant il se présente comme un laboratoire d'architecture. Pourtant, l'IBA ne fait paradoxalement pas de propositions innovantes en termes d'architecture en zone inondable à l'exception de l'IBA Dock, un bâtiment d'exposition construit dans le port des douanes de Müggenburg. Ce bâtiment flottant, dessiné par l'agence d'architecture Han Slawik de Hanovre, est constitué d'une structure légère modulaire en acier. Le principe constructif employé permet de démonter une partie de la superstructure afin de lui permettre éventuellement de naviguer sous les ponts à faible gabarit.

Au-delà de réelles innovations architecturales, l'IBA tend à démontrer qu'une nouvelle manière de penser son territoire est possible face aux diverses vulnérabilités. Ainsi, l'île d'Elbe-Wilhelmsburg fait le pari de l'adaptation d'un territoire face aux changements climatiques. Deux projets sont particulièrement révélateurs : d'une part le développement d'un centre des énergies réalisé dans

ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

Schéma directeur du Zollhafen.
Land use plan for Zollhafen.
Zollhafen GmbH Mainz.

vivront et travailleront désormais au bord de l'eau. Des espaces verts bien conçus, des îles avec des canaux, une vaste marina ainsi que la proximité immédiate du Rhin confèreront à cet ancien site portuaire de 30 ha une qualité de vie unique.

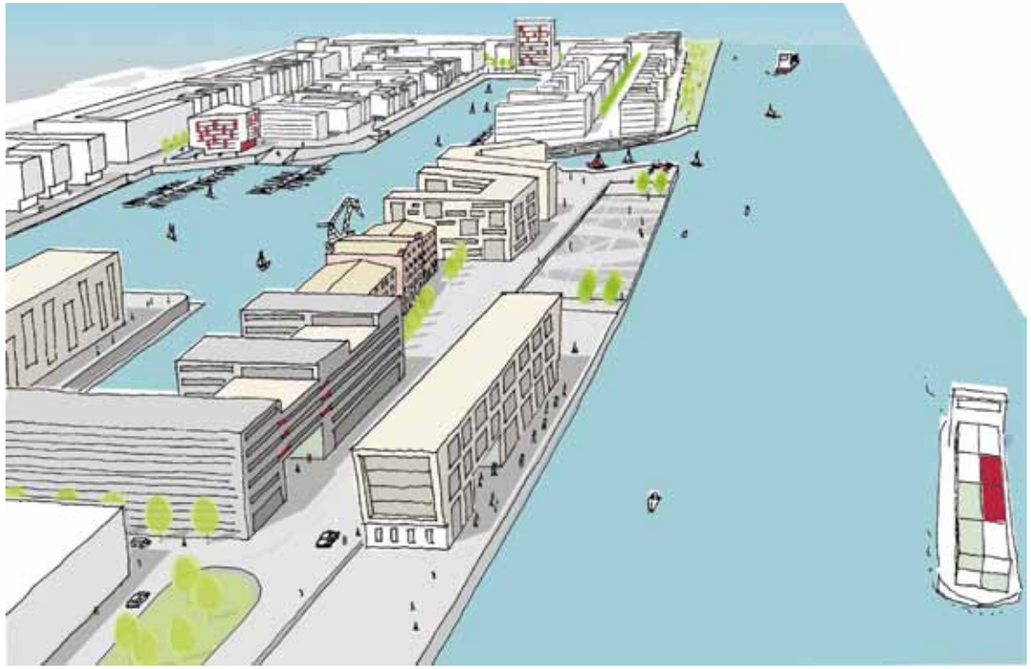
Viabilisation, financement, commercialisation

La Stadtwerke Mainz AG (SWM) est la régie municipale chargée de la distribution d'eau, de gaz et d'électricité à Mayence ainsi que de l'exploitation du réseau de transports en commun. Les activités portuaires et le Zollhafen sont également du ressort de la SWM.

La SWM agit en tant que développeur du projet d'aménagement du Zollhafen, planifiant et mettant en œuvre en dehors du budget municipal la viabilisation du site. Elle a fondé à cet effet la Zollhafen Mainz GmbH.

La SWM investit environ 120 millions d'euros pour l'aménagement du Zollhafen. En contrepartie, elle met en vente les parcelles dont les investisseurs privés feront l'acquisition et sur lesquelles ils bâtiront en respectant les prescriptions du plan de construction (*Bebauungsplan*), du cahier des charges du maître d'ouvrage (*Bauherrenhandbuch*) et du document d'informations sur les crues (*Hochwasserhandbuch*). Les frais supplémentaires liés à la viabilisation mais aussi à l'intégration du risque d'inondation dans la construction des édifices représentent 5 à 10 % des coûts. Ce n'est que lorsque ces mesures ne sont pas prises en compte dès le début que ce poste de dépense est nettement plus élevé.

En 2013, les trois nouvelles parcelles situées sur le môle sud avaient d'ores et déjà trouvé acquéreurs. Le chai, situé à côté d'une ancienne grue portuaire, a fait ces dernières années l'objet d'une restauration minutieuse et abrite désormais presque exclusivement des bureaux. Sous l'esplanade, un nouveau garage souterrain est déjà en exploitation.



Strétégie d'aménagement du môle sud dans le Zollhafen.
Possibility to develop a southern pier in Zollhafen.
Zollhafen GmbH Mainz.

Construire en zone inondable le long du Rhin : quels risques ?

Pour ce projet, la ville de Mayence et la SWM s'inscrivent pour la première fois dans une culture de la planification fondée sur la prise en compte des risques inhérents à la construction et au logement en zone fluviale. La question des « constructions adaptées en zone inondable » et celle de la « gestion du risque d'inondation » ont été abordées et présentées aux maîtres d'ouvrage et aux citoyens dès la phase d'établissement du plan de construction.

Le Land de Rhénanie-Palatinat, représenté par le ministère de l'Environnement, de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Viticulture et des Forêts (MULEWF), apporte son soutien à la reconversion du Zollhafen en un quartier d'affaires et d'habitation. Le projet a été classé comme projet-pilote à valeur de modèle en matière de mesures préventives de protection contre les crues. Une collaboration fructueuse a été mise en place entre le ministère, la direction « structures et autorisations » sud (*Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd*), qui agit en tant qu'organisme compétent, la ville de Mayence, qui intervient en tant qu'autorité de planification, et les experts de la SWM.

La SWM et le ministère de l'Environnement de Rhénanie-Palatinat ont créé en juillet 2006 un partenariat de protection contre les crues dans le but d'élaborer des solutions dans le domaine. Comme il n'existait jusqu'alors rien

ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

Le quartier Confluence, 2013.
The Confluence district, 2013.
Laurence Danière/SPL Lyon Confluence-2013.

La gestion de l'eau au cœur de Confluence

Cette réflexion a été expérimentée à grande échelle (150 ha) dès les premières phases du projet de réaménagement du quartier Confluence situé sur les terrains poldérisés du confluent de la Saône et du Rhône. Ce territoire est particulièrement sensible aux inondations et aux remontées de nappes. Ancrés dans l'histoire fluviale, industrielle et portuaire du quartier, les bâtiments neufs alternent avec les pavillons reconvertis, créant un nouveau *« water front »* composé de grands équipements (pôle de loisirs, commerces, siège de la Région), de logements (145 000 m^2) et de bureaux (130 000 m^2).

La proportion du territoire dévolue aux espaces verts permet une infiltration naturelle importante. Des bassins de rétention ont été aménagés en complément pour retenir les pluies d'orage. Pour diminuer encore le coefficient de ruissellement et éviter ainsi le risque d'inondation, un effort a été fait sur les surfaces réservées aux circulations. Les matériaux perméables sont privilégiés : sols en stabilisé, pavés poreux ou dalles à joints perméables. Les structures engazonnées, perméables et capables de supporter de lourdes charges, sont appropriées pour les stationnements…

Projet retenu pour l'îlot D dans son environnement, 2014.
Winning project for Block D (Ilot D) in its environment, 2014.
Asylum/ SPL Lyon Confluence/ LCR – 2014.

La ville résiliente : nouvel axe pour une stratégie de gestion des risques ?

Au-delà de quelques territoires précurseurs, la réflexion sur une stratégie de gestion des risques d'inondation s'ouvre à l'ensemble du territoire lyonnais dans le cadre de la mise en œuvre de la directive européenne « inondation » de 2007. La stratégie locale qui sera produite d'ici 2016 devra poser les jalons d'une politique ambitieuse de gestion du risque d'inondation, avec une implication forte de toutes les parties prenantes locales (État, Agence de l'eau, collectivités, Établissements publics territoriaux de bassin (EPTB), syndicats de rivières, opérateurs…) engagées dans un plan d'action.

Le premier levier de cette stratégie est la maîtrise de l'urbanisation en zone inondable. Elle passe inévitablement par un rapprochement entre « gestionnaires du risque » et « gestionnaires de l'aménagement urbain ». Un des leviers de ce rapprochement réside en une meilleure articulation entre les outils de gestion des risques, de la gestion des eaux, de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire. Il nécessitera d'affiner les règles, d'interdire et de mieux prescrire là où la nature doit reprendre ses droits, ou d'accompagner en d'autres lieux les projets plus à même de s'adapter aux risques.

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

Vue à vol d'oiseau du projet d'Extension.
Bird's eye view of the project extension.
LABTOP pour le groupement François Leclercq – Architectes urbanistes.

Plusieurs types de dispositif de rétention des eaux pluviales pourront être implantés sur le secteur pour répondre aux objectifs de limitation du débit rejeté au réseau d'eaux pluviales :

— rétention à la parcelle ;
— stockages en toiture ;
— stockages mutualisés en espaces publics ;
— stockages mutualisés dans les parcs.

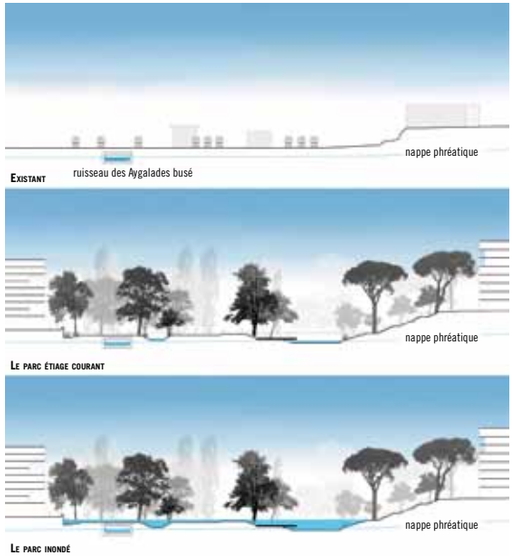
La résolution du risque et son confinement permettent le développement d'espaces publics de qualité, non contraints par des dispositifs techniques de protection et bordés de rez-de-chaussée d'immeubles vecteurs d'activité et d'animation.

Rafraîchissement urbain

Si Marseille dispose d'un paysage naturel très fort, il n'en reste pas moins que la ville souffre d'un manque de parcs insérés dans son tissu. On recense 6.5 km² d'espaces verts pour une superficie de la ville d'environ 240 km², soit environ 2,7 % d'espaces végétalisés. Cet excès d'espaces minéraux dans le dessin urbain de la ville amplifie les effets d'îlots de chaleur que les habitants ressentent en été.

Or, les hypothèses sur le changement climatique à Marseille, caractérisées par des températures plus fortes, de 2 à 3° C dans moins de quarante ans, auront un effet significatif sur la qualité de vie et de confort des habitants si l'on ne modère pas la dualité entre ville et nature.

Quels peuvent être les effets de la végétalisation sur la réduction de la température en ville ?



Le parc amortisseur de crues.
The flood buffer park.
François Leclercq – Architectes urbanistes.

Le système d'évapotranspiration créé les conditions d'un microclimat à une échelle très locale et réduit la température de l'air grâce à un échange thermique de l'eau sur l'air. Au-delà de son rôle hydraulique et esthétique, le parc des Aygalades a ainsi vocation à limiter l'augmentation de la température en ville.

Afin d'évaluer l'impact climatique du projet, un partenariat a été conclu avec Météo-France pour créer un modèle analytique adapté.

La période de référence retenue est celle de 2030. Les épisodes caniculaires identiques à celui de 2003 devraient y être plus fréquents et plus longs, avec une température moyenne de l'ordre de + 2,1°C amplifiant notamment les risques sanitaires pour les plus fragiles.

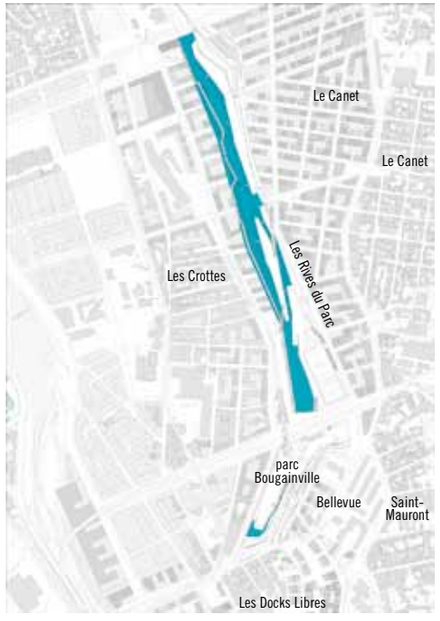
Le nouveau modèle de calcul créé à cette occasion est établi sur une maille de 125 m de côté renseignée par plus de 80 indicateurs de volumétries, textures, matériaux, usages et occupations, tant dans les bâtiments que l'espace public.

L'évaluation du projet versus l'aménagement actuel sur une période d'une semaine en cycles diurnes et nocturnes confirme le bien-fondé du parti d'aménagement : une réduction des températures internes au projet de 1 à 6°C en fonction des sites et des conditions extérieures sur l'intégralité du projet. Le parc occupe une place centrale dans le dispositif avec un impact maximum sur une bande de 150 m au-delà de ses rives couvrant plus du tiers du territoire d'ÉcoCité.

L'incidence sur les consommations énergétiques des constructions est également directement impactée en limitant le recours aux dispositifs techniques de conditionnement d'air, luttant indirectement contre la précarité énergétique des plus démunis. L'îlot de chaleur aggravant les effets néfastes de certains polluants atmosphériques, le projet concourt à réduire les risques sanitaires pour les plus fragiles.

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com



Inondabilité crue centennale.
100-year flood zone.
François Leclercq – Architectes urbanistes.

Inondabilité crue trentennale.
30-year flood zone.
François Leclercq – Architectes urbanistes.

Inondabilité étiage bas.
Floodable area for low water levels.
François Leclercq – Architectes urbanistes.

Inondabilité étiage haut.
Floodable area for high water levels.
François Leclercq – Architectes urbanistes.

La biodiversité végétale et des milieux liés au ruisseau

Le parc doit constituer un réservoir de nature en ville où différents milieux plus ou moins jardinés coexistent. La biodiversité est recherchée dans un nouvel écosystème, compromis entre restitution de milieux existants, spontanés bien que déjà artificialisés au cours du temps et création pure compatible avec les usages « urbains ».

Elle est portée par une gestion écologique urbaine, économiquement viable, selon deux principes essentiels :

— la création d'habitats méditerranéens, plantés de végétaux autochtones susceptibles de s'associer facilement aux végétaux spontanés et favorisant la vie animale « sauvage » ; ils demandent moins d'entretien, car ils sont adaptés aux conditions climatiques ;

— l'orientation des processus d'entretien permettant de pérenniser les écosystèmes installés en assurant la permanence des strates arborée, arbustive et herbacée.

Les milieux proposés dans le parc sont en adéquation avec son profil en long, en creux, et son exposition. En effet, la morphologie et la dissymétrie des rives, quant à l'altimétrie et l'orientation, donne leur caractère à chacune. La rive gauche du ruisseau est la plus haute, parfois escarpée : exposée à l'ouest et nord-ouest, c'est une rive sèche et ombragée. Tandis que la rive droite du ruisseau, plus basse, favorise la présence de l'eau et des milieux frais.

Les milieux sont associés aux débits des différents étiages afin d'adapter ceux-ci aux variations de vitesse du ruisseau. L'idée est de recréer des milieux témoignant de la présence de l'eau, depuis la mare en passant par les pelouses marécageuses ou les formations à hautes herbes en lisière de boisements frais et enfin la chênaie pubescente.

Sur les 15 ha de parc, seuls 3 (soit 20 %) sont constitués de prairie (dont terrains de sport et aires de jeux), les 80 % restants sont dédiés à l'eau et aux différents milieux végétalisés.

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

La confluence entre la Garonne et l'Ariège, projet de réserve naturelle régionale.
The confluence of the Garonne and the Ariège, a project for a regional natural reserve.
Photo aérienne Grand Toulouse.

S'ensuit un projet où l'accessibilité est gérée et organisée pour une évacuation depuis la route départementale non inondable longeant le site, des constructions qui, suivant les variations du terrain, sont entièrement ou partiellement sur pilotis, construites sur une même horizontale invisible (la ligne des plus hautes eaux), des bâtiments fragmentés laissant un minimum de prise à l'eau.

Côté Garonne, le réaménagement est l'occasion de continuer la grande promenade territoriale du Parc Garonne et de préserver des terrains plus inondables en tant qu'espaces naturels protégés.

Plus à l'amont de la Garonne, vers la commune de Portet sur Garonne, aux portes de l'agglomération, se trouve une zone majeure de divagation du fleuve, à la confluence avec la rivière Ariège. Ces terres aux abords souvent recomposés par les changements de lit du fleuve ont été longtemps abandonnées. Le fleuve est difficilement accessible, entouré d'une ripisylve importante ; les visiteurs de limitent à quelques pêcheurs et les aménagements à des pontons dans des sites rares.

Ce grand réservoir de biodiversité est aujourd'hui l'objet d'un projet de réserve naturelle régionale « Confluences » porté par l'association Nature Midi-Pyrénées. Parallèlement à ce projet, la rénovation du château Berthier, sur la pointe de la Confluence, est à l'étude pour la mise en place d'animations culturelles et d'activités liées à la protection et à la mise en valeur de l'environnement.

Ainsi, ce territoire régulièrement inondable, après avoir été un « non-lieu » et une source de dangers, est reconnu comme un site exceptionnel, aménagé à la fois pour sa visite et sa protection.

Les évolutions urbaines face au risque d'inondation se sont donc construites dans l'agglomération toulousaine à la fois par les questionnements plus forts sur les protections, engendrant de nouvelles interdictions, négociations et résolutions, mais aussi par une attention plus importante aux problématiques environnementales donnant une valeur de biodiversité et de richesse agricole aux territoires inondables. L'hydrologie et la façon dont les sites sont

Divagation de la Garonne.
Shifting of the Garonne.
Photo Didier Taillefer.

façonnés par l'eau commencent à faire partie intégrante des choix d'aménagement, comme sur le site de l'Oncopole. À l'avenir devrait se renforcer cette attitude : vivre avec la possibilité de débordement ponctuel des eaux plutôt que de tenter de l'éloigner toujours plus.

Dans le même temps, le risque reste insuffisamment perceptible dans l'imaginaire des urbains et dans une société du présent, le travail de la collectivité reste encore très important à mener sur la prévention.

Enfin, si aux XIXe et XXe siècles, les projets ont essentiellement concerné l'endiguement et la construction, le Grand Parc Garonne a commencé à donner une dimension territoriale et paysagère aux stratégies liées aux zones inondables. C'est certainement à cette échelle et dans les territoires périurbains que s'élaboreront demain un rapport renouvelé entre la ville et son fleuve, dans toute son épaisseur, non seulement le lit mineur, mais aussi le lit majeur, celui de la mémoire de l'inondation.

Philippe Delerm résume à sa manière la relation au fleuve : « Aller à Garonne, c'est infiniment plus qu'aller au bord de la Garonne. Pas besoin d'un article. À Garonne comme on dirait à Brocéliande, sous l'emprise d'un pouvoir. Pas sur la rive, mais dans tout un royaume voué au fleuve [1]. »

[1] Philippe Delerm, *À Garonne*, Paris, Éditions Nil, 2006.

NICOLAS GILSOUL

THE UNDERWATER CITY

In these times of Sandy, Katrina and Fukushima, popular culture insistently immerses us in superhero worship. From Gotham City to Metropolis, we see urban populations saved by mutants, spider-men and righters-of-wrong going by such names as Storm and Aquaman. Most of these characters use cutting-edge technology to tackle colossal threats to the planet. In the same vein, the controversial Mose Project is meant to safeguard the future of Venice by 2016, by closing it off behind enormous steel gates on hydraulic cylinders. Our cities are stretching their inventiveness to find responses to the forces of this new era and are becoming hybrid, resilient environments with super powers. Mangrove cities, floating metal flowers, thalweg highways, porous ground surfaces, sponge parks, skyscraper dykes and suspended aquafarms are among the ideas being developed. While some of these projects are still only dreams, most of the very recent ones presented here are actually being implemented.

The first section of this work reviews the dramatic upheaval taking place globally and the changing attitudes of city authorities, while the second section explores five recurring strategies by examining some two dozen projects, mostly from outside of Europe. Finally, the third section seeks to look beyond technical innovation and reveal several small revolutions in the making of cities.

Immersion

The face of our earth is changing. Hundreds of satellites with their insatiable hunger for observation offer a silent testimony of new islands, sprawling metropolises, growing deserts, continents of floating plastic, shrinking forests and wetlands, and light pollution.

In the Yukon river valley in Alaska, rivers meander through the tundra to the Bering Sea which is constantly dividing into branches under the effect of the melting permafrost. Further to the east beyond the deep waters of the North Pacific is Japan's Taiheiyo Belt, a sprawling metropolis with a population of 105 million. This short section of typhoon- and earthquake-prone coastline stretches from the north of Ibakari to the south of Fukuoka, jutting in and out in a series of man-made angles. Between the Ganges and the Brahmaputra, 140 million inhabitants jostle for space on the largest delta in the world. Due to global warming, the erosion of upstream banks and groundwater depletion, the delta is slowly sinking below the level of the sea, taking Dhaka and Calcutta with it.

Compared with 20 years ago, the earth's population is not only greater but also more vulnerable. Katrina cost 200 billion dollars; Fukushima cost 150 billion and altered Japan's position on nuclear power.

We are bombarded on a daily basis with images of the power of nature as it sweeps away, overturns, eats up and engulfs the earth. We see grey tsunamis, green coatings of algae and shiny black oil slicks. Today's art and fiction are an extension of this reality and feed our fantasies. In film, three main perspectives have emerged in response to our planet's situation:

Take Shelter[1] explores the contagious hysteria caused by storms in the US. *Oblivion*[2] invents a hybrid urban landscape from nostalgic imagery of a lost Eden. *Beasts of the Southern Wild*[3], which is set in the heart of Katrina-stricken Mississippi, promises a future for those who have learned to live with water and the associated imaginary world.

Politicians, leaders and other decision-makers are promising city dwellers a new and harmonious union with nature which they are desperately lacking. In Punggol[4], Singapore, Jacques Ferrier is building an appealing new town near the Malaysian border. In Egypt, the

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/
www.editionsparentheses.com

Image extraite du film Oblivion, de Joseph Kosinski, 2013.
Image from the film Oblivion by Joseph Kosinski, 2013.
Joseph Kosinski, Universal.

Photogrammes du film *Les bêtes du sud sauvage*, de Benh Zeitlin, 2012.
Image from the film Beasts of the Southern Wild by Benh Zeitlin, 2012.

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

Projet Superbowl, aménagement urbain des coteaux du réservoir.
View of the new settlement of the shoulder of Superbowl.
Pitupong Chaowakul / Supermachine studio,

C'est une ville amphibie et autonome pouvant accueillir et nourrir jusqu'à 1 million d'habitants. À la dérive dans le Pacifique, sur la ligne de l'Équateur, là où les conditions climatiques et maritimes sont les plus optimales, l'île artificielle de 3 km de diamètre peut déployer un bouclier de 100 m de hauteur pour se protéger de la submersion en cas de typhon.

Le Mur

La deuxième stratégie dresse entre les flots et la ville une barrière toujours plus haute et plus épaisse, un mur d'enceinte qui protège un temps les citadins. La montée des eaux, le coût de mise en place et de gestion de ces ouvrages en pleine crise économique et sociale planétaire modifient aujourd'hui la pensée même du mur. La digue s'épaissit plutôt qu'elle ne s'élève indéfiniment. Elle devient un nouveau milieu à coloniser par l'humain et l'inhumain, ralentissant ou retenant les eaux par ailleurs recyclées, dépolluées, filtrées. La barrage n'est plus une ligne, mais une épaisseur, une infrastructure paysagère de services pour la cité.

Ayutthaya, capitale historique de Thaïlande, vit au rythme de l'eau depuis le XIVe siècle. La plaine du fleuve Chao Phraya, grignotée par les industries et l'agriculture intensive, subit en 2011 une inondation d'une nouvelle envergure : 36 000 millions de m^3 d'eau engloutissent la ville. Plusieurs projets voient cet aléa puissant comme une nouvelle opportunité économique, et développent un système de polders-réservoirs surélevés dont les digues artificielles sont habitées, parcourues de métros et cultivées à l'image du projet Superbowl [11] de Nakornsawan.

Constitucion [12], à 300 km de Santiago au Chili, est frappée par un tsunami en 2010. Plus de 10 % du Pib part en fumée. Le schéma directeur de reconstruction envisage alors comme première ligne de défense côtière une

Madrid Rio, ville de Madrid, 2006-2011.
Madrid Rio, city of Madrid, 2006-2011.
West 8

épaisseur boisée sur un nouveau cordon dunaire. Le dispositif est complété par un réseau d'évacuation des eaux, un reprofilage de la rivière et des prescriptions de pilotis pour les constructions à venir.

L'Éponge

La troisième stratégie évoque la capacité d'absorption et de rétention d'une éponge. Elle profite du désir de nature des villes et des demandes de nouveaux espaces publics pour fabriquer un socle poreux. Les berges y accueillent désormais l'expansion des crues. Les rivages invitent les marées et se jouent du phénomène de marnage. L'Eponge induit d'autres programmes et permettent l'apparition de nouveaux usages urbains.

Lancé en 2007, le projet Madrid Rio [13] entre dans sa troisième phase : réhabiliter les quartiers autour des nouvelles berges de la rivière Manzanares. Le gouvernement et la ville y ont enfoui 340 millions d'euros et 43 km d'autoroute périphérique pour retrouver le contact avec la rivière. Les 725 000 m^2 de parkings sauvages et de délaissés sont devenus autant d'espaces publics permettant notamment l'expansion et la rétention des eaux dans un schéma à l'échelle territoriale anticipant la densification de la ville.

Seattle, la porte de l'Alaska, cherche à se recentrer sur sa baie et retrouver le contact vivant du Pacifique. Le nouveau visage d'Elliott Bay [14], grand terminal portuaire industriel, est prévu pour 2018. Un vaste réseau d'espaces publics et de parcs poreux descend des collines jusqu'aux huit nouveaux fronts de mer. Leurs topographies hybrides accueillent les eaux et mettent en scène ruissellements et marées.

L'Étagement

La quatrième stratégie met hors d'eau au moyen d'un socle rehaussé, du pilotis architectural aux collines paysagères. La ville monte à l'étage pour se protéger des inondations. Elle invente sous ces nouvelles altitudes un nouveau rapport au sol et à l'horizon. Contrairement à une simple mise à distance, elle intègre l'eau et les terres basses comme un outil profitable à la cité, déclinant par exemple une agriculture alternative ou une climatisation naturelle dans les îlots de chaleur des grandes villes tropicales.

[11] Superbowl reservoir, Nakornsawan, Thaïlande, Supermachine studio, 2010, projet.
[12] Schéma directeur de reconstruction durable de Constitution, Chili, Elemental SA/Arup/Universidad de Talca, 2012, en cours de réalisation en 2014.
[13] Madrid Rio, Espagne, West8, début 2011, réalisé, phase 3 en cours en 2014.
[14] Elliott Bay, Seattle, États-Unis, James Corner Field Operation, 2011, projet.

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/
www.editionsparentheses.com

BIBLIOGRAPHIE

Alberts, F., « Ruimte voor de Rivier : trendbreuk en meervoudige kwaliteitsopgave », in Hidding, M., Vlist, van der M. (eds.), *Ruimte en water — planningsperspectieven voor de Nederlandse delta*, La Haye, SDU Uitgevers, 2009, pp. 69-90.

Andrews, K., « Amphibious houses for rising water levels », *Inhabitat*, 2007 [en ligne].

Arab, N., « La coproduction des opérations urbaines : coopération et conception », *Espaces et Sociétés*, n° 105-106, 2011, pp. 57-81.

Barroca, B., Hubert, G., *Urbaniser les zones inondables, est-ce concevable ?*, Développement durable et territoires, dossier 11, Catastrophes et territoires, 2008.

Barroca, B., Serre, D., Youssef, D., « Le concept de résilience à l'épreuve du génie urbain », *VertigO*, vol. 12, n° 2, septembre 2012.

Barredo, J.I., Salamon, P., Feyen, L., Dankers, R., Bodis, K., De Roo, A., « Flood damages potential in Europe », JRC European Commission, 2008.

Beck, U., *La société du risque : Sur la voie d'une autre modernité* [1986], Paris, Flammarion, coll. « Champs », 2001.

Brinke, W., Jonkman, B., Kustveiligheid en ruimte, in Hidding, M., Vlist, van der M. (eds.), *Ruimte en water, planningsperspectieven voor de Nederlandse delta*, La Haye, SDU Uitgevers, 2009, pp. 31-47.

Camp'huis, N.-G, Ledoux, B., « Peut-on vraiment reconstruire les mégapoles après une inondation généralisée ? Les leçons de la Nouvelle-Orléans deux après », Paris, École des Mines, Éditions Eska, 2008, 1, n° 49.

Centre européen de prévention du risque inondation (Cepri), « Un logement "zéro dommage" face au risque d'inondation est-il possible ? », Orléans, 2009, multig.

Cepri, *Le bâtiment face à l'inondation, Diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité, Guide méthodologique*, Orléans, 2010.

Cepri, *Bâtir un plan de continuité d'activité d'un service public, Les collectivités face au risque d'inondation*, Orléans, 2011.

Coyle, S. J., *Sustainable and Resilient Communities: A Comprehensive Action Plan for Towns, Cities, and Regions*, Londres, John Wiley & Sons, 2011.

Delta Works Online Foundation, « Water Nature People Technology », 2009.

Department of Environment, Food & Rural Affairs, « The Government's Response to Sir Michael Pitt's Review of the summer 2007 Flood », *Final Progress Report*, 2012, multig.

Dreiseitl, H., Grau, D., *New Waterscapes : Planning, Building and Designing with water*, Bâle, Birkhäuser, 2009.

Findings of the Deltacommissie, « Working together with water, a living land builds for its future », 2008 [ressource internet].

Garry, G., Meschinet de Richemond, N., Veyret, Y. (dir.), *Risques naturels et aménagement en Europe*, Paris, Armand Colin, 2004.

Guerrin, J., « Le développement durable comme légitimation de l'action publique, Le cas des inondations du Rhône, irstea Montpellier », 2013, multig.

Haasnoot, M., Middelkoop, H., Van Beek, E., Van Deursen, W., « À method to develop sustainable water management strategies for an uncertain future », *Sustainable development*, vol. 19, 2011, pp. 369-381.

Hinborch, M., *Flood defence town Centrum Dordrecht* (Dordrecht centre, un modèle de lutte contre les inondations), thèse Université de Technologie de Delft, 2010, multig.

Hoss, F., Jonkman, S.N., Maaskant, B., « À comprehensive assessment of multilayered safety in flood risk management, The Dordrecht Case study », 5th International Conference on Flood Management, Tokyo, 2011, multig.

Howe, C., Mitchell, C., *Water Sensitive Cities (Cities of the Future)*, Londres, IWA Publishing, 2011.

International Strategy for Disaster Reduction, « Hyogo Framework For Action 2005-2015. Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters », *Mid-Term Review* 2010-2011.

Isoard, S., Winograd, M., *Adaptation in Europe. Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments*, European Environment Agency, 2013.

Jonkman, B., Kok, M., Vrijling, H., « Flood-risk Assessment in the Netherlands, a case study for dike ring South Holand », *Risk Analysis*, 28/5, 2008, pp. 1357—1373.

Klijn, F. (*et al.*), « Design quality of room-for-the-river measures in the Netherlands : role and assessment of the quality team (Q-team) », *International Journal of River Basin Management*, vol. 11, nº 3, 2013.

Kwadijk, J.-C.-J. (*et al.*), 2010 : « Using adaptation tipping points to prepare for climate change and sea level rise : a case study in the Netherlands », *Wiley Interdisciplinary Reviews : Climate Change*, Wiley and Sons, vol. 1, nº 5, 2010, pp. 729-740.

Laganier, R., *Territoires, inondation et figures du risque : La prévention au prisme de l'évaluation*, Paris, L'Harmattan, 2006.

Lee, E., « Dutch floating homes, Dura Vermeer », *Inhabitat*, 2007 [en ligne].

Lhomme, S., Serre, D., Diab, Y., Laganier, R., « Les réseaux techniques face aux inondations ou comment définir des indicateurs de performance de ces réseaux pour évaluer la résilience urbaine », *Bulletin de l'association des géographes français*, 2010, pp. 487-502.

Lohrer, A., *Designing With Water*, Bâle, Birkhäuser, 2008.

Meyer, H., Bobbink, I., Nijhuis, S., *Delta Urbanism : The Netherlands*, Chicago, APA Planners Press, 2010.

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, « Principaux enseignements de la première évaluation des risques d'inondation sur le territoire français : EPRI 2011 », juillet 2012.

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, « Bilan de l'activité de la CMi et des Instances Locales, juillet 2011 à mai 2013 », juin 2013.

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, « Stratégie nationale de gestion des risques d'inondation », 2013.

Moulin, E., « Vivre avec l'inondation à Paris et Hambourg, Comparaison des formes d'intégration du risque d'inondation dans l'élaboration des projets urbains », Université Paris-Est, leesu, 2013, multig.

Moulin, E., Deroubaix, J.-F., Hubert, G., « La constructibilité des zones inondables ou la négociation territoriale de la règle », *Géocarrefour*, vol. 88-3, 2013, pp. 173-182.

Nillesen, A.-L., Singelenberg, J., *Amphibious Housing in the Netherlands*, Rotterdam, nai Publishers, 2011.

OCDE, « Étude de l'OCDE sur la gestion des risques d'inondation de la Seine en Île-de-France », présentée le 24 janvier 2014.

Olthuis, K., Keuning, D., *Float : Building on Water to Combat Urban Congestion and Climate Change*, Amsterdam, Frame Publishers, 2010.

Pelling, M., Blackburn, S., *Megacities and the Coast, Risk, Resilience and Transformation*, Londres, Routledge, 2013.

Péré, A., *Toulouse Territoire Garonne, Habiter en bord du fleuve*, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, 2012.

Peuch, E., « Les évacuations de masse aux Pays-Bas. Rapport sur les échanges d'experts européens du 22 octobre 2011 à la Haye », 2011, multig.

Pinson, G., *Gouverner la ville par projet, Urbanisme et gouvernance des villes européennes*, Paris, Presses de Sciences Po, 2009.

Proverbs, D.G., Mambretti, S., Brebbia, C.A., De Wrachien, D., *Flood Recovery, Innovation and Response III*, Southampton, WIT Press, 2012.

Reeder, T., Ranger, N., « How do you adapt in an uncertain world ? Lessons from the Thames Estuary 2100 project », World Resources Report, Washington DC, 2011.

Rijke, J. (*et al.*) « Room for the River : delivering integrated river basin management in the Netherlands », *International Journal of River Basin Management*, vol. 10, nº 4, 2012.

Ryan, Z., *Building With Water*, Bâle, Birkhäuser, 2010.

Scarborough, V.L., *The Flow of Power: Ancient Water Systems and Landscapes*, Santa Fe, School of American Research Press, 2003.

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/
www.editionsparentheses.com

Sénat, « Mission d'information sur les inondations dans le Var et le Sud-Est de la France — Rapport d'information de M. Pierre-Yves Collombat, sénateur du Var », septembre 2012.

Serre, D., Barroca, B., Laganier, R., *Resilience and Urban risk Management*, Leyde, CRC Press/Balkema, 2012.

Toubin, M., Lhomme, S., Diab, Y., Serre, D., Laganier, R., « La Résilience urbaine : un nouveau concept opérationnel vecteur de durabilité urbaine ? », *Développement durable et territoires*, vol. 3, n°1, 2012.

Van Drimmelen, C., Koeze, R., Monchen, E., « Waterproof Amsterdam », *Amsterdam, city of water. A vision for water, safety and rainproofing*, City of Amsterdam, Department of Physical Planning, juillet 2013, pp. 14-24.

Ven, F. van de, Luyendijk, E., De Gunst, M. (*et al.*), *Waterrobuust Bouwen : de kracht van kwetsbaarheid in een duurzaam ontwerp*, Rotterdam, Beter Bouw- en Woonrijp Maken/ SBR, 2009.

Vinet, F., *Le risque inondation, Diagnostic et Gestion*, Paris, Éditions Lavoisier, 2010.

Watson, D., Adams, M., *Design for Flooding : Architecture, Landscape and Urban Design for Resilience to Climate Change*, New York, Wiley, 2010.

Webler, H., Geiss, P., Redeker, C., Schernikau, R., *Hochwasserangepasstes Planen und Bauen im* Zollhafen *Mainz*, Wasser und Abfall, 2010.

White, I., *Water and the City : Risk, resilience and Planning for a Sustainable Future (Natural and Built Environment series)*, Londres, Routledge, 2010.

Wybe, K., *Transforming with water : Proceedings of the 45th World Congress of the International Federation of Landscape Architects (Ifla)*, Wageningen, Techne Press, 2008.

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

LES AUTEURS

Bauduceau Nicolas, est ingénieur-agronome, économiste, et actuellement directeur scientifique et technique du Centre européen de prévention du risque d'inondation (Cepri). Il est impliqué dans un certain nombre de projets et d'instances à l'échelle internationale.

> Bauduceau Nicolas is an agricultural engineer, economist and currently the scientific and technical director for the European Center for Flood Risk Prevention (Cepri). He works with a number of international organisations and is involved on projects around the world.

Brocard Gilles, est ingénieur territorial au Grand Lyon, en charge de la gestion des risques naturels et technologiques. Géographe (DEA « Interfaces Hommes Nature » à l'Université Lumière Lyon II), son parcours l'a conduit à intervenir sur la gestion des risques d'inondation, sur la gestion intégrée de la zone côtière méditerranéenne et plus récemment, sur la gestion des risques industriels.

> Brocard Gilles is a public engineer for Greater Lyon in charge of natural and technological risk management. With a Master of Advanced Studies (DEA «Interfaces Hommes Nature») from the Université Lumière Lyon II in geography his career path has led him to work in the areas of flood risk management, integrated management for the Mediterranean coast and most recently, industrial risk management.

Chaptal Magali, est géographe, directrice d'études à l'Agence d'Urbanisme Région nîmoise et alésienne.

> Chaptal Magali is a geographer and head of research at AUDRNA (Urban planning office for the Nîmes and Alès region).

Chelkowski Xavier, est écologue-urbaniste à l'Agence d'urbanisme de la région Flandre-Dunkerque (Agur). Il a en charge les questions environnementales et plus particulièrement les thématiques risques, changement climatique et biodiversité. Il co- anime le groupe Eaux du Groupement européen de coopération territoriale (GECT) West-Vlaanderen / Flandre – Dunkerque – Côte d'Opale.

> Chelkowski Xavier is an urban ecologist at the Agur (urban planning office for the Flandre-Dunkerque region). He is in charge of environmental matters and more particularly hazards, climate change and biodiversity. He co-chairs the Water group for the European grouping of territorial cooperation (GECT) for West-Vlaanderen-Flandre-Dunkerque-Côte d'Opale.

Geiling Franck, est architecte-urbaniste, diplômé de l'École d'architecture de Marseille et titulaire d'un master en développement économique. Il a exercé au caue des Bouches-du-Rhône avant d'intégrer l'EPA Euroméditerranée dont il assure aujourd'hui la Direction de l'Architecture, de l'Urbanisme et du Développement Durable. Il a enseigné le projet urbain à l'École d'Architecture de Marseille, l'Institut d'Aménagement Régional ainsi qu'au Politecnico de Turin et anime un réseau d'aménageurs du bassin méditerranéen.

Geiling Franck is an architect and urban planner. He is a graduate of the ensA-Marseille architecture school and has a Masters in Economic Development. He worked for the caue Bouches-du-Rhône before joining EPA Euroméditerranée where he is director of the architecture, urban planning and sustainable development division. He teaches a course on the urban project at the ensA-Marseille architecture school and the Politecnico di Torino in Italy and coordinates a network of planners in the Mediterranean Basin.

Gersonius Berry, est maître de conférences auprès de l'Unesco-ihe, spécialiste de la prévention contre les inondations en milieu urbain. Son travail recouvre la formation, la recherche et le renforcement des capacités en matière de gestion des risques liés à l'eau. Il conseille également la cité de Dordrecht en tant qu'expert des eaux pluviales et des questions de sécurité liées aux inondations. Il est membre du programme régional Delta de la région Estuaire du Rhin-Drechtsteden.

Gersonius Berry, is senior lecturer in Urban Flood Resilience at Unesco-ihe. The scope of his work covers education, research and capacity building on the management of water-related hazards. He is also an expert on flood safety and stormwater for the City of Dordrecht and a member of the regional Delta Programme Rhine Estuary-Drechtsteden.

Gilsoul Nicolas, est architecte et paysagiste. Docteur en sciences, il est professeur à l'École nationale supérieure du paysage de Versailles. En 2011, la Cité de l'architecture et du patrimoine de Paris l'invite comme commissaire et scénographe de l'exposition « La Ville Fertile », laboratoire prospectif de nouvelles alliances hybrides entre ville et nature.

Gilsoul Nicolas is architect and landscape designer, doctor of science and lecturer at the ensp Versailles landscape architecture school. In 2011, the Cité de l'architecture et du patrimoine in Paris invited him to be curator and scenographer for the exhibition, "La Ville Fertile" (fertile city) which examines the new hybrid alliances between the city and nature.

Hubert Gilles, est professeur en aménagement de l'espace et urbanisme au département Génie Urbain de l'Université Paris-Est-Marne. Il est chercheur au Lab'Urba. Ses travaux portent sur la perception des risques naturels par les acteurs locaux et leur intégration dans les pratiques urbaines.

Hubert Gilles is a lecturer of spatial planning and urbanism in the civil engineering department at the upem (Université Paris-Est Marne-la-vallée). He works as a researcher for Lab'Urba. His work focusses on natural hazards as they are perceived by local stakeholders and how to incorporate them into urban practices.

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/

www.editionsparentheses.com

Kelder Ellen, est conseiller en stratégie et chef de projet chargé de l'eau, auprès de la cité de Dordrecht. Elle dirige le projet néerlandais Living with water (vivre avec l'eau), le projet ufm (Urban Flood Management, gestion des inondations urbaines), ainsi que le projet européen Interreg Mare (Managing Adaptive REsponses to changing flood risks, gestion des réponses adaptatives face à l'évolution des risques d'inondation). Depuis 2013, elle est à la tête du projet européen Interreg Camino (Climate Adaptation Mainstreaming through Innovation, gestion innovante de l'adaptation au changement climatique). Depuis cinq ans, elle s'associe au Programme Delta.

Kelder Ellen, is a strategic advisor and the Water Programme Manager for the City of Dordrecht. She has worked as a project leader on the "Dutch Living with Water" project (ufm, Urban Flood Management) and the EU Interreg project Mare (Managing Adaptive Responses to Changing Flood Risks). Since 2013, she has been coordinating the EU Interreg project Camino (Climate Adaptation Mainstreaming through Innovation). For the past five years she has been assigned to work for the Dutch Delta Programme one day a week.

Marie Jean-Baptiste, est architecte-urbaniste, secrétaire scientifique de la Plateforme d'observation des projets et des stratégies urbaines (Popsu). Il est maître-assistant associé à l'École nationale supérieure d'Architecture de Normandie. Ses recherches portent sur le pilotage de l'innovation dans les projets architecturaux et urbains.

Marie Jean-Baptiste is an architect, urban planner and the scientific secretary for the Popsu platform. He is a guest lecturer at the Normandie Université architecture school. His research concerns innovation management in architectural and urban projects.

Metivier Nathalie, est chargée de projet réduction de la Vulnérabilité, Ville de Nimes.

Metivier Nathalie is a project manager in charge of vulnerability reduction for the city of Nîmes.

Mounis Sylvie, est directrice de l'Urbanisme, Ville de Nîmes.

Mounis Sylvie is the director of urban planning for the city of Nîmes.

Nillesen Anne Loes, est architecte et urbaniste et dirige le cabinet d'urbanisme Defacto Urbanism, dont elle est la fondatrice. Maître de recherches à l'université de technologie de Delft, au sein du groupe de recherche « Delta Urbanism », elle est à l'origine de la formation diplômante interdisciplinaire « Delta Interventions », au sein de laquelle elle enseigne.

Nillesen Anne Loes, architect and urban designer. She is the founder and director of the urban design office Defacto Urbanism. She is also a senior researcher at Delft University of Technology, in the 'Delta Urbanism' research group, and founder and teacher of its interdisciplinary Delta Interventions graduation studio.

Péré Anne, est architecte, urbaniste diplômée de l'École nationale des ponts et chaussées, fondatrice et associée de l'agence Urbane. Elle enseigne à l'École nationale supérieure d'architecture de Toulouse, dans le domaine « ville et territoire ». Elle a publié différentes recherches et articles sur la politique de la ville et les échelles de l'habiter. Ses travaux s'orientent actuellement sur les rapports ville-nature (programme européen Naturba et publication de l'ouvrage *Toulouse Territoire Garonne*, *Habiter en bord du fleuve*, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, 2012).

Péré Anne is architect and spatial planner and a graduate of the Ecole nationale des ponts et chaussées engineering school. She is a founder and associate of Urbane and teaches about the «city and territory» at ensat architectural school in Toulouse. She has published a variety of research articles on city policy and scales of living. Her work now concentrates on the relationship between the city and nature through the European Naturba programme and the book *Toulouse Territoire Garonne, Habiter en bord du fleuve* (Toulouse: Presses Universitaires du Mirail, 2012).

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/
villes inondables

Piel Christian, est urbaniste, hydrologue, fondateur en 1995 et dirigeant de l'agence de paysage Composante Urbaine spécialisée dans l'intégration et la valorisation de l'eau en milieu urbain. Il encadre deux ateliers sur l'urbanisation des zones inondables, à l'ensap de Lille, et à l'eivp à Paris.

Piel Christian is an urbanist and hydrologist. In 1995 he founded a landscape design office, Composante Urbaine, which is specialised in integrating water in urban environments and using it to improve the urban landscape. He teaches two workshops about urban development in flood zones at the ensap Lille and the eivp in Paris.

Pillonel Olivier, est chargé de mission au sein du service Stratégies d'Agglomération du Grand Lyon, et intervient sur les questions liées au fleuve. Diplômé de l'Institut d'Urbanisme de Paris, il a été directeur des services techniques d'une société d'économie mixte et responsable du développement d'un grand parc périurbain.

Pillonel Olivier is a research officer for issues relating to the river in the Stratégies d'Agglomération department for Greater Lyon. He is a graduate of the Institut d'Urbanisme de Paris and has worked as the director of technical services for a semi public company and the head of development for a large peri urban park.

Renouf Élodie, est chargée de mission au sein de la Direction de l'eau du Grand Lyon. Elle est en charge des partenariats avec les structures de bassin versant et pilote les stratégies de la collectivité sur la gestion des zones inondables et des milieux aquatiques. Ingénieur en hydraulique (ens Eau Énergie Environnement, Grenoble), elle porte un regard d'expert sur les risques d'inondation en France et en Europe.

Renouf Élodie is a project manager for the Greater Lyon water department. She oversees partnerships with organisations in the catchment area and manages the local body's strategies for flood zones and aquatic environments. She is a hydraulic engineer (ens Eau Energie Environnement, Grenoble, France) who works as an expert consultant on flood risk in France and the rest of Europe.

Saulnier Damien, est chargé d'études au sein de l'Agence d'urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise. Ses missions couvrent différents champs de l'environnement : urbanisme durable, gestion de l'eau et mise en valeur des fleuves, énergie et changement climatique. Géographe (dea « Interfaces Nature et Sociétés » à l'Université Lumière Lyon II), il intervient comme expert dans les domaines de la planification urbaine et de l'aménagement.

Saulnier Damien is a research officer for the urban planning office for the development of the greater Lyon area (l'Agence d'urbanisme pour le développement de l'agglomération lyonnaise). His tasks include various environmental fields: sustainable urban development, water management, river development and energy and climate change. With a Master of Advanced Studies (dea "Interfaces Hommes Nature") from the Université Lumière Lyon II in geography, he works as an expert consultant in areas of urban planning and development.

Terrin Jean-Jacques, architecte, docteur en architecture, directeur de recherche hdr, chercheur associé au Lab'Urba, université Paris-Est et au LéaV, école d'architecture de Versailles ; partenaire du Groupe de recherche IF, faculté de l'aménagement de l'université de Montréal ; professeur associé au département d'architecture de l'université polytechnique de Tirana ; expert auprès du programme européen Urbact.

Terrin Jean-Jacques is architect, doctor in architecture, professor emeritus, associated to Lab'Urba, University Paris-Est and to LéaV, School of Architecture at Versailles; collaborates regularly with the Research Group IF, University of Montreal; associated professor at the Department of Architecture of the Polytechnic University of Tirana; expert for the EU program Urbact.

Tual Annick, est ingénieur en chef, directrice Environnement, Planification Spatiale et Espaces Naturels à la Communauté Urbaine de Dunkerque.

Tual Annick is chief engineer and the director of the environment, spatial planning and natural areas for the urban community of Dunkirk.

www.editionsparentheses.com

Van Veelen Peter, est urbaniste en chef auprès de la municipalité de Rotterdam. Il est responsable de l'élaboration d'une démarche climatique évolutive dans la prévention des risques d'inondation, qui fait partie intégrante de la stratégie d'adaptation de Rotterdam. Chercheur auprès de l'université de technologie de Delft, il travaille au développement de concepts spatiaux et à l'intégration de la prévention des inondations au sein des processus de développement urbain.

Van Veelen Peter, is a senior urban planner at the City of Rotterdam, department of urban planning. He is responsible for the development of a climate-adaptive flood risk strategy for the flood prone areas, as part of the Rotterdam Adaptation Strategy. As a part-time PhD researcher at the TU Delft he is working on developing spatial concepts and planning strategies of integrating flood risk strategies with urban development processes.

Webler Heinrich, est ingénieur consultant dans le domaine de la gestion de l'eau et du risque de crue. Son bureau, situé à Mayence, est spécialisé dans la protection contre les crues, la prévention du risque et la construction adaptée aux crues dans les zones fluviales présentant un risque d'inondation.

Webler Heinrich is an engineering consultant in the field of water and flood risk management. His office, located in Mainz, is specialised in flood protection, risk prevention and flood resilient development in fluvial flood-prone areas.

SOMMAIRE / *CONTENTS*

Jean-Jacques Terrin
RENOUVELLEMENT DES APPROCHES URBAINES FACE AUX INONDATIONS 12
RENEWAL IN URBAN APPROACHES TO FLOODING 14

PROJETS DE VILLES / *CITY PROJECTS* 31

Peter van Veelen
ROTTERDAM, UN MODÈLE D'ADAPTATION AU CLIMAT 30
CLIMATE ADAPTATION ROTTERDAM 32

Berry Gersonius, Ellen Kelder
DORDRECHT, MESURES D'ADAPTATION POUR UNE VILLE RÉSILIENTE 44
ADAPTATION MEASURES FOR A RESILIENT CITY, DORDRECHT 46

Anne Loes Nillesen
PAYS-BAS, UNE NOUVELLE VISION FACE AU RISQUE D'INONDATION 60
A NEW VISION FOR CONFRONTING FLOOD RISK, THE NETHERLANDS 62

Annick Tual, Xavier Chelkowski
DUNKERQUE : RÉAPPRENDRE À VIVRE AVEC L'EAU 76
LEARNING TO LIVE WITH WATER AGAIN, DUNKIRK 78

Jean-Baptiste Marie
HAMBOURG, UN URBANISME DU RISQUE 92
RISK-INTEGRATED URBAN PLANNING IN HAMBURG 94

Heinrich Webler
MAYENCE, UNE STRATÉGIE MULTI-ACTEURS POUR LE PROJET DU ZOLLHAFEN 108
A MULTI-STAKEHOLDER STRATEGY FOR THE ZOLLHAFEN PROJECT, MAINZ 110

Gilles Brocard, Olivier Pillonel, Élodie Renouf, Damien Saulnier
LYON, NAISSANCE D'UNE POLITIQUE DU RISQUE D'INONDATION 126
THE EMERGENCE OF A FLOOD RISK POLICY, LYON 128

Magali Chaptal, Nathalie Metivier, Sylvie Mounis
NÎMES, RENOUVELLEMENT URBAIN ET RISQUE D'INONDATION 144
URBAN RENEWAL AND FLOOD RISK, NÎMES 146

Franck Geling
MARSEILLE EUROMÉDITERRANÉE, LE VALLON DES AYGALADES 160
THE VALLON DES AYGALADES, MARSEILLE EUROMÉDITERRANÉE 162

Anne Péré
TOULOUSE AU GRÉ DES INONDATIONS DE LA GARONNE 182
TOULOUSE: ADAPTING TO FLOODS IN THE GARONNE RIVER 184

REGARDS / *PERSPECTIVES* 203

Nicolas Bauduceau
RISQUE D'INONDATION ET STRATÉGIES D'AMÉNAGEMENT EN EUROPE 204
FLOOD RISK DEVELOPMENT STRATEGIES IN EUROPE 206

Gilles Hubert
VILLE ET INONDATION : UNE COHABITATION DÉLICATE 218
THE CITY AND FLOODING: AN UNEASY COHABITATION 220

Christian Piel
HYDROLOGIE ET PROJETS URBAINS 234
HYDROLOGY AND URBAN PROJECTS 236

Nicolas Gilsoul
LA VILLE ENGLOUTIE 248
THE UNDERWATER CITY 250

BIBLIOGRAPHIE 267
LES AUTEURS 273

/ Villes inondables, prévention, adaptation, résilience / ISBN 978-2-86364-237-5/
www.editionsparentheses.com