



ARCHITECTURE FLOTTANTE - HABITER ENTRE TERRE ET MER

Architecture flottante
Habiter entre terre et mer



Enoncé théorique
Master 2020-2021

Samuel Aeschimann - Nicolas Otti

Merci à

Prof. Emmanuel Rey, directeur pédagogique

Prof. Corentin Fivet, professeur observateur

Pascal Michon, maître EPFL

Nos familles pour leur éternel soutien et leur relecture attentive

Lovise Milles, Arleen Ma et Scott Collins pour leur disponibilité et leur partage d'expériences de vie sur l'eau.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	7
 PARTIE I - L'architecture flottante d'hier et d'aujourd'hui	
1.1 Perspective historique et architecture vernaculaire au contact de l'eau	13
1.2 L'imaginaire d'une vie sur l'eau	20
1.3 Aujourd'hui : entre architecture temporaire et permanente	25
1.4 Face aux enjeux climatiques et démographiques du XXe siècle	29
1.5 Synthèse : l'eau comme catalyseur	34
 PARTIE II - Les défis contemporains de l'architecture flottante	
2.1 La vie sur l'eau : de l'individu à la collectivité	40
2.2 Gestion du risque	52
2.3 Réalisation et construction	55
2.4 Réglementations	67
2.5 Composer une architecture flottante	70
 PARTIE III - Les études de cas	
IBA DOCK - Hambourg	76
Urban Rigger - Copenhague	86
Quartier Schoonschip - Amsterdam	96
 PARTIE IV - La ville d'Helsinki	
Histoire, développement urbain et enjeux de la ville	111
Site de projet - Kalasatama	128
 Conclusion	135
 Bibliographie et Iconographie	138

“No one can escape the power of water”

Terje Tvedt

Introduction

L'EAU

*...bleue, douce, pure, vive, agitée, salée, trouble, sombre,
dormante, miroitante, miraculeuse...
possède de multiples qualités bienfaisantes mais
néanmoins un caractère redoutable.*

L'eau alimente

Source incontestable de la vie sur terre, elle est essentielle à l'être humain et à la nature. Sans elle, l'humanité n'aurait jamais vu le jour. Souffle de vie, essence divine, elle sait être la muse de toutes les formes d'arts tout autour de la terre.

En mouvance perpétuelle, l'eau purifie, façonne et alimente les cycles de la vie. Dans toutes les cultures à travers le monde, l'Homme entretient une relation symbiotique avec cet élément liquide.

Léonard de Vinci a écrit :

“L'eau est la force motrice de la nature”. Lisa Baker [2, p. 78]

L'eau a également un pouvoir régénérateur. La pluie et le cycle de l'eau ont permis la production de toutes les denrées nécessaires au développement des civilisations à travers l'histoire. L'océan, berceau de l'humanité, est d'une ressource infinie et de multiples populations ont pu s'épanouir grâce à la pêche et tirer profit du commerce sur cet espace d'échange éternel.

Élément contemplatif, l'eau calme et rassure, suggère l'évasion et la méditation. ^[43]

L'eau est profondément ancrée dans la vie spirituelle et religieuse de nombreuses cultures. Grâce à sa dimension symbolique et sacrée, elle occupe une place importante dans les diverses cérémonies religieuses, telles que les mariages, les baptêmes ou les rites funéraires. ^[10]

L'eau menace

Tumultueuse, violente et déchainée, l'eau peut être déluge, puissance dévastatrice et indomptable. Les forces terrifiantes de la mer et ses vagues furibondes ont toujours entretenu les mythes et légendes des peuples qui la côtoient.

“Très tôt apparaît l'idée que l'eau s'identifie à la création tout en possédant une double image: le bien et le mal.”

Jean-Pierre Paulet [10, p.35]

Entre crainte et respect, fascination et répulsion, l'Homme et l'eau entretiennent une relation plurielle, sacrée et symbiotique. Toutefois ambivalente et potentiellement dangereuse, elle ne cessera de le défier.

Si les humains sont toujours venus s'installer en grand nombre à faible distance de la mer, du bord des fleuves, rivières ou lacs, cela n'a pas toujours été le cas sur le littoral même, véritable frontière topologique entre l'immensité liquide des océans et la terre ferme. Il a longtemps été perçu comme un milieu insalubre et hostile, la majeure partie de l'humanité vit donc à l'intérieur des terres à l'exception de certaines villes bien défendues contre l'envahisseur et les pirates. Le littoral voit sa population augmenter drastiquement seulement à la révolution industrielle au 19^{ème} siècle. Ce tournant technologique pour l'humanité sonne le début du trafic maritime de masse à l'échelle mondiale. Celui qui possède la côte a donc un avantage économique considérable car il contrôle la route de la mer vers l'intérieur des terres. C'est ainsi que des populations entières viennent s'installer sur le littoral, développer l'industrie et créer des zones portuaires afin de répondre à l'essor économique grandissant de l'époque. ^[10]

Aujourd'hui, les régions du littoral n'ont pas cessé d'attirer les populations, mais les raisons principales sont autres. Au XX^{ème} siècle, d'autres valeurs prennent le devant. Les horizons sans limites que propose le littoral deviennent alors synonyme d'activités ludiques et sportives et sont même propices à la détente. Les citadins fuient alors l'oppression des villes la tête pleine de fantasmes où la mer devient un refuge pour échapper au stress de la vie urbaine. Cet élan touristique va stimuler les politiques immobilières et commerciales qui s'approprient les côtes pour les transformer en zones balnéaires, ce qui aura pour effet de bouleverser à jamais l'équilibre naturel du rivage. ^[10]



Dessin historique de la brèche d'une digue près de la ville de Bemme au Pays-Bas - fig. 1

“Depuis l’Egypte ancienne, la construction de murs constitue l’arme la plus évidente contre les crues”. Lumières de la ville [44]

Afin de survivre dans ces zones à risque et dompter les imprévisibles turbulences de l’élément liquide, l’Homme, qui a toujours imaginé pouvoir contrôler la nature, a développé de nombreuses stratégies et des solutions statiques de confrontation directe avec l’eau, qui ont modifié son territoire. L’eau était vue comme un danger, un ennemi irrésistible face auquel il fallait à tout prix se défendre.

Les habitants des Pays-Bas, dès le Moyen-Age, imaginent de surélever leurs villages et de développer un système complexe de digues, barrages et pompes, afin d’empêcher l’eau de revenir inonder leurs territoires. Leur devise *“Luctor et Emergo”* signifiant *“Je lutte et émerge”*, représente bien cet effort d’ingénierie hydraulique, développée au fil des siècles. ^[45]

Toutes ces stratégies de transformation, d’implantation humaine et d’extension sur le principe de solidification des surfaces liquides, résultent d’une volonté humaine de prendre possession du territoire. Elles ont abouti à une modification anthropique de l’équilibre de ces systèmes.

Aujourd'hui, ces stratégies ont leurs limites vis-à-vis des problématiques du XXI^e siècle : le littoral est vulnérable et fait face à de fortes pressions environnementales et démographiques qui risquent d'avoir des conséquences considérables sur l'habitat, les infrastructures, le trait de côte, l'agriculture et le tourisme. Le phénomène de la montée des eaux ainsi que la surcharge des villes côtières devraient impliquer un changement de méthode drastique dans la façon dont nous vivons sur cette terre. Les villes doivent se transformer car elles auront demain la forme des décisions prises aujourd'hui. Les politiques urbaines doivent incorporer des notions de durabilité et de résilience, et réagir de manière intelligente face aux menaces qui pèsent sur ces régions. Pourquoi ne pas imaginer transformer les contraintes en opportunités ?

Parmi la multitude de stratégies urbanistiques et architecturales possibles (mitigation, résistance, exode, protection, atténuation, adaptation) face aux enjeux contemporains de la ville du littoral, une solution, légère, mobile et sensible au contact de la nature et de l'eau se dessine : l'architecture flottante.

Peu connue et développée aujourd'hui, l'architecture flottante, habitat traditionnel de population depuis des siècles, semble cacher de grands potentiels: une possible réponse aux problématiques environnementales actuelles, un nouveau mode de vie sur l'eau, un respect de la nature, une adaptation à son milieu, une flexibilité dans la composition architecturale et une mobilité infinie.

Mais quelle est la place de l'architecture flottante dans les esprits ? Quelles ont été les stratégies que la vie avec l'eau a développé au fil du temps ? L'homme pourrait-il quitter la terre ferme et vivre sur l'eau ? Serait-il capable d'aménager l'espace liquide et le rendre habitable ? Comment ces structures et maisons flottantes pourraient-elles s'assembler et venir s'implanter dans le tissu urbain ?

Et finalement, de quelle manière l'architecture flottante serait-elle en mesure de répondre aux doubles défis climatiques et démographiques des zones côtières ?

Méthodologie et structure du travail

Cet énoncé théorique sur l'architecture flottante est structuré en quatre parties.

La première partie vise à caractériser la notion de vie au contact de l'eau en dressant un portrait de l'architecture flottante d'hier et d'aujourd'hui. Elle propose un regard historique sur la construction vernaculaire et les utopies du 19^{ème} et 20^{ème} siècle tout en explorant les diverses formes qu'ont prises les constructions flottantes actuelles. Elle tentera d'explicitement le double enjeu environnemental et urbain auquel font face les villes du littoral.

La deuxième partie se compose d'une analyse approfondie des enjeux d'une architecture flottante contemporaine, un nouveau mode de vie développé de l'échelle individuelle jusqu'à celle de la collectivité en passant par les problématiques liées à la construction et les défis juridiques.

La troisième partie expose trois cas d'études d'architecture flottante, méticuleusement sélectionnés pour couvrir différents niveaux d'agrégation. Ils sont analysés selon les critères soulevés dans la deuxième partie.

La dernière partie a pour but d'analyser une ville du littoral, de mieux comprendre son histoire, son développement urbain et les enjeux locaux actuels, dans le but final de pouvoir sélectionner un site adéquat de projet. Ce travail s'appuie non seulement sur de la littérature liée à l'architecture, à l'urbanisme, à la société et à la science, ainsi que sur divers supports audio-visuels, mais il prend également en considération des interviews conduits en exclusivité avec plusieurs habitants de maisons flottantes du quartier de Sausalito, situé dans la baie de Richardson, proche de San Francisco, aux Etats-Unis.

“Oui ! je l'aime ! La mer est tout ! Elle couvre les sept dixièmes du globe terrestre. Son souffle est pur et sain. C'est l'immense désert où l'homme n'est jamais seul, car il sent frémir la vie à ses côtés. La mer n'est que le véhicule d'une surnaturelle et prodigieuse existence ; elle n'est que mouvement et amour ; c'est l'infini vivant, comme l'a dit un de vos poètes.”

Vingt mille lieues sous les mers, Jules Verne [91]

PARTIE I

L'architecture flottante d'hier et d'aujourd'hui

1.1) Perspective historique et architecture vernaculaire au contact de l'eau

Avant de se plonger dans la dimension historique de la vie sur l'eau, il est nécessaire de distinguer les différents types de construction en étroite interaction avec l'élément liquide. Si les motivations d'une vie en contact avec l'étendue d'eau sont souvent les mêmes à travers le monde, les réponses architecturales sont passablement diverses. Parmi la grande variété de construction, cinq grands types ont ainsi été cernés, qui se divisent en deux sous groupes : les constructions fixes et les installations mobiles. ^[3]

Les constructions statiques :

La maison sur piloti

C'est une construction traditionnellement surélevée sur des poteaux ancrés au fond de l'eau. La surélévation permet les fluctuations des crues et des marées. Mise à part la différence dans la fondation, il s'agit d'une structure fixe finalement très proche de ce que l'on retrouve à l'intérieur des terres. En Suisse, ce type de construction était déjà présent aux abords des lacs durant le néolithique.

La maison amphibie

Également appelée maison semi flottante, il est facile de la confondre avec une construction purement terrestre. Fréquemment située dans des milieux inondables, l'édifice est en réalité positionné sur un flotteur guidé dans une fondation solidement ancrée dans le sol. Cet élément permet alors à la structure de s'élever sur l'eau lors d'inondation sans pour autant dériver avec le courant. Une fois les flots disparus, l'édifice s'enfonce dans son socle et retrouve sa position originelle.

Les constructions mobiles :

La péniche

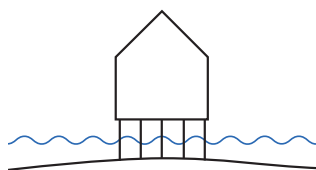
Faisant davantage partie du registre de la construction navale, la péniche est à l'eau ce que la caravane est à la terre ferme : un vaisseau habité. Navire autrefois conçu pour le transport de marchandises sur les fleuves, canaux et rivières, l'espace habitable était réduit au minimum pour les membres de l'équipage. Aujourd'hui, de nombreuses cales de péniches sont transformées en logements, bureaux ou restaurants et bordent les abords des cours d'eau des villes. La péniche, en perpétuel mouvement, est mobile sur les flots à travers le temps et l'espace. ^[19]

Le bateau maison

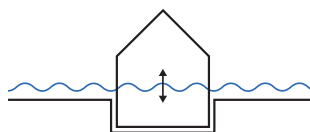
Il s'agit là d'une construction hybride entre la maison terrestre et le bateau. Présentant des caractéristiques structurelles identiques à la péniche de par l'usage d'une coque de bateau pour flotter, elle se démarque de cette dernière en apposant sur cette coque une construction semblable à l'habitat traditionnel terrestre d'où la dénomination de "maison". Cette modification de la partie supérieure a pour but d'apporter plus de confort et profère un caractère plus sédentaire à l'ensemble. Ce type d'embarcation est souvent le fruit d'une réhabilitation des coques d'ancien bateau de transport et comporte plus rarement une motorisation. ^[1]

La maison flottante

Très semblable en apparence à son homologue terrestre, la maison flottante est constituée schématiquement d'un flotteur sur lequel est posé l'édifice. L'élément flottant (sous forme de plateforme ou de barge) fait majoritairement office de support structurel ou de deck extérieur mais peut aussi faire partie intégrante de la construction spatiale intérieure en incorporant un niveau de sous-sol semi immergé. C'est la stratégie flottante qui apporte le plus de confort intérieur de par sa stabilité. Bien que flexible, ce type



Pilotis



Amphibie

de maison voit cependant sa mobilité réduite de par la forme de sa partie immergée moins propice au déplacement.

Ces types de construction sont principalement différenciés par leur environnement d'implantation, ainsi que des éléments relatifs à leur mobilité, à leur équilibre et leur confort.

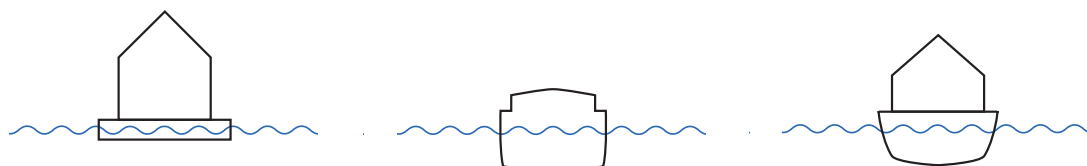
Selon Christopher Meyer, Daniel Hemmendinger et Shawna Meyer, le terme flottabilité signifie :

“In a technical sense, the term buoyancy simply describes the tendency to float in or rise to the surface of a fluid. But it is also charged with connotations of agility, movement, flexibility and adaptation. Buoyancy is an expression of optimism and hope. To be buoyant is to be confident, enthusiastic and persistent in design thinking. Spatial rules define the fluid environment through strata, with buoyancy as the uppermost surface and anchorage as the bottom, together framing an intermediate zone of suspension”
Meyer, Hemmendinger, Meyer [8, p.6]

Cette définition met en avant la dualité qu'elle comporte. Ainsi la flottabilité ne signifie pas seulement le fait de flotter à la surface d'un liquide, mais est également synonyme de vie, d'espoir et de survie. La flottabilité fait référence à la notion de souplesse, de confiance, et de pérennité.

L'architecture flottante se définit alors comme étant mobile et autonome, légère et libre dans l'espace-temps. Adaptée à son environnement, elle entre en symbiose et en harmonie avec la nature.

Dans l'histoire de l'humanité, de nombreuses populations ont su investir et apprivoiser l'étendue liquide en adoptant un type de construction flottante. Vivant sous des latitudes bien différentes les uns des autres, ces peuples ont pourtant, la plupart du temps, été poussés à une vie sur l'eau par les quatre mêmes motivations.



Maison flottante

Péniche

Bateau-maison



Ile flottante sur le lac Titicaca - fig. 2

La première, sans doute la plus répandue, est de tirer un profit économique des lacs et mers par la pêche ou le transport de marchandises.

Au Vietnam, les pêcheurs de la baie d'Halong ont constitué de nombreux villages flottants situés entre les masses rocheuses émergentes dans la partie nord-ouest de la mer de Chine. Souhaitant se sédentariser sur leur lieu principal d'activité, mais se heurtant aux éperons de calcaires trop escarpés pour permettre la construction d'habitations, les pêcheurs transformèrent progressivement certains de leurs bateaux, d'abris temporaires en maisons flottantes plus confortables. Ainsi des villages entiers virent le jour lorsque plusieurs familles regroupèrent leurs habitations construites en bambous en les attachant ensemble. Les amarrages établis permettent la circulation entre les habitations en évitant toute dérive lors de tempêtes. Ce sont ainsi pas loin de 1600 habitants qui peuplent ainsi cette étendue d'eau de nos jours.^[19] (voir page suivante figure 3)

La deuxième motivation, heureusement disparue à ce jour, était la volonté de se protéger d'invasisseurs et des conflits terrestres.

Au XIII^e siècle, le peuple Uros vivant sur le lac Titicaca s'adapta au contexte de guerre de l'époque. Il s'exila volontairement de sa terre, fuyant l'invasisseur Inca pour aller chercher refuge sur l'eau. Il construisit alors des plateformes flottantes en "totora", un roseau endémique qui pousse en abondance sur les rives du lac, chapeautées de huttes, lesquelles furent regroupées. (voir figure 2)

Malheureusement, les populations originelles ont disparu dans les années 50 à cause de l'acculturation et se sont les Aymaras, vivant sur les rives, qui eux perpétuent aujourd'hui ce mode de vie traditionnel.

Il est à noter que de nos jours l'île naturelle flottante fait toujours office de place communautaire pour chaque regroupement. De par sa constitution organique, elle doit être entretenue par l'ajout régulier de "totora" afin d'éviter l'affaissement et le naufrage de l'île. Cette dépendance à un matériau et la constante reconstruction du lieu de vie exacerbent la perception d'importance et l'attachement qu'une population peut attribuer à son environnement. Les habitants ont ainsi parfaitement conscience du fait que le sol même n'est pas une évidence acquise dans un milieu en interaction avec l'eau. Cette conception devrait remettre en perspective la façon dont la plupart des pays développés traitent et modifient leur territoire.

Vivre et habiter sur ces structures éphémères, à caractère élastique, renforce la sensation de vivre sur l'eau et crée un lien encore plus intime avec l'environnement. ^{[14][46]}

La troisième motivation de quitter la terre ferme, surtout présente dans les pays tropicaux, est l'adaptation aux moussons saisonnières.

Dans le lac Tonlé Sap situé au Cambodge, chaque saison des pluies engendre un phénomène unique en son genre. Les crues du fleuve Mékong en aval sont telles que le sens d'écoulement de l'eau dans le fleuve Tonlé Sap s'inverse, générant ainsi une augmentation de 8 m du niveau du lac. La population khmer, vivant exclusivement de la pêche et de l'agriculture, s'est adaptée en construisant des habitats flottants ou sur pilotis. Ces constructions simples, majoritairement en bois et en tôle, forment de véritables agglomérations variant de mille à dix milles habitants. Ainsi des communautés entières ont été créées et abritent des infrastructures telles que des marchés, des écoles et des églises. La population totale est d'approximativement 1,2 millions. ^[3] (voir figure 4)



Maisons flottantes sur la baie d'Halong - fig. 3

La dernière motivation, qui touche une grande majorité des peuples, est de nature économique, en relation avec le coût de la propriété foncière. Dans la plupart des pays, vivre sur l'eau présente l'avantage de ne pas devoir payer la "terre" où l'on habite. Le sol sur lequel ces populations habitent n'existe pas juridiquement, ce qui met en évidence une situation qui semble impensable et contraignante dans une société occidentale mais qui, d'une certaine manière, leurs confèrent une grande liberté de vie et de mouvement. ^[14]

Ce regard sur la construction vernaculaire du passé nous renseigne sur des anciennes techniques de vie au contact de l'eau. Les populations concernées ont développé, au cours des années, des stratégies d'adaptation afin de s'accommoder à une vie en harmonie avec la nature. Aujourd'hui, face aux enjeux actuels, reconsidérer certaines solutions envisagées sous l'angle de ce qui a été réalisé et qui a fonctionné dans le passé, pourrait nous être utile dans le futur.



Village flottant sur le lac Tonle Sap - fig. 4

1.2) L'imaginaire d'une vie sur l'eau

De tout temps, l'eau, des rivières à la mer, a été synonyme de rêve, d'imaginaire et d'exploration. Les expéditions maritimes des XVe et XVIe siècles ont marqué le début de la conquête des océans, dans le but de partir à la recherche de nouvelles terres. Ces grandes découvertes ont débouché sur de multiples récits d'exploration qui ont fait rêver par la suite de nombreux écrivains et romanciers.

Jules Verne, célèbre pour ses romans d'aventures à travers le monde, a écrit en 1881 le livre *“800 lieues sur l'Amazone”*. Il y narre l'aventure d'une Jangada (expression brésilienne signifiant train de bois flottant ou un type d'embarcation traditionnelle) lancée pour un long périple sur le fleuve Amazone. Il met en scène la riche famille Garral qui construit un vaste radeau afin de descendre le fleuve et rejoindre la ville de Belém, où doit se marier la jeune fille de la famille. De manière à ce que l'embarcation soit la plus confortable possible, le radeau, fait de troncs attachés, est transformé en véritable village flottant avec tout le nécessaire à la vie sur les flots. Une chaleureuse maison de maître pour la famille, des cabarets et cahutes pour le personnel, de vastes salles communes, une étable, des magasins et stockage, et même une petite chapelle à l'avant du navire y sont aménagés. Durant plusieurs mois, la Jangada, dépourvue de moteur, navigue et descend l'amazone à la simple force du courant.

Dans ce roman, Jules Verne développe le mythe de la maison navigante : sa Jangada à l'image d'un village terrestre reste temporaire et finit démantelée peu après la célébration du mariage. Ses composants de bois sont vendus une fois l'embarcation arrivée à bon port. Cette maison navigante contient tout le potentiel de voyage et d'aventure, de liberté et de mobilité infinie sur une nouvelle condition du sol, l'eau. ^{[19][47]}

Dans la seconde moitié du XXe siècle, cette quête de l'étendue liquide prend de nouvelles formes. Dans les années soixante, toute une génération aspire à une émancipation des contraintes et une pleine jouissance de la vie. Ces bouleversements sociétaux se traduisent en architecture par une volonté de repenser la ville, elle-même en constante évolution, et de se pencher sur de nouveaux modes d'habiter, misant sur des principes de mobilité et d'inventivité. Ces recherches sont inspirées des innovations technologiques en cours et des menaces écologiques qui pèsent désormais sur la planète.



La Jangada - fig. 5

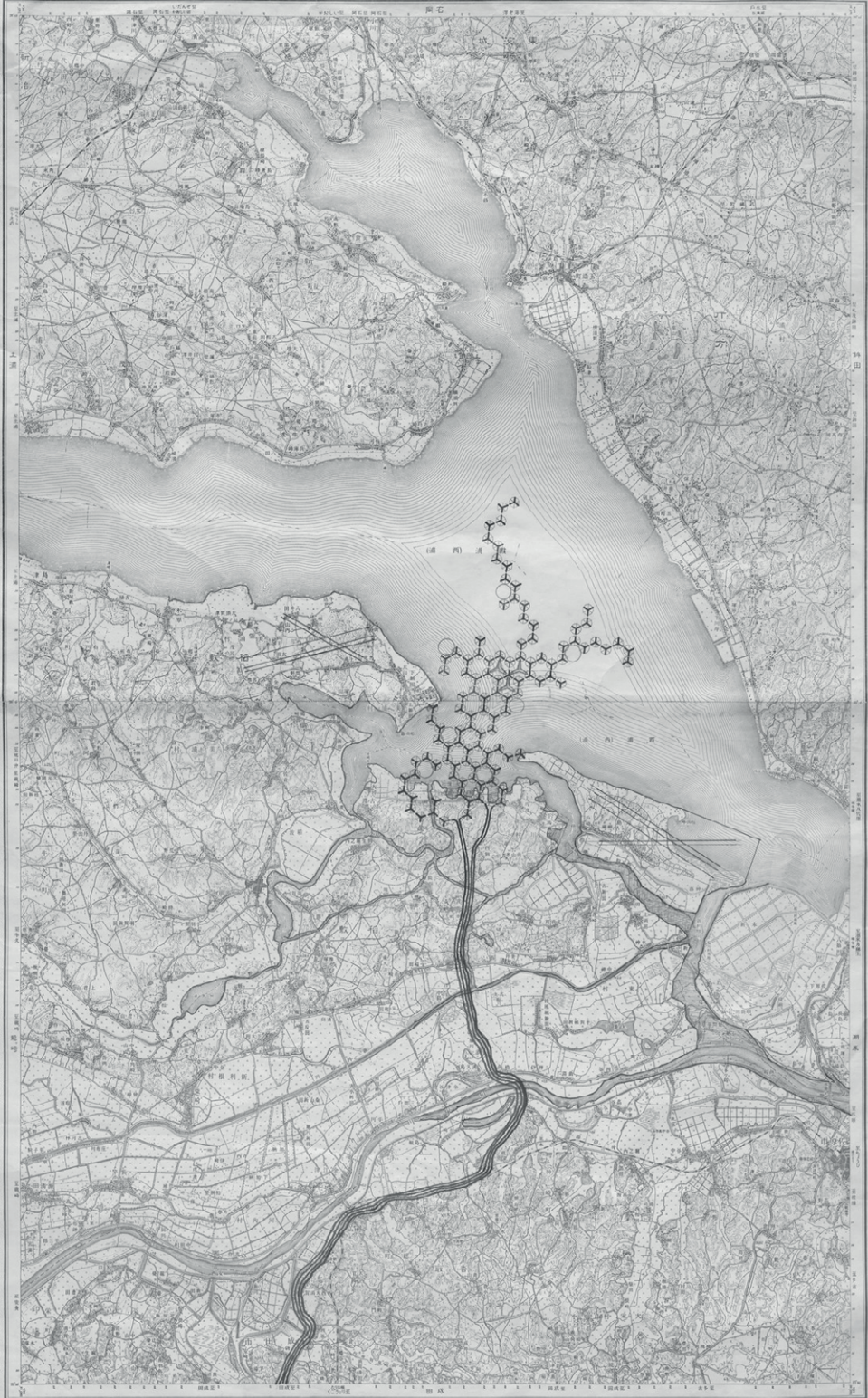
比例尺 1:50,000
縮小 1:100,000
縮小 1:200,000

玉造

本圖は、昭和十一年（一九三六年）の調査に基づくものである。
縮小 1:50,000
縮小 1:100,000
縮小 1:200,000

正版
正版
正版

正版
正版
正版



四角 1:50,000

1:50,000
1:100,000
1:200,000

本図は、昭和十一年（一九三六年）の調査に基づくものである。
縮小 1:50,000
縮小 1:100,000
縮小 1:200,000

La croissance démographique de cette période va aussi stimuler la recherche de nouveaux territoires et espaces pour échapper aux villes déjà trop densément peuplées et engorgées. En réponse à ces problématiques urbanistiques, certains architectes envisagent alors de renouveler la définition même du territoire par le biais de projets flottants, une immersion complète dans l'environnement marin en inversant l'immobilité de la terre pour une fluidité infinie du mouvement de la surface aquatique. ^{[20][48]}

De multiples projets utopiques de cités flottantes ou de villes sur les eaux vont voir le jour mais la plupart resteront purement théoriques.

Le mouvement métaboliste, fondé dans l'après-guerre au Japon par Kiyonori Kikutake et Kisho Kurokawa, est né d'une réflexion sur la croissance urbaine en analogie avec la croissance organique. Leur vision commune de la ville du futur est caractérisée par de nouvelles formes d'architecture et de mégastructures flexibles et extensibles.

La pression démographique dans la région de Tokyo ne cessant d'augmenter, des projets de grandes envergures apparaissent sur de nouveaux horizons, dans un contexte d'avancées technologiques.

"Floating city" de Kisho Kurokawa est un projet emblématique de ce mouvement mais n'a jamais été construit. Imaginée en 1961, cette ville flottante est sensée être située sur un lac au nord de Tokyo. L'architecture de la ville, métaphore biologique de la structure d'ADN, évolue au fil du temps et se développe de manière organique à la surface de l'eau. Kurokawa a proposé une nouvelle forme de vie urbaine organisée en unités d'habitations intégrées dans une mégastructure suivant le principe de croissance cellulaire en hélice. Les réseaux de circulations sont bien séparés. Chaque unité flottante, en forme de pyramide, possède son port et son accès à l'eau. Des escalators en spirale permettent aux habitants de se déplacer dans la structure et de rejoindre le toit qui supporte une route principale où circule les voitures afin de passer d'une partie de la ville à l'autre.

Le projet de Kurokawa ne propose pas de logements mais laisse à chaque habitant la liberté de concevoir son habitation, sa forme et son emplacement dans la mégastructure. A l'image d'un système organique, l'ensemble de la ville est structuré par le réseau de circulation et de transport. La dimension de la ville à très grande échelle n'est pas pour Kisho Kurokawa un obstacle à un mode de vie liée à l'eau. ^{[19][49]}

Quelques années plus tard, d'autres projets de vie sur l'eau seront imaginés comme par exemple *"Floating cities"* de Charles Simonds en 1979. Il imagine une ville au milieu de la mer, libre de toutes connexions au continent, comme la figure d'une île qui repousse les frontières terrestres en devenant maître possesseur de la nature. Son projet, une critique contre la propriété individuelle de la société traditionnelle de l'époque, propose une nouvelle répartition de l'espace urbain, confronté à l'image d'un système naturel aux mouvements aléatoires des flux maritimes, avec la capacité de se fragmenter et de se multiplier.

"Fondé sur une quête de mobilité, d'échange et le désir des habitants, (...) la ville devient un espace en mutation et en recomposition perpétuelle, démultipliant le potentiel relationnel et offrant de nouveaux modes de communication et de production." Aurélien Vernant [50]

La ville imaginée, libérée de son emprise au sol et ouverte à d'autres temporalité, est constituée d'une multitude d'espaces en constante recomposition et mutation, où les différentes typologies (habitations, infrastructures publiques, industries, espaces verts,...) sont positionnées sur des barges flottantes mobiles et déplaçables, sur le modèle d'un ensemble interconnecté de plateformes pétrolières offshores. Charles Simonds offre, à travers son projet et ses photomontages *"une vision poétique et dynamique"* d'une ville utopique, une façon de quitter la terre et de s'étendre sur le sol liquide.

[20][50]



Photomontage Floating Cities par Charles Simonds - fig. 7

1.3) Aujourd'hui : entre architecture flottante temporaire et permanente

A ce jour, les projets d'architecture flottante restent peu développés de manière permanente et demeurent à l'échelle du projet solitaire. Il n'y a pas encore eu concrètement de planification de grande ampleur qui pourrait contribuer au développement urbain des villes du littoral. En effet, les projets connus jusqu'à ce jour semblent davantage avoir un but purement lucratif. Il s'agit avant tout, pour les divers acteurs de ces constructions, d'utiliser l'élément liquide comme plus-value dans la planification d'habitation en proposant un cadre unique. Dans ce type de démarche, l'intégration de l'eau dans le tissu urbain n'est pas vraiment une priorité. Elle est alors davantage vue comme étant seulement une attraction et non un acteur à part entière de la planification. De plus, le développement de projets isolés, souvent gérés comme une construction sur mesure, implique une mise en œuvre particulière qui engendre indéniablement des coûts plus élevés. Chargé de symbolique lié au voyage et à l'aventure, l'architecture flottante, à caractère extraordinaire, reste encore synonyme d'une vie de bohème. Elle se matérialise sous la forme de bungalows destinés aux vacanciers le temps d'une semaine d'escapade, ou sous la forme de résidences haut de gamme relativement coûteuses et donc accessibles qu'à une minorité de la population. ^[16]

Pour ce qui est des installations publiques, elles sont en grande partie conçues pour la baignade en eau libre avec une majorité de projets connus en Europe du Nord. Ce sont les premières tentatives d'une intégration de l'eau dans la planification urbaine où les concepteurs ont cherché à renforcer davantage le contact entre les occupants et l'eau présente dans la ville. On retrouve ainsi le Brygg Harbour Bath de Copenhague qui fait partie d'une dynamique encourageante de la métropole danoise à vouloir renouer avec l'étendue aquatique si présente dans cette ville dont l'utilisation était auparavant réduite aux activités portuaires. Hélas, ce genre de dispositif reste encore singulier dans les villes actuellement. ^[51]

Toutefois, on observe un engouement certain pour l'architecture flottante temporaire. Jouant sur la beauté et la poésie de structures éphémères, ce type de construction est aujourd'hui largement expérimenté dans les festivals, biennales et les expositions d'art. L'interaction avec l'étendue d'eau met en valeur les qualités spatiales de ce genre d'installation.



Brygg Harbour Bath, Copenhagen - fig. 8

Elles sont mises en exergue presque naturellement par rapport au reste de l'environnement construit, comme les jetées flottantes éphémères du couple d'artistes Christo et Jeanne-Claude sur le lac Iseo en Italie.

Le "*Pavillon of Reflexion*", construit sur le lac de Zurich par des étudiants du Studio Tom Emerson de l'ETH Zurich en 2016 dans le cadre de la biennale d'Art Contemporain, mêle espace de projection ouvert au grand public et lieu de détente abritant notamment un bar et un espace de baignade. Il agit ainsi comme espace public de rencontre et offre une vue inhabituelle sur la ville ainsi qu'une expérience insolite au contact de l'eau. ^[52]

On retrouve également le festival Opera on the lake à Bregenz en Autriche. En activité depuis 1946, une scène flottante est érigée deux fois par année pour créer un espace similaire à un théâtre grec tout en proposant une vue spectaculaire sur le lac de Constance depuis son extrémité. ^[3]

A l'heure actuelle, l'architecture flottante reste souvent au stade de projets d'expérimentations, à petite échelle, revêtant principalement un aspect artistique ou récréatif.

Certains projets ambitieux comme celui du bureau danois BIG, donnent une perspective possible de l'habitat sur l'eau à grande échelle.

Le projet Oceanix propose, un peu à l'image des utopies précédemment décrites, de bâtir une ville sur les océans. Cette fois-ci, des acteurs majeurs de la planification ainsi que des grandes organisations internationales comme les Nations Unies sont incorporées dans le projet. Composée de module de près de deux hectares, mêlant habitation et infrastructure, cette ville aurait la capacité de s'étendre sur les flots et de répondre aux enjeux actuels.



Pavilion of Reflections, Zürich - fig. 9

Un scepticisme général parmi la population persiste tout de même quant à la faisabilité de tels projets, non seulement au niveau constructif mais aussi par rapport à son impact social. Même si les concepteurs prétendent le contraire, l'inquiétude persiste au niveau de l'accessibilité pour tous de ces installations. Prévu initialement pour les réfugiés climatiques, il est primordial qu'elles ne profitent pas seulement aux plus fortunés de ce monde mais aussi aux populations les plus défavorisées.

D'autres projets comme celui de Lilypad par Vincent Callebaut, de l'île A-Z par l'architecte Jean-Philippe Zoppini ou même l'île des mériens par l'architecte Jacques Rougerie sont autant de propositions pour une vie en grand nombre sur l'eau, mais il sera encore nécessaire de s'armer de patience pour voir les tournures que prendront les projets d'une telle envergure. ^{[19][53][98]}

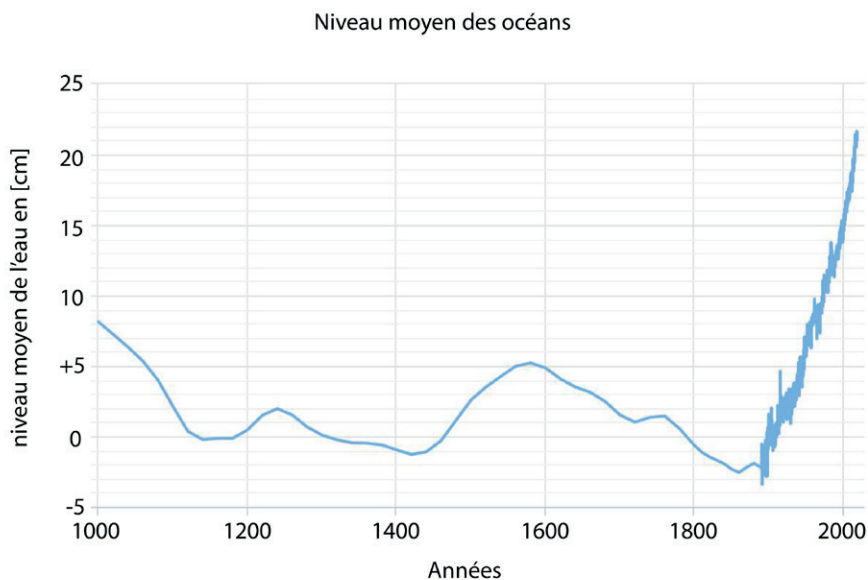
1.4) Face aux enjeux climatiques et démographiques du XXI^e siècle

Débutée au XVIII^e siècle, la révolution industrielle a profondément marqué l'histoire de l'humanité et a provoqué un tournant majeur de notre société dont l'influence se fait encore sentir aujourd'hui. Les avancées technologiques et scientifiques ont abouti à un développement massif de l'industrie, de l'agriculture et des transports, entraînant une rapide croissance de la population mondiale et un exode massif vers les villes en plein essor. La découverte et l'utilisation de l'énergie fossile, ainsi que le développement impressionnant de l'industrie a participé à l'augmentation massive d'émission de gaz à effet de serre, qui a depuis lors eu un impact important sur la température de notre atmosphère.

L'attrait pour la ville et ses usines, son activité économique et ses conditions de vie plus favorables qu'à la campagne ont fait migrer une partie importante de populations jusque là rurales. Les villes n'ont cessé de grandir, de se développer et atteignent aujourd'hui des dimensions gigantesques, d'où une saturation de l'espace habitable. ^[30]

Aujourd'hui, les enjeux environnementaux et démographiques sont majeurs. Le changement climatique et le réchauffement atmosphérique menacent notre planète et notre survie. Les océans, essentiel à l'équilibre de notre vie sur terre et importants puits de carbone, couvrent 70% de la surface de notre planète et contiennent environ 97% de l'eau sur terre. Ils absorbent la chaleur excédentaire due au réchauffement climatique. Cet accroissement de la température de l'eau contribue à la fonte des glaciers, des calottes glaciaires ainsi qu'à la dilatation thermique des océans. Ces 3 facteurs contribuent à l'augmentation du niveau des océans, avec une élévation de plus de 16 centimètres depuis le dernier siècle. Mais le taux d'augmentation depuis 2006 est deux fois et demi plus élevé que le taux de 1901-1990 et devrait se poursuivre dans le futur à un rythme croissant selon les prédictions du GIEC. (voir graphique dans figure 10) ^[30]

Les recherches scientifiques dans le passé sur l'évolution de la planète montrent que le niveau global des océans a toujours varié mais un accroissement est nettement visible depuis le début de la révolution industrielle. Compte tenu de l'inertie et de la lenteur des changements que peut absorber l'océan, son niveau continuera de s'élever même après stabilisation de la température mondiale, impactant de manière significative les prédictions sur terre.



Evolution du niveau moyen des océans depuis l'an 1000- fig. 10
<https://www.temperaturerecord.org/#sources>

Le scénario “optimiste” d’une réduction massive de nos émissions issues de mesures fortes prises par nos sociétés, prédit une augmentation du niveau des mers entre 29 et 59 cm d’ici 2100, et pour le scénario “catastrophique”, l’élévation du niveau des océans pourrait atteindre jusqu’à 110 cm en 2100, si rien n’est fait pour inverser la tendance. ^[30]

L’augmentation du niveau des mers n’est pas le seul danger pour les territoires du littoral, des événements de submersion et d’inondation côtière *“qui se produisaient historiquement une seule fois par siècle pourraient se produire annuellement d’ici 2100”*. Document pédagogique l’eau et la cryosphère [30, p.19]

Les communautés côtières sont exposées à de multiples risques issus du climat. Les phénomènes d’érosion des sols côtiers, les changements de marées, l’augmentation en fréquence des précipitations, ainsi que l’intrusion d’eau salée dans les zones aquifères vont menacer l’équilibre de ces régions et avoir des répercussions sur le trait de côte, l’habitat, les infrastructures, l’agriculture, le tourisme et la sécurité des populations humaines et des écosystèmes naturels.

Comme le témoigne Terje Tvedt dans son livre “Water and Society”, spécialiste de la relation eau-sociétés,

“Some general consequences of changing water are well known. (...) Densely populated delta areas and estuaries and low-lying megacities will be threatened, and the general migration pattern from inland areas to coastal land, one of the most fundamental historical processes in our time, will be affected. More moisture will be sent into the atmosphere in the tropics, which will generally accelerate fresh water transport to higher altitudes, which in turn will lead to increasing precipitation in many places and to more extreme events related to land-surface hydrology in others, producing both more floods and more draughts”. Terje Tvedt [17, p. 186]

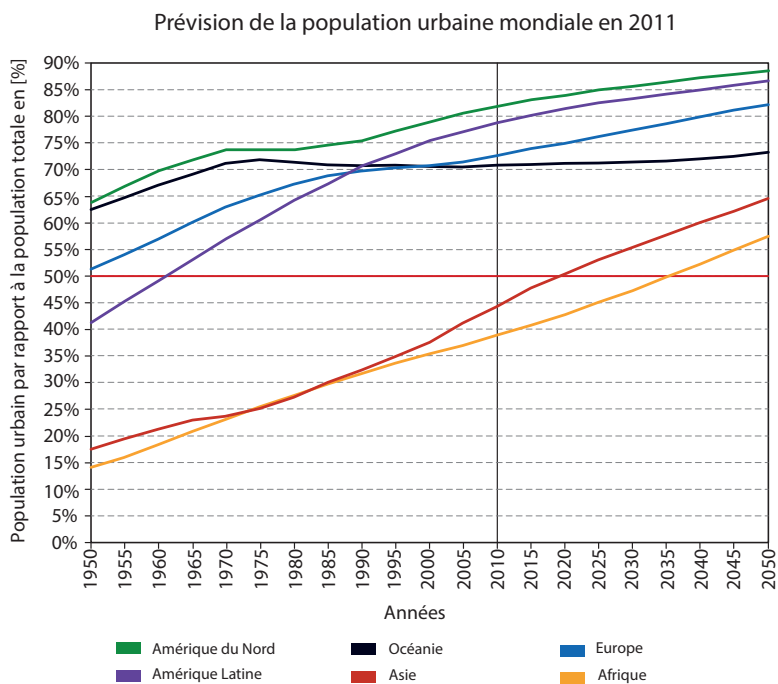
L'accroissement du niveau des mers va non seulement impacter directement les zones côtières mais va aussi influencer à plus large échelle l'équilibre et la vulnérabilité de zones terrestres plus reculées.

“Au XXI^e siècle, plus de la moitié de la population mondiale vit le long des côtes. Véritable frontière urbaine, le littoral accueille la majorité des villes de plus d'un demi-million d'habitants.” Véronique Willemin [19 p. 7]

Également résultat de la révolution industrielle, la croissance démographique est l'autre défi majeur de notre siècle. La figure 11 présente l'évolution de la population urbaine mondiale par continents.

D'ici à 2030, 60% de la population mondiale sera urbaine. ^[97] L'augmentation massive de l'urbanisation montre l'effet d'anthropisation sur les zones côtières ainsi que le développement urbain diffu le long du littoral. L'homme a transformé ces régions afin de les rendre habitables. Les centres urbains, souvent d'origine ancienne, situés dans des zones à risque proches de la mer, se sont agrandis et élargis, pour finalement devenir de plus en plus denses et surchargés. Cet afflux de personnes toujours plus important met sous pression des ressources comme la santé, l'agriculture, l'utilisation de l'énergie, pour ne pas toutes les citer. Le défi de ces villes est donc l'exploration de nouvelles stratégies architecturales et urbaines, dans le but d'offrir à leurs futurs habitants des conditions adéquates pour faire face aux stress des changements à venir et aux catastrophes potentielles qui les accompagnent. ^[12]

Ce phénomène d'urbanisation, comme l'a mentionné Terje Tvedt auparavant, se produit depuis plusieurs siècles avec l'attrait du développement industriel, économique et touristique. Durant le 19^e siècle, les villes du littoral ont pris un caractère industriel avec le développement de port de marchandises, entrepôts, et pontons gigantesques permettant l'arrivée et le déchargement des bateaux à vapeur. Malgré une distanciation entre le bord de mer et les centres des villes côtières, les agglomérations n'ont cessé d'empiéter sur l'eau pour créer de nouveaux territoires habitables ou destinés à l'usage commercial. C'est uniquement vers le milieu du 20^e siècle, avec le développement massif du commerce maritime et son corollaire, l'augmentation du tonnage des navires, donc de leur tirant d'eau, que les ports seront décentralisés et que le caractère des villes va se transformer à nouveau. L'héritage industriel et la revitalisation des ruines portuaires vont permettre de rétablir la ville avec son front de mer et fournir de nouveaux espaces commerciaux, de vie, de loisirs.



Evolution et Perspective de la population urbaine mondiale- fig. 11

Aujourd'hui, environ 80% des populations littorales habitent des zones urbaines, marquant une densité de population 3 fois plus élevée qu'ailleurs. ^{[3][10]} Ces espaces urbains surchargés ont dû s'adapter à la raréfaction des terres disponibles et ont donc étendu leurs territoires sur l'eau, suivant un processus de poldérisation. Ce type d'urbanisation a mené une augmentation de richesses dans certaines régions, mais a aussi contribué à l'aggravation de la pauvreté et de la vulnérabilité des populations dans d'autres territoires.

L'urbanisation grandissante de ces régions questionne les politiques de densification et d'étalement. La question majeure et probablement sans réponse est définie comme telle: limiter l'extension de la ville et la rendre plus compacte ou à l'inverse l'étendre, selon le principe de ville diffuse, avec une possibilité plus importante d'espace ouvert et de vide pour y intégrer parcs, espaces verts ou surfaces liquides. Une ville compacte privilégie la durabilité. Elle est moins consommatrice en énergie. Un développement urbain vers l'intérieur préserve les territoires, protège la nature, limite les coûts en infrastructures, facilite l'accès aux services et réduit la pollution et le trafic en général. ^[94] Cependant, ce type d'urbanisation, avec un environnement urbain construit relativement serré, pose des problèmes d'ilots de chaleur et d'infiltration d'eau lors de précipitations. L'imperméabilisation des sols peut alors aboutir à des inondations ou surcharges de canalisations, lors de fortes précipitations ou lors de tempêtes. ^[12]

Par conséquent, une question se pose : quelle croissance pour la ville côtière de demain ? Les agglomérations actuelles sont saturées et leur développement est trop lent afin d'anticiper les nouvelles menaces. ^[68] Il faut envisager une solution qui prenne en considération prioritairement la population du littoral et la vulnérabilité du territoire face aux risques et problématiques futurs.

"By 2050, 90% of the world's largest cities will be exposed to rising seas".

UN-Habitat ^[67]

1.5) Synthèse : L'eau comme catalyseur

“Qui sait si la Terre ne sera pas trop petite un jour pour ses habitants dont le nombre doit atteindre six milliards en 2072 ? (...) Et ne faudra-t-il pas bâtir sur la mer, alors que les continents seront encombrés ?”

Jules Verne [19, p. 168]

Jules Verne avait-il raison ? Les continents seront-ils un jour encombrés nous poussant à prendre le large ou seront-ils juste devenus invivables pour l'espèce humaine ? Comme le témoigne Philippe Simay dans son livre “Habiter le monde”,

“Dans un contexte où l'urbanisation de la planète et le changement climatique bouleversent profondément la relation des hommes à leur milieu, (...) l'habitat est porteur d'enjeux écologiques majeurs : le choix des matériaux, les types de constructions, la gestion des risques reflètent des prises de consciences et des efforts d'adaptation remarquables. (...) Habiter c'est avoir des habitudes, précisément que nous pouvons changer pour nous montrer plus respectueux des autres et de la planète.” Philippe Simay [14, p. 9]

Il est évident que les sociétés doivent opérer un changement fondamental dans la planification des villes et la place réservée à l'eau, si elles veulent assurer le futur des prochaines générations. Si l'homme veut habiter le littoral de manière pérenne, il lui faut anticiper les développements à long terme, ainsi par exemple, il est inutile en ce qui concerne les milieux mouvants constituant le littoral de continuer de tenter de les figer indéfiniment par des digues, barrages ou autres infrastructures, qui altèrent les dynamiques locales naturelles et impactent les écosystèmes d'autres zones du littoral. ^[95] Comme l'a dit Richard Buckminster Fuller,

“You never change things by fighting the existing reality. To change something, build a new model that makes the existing model obsolete.”

Richard Buckminster Fuller [21, p.19]

Citons en illustration l'évolution de pensée que représente le Plan Delta des Pays-Bas de 2008, par rapport à celui de 1958. L'ancien plan prônait d'abord de repousser la mer et fermer les bras des estuaires, alors que le second milite en faveur d'une conception nouvelle d'une vie avec l'eau. Cette mutation sur ces questions de gestion de l'eau témoigne qu'un changement d'état d'esprit est donc imaginable et réalisable.

Les acteurs de la planification doivent impérativement changer de paradigme et mettre en œuvre des stratégies urbaines où l'élément liquide reprend une place importante et devient partie intégrante du développement futur de la ville, en suivant une dynamique d'inclusion. [5][16]

Bien entendu, cette réponse va dépendre de nombreux facteurs comme la question légitime des coûts d'adaptation, des décisions politiques de gestion dite intégrée des enjeux du littoral, prise en compte de la justice environnementale et bien sûr des changements de mentalités.

Toutes les sociétés ne seront pas en mesure de répondre de la même manière à ces dangers, et certaines ne pourront pas se protéger correctement faute d'accès à la technologie et aux possibilités de développement de nouveaux habitats. Une adaptation par paliers est nécessaire, pour que la population puisse se projeter, changer sa manière de voir l'environnement et s'approprier ces nouvelles stratégies, comme l'a démontré la construction vernaculaire flottante. A travers l'histoire, les sociétés se sont adaptées avec le temps par des transformations lentes et graduelles, qui les ont amenées à habiter de manière durable ces milieux tout en prenant en compte des risques et des ressources de leurs environnements. [95]

Antoine Aubinais, architecte et co-fondateur de Bellastock, défend dans l'émission France inter *"Montée des océans ; les littoraux en danger"* que l'élément liquide ne doit pas être vu comme une contrainte, mais bien comme une opportunité de projet pour envisager de nouvelles formes architecturales et pousser les sociétés et les villes à devenir résilientes et moins vulnérables face aux phénomènes liés à la montée des eaux et à l'urbanisation actuelle du littoral. [95]

Ce changement doit s'opérer dès maintenant au risque de ne plus avoir le temps requis pour l'expérimentation et se voir contraint à agir dans l'urgence, une fois que l'homme sera vraiment face à l'impossibilité de l'ignorer. Comme l'a exprimé Gro Harlem Brundtland:

"Le temps du diagnostic est passé. il faut passer à l'action. La question est : que faire, comment le faire et comment partager les responsabilités de l'action?"

Gro Harlem Brundtland [19, p.13]

Ainsi, est-ce que résilience et durabilité signifient robustesse et construction massive à l'affront des éléments naturels, ou est-ce synonyme d'une architecture qui s'adapte à son milieu et en suit les fluctuations ? L'architecture flottante, à l'image du roseau dans la célèbre fable de Jean De La Fontaine, se révèle comme étant une des solutions possibles face à ces problématiques. Les aspects mobiles, flexibles, adaptables et évolutifs de ce type de construction sont des principes qui en font une architecture résiliente et durable dans le contexte actuel. Elle présente néanmoins de nombreux défis mais la réalisation de ce type de projet complexe exige une analyse plus approfondie qui sera développée dans la partie suivante.

"We live in a time when we cannot continue building cities the way New York and Nairobi were built. (...) We must build cities knowing that they will be on the frontlines of climate-related risks - from rising sea levels to storms. (...) Floating cities can be part of our new arsenal of tools (...) [that] give us an opportunity to reimagine how we build, live, work and play. (...) A thriving city has a symbiotic relationship with its water. And as our climate and water ecosystems are changing, the way our cities relate to water needs to change too. (...) Floating cities are means of ensuring climate resilience, as buildings can rise along with the sea."

Amine Mohammed, Députée Secrétaire-Générale ONU [31]

Le Chêne et le Roseau

*Le Chêne un jour dit au Roseau :
Vous avez bien sujet d'accuser la Nature ;
Un Roitelet pour vous est un pesant fardeau.
Le moindre vent qui d'aventure
Fait rider la face de l'eau,
Vous oblige à baisser la tête :
Cependant que mon front, au Caucase pareil,
Non content d'arrêter les rayons du Soleil,
Brave l'effort de la tempête.
Tout vous est Aquilon, tout me semble Zéphir.
Encore si vous naissiez à l'abri du feuillage
Dont je couvre le voisinage,
Vous n'auriez pas tant à souffrir :
Je vous défendrais de l'orage ;
Mais vous naissez le plus souvent
Sur les humides bords des Royaumes du vent.
La nature envers vous me semble bien injuste.
— Votre compassion, lui répondit l'Arbuste,
Part d'un bon naturel ; mais quittez ce souci.
Les vents me sont moins qu'à vous redoutables.
Je plie, et ne romps pas. Vous avez jusqu'ici
Contre leurs coups épouvantables
Résisté sans courber le dos ;
Mais attendons la fin. Comme il disait ces mots
Du bout de l'horizon accourt avec furie
Le plus terrible des enfants
Que le Nord eût porté jusque-là dans ses flancs.
L'Arbre tient bon ; le Roseau plie.
Le vent redouble ses efforts,
Et fait si bien qu'il déracine
Celui de qui la tête au Ciel était voisine,
Et dont les pieds touchaient à l'Empire des Morts.*

Fable de Jean de La Fontaine

Jean de la Fontaine [4, p. 43]

PARTIE II

Les défis contemporains de l'architecture flottante

De nombreux projets à travers l'histoire attestent de la beauté de l'eau et montrent l'habileté d'architectes, comme Frank Lloyd Wright, Mies Van der Rohe ou Louis Kahn, à composer et jouer avec elle. Nous, futurs architectes, réussissons-nous à répondre à ce besoin originel d'eau de la même manière que ces architectes de renom ? Quelles sont les clés d'une composition avec l'eau ? Comment créer le dialogue de deux opposés, le solide et le liquide ? Quelle approche adopter avec l'élément liquide pour un projet d'architecture flottante ? Comment cet équilibre instable va-t-il influencer l'architecture ?

Toutes ces questions sont des réflexions précieuses sur la manière d'harmoniser cette *“triade d'or : eau - paysage - architecture”* (Expression tirée du livre *“Habiter sur l'eau”*, 15)

Les maisons sur l'eau, vues comme une passerelle entre la mer et la terre, entre l'humain et la nature, harmonisent la rencontre de ces opposés et poussent l'Homme à remettre en questions ses modes de vie et à s'adapter à une vie sur l'eau. ^[15]

2.1) La vie sur l'eau : de l'individu à la collectivité

Une nouvelle façon d'habiter

L'homme est-il capable d'aller habiter la mer ? Comment, depuis des siècles, certaines populations ont réussi à vivre et habiter sur les flots ? Quitter la terre ferme comporte une multitude de changements affectant les modes de vie, habitudes, pratiques sociales mais bouscule également la notion de territoire. L'être humain reste une espèce terrestre et cette évasion sur la surface liquide pourrait représenter un choc rappelant l'origine, l'identité et l'abandon de la terre, car dès sa naissance il s'est lié affectivement à un territoire solide. La terre ferme est garantie dans sa matérialité, elle est par principe solide, un espace fidèle sur lequel l'homme a pu compter pour s'y implanter depuis des générations et y bâtir des maisons, villages, ou villes. Toutes les populations, quel que soit leur lieu de vie, se sont toujours adaptées à leurs environnements particuliers, en les transformant drastiquement ou en se mettant à leur écoute.

Selon Philippe Simay, habiter signifie *“façonner son habitat”*, c'est donc aménager l'espace pour le rendre habitable, mais habiter c'est également *“faire avec l'espace”*, se l'approprier, mobiliser les ressources qui s'y trouvent et composer avec elles. Dans le cas d'une architecture sur l'eau, ces définitions sont remises en question. Que ce soit

“sur les eaux ou sous les eaux, on ne bâti pas en dur, on n'établit pas une demeure, il me semble que la maison que vous envisagez est mobile, mouvante et surtout provisoire.” “Il me semble qu'on ne pénètre pas dans l'eau, on ne la blesse pas, on s'y glisse, on s'y berce, c'est toujours une image de bulle qui vient à l'esprit.” Jacques Rougerie [96]

Selon Jacques Rougerie, habiter l'élément liquide signifie s'adapter à la dimension de l'eau, à sa beauté, ses règles et ses caprices ; une manière de prendre le large et de partir à l'aventure. Habiter une maison flottante est très semblable à la vie sur un bateau ou une péniche :

“Je ne vis pas les espaces et ambiances de la même manière qu'à terre. Les lumières, les reflets, les variations d'ombre, de soleil, les miroitements de lune prennent des valeurs particulières. (...) Sur un bateau, on monte sur le pont. Les mots prennent pleinement leur sens. La façon de poser son pied, de se déplacer, de monter sur le quai, de descendre dans une cabine, définissent un autre rapport à l'horizontalité, à la perception globale de l'espace. (...) on ne dort pas sur un bateau comme à terre. Le bercement opère...”

Entretien avec Jacques Rougerie [19, p. 120]

Habiter sur l'eau implique de nombreux changements dans son style de vie. Cette situation unique, charmante et romantique est incomparable à la vie sur la terre ferme. Ce nouveau mode de vie fait référence au monde de la plage, des voyages en croisières, d'aventures au large. L'environnement changeant et plein de surprises, la quête d'émerveillement, un espace atypique à découvrir fait rêver de nombreux terriens. Certains disent même que ce nouveau style de vie offre la possibilité d'un quotidien tranquille distancée de l'emprise de la terre ferme et du stress de la ville.

Cependant, ce sol liquide sans cesse en mouvement et ce bercement constant rend l'adaptation à ce nouveau territoire difficile. Tout marin est passé par ces phases d'acclimatation à la vie tumultueuse sur les eaux.

Lors d'entretiens avec des habitants du quartier flottant de Sausalito dans la baie de San-Francisco, certains d'entre eux ont témoigné que cette transition a été pour chacun un passage plus ou moins difficile. Lovise Mills, habitante depuis 26 ans du quartier, a pris de nombreux mois à s'habituer à ce milieu capricieux, instable et parfois agité. Elle raconte que certaines personnes, pour qui ce nouveau mode de vie a été trop déstabilisant, ne sont pas restées longtemps dans ces maisons sur l'eau. Comme d'autres habitants, elle habite une maison-bateau transformée à partir d'une barge métallique utilisée en 1944 lors du débarquement en Normandie. Ayant la forme d'une coque de bateau, tout mouvement de l'eau ou déplacement d'éléments ou personnes à l'intérieur affecte l'équilibre et la stabilité de sa demeure. Durant ses premières années d'habitation et lorsque des tempêtes accompagnées de vents violents et de forte houle se déclaraient, Lovise souffrait des forts maux de mer mais avec le temps, ils se dissipèrent. Ces fluctuations lui procurent toujours un sentiment d'insécurité lorsque toute sa maison tanguait et que les objets tombent des étagères. A noter que cet effet serait moins perceptible avec une maison flottante à fond plat. ^[93]

Une maison sur l'eau bouleverse la représentation de la maison terrestre et perd son image d'ancrage fixe et de stabilité durable.

L'adaptation inévitable de l'homme au milieu marin questionne son attitude face à un environnement imprévisible et son besoin de toujours contrôler l'environnement qui l'entoure. N'est-ce pas le premier pas d'une évolution de mentalité dans la démarche, comme le mentionne Philippe Simay, "*d'être et de faire avec l'espace*" ? ^[14]

Vivre sur l'eau est également synonyme d'une plus grande proximité à la nature. Comme l'ont mentionné Arleen Ma et Scott Collins, également habitants de Sausalito, la maison étant entourée d'eau, l'homme entre en symbiose totale avec son environnement et prend conscience de la nature qui l'entoure. Les fluctuations des marées, les différentes phases de la lune, l'apparition du vent faisant frémir l'étendue d'eau et encore la migration des oiseaux sont des éléments que l'être humain a tendance à vite oublier sur la terre ferme. L'eau les fait ressortir et leur donne du sens car dans cet environnement sans cesse en mouvement, toute interférence ou changement est perceptible et demande une écoute, une attention. Tout est finalement plus fragile que sur terre.

Ce type de vie, à l'image de celle des marins en mer, sobre et économe en ressource, s'harmonise avec la nature et laisse à l'élément liquide sa totale liberté. La surface de l'eau, à l'effet calmant et apaisant, fascine et attire le regard. D'apparence toujours changeante et à l'opposé d'un paysage figé et immobile, son aspect est multiple, tantôt limpide, tantôt agité.

En outre, habiter une maison flottante soutient un mode de vie plus contemporain. Une nouvelle société est en train d'émerger, où la sphère de l'habitat rencontre celle des loisirs, qui occupent dorénavant une nouvelle place dans la vie quotidienne. Avant réservé au week-end, les loisirs (au contact de l'eau) se consomment aujourd'hui en permanence sous différentes formes : pêche, baignade, balade sur divers types d'embarcation, ou patinage sur l'eau gelée. Un sentiment de vacances résulte de cette adaptation au milieu aquatique.

De plus, une mutation profonde s'est produite transformant la façon de travailler, en contraste avec le mode de vie des "trente Glorieuses", marqué par une coupure nette entre le foyer et le lieu de travail. L'arrivée des espaces de coworking ainsi que la possibilité de travailler à la maison ont redéfini le rapport entre l'espace de travail et l'espace de l'habitat. Comme le mentionne Philippe Simay,

"travail et loisirs sont en train de se réarticuler, au sein d'une nouvelle représentation du temps, mais aussi de l'espace."

Philippe Simay [14, p. 218]

Ce nouveau mode de vie au contact de l'eau est une expérience unique qui contraste considérablement avec la terre ferme et qui devient un nouveau lieu possible pour l'être humain.



Enfants dans l'eau, Quartier flottant d'Ijburg - fig. 1



Enfants sur la glace, Quartier flottant d'Ijburg - fig. 2

Changement de mobilité

Une différence majeure entre habiter sur terre ou sur l'eau est la relation à l'espace extérieur et la façon de se déplacer. Sur la terre ferme, le sol, stable et continu, offre une possibilité quasi infinie de déplacement dans tout l'espace, que ce soit en marchant, à vélo,... Déambuler, errer d'un terrain à un autre, improviser un nouveau chemin n'est plus possible de la même manière sur l'eau.

Tout mouvement, tout déplacement est contraint par un système défini. La seule liberté totale est de se déplacer en nageant mais suivant les types de plan d'eau, cela peut être plus ou moins facile et agréable.

La marche, mode de progression principal de l'être humain, est modifiée, limitée. Elle se fait nécessairement sur un ponton, une plateforme, une passerelle ou une autre infrastructure permettant de desservir les différents espaces au sec ou d'aller relier la terre ferme. L'être humain perd d'une certaine façon une liberté de mouvement. Le ponton, aux formes fixes se tenant au-dessus de l'eau et bordé de barrières, devient l'élément principal de la circulation et restreint tous déplacements improvisés, jeux d'enfants ou promenades. L'eau devient un obstacle, une étendue infranchissable pour tout terrien qui ne veut pas se mouiller. Lovise Mills, habitante de Sausalito, raconte qu'un des aspects de la vie sur terre qui lui manque énormément est la possibilité de marcher autour de sa maison. Ne possédant qu'une petite plateforme face à sa porte d'entrée, elle est contrainte d'utiliser toujours le même espace lorsqu'elle veut profiter de l'extérieur. Elle a peu d'alternatives où poser sa chaise longue et ne peut pas utiliser l'arrière de la maison afin de se protéger du soleil ou des voisins. ^[93]

Néanmoins, le ponton, équivalent de la rue sur terre, est l'élément central dans un quartier d'habitation flottante. En desservant chaque demeure, passerelle ou petite plateforme, il rassemble les différents habitants et devient un lieu de rencontre et de convergence de la communauté. Seul moyen de retourner sur la terre ferme, chaque personne vivant dans une maison flottante ou sur un bateau emprunte ce passage quotidiennement.

L'étendue d'eau au pas de la porte rend très facile l'accès aux activités aquatiques, aux promenades en kayak ou à la baignade. Comme mentionné auparavant, cet habitat flottant est lié aux loisirs de l'eau et permet une jouissance infinie de tous types d'embarcations et une navigation quotidienne

sur la baie au plus proche de l'eau et de la nature, sensation incomparable à la mobilité sur terre. ^[92]

Cependant, de manière générale, on peut observer que peu de résidents ont troqué la voiture pour le bateau dans leurs déplacements quotidiens. La circulation sur l'eau reste de l'ordre du loisir et la connexion à terre est utilisée pour la vie de tous les jours, que ce soit pour se rendre au travail, ou pour d'autres obligations inatteignables par mer. Est-ce par manque d'infrastructures, par souci d'économie ou finalement parce que l'être humain garde en lui-même un besoin de regagner la terre et de sentir sous ses pieds un sol stable ? Ces éléments viennent questionner la possibilité d'une vie exclusivement sur les flots. ^{[92][93]}

L'espace public et la collectivité

L'architecture flottante, à l'échelle de la maison individuelle, reste encore insolite et isolée. Néanmoins, des petits ensembles de maisons flottantes commencent à apparaître ici et là, créant de petites communautés au contact de l'eau où des pontons desservent les différentes habitations des quartiers et les relient à la terre ferme. Ces mêmes pontons servant d'espaces de rencontres et d'échanges sont essentiels à la vie de la communauté et jouent un rôle de condensateur social. Leur forte délimitation par l'eau oblige les habitants à les emprunter, ce qui a pour effet de multiplier les interactions entre individus. L'architecture de ces structures influence ainsi l'utilisateur et aspire au comportement collectif en générant toutes sortes de situations sociales.

Cité auparavant lors des entretiens avec Arleen et Scott ou Lovise, le quartier de Sausalito aux USA, célèbre village flottant atypique, a été un haut lieu du mouvement hippie des années 1960-1970. Chacun a créé sa maison sur l'eau selon ses envies, goûts, moyens, ou connaissances en construction, rendant l'ensemble hétéroclite avec des formes et des couleurs multiples. ^[19] Aujourd'hui, le quartier, sujet aux phénomènes globaux de la société, dont la gentrification, se transforme mais n'en garde pas moins son caractère unique, alternatif et son esprit de communauté. Les habitants partagent toujours une importante vie sociale et une vision commune de la vie de quartier, synonyme de partage, d'entraide et de confiance. Les citoyens viennent habiter Sausalito à la recherche d'un environnement paisible et d'un voisinage agréable. La proximité entre maisons est telle que la vie

avec les voisins devient presque intime, ce qui peut toutefois générer une envie d'isolement et un besoin de se protéger des regards. Les constructions flottantes rendent impossible la présence d'une barrière végétale qu'on retrouve principalement sur terre à la limite entre deux propriétés.

“L'esprit de communauté est tout simplement beaucoup plus fort sur l'eau que sur la terre ferme et le partage et l'échange qui en découlent améliorent la qualité de vie. La proximité avec la nature est aussi très importante pour nous et a un effet apaisant. De par l'augmentation des interactions sociales, on apprend aussi à prendre le temps d'échanger, il est quasiment impossible de quitter la maison sans parler à quelqu'un sur le chemin.”

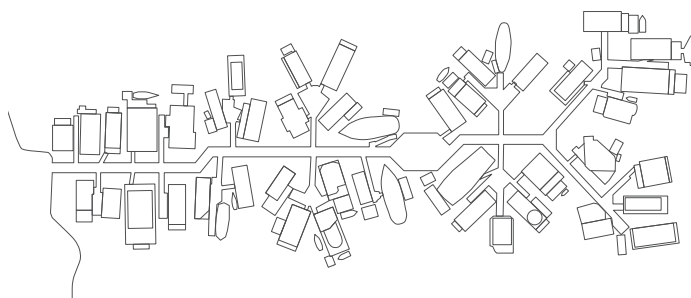
Interview d'Arleen Ma et de Scott Collins [92]

L'organisation spatiale de structures flottantes a un potentiel infini étant donné son caractère mobile et évolutif. Le positionnement de chaque maison flottante ou bateau-maison permet de multiples possibilités, l'une étant similaire aux longues infrastructures de parcage à bateau mais d'autres se sont développées de manière beaucoup plus originale.

Cette première solution semble de prime abord être une manière efficace de placer un maximum d'habitations mais laisse apparaître un caractère très ordonné, voire trop monotone, retrouvé dans le quartier flottant d'Ijburg à Amsterdam.



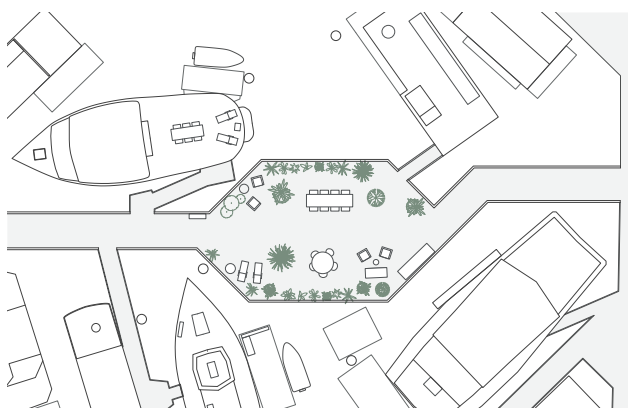
Plan du quartier flottant d'Ijburg - fig. 3



0 10m 20m 50m Plan du quartier flottant de Sausalito - fig. 4

Pour pallier à cette régularité, de petits élargissements et des possibilités de passage d'un ponton à l'autre sont ajoutés au projet. Cependant, aucun de ces dispositifs n'a vraiment une spatialité propice aux rassemblements de la communauté. Une mixité programmatique pourrait enrichir les espaces de circulation et réduire la nette séparation entre zone de logements et zone dédiée aux bateaux et permettre ainsi à certaines habitations de profiter de l'extrémité du ponton et d'une vue plus généreuse sur l'étendue d'eau.

La deuxième façon de placer les habitations se retrouve avec certains pontons du quartier de Sausalito, bien que celui où vit Lovise Mills (fig 4) présente une façon bien originale dans l'agencement des maisons. Elles sont rassemblées en petits îlots où chaque habitation a sa propre orientation et son petit accès. De plus, partant du ponton principal, de petites passerelles apparaissent et aboutissent, telles des ramifications, à de petites plateformes flottantes partagées par quelques maisons. Ces espaces semi-privés et plus intimes mais toujours ouverts à la communauté permettent une multitude d'espaces de vie à partager.



Détail place sur le ponton de Sausalito - fig. 5

Pourvu d'angles et d'un segment élargi, ce ponton principal génère différentes spatialités et polarités très appréciées des habitants. Ces particularités dans la conception et l'aménagement augmentent la qualité spatiale et permettent une promiscuité fonctionnelle et sociale, qui aboutit souvent à des événements musicaux ou activités sociales organisés sur ces petits espaces. (voir figure 5)

Ces lieux de rassemblement se rapprochent conceptuellement des places de villages ou, à une autre échelle, à des espaces communs partagés par une communauté, misant sur des valeurs comme le vivre ensemble, la solidarité, l'échange et l'entraide, valeurs que l'on retrouve dans l'esprit des coopératives d'habitation.

Les quartiers d'habitations flottants partagent ces mêmes valeurs et certains projets, dont l'un sera analysé dans la partie suivante, ont développé des espaces partagés et des installations communes au quartier, tels que des terrasses flottantes, jardin-potager, laverie et même une cuisine commune.

De par le peu de quartiers flottants existants actuellement et de par leur emplacement isolé souvent situé en bordure de villes, le sentiment d'appartenance à une communauté est exacerbé, alors que le caractère collectif lié à l'environnement urbain alentour est peu développé, voire atrophié. Bien que rares soient les quartiers fermés au public, le seuil, marqué par le passage de la terre ferme à la vie sur l'eau, constitue souvent une limite infranchissable entre collectivité et communauté et peu de visiteurs osent s'immiscer et marcher sur les pontons. Ce phénomène a d'ailleurs été observé lors des fêtes de quartier à Sausalito, fêtes organisées sur des espaces partagés. Certaines personnes extérieures à la communauté ne se sentent pas à l'aise de venir, considérant les fêtes comme étant exclusives à la communauté, tant cette limite est fortement marquée.

Les habitants de quartiers flottants partagent donc une vie dans un milieu extraordinaire et bien différent de celui de la terre ferme. En ce sens, le sentiment qu'ils ressentent est similaire au sentiment partagé par une population insulaire.

Planter des maisons flottantes dans un contexte urbain questionne la relation entre les habitants, leurs habitations privées et les espaces publics de la ville. Afin de garantir leur bonne intégration au tissu urbain et s'ouvrir à la collectivité, ces communautés devraient inclure des infrastructures publiques et ainsi créer une transition progressive entre la communauté du quartier et la collectivité urbaine.

L'espace public sur un dispositif flottant a un caractère singulier et devrait



Ponton de Sausalito - fig. 6

permettre, de par son positionnement privilégié, d'attirer la population urbaine, de faciliter la proximité à l'élément liquide et ainsi de redonner vie au bord de l'eau en contexte urbain.

Un autre possibilité envisageable serait d'utiliser le projet flottant afin de relier deux terres fermes et ainsi permettre une continuation de l'espace public à travers la communauté. ^[25]

Ceci pourrait rappeler les ponts habités du Moyen-Age où de nombreux artisans construisaient leurs échoppes sur les bords des ponts des villes, principalement afin de profiter de l'énergie hydraulique et offrir aux citoyens de l'époque une proximité avec leur communauté. ^[19]

Cette proposition présente un avantage majeur d'ouverture à l'espace public et à la collectivité, comparé à un projet flottant où, de par son implantation en bordure d'étendue d'eau semblable à un îlot détaché, la liaison au domaine public est bien plus complexe. (fig. 7)

De nombreuses zones urbaines en bordure de mer seraient de potentiels sites d'implantation pour ces quartiers flottants et permettraient, comme de nombreux projets d'urbanisme, de revaloriser et de réintroduire le bord de l'eau comme espace public.

Des sites post-industriels, vestiges historiques des activités marchandes et

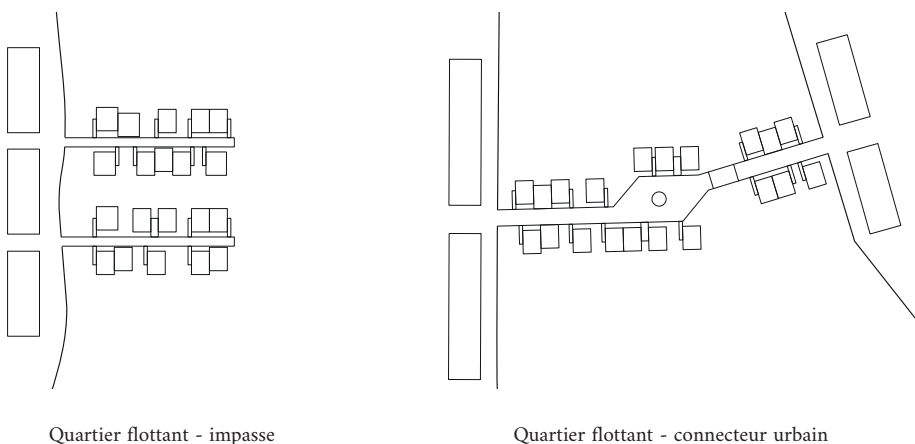


Schéma de deux modèles d'implantation de quartier flottant - fig. 7

portuaires du XIXe et XXe siècles, représentent aujourd'hui une opportunité de projets afin de revitaliser ces espaces délaissés, de redorer l'image de la ville et de rendre le bord de l'eau aux citoyens. Ces espaces, essentiels pour la santé de la ville et ses habitants, offrent des lieux de loisirs et de détente pour les échanges multigénérationnels et toutes activités profitant d'un milieu aquatique. Aujourd'hui l'être humain est moins intéressé de s'asseoir sur un banc pour regarder l'eau mais veut expérimenter de manière plus active l'élément liquide, à travers, par exemple, des zones de baignade ou des promenades en bateaux. En référence à la culture des bains publics du XIXe siècle, des villes comme New York ou Berlin proposent actuellement des piscines flottantes installées de manières saisonnières le long de leurs fleuves. ^{[3][12]}

L'utilisation des bords de l'eau augmente la qualité de vie et se révèle bénéfique tant sur les aspects sociaux, que culturels et économiques. Ces espaces deviennent des mélanges fonctionnels, où les habitants peuvent venir travailler, se reposer ou se divertir. De plus, grâce à leur aspect mobile et déplaçable, les structures flottantes proposent une flexibilité d'usage, une diversité d'activités et une adaptation suivant les saisons ou les besoins de la population. ^[25]

Depuis l'Antiquité, l'eau reste un élément structurel et fédérateur de la richesse d'une ville. Fontaines, bains ou lavoirs, intégrés aux espaces publics, ont favorisé nombre de pratiques sociales. Encore aujourd'hui, les espaces publics, riches de potentiels imprévus, ont un rôle majeur dans l'urbanisation et offrent, comme le témoigne Paola Vigano dans son livre *"Métamorphose de l'ordinaire", "des respirations urbaines et l'occasion de créer des liens entre quartiers, entre populations"*. Dans le cas d'une architecture flottante, ces espaces ouverts ont de grandes qualités spatiales, notamment les vides résiduels, créés par l'espacement entre les structures, permettant un accès à l'eau et des échappées visuelles sur le contexte environnant. ^[18]

2.2) Gestion du risque

Dans un territoire qui peut s'avérer hostile, l'humanité a plusieurs manières de réagir au danger. La première attitude possible est la fuite. Après l'éruption du Vésuve qui s'est déversé en l'an 79 av. J.-C. sur la ville de Pompéi, cité prospère de l'antiquité construite sur des terres fertiles, les survivants décidèrent de quitter les lieux définitivement. Malgré une situation très propice à l'agriculture, le danger perçu était jugé trop élevé et la ville est restée déserte jusqu'à nos jours et est maintenant devenue un site archéologique majeur. ^[56]

L'autre attitude possible est de défier cet environnement, par exemple lorsqu'une collectivité choisit de rester malgré le danger pour bénéficier des avantages que propose la situation. C'est le cas des habitants de l'île de Vestmann en Islande qui, confrontés à une situation semblable à Pompéi lors de l'éruption volcanique survenue en 1973, ont vu quatre cents de leurs habitations partir en fumée. Malgré un avenir incertain, la plupart des habitants retournèrent tout de même vivre sur l'île car ils ressentirent un amour profond pour la terre qui les accueillait et qui leur offrait un cadre exceptionnel au contact de la nature ainsi qu'une situation propice à la pêche. La population vit ainsi proche du danger. Paradoxalement, alors que c'est la nature qui les réunit et les fait rester, c'est également elle qui constitue l'élément qui les menace. D'une certaine manière, les habitants sont préparés et ont pris conscience du fait qu'il est nécessaire de faire certains ajustements lorsque l'on vit dans un environnement hostile. Comment peut-on imaginer vivre, habiter et s'installer dans un environnement naturel menaçant ?

Les habitants de zones à risque vivent *“au contact d'une nature qui se rappelle à eux en permanence : dans sa présence, dans sa violence, mais aussi dans sa fraîcheur, sa nouveauté, sa puissance créatrice, son imprévisibilité.”*

Philippe Simay [14, p. 85-86]

La conception d'une architecture, robuste et solide à travers le temps, est remise en question si l'on se réfère au principe de Vitruve. Lorsque l'instabilité des éléments alentour contredit la notion même d'habitat défini par l'idée de sécurité et de protection. La maison n'est plus un abri protecteur mais un simple logement avec une possible menace de destruction. L'habitat devient uniquement fonctionnel et il faut dès lors être à chaque instant prêt à partir et quitter son domicile. ^{[7][14]}

Pour mieux comprendre la relation que l'homme entretient avec son territoire, il est impératif de définir certaines notions. Il y a ainsi différents concepts liés au danger qui sont le risque et la menace. Comme le décrit Inès Lamunière,

“Le risque comporte une dimension objective.(..) Le risque a généralement une histoire, des archives : nous connaissons les antécédents et les occurrences.(..) Le risque se présente donc dans nos sociétés techniciennes sous un aspect rationnel, notamment sous forme de pourcentage. La menace, quant à elle, n'est pas à proprement parler irrationnelle, mais il est plus malaisé de la cerner, de l'étayer ou de la quantifier. Elle est moins prévisible que le risque et nous manquons de données pour l'évaluer. La menace sort de l'ordre du probable pour entrer dans celui du possible.” Inès Lamunière [7, p.83-84]

La philosophie moderne a ainsi tendance à amalgamer nature et menace. Déjà au Siècle des Lumières, où l'anthropocentrisme règne, la nature est considérée comme une entité qu'il faut combattre et maîtriser pour survivre. ^[10] Bien entendu, cette manière de catégoriser la nature comme étant soumise à l'Homme a amené le monde occidental à se surpasser en développant, par exemple, la médecine moderne sans laquelle la vie humaine serait bien misérable. Mais l'anthropocentrisme n'est-il pas malheureusement aussi responsable de la destruction de la biodiversité terrestre?

Devrait-on alors changer notre comportement par rapport à la nature? Pourrait-on appréhender la nature davantage comme un risque qu'une menace? Les rapports de nombreuses organisations scientifiques et environnementales comme le GIEC ou le WWF nous permettent à présent de comprendre la nature de manière plus objective et tous tendent à soulever les mêmes conclusions: notre processus de construction de l'habitat est paradoxal. ^[29]

La manière qu'a l'Homme de concevoir son habitat, censé le protéger de la nature (dans ce cas vu comme une menace) ainsi que sa manière de consommer les ressources de la nature, renforce les effets destructeurs de cette dernière. L'homme est en grande partie responsable du danger qui le menace.

De plus, l'être humain cherche à tout prix à contrôler et à maîtriser son environnement, ce qui a malheureusement tendance à rendre les espaces construits génériques et aseptisés. Ce fonctionnement de la société moderne entraîne une perte énorme de créativité dans l'expression spatiale qui souffre également de notre manière de construire sur-normée, standardisée,

à l'image de ces places de jeux pour enfants dotées d'un sol amortissant et d'installations identiques d'une ville à l'autre, d'un pays à l'autre. ^[14]

Dans le cas des territoires en présence importante d'eau, l'architecture flottante est alors l'une des résultantes d'un changement dans l'approche et la conception de l'espace se voulant plus intégratives. Certes, l'adaptation à ce mode de vie dans un environnement instable n'est pas immédiate mais elle permet, à terme, de mieux vivre avec le risque et d'intégrer la dimension potentiellement violente de la nature.

Le fait de laisser la place au risque permet de mieux l'appréhender et d'éviter les imprévus, augmentant ainsi la sécurité et le bien être de ces occupants. ^[7]

De manière identique aux ingénieurs prenant en compte les accidents de la route dans la conception des voitures, les architectes doivent repenser la conception de l'architecture dans les zones côtières, ceci afin d'y inclure l'anticipation du risque et imaginer une possible atteinte à leurs constructions. En développant le concept d'adaptation et d'élasticité, les constructions résilientes pourraient absorber les forces de l'eau et des vagues. ^[6]

Planifier le territoire de manière à ce que l'inattendu soit prévu, un concept majeur de la résilience défini par Jianguo Wu et Tong Wu [6, p. 93], se présente comme l'habileté d'une communauté à résister et à récupérer après un choc ou une perturbation environnementale, socio-économique ou politique. Elle pourrait apporter une ébauche de réponse face à la question posée par la montée du niveau des océans.

Ainsi, la conception d'espace flottant durable permettrait à l'architecte de se responsabiliser en fournissant une réponse pragmatique pour réduire l'impact de sa contribution à la menace écologique contemporaine. ^[7]

2.3) Réalisation et construction

Contexte géographique et le type d'étendue d'eau

Bien que très flexible, l'architecture flottante ne peut pas s'implanter sur toutes les étendues d'eau. Il est tout de même nécessaire de respecter quelques pré requis pour garantir une construction durable et la sécurité des occupants.

L'architecture flottante s'implante parfaitement sur des étendues d'eau où les courants et les fluctuations sont prévisibles et relativement stables ce qui est le cas de la plupart des estuaires, lagunes, baies et lacs. De plus, l'eau dans un archipel se prête parfaitement à ce genre d'installation car suffisamment protégé des vagues en cas de tempête. Au contraire, les étendues d'eau comme le front de mer sont trop exposés aux éléments imprévisibles pour ce type de construction.

Une certaine profondeur minimale est aussi requise. L'édifice qui repose sur une base flottante va dans tous les cas avoir un tirant d'eau (partie totalement immergée d'une structure flottante) qu'il ne faudrait pas négliger. Plus la structure est lourde, plus la partie immergée sera importante. En règle générale, une profondeur d'un mètre au minimum ^[3] doit être prévue pour éviter que l'édifice ne devienne instable en reposant sur le fond. A l'instar du quartier de Sausalito à San-Francisco où, lors de la marée basse, certaines habitations viennent se poser dans la vase. ^{[1][92]}

Ainsi, il est aussi judicieux de prendre en compte les courants, les marées et les crues présentes dans ces milieux instables.

Certains fleuves avec des crues torrentielles ne sont pas non plus adaptés, car le danger de voir des objets emportés par les flots heurter les bâtiments est trop élevé. Ainsi, certains milieux, où l'eau, donc la nature, ont besoin de place, sont destinés à rester intouchés par l'homme. ^[3]

Equilibre, structure et construction

Il est alors assez clair que lorsque l'on s'installe sur l'eau on vient investir un élément très instable par rapport à la terre ferme. Des notions comme flottabilité, équilibre et stabilité sont des éléments qu'il faut absolument maîtriser. L'architecture flottante est ainsi soumise aux mêmes contraintes physiques que celles s'appliquant à n'importe quelle construction navale.

La flottabilité est l'application d'un principe aussi ancien que fondamental, le principe d'Archimède (287-212 av. J.-C.) Pour ainsi s'assurer qu'un objet reste à la surface de l'eau, le principe indique que la masse du volume d'eau déplacé par la structure doit être supérieure ou égale à la masse du volume immergé. Ceci explique la raison pour laquelle les coques de bateaux sont creuses, c'est-à-dire: pour avoir une masse volumique moins élevée que l'eau.

La stabilité d'un objet flottant, capacité à revenir à sa position initiale stable après une perturbation, est bien plus difficile à contrôler. Les flots étant un milieu changeant et instable, l'équilibre de la structure dépend de règles bien précises.

Il est alors primordial de déterminer le centre de carène (C) de l'élément flottant. Ce dernier correspond au centre géométrique du volume immergé. Lorsque la houle ou les vagues apparaissent sur une étendue d'eau, la structure flottante va se mettre à tanguer ce qui influence directement la position du centre de carène. Lors de ces mouvements, le centre de carène va décrire un demi cercle dont le centre est le métacentre (M).

Ce qui va alors différencier une structure stable d'une structure instable est la position, à tout moment, du centre de gravité de tout l'édifice par rapport à ces deux points (C et M). Un centre de gravité proche du centre de carène et plus bas que le métacentre assure une bonne stabilité et un retour en position équilibrée. Dans certains cas, dans un environnement particulièrement tempétueux ou même en conséquence d'un changement d'agencement intérieur des masses, le centre de gravité de l'ensemble se déplace au-dessus du métacentre alors la position devient instable. L'ajout de ballast additionnel peut selon les cas être une solution judicieuse afin de rabaisser le centre de gravité au-dessous du métacentre. ^{[22][57]}

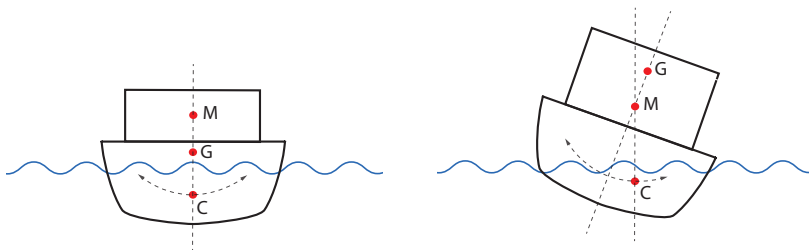


Schéma de stabilité et du centre de carène - fig. 8

Une stratégie supplémentaire pour mieux composer avec l'eau, consiste à établir un dispositif de protection face à la vague et à la houle sans pour autant créer une séparation nette avec l'eau. Dans les pays proches de l'équateur, la mangrove protège le littoral de l'érosion grâce à ses racines profondément ancrées dans le sol et peut être utilisée pour protéger un plan d'eau des aléas de la mer. Cette plante a beaucoup souffert de la pisciculture dans les pays en voie de développement mais regagne un intérêt notoire pour la mitigation des effets de la houle en eau peu profonde. ^[23]

Une dernière stratégie plus contemporaine est celle qui implique la construction d'un brise-lame. Très utilisé dans les marinas exposé aux vagues, ce dispositif qui prend la forme d'un ponton, freine le mouvement de l'eau en surface ce qui permet d'avoir un étendue d'eau plus calme du côté protégé sans pour autant interrompre le flux général de l'eau. Ces structures peuvent également être utilisées comme moyen de circulation sur l'eau. ^[58]

La conception d'un projet flottant, peu importe sa taille, implique également une stratégie de fixation dans l'espace. Les courants qui opèrent sur l'étendue d'eau auront une tendance à déplacer tout objet non connecté à un élément fixe, que ce soit la berge d'un lac ou le fond des mers. Plusieurs possibilités constructives existent aujourd'hui répertoriées en quatre types, elles présentent des degrés de flexibilité plus ou moins élevés. (fig. 9)

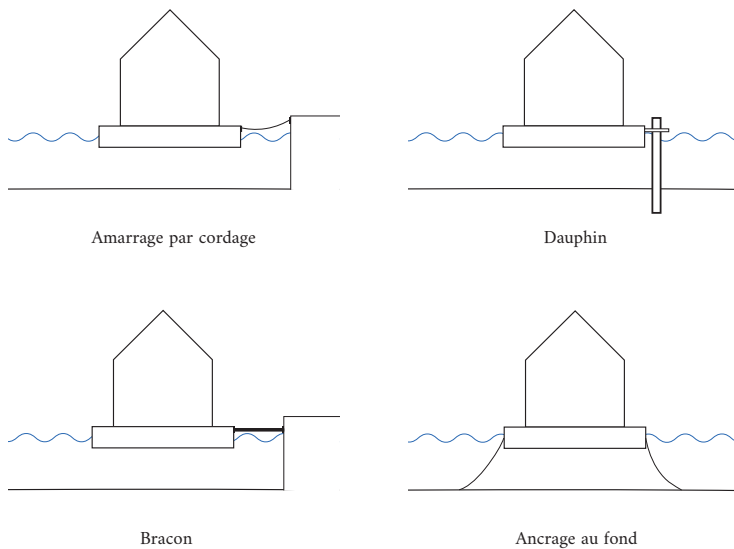


schéma des quatre types d'amarrages - fig 9

Le premier type est l'amarrage classique à un ponton ou au quai à l'aide de cordages qui représente une technique directement empruntée aux bateaux. Très flexible, elle est principalement utilisée comme solution temporaire à cause de l'usure conséquente due au frottement entre les cordes, le ponton et le bâtiment.

La deuxième technique, largement répandue, est le poteau d'amarrage aussi appelé dauphin. Ce dispositif est constitué de poteaux solidement ancrés dans le fond de l'eau et de bracelets à roulement fixés à la plateforme qui cerclent les poteaux permettant de s'adapter au niveau de l'eau et d'éviter les mouvements horizontaux. Très efficace, cette technique présente une partie fortement visible hors de l'eau et il est important de l'intégrer dans le processus architectural. Le projet à Dordrecht par Waterstudio a tenté de les rendre moins visibles depuis l'espace intérieur en veillant à ne pas interférer avec les ouvertures.^[59] (fig 10)

Une autre solution pourrait être imaginée, telle que dans un projet non construit pour le quartier d'Ijburg à Amsterdam, où les poteaux d'amarrages n'atteignent pas la surface de l'eau et tout le système d'amarrage et de bracelets sont situés au-dessous de la surface de l'eau. Mais cette hypothèse pose des problèmes d'accès, potentiellement structurel et d'équilibre et demande probablement un entretien plus régulier.^[60]

Le troisième dispositif est le bracon qui consiste en une bielle fixée à deux articulations entre la berge et l'élément flottant. Il permet de garder une distance égale au point d'ancrage mais est utile uniquement dans des eaux où les variations sont peu conséquentes.^[61]



Maison flottante à Dordrecht - fig. 10

Le dernier type de dispositif, très répandu dans les constructions de plateformes pétrolières, consiste à fixer l'édifice flottant à l'aide d'éléments tendus solidement ancrés au fond de l'eau. Cette technique s'emploie particulièrement bien en eau profonde. On retrouve ce dispositif dans un projet futur de village flottant proposé par La ville de Malé aux Maldives, où les plateformes sont ancrées au fond à l'aide de câbles couplés à des pistons hydrauliques pour absorber le mouvement des vagues. [8]

La notion d'équilibre est alors primordiale dans tous les aspects de la planification, aussi bien au niveau morphologique que typologique. Il est alors préférable de ne pas construire de structure haute sans grande surface de flottaison. Quant à la typologie intérieure, chaque espace doit être conceptualisé en gardant à l'esprit quel type d'activité il abritera et quelle masse additionnelle cela implique. [24]

Mentionnée au travers du chapitre précédent, l'architecture flottante a pris de multiples formes au fil du temps. Dans la construction contemporaine, on distingue toutefois deux types majeurs de structures flottantes. (fig. 11)

La première, la plateforme flottante est, à l'image du radeau, composée d'une ossature qui enferme des flotteurs en métal, plastique ou parfois même en fibre de verre, sur laquelle est posée l'habitation. La «floating house» du bureau MOS architects, dans le lac Huron aux Etats-Unis, est un parfait exemple de plateforme flottante conçue entièrement en acier. (fig.12) [62]

Le bureau Aquashell, propose quant à lui, des structures composites en aluminium et polyéthylène. [63] Cette stratégie est alors relativement simple à mettre en œuvre avec des éléments préfabriqués mais ne permet qu'une utilisation très limitée du volume immergé.

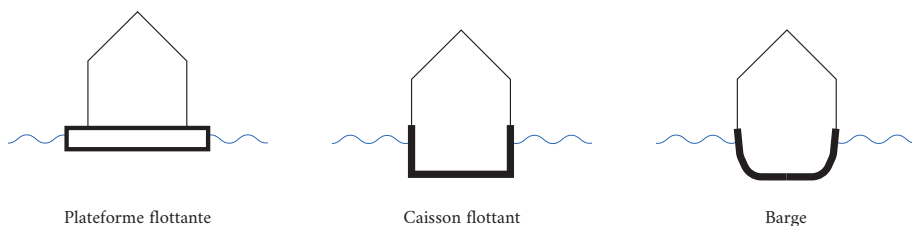
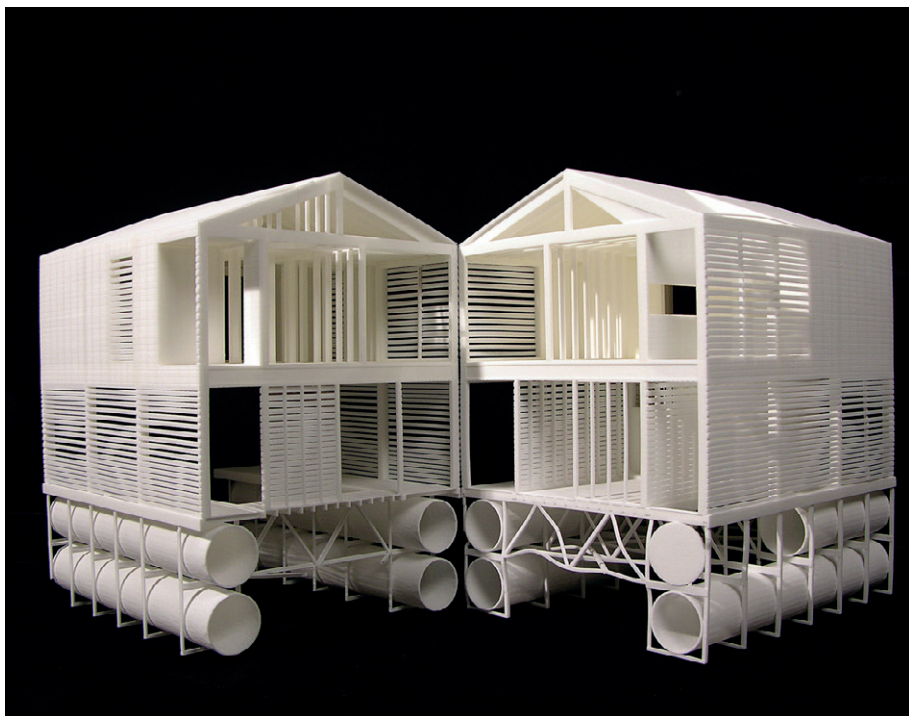


Schéma des différents types de structures flottantes - fig. 11



Flotteurs d'une maison flottante, Lac Huron - fig. 12

La deuxième stratégie se subdivise en deux sous-catégories : celle de la barge et du caisson flottant. La première sous-catégorie, plus ancienne, est la barge. Elle est inspirée des embarcations faiblement motorisées du même nom utilisées pour le transport. Même s'il existe des constructions neuves spécifiquement prévues pour l'habitation, beaucoup de ces anciens vaisseaux font l'objet de réhabilitation comme dans le cas du quartier de Sausalito où certaines maisons sont construites sur d'anciens chalands de l'armée américaine originellement destinés à transporter des troupes durant le débarquement de Normandie pendant la deuxième guerre mondiale.^[93]

La deuxième sous-catégorie, plus récemment développée, est celle du caisson en béton étanche. ^[3] La qualité du béton a passablement évolué et il est maintenant possible de bénéficier de sa facilité d'emploi en milieu aquatique tout en assurant une longévité du matériau sur une centaine d'années. La particularité du béton réside dans la mise en œuvre: les caissons sont coulés en une fois pour assurer une continuité parfaite de la surface. Les armatures sont, quant à elles, soudées pour pouvoir, si besoin, les soumettre à un potentiel électrique, ce qui retarde la corrosion en cas de fissure. ^{[61][64]} Ce type de construction présente aussi le grand avantage d'une liberté dans la complexité de la forme, indépendamment du prix et permet d'y intégrer des ouvertures sans suivre de trame structurelle comme par exemple une structure faite en acier. La "Tatami house" à Amsterdam, conçue par l'architecte Julius Taminiau, démontre les potentialités spatiales que peut offrir une structure en caisson. Semblable à une cale de bateau, elle permet l'utilisation du volume immergé comme sous-sol, ce qui ajoute de la surface utile et habitable. ^[65]

Ce dernier remet aussi en question le niveau zéro de référence d'une construction que les bâtisseurs définissent souvent au niveau du sol. Dans les projets flottants, c'est la surface de l'eau qui devient le niveau zéro. Cette différence entre la terre et l'eau offre des perspectives inédites, privilégiées et peu expérimentées d'une vision rasante sur le plan d'eau.

Dans toutes les stratégies, la partie non immergée de la structure peut utiliser un grand nombre de matériaux différents et prendre une multitude de formes. Il est toutefois judicieux d'employer une stratégie structurelle concentrée sur la légèreté. L'utilisation d'ossature en acier ou en bois est alors idéale pour garder un centre de gravité bas et assurer la stabilité. Étant confronté en permanence à une atmosphère saturée en humidité, les matériaux utilisés sont volontairement empruntés de la construction navale.

Il en va de même pour l'enveloppe, où le choix du matériau doit être fait en fonction de sa résistance à la corrosion et au pourrissement. Dans le quartier d'Ijburg par exemple, situé à Amsterdam, les habitations comportent une ossature en bois et un revêtement en plastique. ^[66]

Sur le canal de Chichester en Angleterre, le studio britannique BACA a, quant à lui, choisi d'utiliser des panneaux préfabriqués en bois pour la structure de la "*modular floating home*" et un bardage extérieur en cèdre, une essence imputrescible et résistante à la moisissure qui se prête bien aux constructions proches de l'eau. ^[69]

Dans leur conception, ces solutions flottantes présentent un avantage considérable face à la construction terrestre. Elles peuvent toutes être préfabriquées de la fondation à la toiture dans un chantier naval et ensuite être transportées sur le site, à l'opposé de l'excavation et de la phase de fondation incontournable dans la plupart des constructions terrestres qui engendrent des coûts importants et doivent être faites directement sur le site ce qui nécessite une organisation logistique conséquente.

Il est aussi important de mentionner que la condition flottante, bien que instable, permet de changer l'orientation et la situation d'implantation dans un intervalle de temps réduit. Cette adaptabilité présente un avantage énorme face à la construction traditionnelle des villes où chaque nouvel édifice est ancré dans le tissu urbain de manière permanente.



Structure d'une maison flottante, Quartier Schoonschip - fig. 13

Ce potentiel de mobilité offre une multitude de possibilités et peut alors être utilisé pour adapter un ensemble construit en fonction des saisons, d'une nouvelle affectation fonctionnelle ou même suite à un besoin d'agrandissement sans devoir détruire les éléments déjà existants. ^[3]

Dans les circonstances présentes, il y a cependant des restrictions de taille. Les chantiers navals où sont montées les structures actuelles sont souvent séparés du site par des écluses et des ponts qui forment des obstacles dont les dimensions sont fixes et affectent les dimensions maximales des gabarits des structures flottantes. Il faut alors employer des éléments modulaires si l'on veut pouvoir envisager des édifices flottants plus grands. Les différentes parties d'un même projet peuvent alors être tractées par bateau sur place indépendamment l'une de l'autre. L'assemblage se fera alors plus facilement in situ. Dans le cas du quartier d'Ijburg, avec des volumes finaux de près de dix mètres de large par quinze mètres de long, les voies maritimes ont obligé les concepteurs à planifier leurs bâtiments d'habitations mitoyens en deux ou trois modules transportés séparément et assemblés une fois sur place. (fig. 14)

Une autre alternative est de construire uniquement la partie flottante en un élément et de venir ajouter les pièces préfabriquées de la partie hors de l'eau par la suite, la clef du succès est de simplement adapter le degré de modularité aux contraintes logistiques de chaque site spécifique. ^{[25][71]}



Transport et installation d'une maison, Quartier Ijburg - fig. 14

Finalement, même si les techniques de construction en milieu aquatique peuvent être considérées comme étant acquises depuis longtemps, il y a tout de même un dernier facteur à prendre en compte: la pérennité du bâtiment dans un environnement si humide et parfois même corrosif dans le cas des milieux marins se verra mise en péril si l'entretien n'est pas régulier. Cette remise en forme constante engendre forcément des coûts, mais ils s'avèrent minimes comparés aux coûts potentiels qu'impliquerait l'indifférence de l'habitant par rapport à l'état de son logement. Dans un milieu mouvant, les premières traces d'usure ou de corrosion doivent être traitées immédiatement avant de prendre des proportions désastreuses. Une inattention peut aboutir à une détérioration irréversible avec pour conséquence de voir la demeure finir engloutie par les flots. ^[92] Ce facteur tend à rendre l'utilisateur plus conscient de l'environnement qui l'entoure pour d'être à même de préserver son habitat.

Le choix des matériaux, qu'il soit de l'ordre de la structure ou de l'enveloppe, devrait toujours faire l'objet d'une réflexion sur son impact écologique lors de son usure graduelle. Comme sur la terre ferme, les substances qui se dégagent de certains matériaux de construction (oxide, microparticule, etc..) sous l'influence du climat extérieur sont souvent dangereuses pour la nature. Dans l'eau ce type de pollution peut se propager très rapidement à l'image des naufrages pétroliers tristement célèbres.

Réseaux et énergies

Comme décrit précédemment, les dispositifs flottants utilisés pour la circulation, l'espace public et communautaire constituent le lien à la ville existante et sont donc d'une importance capitale. Mais ils cachent aussi une autre fonction essentielle au bon fonctionnement de l'habitat flottant.

Le mode de vie contemporain implique une utilisation d'un certain nombre de réseaux comme le chauffage, les canalisations et l'eau courante dont la majeure partie de la population occidentale ne saurait se passer tellement ces éléments sont considérés comme essentiels dans notre société. Ainsi, ce lien à la terre ferme peut aussi être utilisé pour connecter les éléments flottants aux réseaux sanitaire et énergétique de la ville. Il est toutefois important de considérer la mobilité des éléments dans l'eau qui va appliquer des efforts non négligeable sur les gaines relativement rigides usuellement utilisées dans la construction traditionnelle terrestre. L'implémentation de jonction flexible à des points stratégiques où l'amplitude du mouvement est

forte peut ainsi adapter le réseau à la situation. De plus, sous des latitudes où les températures hivernales passent en dessous de zéro, le système sera particulièrement exposé au gel. Une bonne isolation résistante à l'humidité sera nécessaire pour éviter le gel dans les réseaux d'eau potable et d'eau usée. Dans le quartier d'Ijburg, alimenté uniquement en eau froide, le choix a été fait d'utiliser un système de cordons chauffant couplé à un thermostat pour assurer une température du tuyau supérieure à zéro degré. ^[24]

Mais l'autonomie énergétique est aussi une perspective possible pour l'architecture flottante. Les grandes étendues d'eau sont une source infatigable et relativement constante d'énergie renouvelable. ^[6] Parmi les sources d'énergie fournies par l'eau, la méthode la plus répandue est sans nul doute celle de la pompe à chaleur hydraulique, où la différence de température entre l'eau et l'air est utilisée. En hiver, les températures chutes, l'air et l'eau se refroidissent, mais les étendues d'eau, qui ont une inertie conséquente, se stabilisent lentement à une température relativement constante plus élevée que l'air.

Au contraire, en été l'air est plus chaud que l'eau et le système fonctionne à l'inverse produisant de la fraîcheur. Ainsi, cette différence de température peut être utilisée pour transférer l'énergie à travers un échangeur de chaleur afin de chauffer ou refroidir les espaces intérieurs.

En comparaison avec un système terrestre où un forage profond est nécessaire, ce système bénéficie d'une mise en place beaucoup plus simple puisqu'il peut simplement être apposé sous la partie immergée du bâtiment. ^[3]

L'énergie cinétique des marées et des courants, dite marée motrice, peut aussi être transformée en électricité. Pour extraire cette énergie l'installation de turbines immergées est nécessaire et présente un grand avantage esthétique car quasiment invisible aux utilisateurs de l'espace. ^[3]

Les grandes surfaces d'eau bénéficient encore d'une autre condition beaucoup moins fréquente sur la terre ferme. L'absence d'obstacle permet au vent de plus facilement circuler sur l'eau ce qui lui donne également un comportement plus constant. Ainsi avec déjà peu de vent il est possible d'obtenir un bon rendement avec une installation éolienne.

Finalement, il est aussi possible d'équiper le bâtiment d'une installation photovoltaïque, solution déjà bien démocratisée dans la construction conventionnelle. D'ailleurs, là aussi la proximité de l'eau présente un atout de taille. A l'image des exploitations viticoles présentes dans la région du

Lavaux, l'installation peut bénéficier des réflexions des rayons du soleil dues au miroitement sur l'eau ce qui permet de capter davantage de rayon incident. ^[26]

La gestion des déchets organiques est aussi possible sur l'eau et peut même générer du combustible propice à l'alimentation du chauffage et de la cuisine. Le processus de digestion anaérobie permet de décomposer les résidus organiques issus de la consommation humaine pour les transformer en gaz naturel. Ce dispositif a déjà été testé maintes fois dans les exploitations agricoles et est très simple à mettre en œuvre sur une installation flottante, plus facilement accessible pour les pays en voie de développement. ^[3]

De nombreux avantages énergétiques à construire sur l'eau ont ainsi été décelés. Toutefois, il est plus judicieux de planifier ce type d'installation à l'échelle de la communauté. Ce type d'installation nécessite tout de même un minimum d'entretien qui peut créer quelque réticence à l'échelle d'une maison individuelle. En revanche, si la gestion est prise en main par la collectivité cela peut s'avérer très efficace. Le fait de centraliser les installations ayant un impact sur le paysage permet aussi de minimiser le désagrément qu'elles peuvent causer. ^[3]

2.4) Réglementations

De par son caractère flexible et mobile, la maison flottante reste difficile à classer comme bien immobilier, car la distinction entre une maison et un bateau reste ambiguë.

Cette zone obscure dans la loi est due au fait que la bureaucratie administrative qui englobe l'industrie de la construction et son financement, est basée sur l'hypothèse que le résultat de la construction est un bien immobilier qui implique automatiquement le principe d'immobilité. Contrairement aux bateaux réaménagés ou aux péniches, les maisons sur l'eau revêtent plus d'un caractère sédentaire et ne sont pas destinées à se déplacer dans de telles amplitudes, mais cela dit, leur remorquage vers un autre endroit est en principe toujours possible.

En France par exemple, l'article L 4000-3 du Code des transports distingue les entités flottantes selon leur mobilité et leur destination. Il propose ainsi les définitions suivantes:

“1° Bateau : toute construction flottante destinée principalement à la navigation intérieure ;

2° Engin flottant : toute construction flottante portant des installations destinées aux travaux sur les eaux intérieures ;

3° Etablissement flottant : toute construction flottante qui n'est pas normalement destinée à être déplacée ;

4° Matériel flottant : toute construction ou objet flottant apte à naviguer, autre qu'un bateau, un engin flottant ou un établissement flottant.” Léa Bréard [27, p. 18]

Dans ces définitions, les deux cas destinés à l'habitat sont donc l'établissement flottant et le bateau (la péniche). Dans la catégorie des bateaux habités, une distinction supplémentaire est encore faite. Ainsi, une péniche uniquement amarrée à un ponton pour une durée limitée sera encore considérée comme meuble car elle garde ses qualités de déplacement originel sans avoir d'emprise sur la terre ferme. En revanche, une péniche reliée au réseau (eau usée, gaz, électricité) sera considérée comme un bien immobilier. La notion d'emprise au sol est essentielle et, selon l'article 524, un bateau fixé sur des piliers qui eux-mêmes sont fixés au sol, à l'instar d'une maison sur pilotis, lui ferait perdre son caractère mobile.

En ce qui concerne l'établissement flottant, il est considéré comme un bien immobilier car non motorisé et en principe pas destiné à être déplacé. S'il est amené à se déplacer, en cas d'entretien par exemple, il disposera d'une mobilité empruntée et sera tracté ou poussé jusqu'à sa destination. Les systèmes d'amarrage sont aussi différents. Comme ces constructions sont fréquemment fixées à des piliers ou attachées à la berge à l'aide de bracons, cela leur donne davantage un caractère immobile.

Au niveau fiscal, cela engendre des complications. L'article 531 du Code Civil classe les bateaux dans la catégorie des meubles tout comme mentionné auparavant. Mais l'article 1381-3° du CGI, explique quant à lui que

“sont imposables à la taxe foncière sur les propriétés bâties, les bateaux utilisés en un point fixe et aménagés pour l'habitation, le commerce ou l'industrie, même s'ils sont seulement retenus par des amarres” Léa Bréard [27, p. 18]

ce qui entre en contradiction totale avec les distinctions faites précédemment. A cela vient aussi s'ajouter que les eaux intérieures, en France, sont considérées comme un bien public, le droit du sol et la notion de la propriété privée n'est par conséquent pas comparable aux réglementations sur terre. Ceci a pour conséquence, dans le cas d'un habitat flottant, de rendre difficile la délimitation entre la propriété public et privé et complique l'application de la taxe foncière. [27]

En Irlande, la situation est similaire, L'eau est propriété de l'état et ne peut être achetée, mais un contrat de location, appelé « bail en haute mer », peut être accordé par le département de la marine pour toute construction flottante sur l'eau. Elles ne doivent cependant pas être implantées à plus de 12 miles nautiques des côtes, ce qui est équivalent à la limite des eaux territoriales. Au contraire, en Suède, les réglementations stipulent que la personne qui acquiert la propriété d'une villa flottante possède également le volume d'eau sur laquelle la maison flotte, règle alors similaire au droit sur terre. [19]

Au Pays-Bas, une situation différente est observable. Lors de la construction du quartier d'Ijburg à Amsterdam, le promoteur et les investisseurs privés ont décidé d'adopter le principe d'interprétation cohérente des habitations flottantes en tant que biens immobiliers. Malgré cela, en raison de notion de propriété privée, chaque construction flottante de cette communauté est enregistrée à deux reprises. Une fois dans les registres fonciers où la parcelle est définie en tant que bien immobilier, et une deuxième fois dans le registre naval, pour la construction en tant que navire. Chaque maison est ainsi pourvue d'un nom inscrit individuellement sur le caisson flottant. [24]

En revanche en Allemagne, toute embarcation de moins de vingt-cinq mètres de long est considérée comme bateau de plaisance et donc un bien mobilier. Pourtant elles peuvent rester amarrées au même endroit pour une durée indéterminée pour autant qu'elles soient autonomes et non reliées au réseau ce qui rend le principe même de mobilité très discutable. Toutes les constructions flottantes dépassant ces mesures sont, quant à elles, obligatoirement pourvues d'un lieu d'amarrage fixe et inapte à la navigation. Elles sont aussi reliées au réseau ce qui en fait par conséquent un bien immobilier. Mais étonnement, cela n'implique pas de taxe foncière car le propriétaire paie uniquement la place d'amarrage ce qui représente un avantage fiscal important. ^[72]

A l'heure actuelle, il n'y a donc pas de consensus au niveau juridique et il n'est même pas encore question de réglementations au niveau d'un développement à l'échelle du quartier. Il est souvent ambigu de décider lequel des règlements doit être appliqué et les projets sont pour l'instant réglés au cas par cas. Ce mode de vie et cette façon de construire sont encore marginaux dans leur globalité et doivent encore se démocratiser pour pouvoir créer des bases légales claires.

2.5) Composer une architecture flottante

Limites

Aujourd'hui, bien qu'il y ait une avancée des constructions flottantes à travers le globe, ce type d'architecture semble néanmoins se heurter à certaines réticences dans son développement.

Tout d'abord, une vie exposée aux risques de la nature, ainsi que l'adaptation au milieu liquide, par opposition à la vie sur terre, représentent un véritable défi pour l'être humain. Habiter un sol instable impose une remise en question face au sentiment de sécurité, qui est l'essentiel du logement. Vivre avec le risque peut être un pas difficile à franchir lorsqu'on est accoutumé à vivre protégé par un cadre d'habitat sécurisé.

La trop lente prise de conscience de la majorité de la population par rapport à la modification nécessaire de notre façon de vivre et l'insuffisante réaction des gouvernances face aux problèmes environnementaux, sont des freins majeurs à la réflexion sur une nouvelle manière de concevoir les territoires en relation avec l'eau.

Toutes les zones du littoral ne peuvent pas accueillir un projet d'architecture flottante. Certaines zones sont trop exposées aux forces marines et les vagues représentent un véritable danger pour les installations. Néanmoins, des recherches sont en cours pour élaborer des technologies qui permettraient d'appriivoiser les océans, même si elles ne sont encore qu'à l'état de projet.

L'aspect économique est également responsable du faible développement de l'architecture flottante. Construire sur l'eau de manière individuelle reste tout même 30 % plus cher qu'une structure de même surface sur terre.^[97] De même, les projets éphémères flottants restent assez coûteux et largement critiqués. Cependant, cette solution, projetée à une grande échelle, en veillant à une certaine standardisation des processus de construction, de préfabrication et de transport, devient aussi compétitive économiquement, elle pourrait dès lors être une option viable pour l'implantation de nouveaux quartiers en zone urbaine.^{[16][28]}

Malgré ces critiques, l'architecture flottante reste mentionnée aujourd'hui par des agences d'architectures européennes comme la solution qui pourrait sauver les habitants des régions côtières des pays en voie de développement, faisant ainsi face au problème de la montée du niveau des océans. ^[55] Hélas, ces populations n'ont souvent pas les moyens de réagir à ce danger et ne peuvent s'offrir ces techniques de construction. Dès lors se pose une question importante en termes de politiques et de justices environnementales. ^[95]

Un autre facteur limitant parfois mentionné est que l'architecture flottante ne peut pas, à l'heure actuelle, densifier le tissu urbain à la même échelle qu'un projet d'urbanisme construit sur polder.

Cependant, les progrès technologiques récents et les explorations futures à réaliser au niveau structurel démontrent que des bâtiments flottants de grande taille peuvent être construits, à l'image du projet pilote le *"Floating Office Rotterdam FOR"* ou du bâtiment *"IBA DOCK"* présenté dans la partie suivante.

Il ne faut pas s'aveugler du fait que toute construction a un impact sur son environnement et que l'architecture flottante ne s'implante pas sur l'eau sans aucune répercussion sur les écosystèmes marins. ^[3] Il est toutefois possible de mitiger cet effet en analysant avec précision l'impact de l'installation. Par exemple, il est primordial de veiller à ne pas recouvrir totalement la surface de l'eau pour permettre un ensoleillement naturel suffisant des fonds marins. De plus, l'apparition de nouvelles surfaces comme les caissons ou des projets de jardins flottants peuvent être une opportunité pour revitaliser l'habitat et la biodiversité marine, comme l'a proposé l'hôtel Salt & Sill en Suède, où les concepteurs ont recréé un récif pour homards, sous le ponton, à l'aide du surplus de pierres provenant de la construction. ^[28]

Synthèse

“Nous nous rapprochons des questions plus ardues “d’éthique de la terre” qui remettent en cause notre rôle traditionnel “d’agents géologiques”, capables de changer la composition du sol, les régimes hydrauliques et le climat lui-même. Affronter la problématique de l’eau requiert une évolution conceptuelle drastique afin d’intégrer les relations biotiques au sein de l’activité d’urbanisme et de questionner son rôle en tant qu’outil de recherche actif, en cherchant à comprendre de quelle façon l’eau est elle-même un agent de conception et dans quelle mesure nos concepts, structures et idées dépendants d’une vision anthropocentrique doivent évoluer.” Palola Vigano [18, p. 86]

Comme l’a évoqué Paola Vigano, les architectes et les urbanistes ont la responsabilité lors de la conception de projets d’intégrer l’eau comme un acteur à part entière de la planification et de soutenir l’environnement naturel sans vouloir le contraindre par des constructions.

Ce chapitre a couvert les enjeux de constructions flottantes et a dévoilé de nombreux bienfaits sur le plan environnemental, structurel et social. Afin de concevoir un projet architectural flottant de qualité, un certain nombre d’éléments doivent ainsi être pris en compte.

L’architecture flottante s’insère dans un milieu qui ne garantit pas une surface habitable. À l’opposé de la terre ferme où le caractère solide du milieu remplit déjà cette condition essentielle, l’Homme doit ainsi concevoir son habitat de toute pièce pour pouvoir vivre sur l’eau. Dans cet effort de création, chaque espace habitable et chaque transition sous forme de pontons ou de plateformes communes a une importance capitale et doit être optimisée pour garantir une qualité spatiale ainsi que le bon fonctionnement de l’ensemble.

Lorsqu’on veut projeter un ensemble architectural dans un contexte urbanisé, il est primordial de veiller aux interactions entre la terre et l’eau. Si le seuil est trop marqué, les utilisateurs vont éprouver des réticences à explorer les lieux et il s’agit alors d’une annexion plutôt qu’une intégration à la ville. L’ensemble prend des allures de communauté fermée sur elle-même comme certains exemples évoqués auparavant ont pu le démontrer.

Un autre élément à prendre en compte au niveau structurel est l'importance du choix des matériaux de construction qui doivent être durables dans un milieu humide et respecter les principes de stabilité et de flottabilité sans lesquels le projet serait voué à l'échec. Mais il est également essentiel de tirer profit de l'élément liquide en intégrant les principes de variabilité, modularité et flexibilité aussi bien dans sa situation physique qu'au niveau fonctionnel. Finalement, l'étendue d'eau est une source infatigable d'énergie renouvelable que les concepteurs du XXIème siècle devraient s'efforcer à intégrer dans les projets futurs.

Ainsi, l'architecture flottante peut devenir une contribution aux espaces urbanisés en interaction avec l'eau, si elle est exécutée avec une attention particulière à tous les niveaux de conception. Qu'en est-il dans la réalité, trois exemples vont être analysés dans la partie suivante, reprenant les divers points exposés à travers ce chapitre.

PARTIE III

ETUDE DE CAS

Dans ce chapitre, le but est d'analyser des projets à différentes échelles dans un contexte urbain. Cette analyse vise également à porter une attention particulière sur la qualité de l'intégration de ces structures flottantes dans leur environnement urbain et de quelle manière cette connexion est réalisée. La sélection s'est portée sur les projets situés dans des pays différents afin d'assurer une réponse architecturale variée.

Le choix s'est donc porté sur :



fig. 1

IBA DOCK

Une construction de grande taille afin d'explorer les potentiels structurels.



fig. 2

URBAN RIGGER

Un ensemble de modules flottants identiques pour investiguer les principes et possibilités d'un projet modulaire.



fig. 3

SCHOONSCHIP

Un quartier d'habitation flottant examinant les espaces conçus à différentes échelles sociales, allant de la communauté à l'individu.



IBA DOCK

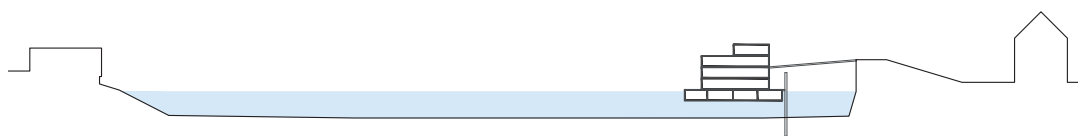
En février 2010, la plus grande construction flottante d'Allemagne voit le jour dans les eaux du Müggenburg Zollhafen à Hambourg avec une surface utile de 1800m² et un poids de 1700 tonnes. Conçu par le bureau d'architecture Slawik Architekt originaire de Hanovre et le bureau d'ingénieur IMS GmbH de Hambourg, c'est un bâtiment avec une double fonction d'espace d'exposition et de siège pour la société de planification urbaine IBA Hamburg. ^[73]

Dans ce cas-ci, la construction d'une structure flottante provient directement de la volonté des autorités de la ville de Hambourg de trouver des alternatives pour gérer et s'adapter au péril du réchauffement climatique. Bien que situé à une centaine de kilomètres de l'embouchure de l'Elbe, Hambourg subit tout de même les fluctuations de la mer du Nord en sus des crues du fleuve lui-même ce qui fait de cette ville une plateforme d'expérimentation privilégiée. Ce projet fait partie d'une série d'interventions



Page de gauche : Vue satellite de Hambourg - fig. 4

Page de droite : Vue du projet - fig. 5



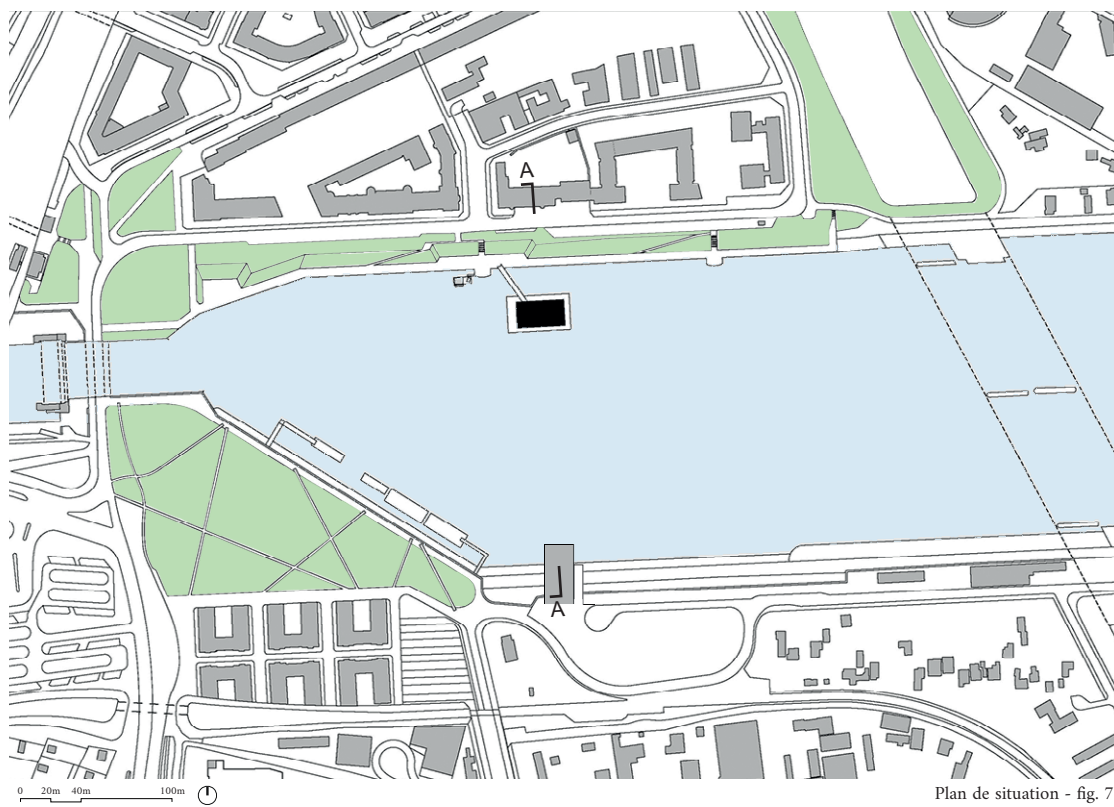
Coupe urbaine AA (hors échelle) - fig. 6

dans différentes zones de la ville qui ont pour but d'évaluer l'efficacité des différentes stratégies que le génie urbain peut utiliser dans les zones où la variation du niveau de l'eau est forte. Un autre projet concernant des bâtiments historiques munis de sous-sols inondables a par exemple été réalisé dans la Speicherstadt au centre de Hambourg. Lors des crues conséquentes, les étages inférieurs qui servent de parking sont sous les flots et la mobilité est assurée par des passerelles surélevées. ^[16]

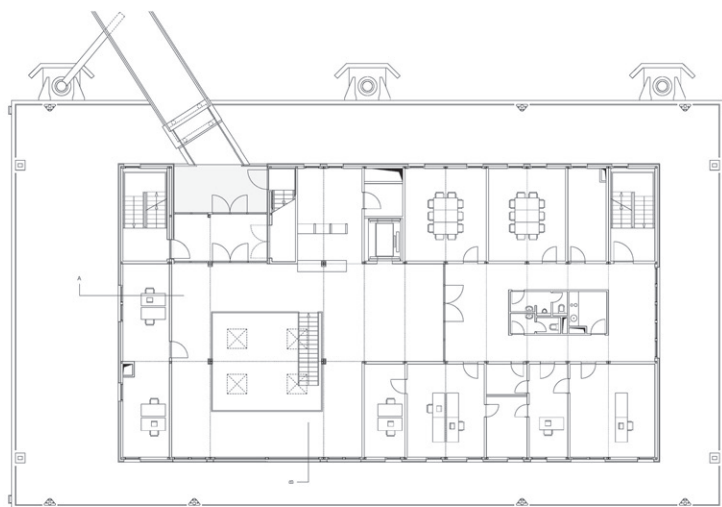
Le bâtiment IBA Dock, qui nous concerne, est lui implanté au sud du quartier d'habitation Hambourg Veddel et attenant à Wilhelmsburg, l'île fluviale la plus peuplée d'Europe. La connexion à la terre ferme se fait par une passerelle articulée fixée à la digue qui protège le quartier. ^[74]

L'accès est exclusivement piéton et se fait depuis la promenade sur la partie haute de la digue. Cette passerelle d'entrée, à caractère plutôt privé, crée une ambiguïté car l'utilisateur peine à distinguer s'il s'agit véritablement d'un bâtiment libre d'accès. Le saut d'échelle entre la promenade de caractère clairement public et le bâtiment d'aspect plutôt privé est tel que la transition se révèle en réalité peu harmonieuse.

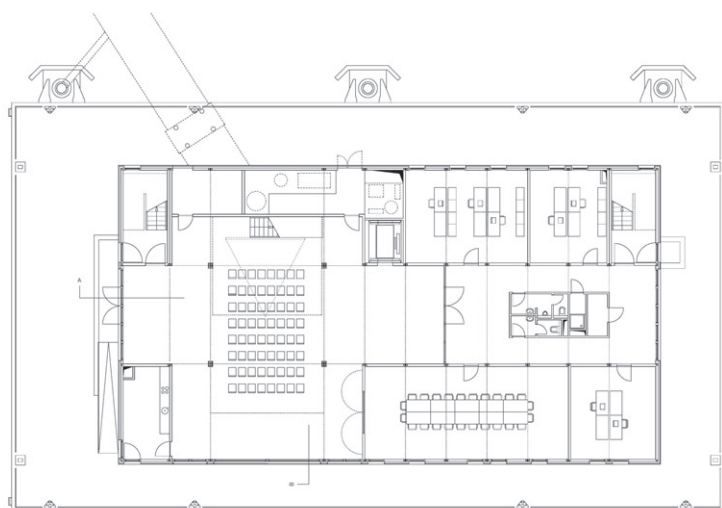
Étonnamment, dans ce quartier, c'est le seul bâtiment de bureau de cette envergure qui ne soit pas vraiment connecté au tissu de la ville. Mais étant donné que le lieu abrite aussi une exposition des projets urbanistiques en cours à Hambourg, la volonté était peut-être de créer un élément singulier qui agit comme point de repère dans le paysage, attirant l'attention de la population. Le rapport entre le niveau du quartier et celui de la structure flottante est aussi intrigant car tous deux arrivent finalement à une hauteur semblable. (fig. 6) Ils sont entrecoupés par la digue qui agit non seulement comme séparateur spatial entre liquide et solide mais également comme connexion entre la plateforme et le reste du tissu urbain. La hauteur de la digue est également responsable de la situation de l'entrée du bâtiment au deuxième étage donnant directement accès à l'espace d'exposition.



Plan de situation - fig. 7



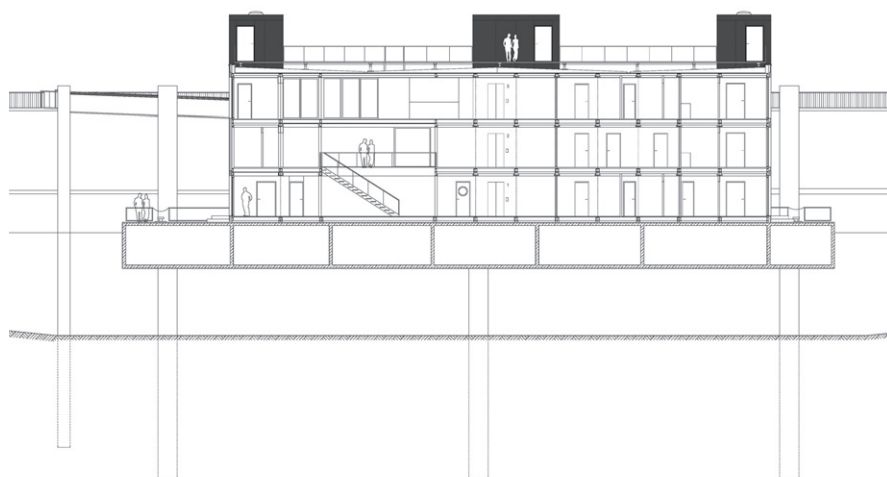
2ème étage



Rez-de-chaussée

Spatialement, l'intérieur du bâtiment se divise en deux parties avec à gauche la partie d'exposition autour d'un atrium ouvert sur plusieurs étages et à droite la partie bureau et administration de l'entreprise. Dans l'espace d'exposition, le lien avec l'eau est maintenu à l'aide de grandes baies vitrées orientées au sud permettant un contact visuel avec l'élément aquatique. Cet espace est composé d'un atrium du rez au premier étage qui est ensuite décalé vers le nord pour se poursuivre au deuxième étage. L'ouverture en diagonale de haut en bas permet ainsi d'apercevoir la terrasse au sud directement depuis l'entrée principale au nord-ouest située au deuxième étage.

La circulation verticale est assurée par des escaliers dans les atriums et un ascenseur dans la partie centrale. La totalité du bâtiment a été conçue en retrait sur la plateforme qui le porte, ce qui permet de créer une surface de deck extérieur généreuse et une plus grande interaction entre les utilisateurs et l'étendue d'eau. L'utilisation de la partie immergée de la plateforme peut, quant à elle, être remise en question. Il a été observé auparavant dans cet ouvrage que la fondation de structures flottantes pouvait être employée pour aménager davantage d'espace où la lumière naturelle est moins nécessaire. Hors dans cet objet d'étude, le sous-sol est uniquement utilisé pour les locaux techniques ne couvrant qu'une partie négligeable de la surface totale à disposition laissant finalement beaucoup d'espace inutilisé qui aurait pu accueillir une salle de projection pour ne citer que cet exemple.



Coupe - fig. 9

Au niveau structurel, le concept principal repose sur le principe flexible de modularité. La structure majeure à trois étages est composée de modules autoportants en acier évidés semblables à des containers reposant sur une plateforme creuse en béton imperméable de 50 mètres de long pour 26 mètres de large. Ce sont la légèreté même de ces modules et la grande surface de flottaison qui assurent la stabilité de l'édifice. ^[75]

La flexibilité entre en jeu lors d'éventuels déplacements pour un changement d'affectation du bâtiment, alors les modules supérieurs peuvent être enlevés de la structure principale pour permettre son passage sous les différents ponts. Ce système novateur évite de porter préjudice au bon fonctionnement du programme après la conversion. En ce qui concerne les fluctuations dues aux marées et aux crues, le ponton dispose d'un amarrage coulissant sur trois dauphins qui lui permettent de s'adapter au changement de niveau de l'eau sur une amplitude de 3,5 mètres. Le bâtiment s'adapte ainsi à la nature et évite la construction de digues toujours plus hautes.

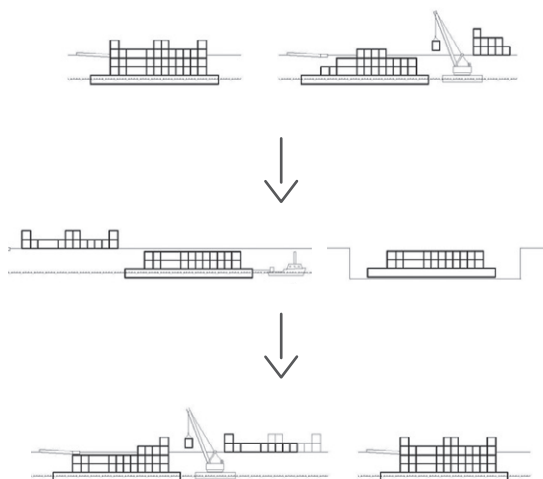
En ce qui concerne l'enveloppe, les parois sont composées d'une couche intérieure en plâtre, d'une isolation de 25 centimètres d'épaisseur et d'un revêtement extérieur en Eternit, un matériau durable. Le tout est apposé dans les cadres que forment ces modules pour assurer la continuité de l'isolation. Le choix des couleurs de peinture a lui aussi été fait selon des critères de durabilité car ces couleurs font partie des tonalités produites les moins sensibles aux aléas climatiques. ^[76]

Toujours dans une volonté d'adaptation au changement climatique, l'IBA Dock est aussi entièrement autosuffisant en énergie de chauffage et de climatisation. De par sa condition aquatique, la structure bénéficie de l'accès direct à l'énergie hydrothermique de l'Elbe.

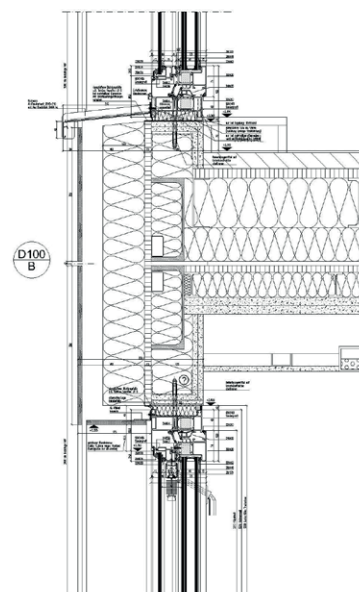
Un échangeur de chaleur intégré au plancher de la plateforme permet d'alimenter la pompe à chaleur électrique en intermittence avec l'énergie provenant des capteurs solaires thermiques en toiture. L'électricité supplémentaire nécessaire au fonctionnement est assurée par les panneaux photovoltaïques aussi disposés en toiture. Ainsi, grâce à une isolation efficace, aucune énergie supplémentaire provenant du réseau public n'est nécessaire pour la gestion du confort intérieur. ^[28]



Assemblage des éléments préfabriqués - fig. 10



Flexibilité du montage - démontage - fig. 11



Detail constructif d'assemblage - fig. 12

IBA Dock s'inscrit dans les constructions pionnières de l'architecture flottante de par son envergure. Cependant, son implantation assez singulière par rapport au tissu urbain avoisinant porte un peu à confusion quant aux motivations des constructeurs. Son manque d'intégration est sans doute dû à la volonté de rendre l'édifice très visible pour intriguer la population. On comprend alors qu'il s'agit avant tout d'un objet test pour explorer les alternatives face au réchauffement climatique et à la densité croissante des villes à haut risque d'inondation. On observe une mise en œuvre d'éléments permettant de mettre en avant les potentialités du flottant telles que la flexibilité et la mobilité dans la conception du fonctionnement structurel et spatial mais aussi la durabilité de son système de gestion du confort intérieur indépendant du réseau de la ville. Dans l'ensemble, on observe donc une vraie volonté de la part des acteurs de l'urbanisme de la ville de Hambourg à vouloir dépasser les stratégies classiques urbanistiques en zone inondable, ce qui fait de cette métropole une plateforme mondialement reconnue en matière d'innovation face au défi d'adaptation des villes de demain. ^[16]



Liaison à la promenade publique - fig. 13



Espaces extérieurs - fig. 14



URBAN RIGGER

Depuis quelques années déjà, la demande en nouveau logement étudiant à travers tout le territoire danois n'a cessé d'augmenter. Le bureau d'architecture BIG en collaboration avec le bureau d'ingénieur Danfoss ont non seulement cherché à trouver une solution durable pour répondre à ce manque, mais ils ont également cherché à explorer une forme d'habitat modeste pour qu'il puisse aussi convenir à des couples ou des personnes indépendantes.

Ainsi, en 2016, l'unité d'habitation Urban Rigger voit le jour, totalisant une surface utile de 745m². Elle se compose de 12 logements de respectivement 23 à 30m², d'une cour partagée de 160m², d'une terrasse commune en toiture de 65m² et finalement d'un sous sol combinant salle de sport, buanderie, salon et cuisine ainsi qu'un local technique sur une surface de 220m².



Page de gauche : Vue satellite de Copenhague fig. 15

Page de droite : Module d'habitation - fig. 16

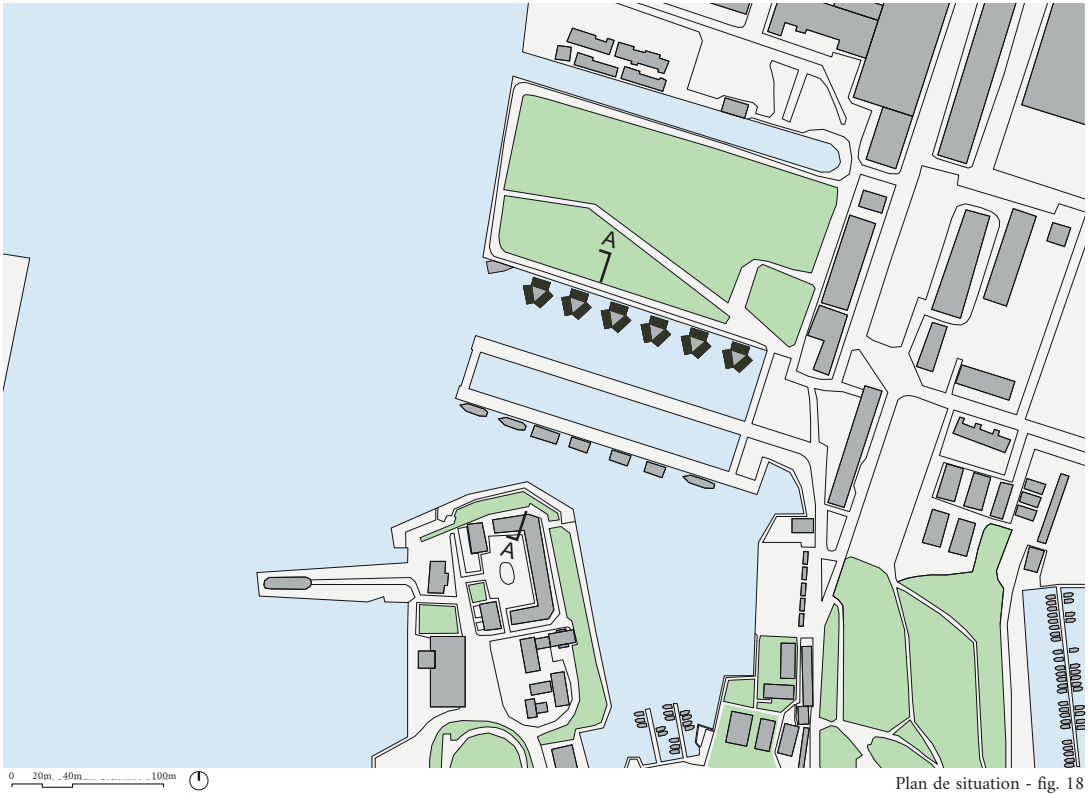


Coupe urbaine AA (hors échelle) - fig. 17

En 2019, le premier “*village étudiant*” flottant de six unités a ainsi été amarré à l’île de Refshaleøen dans le port de Copenhague. Historiquement, Refshaleøen faisait partie du patrimoine industriel de la ville, notamment comme chantier naval entre 1872 et 1996. Le développement urbain actuel la revitalise peu à peu en une partie intégrante de la ville accessible à toute la population. Urban Rigger a ainsi pour but de contribuer à ce changement urbanistique tout en s’implantant sur l’étendue d’eau de manière à éviter la surdensification. La démarche cherche aussi à renouer le lien avec l’eau, qui pendant longtemps était perçue comme une étendue liée au transit et à l’activité portuaire plutôt qu’un espace public naturel dans un contexte urbain. La gestion de la mobilité à Copenhague est telle que l’implantation générale du dispositif bénéficie déjà d’une très bonne accessibilité au réseau ferroviaire national par voie cyclable en quinze minutes. ^[78]

L’implantation sur l’eau avait également pour but d’utiliser la flexibilité de la structure pour pouvoir être déplacée et venir se positionner dans la ville où le besoin se fait le plus sentir. La variabilité est aussi un argument majeur, dans le sens où, la disposition de chaque module entre eux permet une évolution dans le temps relativement flexible sans devoir faire recours à la démolition de certains éléments.

Pour l’instant, il y a peu de tissu urbain à proximité directe de cette construction. L’ensemble de six modules apparaît comme ayant été installé à cet endroit par défaut, pour ne pas perturber le tissu urbain existant et semble déconnecté du reste de la ville. Cependant, comme cette partie de la métropole est en pleine métamorphose, il est fortement probable que la situation change dans le futur. Ce district en pleine évolution a déjà vu apparaître quelques commerces et lieux de restaurations, ainsi que des espaces d’activités en plein air. De nombreux projets urbanistiques comprenant des quartiers d’habitation durables sont à l’étude à l’heure actuelle. ^[79]



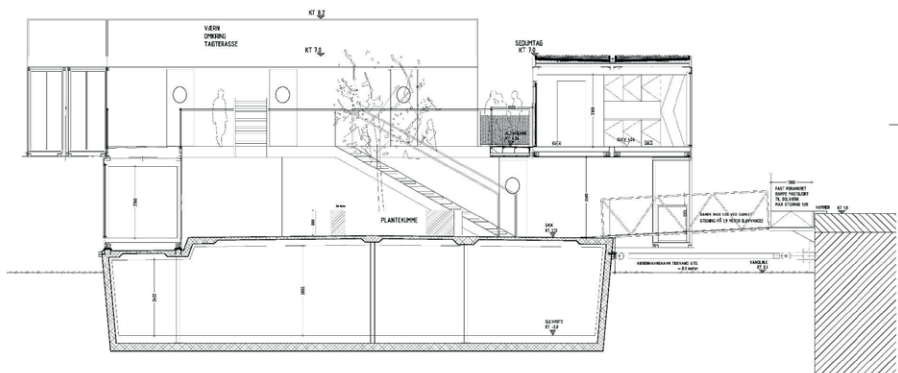
Plan de situation - fig. 18

La circulation entre la terre ferme et le module se fait à l'aide de pontons télescopiques. Cette connexion est traitée de manière presque identique à celle d'un bateau ce qui rend la transition relativement abrupte entre le rivage et l'élément liquide. Cette transition marque une nette limite, entre l'espace public du quai et la plateforme, ce qui entre malheureusement un peu en contradiction avec la volonté énoncée de créer un espace communautaire accueillant.

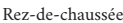
Toutefois, la forme géométrique hexagonale générée par la structure permet de revisiter la disposition classique de ponton habituelle plutôt orthogonale. (figure 22) Elle permet d'avoir un réseau de communication entre chaque cour intérieure plus diversifié et limite ainsi les culs de sac. La circulation et les interactions sociales qui en découlent se veulent donc moins monotones.

La répétition du module a pour but de renforcer l'égalité sociale et de baisser les coûts de production. Cependant, il apparaît également une situation paradoxale car cette potentielle disposition des modules entre eux crée des différences indéniables. Certaines cours se voient alors prendre le rôle de voie de communication pour les cours des modules situés aux limites de l'ensemble.

Sans système hiérarchique de circulation globale, les modules près de la rive doivent alors supporter beaucoup plus de passage que ceux aux extrémités du réseau ce qui crée des inégalités. La réplication d'un seul et même module en telle quantité peut donc être remis en question. Le risque que l'espace construit devienne monotone est tout de même relativement élevé ce qui va à l'encontre d'un cadre de vie agréable. [80]



Coupe - fig. 19



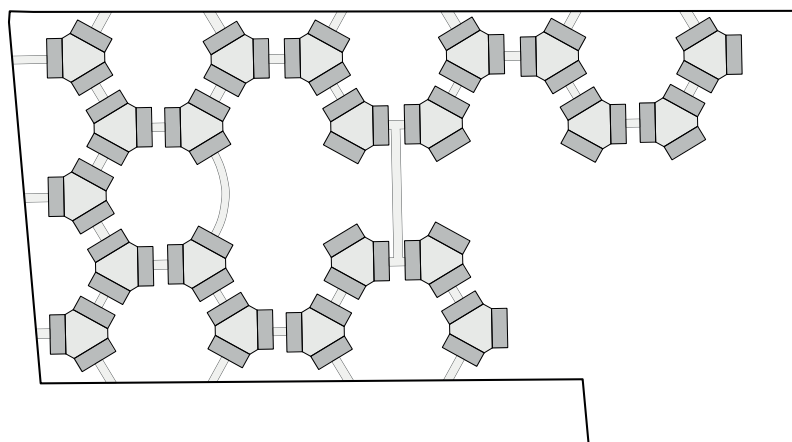
Plan d'un module - fig. 20



Cour intérieure d'un module - fig. 21

La structure d'un de ces bâtiments flottants est composée d'une barge flottante en béton armé imperméable sur laquelle vient se poser une structure légère sous la forme d'éléments de containers de taille standardisée. Ces derniers sont disposés en triangle ouvert dans les angles sur le rez-de-chaussée, puis une couche successive est apposée en linteau au-dessus de ces ouvertures. Avec une structure couvrant une surface apparente sur l'eau de 300m², les concepteurs ont su optimiser au maximum leur travail, ceci tout en respectant la législation en vigueur au Danemark qui ne permet pas de structure de taille supérieure.

La notion de communauté étant un aspect important dans la conception d'Urban Rigger, ce dispositif permet idéalement de créer un espace de cour commun, bien protégé du vent scandinave, qui facilite de cette manière et encourage un mode de vie durable axé sur le partage, la participation et la responsabilité de la collectivité. Comme la cour intérieure est très concentrée sur elle-même et que les baies vitrées qui ferment les trois angles tronqués ne permettent que de petites ouvertures sur des échelles pour aller nager, le rapport à l'eau de l'utilisateur est alors davantage visuel que physique. Les appartements et studios sont dotés de baies vitrées et certains même de balcons tous exclusivement dirigés vers l'extérieur ce qui permet une vue privilégiée sur la plan d'eau et un regard nouveau sur la ville. Au rez, les appartements sont disposés en longueur tandis qu'au-dessus ce sont des studios de forme carrée qui sont agencés dans une double épaisseur de container. De part la forme du module, certains profitent plus de l'eau, tandis que d'autres font face au quai. ^[81]



Plan schématique du développement et des liaisons entre modules pour une implantation dans un dock - fig. 22

Pour gérer l'équilibre du dispositif flottant, la structure est équipée de capteurs d'inclinaison dans les locaux techniques, qui assurent la stabilité de la flottaison. En cas d'incident, si la construction se met à pencher, une alarme est donnée et des spécialistes interviennent directement sur place. Au niveau mécanique, la plateforme est dotée de bracons qui permettent de garder une distance constante entre l'élément flottant et le quai et de pouvoir pallier au marnage (fluctuation du niveau de l'eau). ^[82]

Les gestions du confort intérieur et de l'apport en énergie et en eau ont apporté un certain nombre de défis. Le premier était d'isoler les appartements thermiquement en gardant l'aspect industriel du container, sans pour autant perdre la qualité de l'espace interne. Pour ce faire, BIG a fait le choix d'appliquer une fine membrane d'isolation réfléchissante produite par Aluthermo. Elle se compose de couches successives de polyester, polyéthylène et d'aluminium et permet ainsi de maintenir une efficacité d'isolation élevée, tout en maintenant des épaisseurs de paroi faibles. Pour le système de chauffage, l'approvisionnement est garanti par une pompe à chaleur type eau/eau, profitant de la chaleur de l'eau du port et alimentée en électricité par les panneaux photovoltaïques en toiture. L'utilisation de chauffage au sol garantit une bonne transmission homogène de cette chaleur dans l'ensemble des bâtiments.

Pour ce qui est du circuit d'eau et d'électricité, le module est relié au réseau de la ville. La différence de niveau entre les canalisations terrestres et la plateforme a contraint les constructeurs à installer une pompe à eau également alimentée par le système photovoltaïque en toiture. ^[83]

BIG a réussi au travers d'Urban Rigger à fournir un exemple de module répliquable en grand nombre, tout en mettant en valeur l'importance de l'espace communautaire. Le but était de créer un modèle d'habitat modeste en matériau recyclé abordable et novateur. Toutefois, cette standardisation d'un seul et unique module peut être remise en question, car il amène une uniformité pesante et une monotonie de l'espace qui pèjorent la qualité de vie. On pourrait également questionner l'utilisation de technologie conçue avec des matériaux non écologiques, comme le polyéthylène, présent ici dans l'isolation. Finalement, ce projet soulève des questions intéressantes aussi bien au niveau constructif que spatial, mais véhicule malheureusement une image de communauté renfermée sur elle-même, notamment de par son manque de connexion au tissu urbain.

Vue intérieure depuis l'un des studio - fig. 23





Quartier SCHOONSHIP

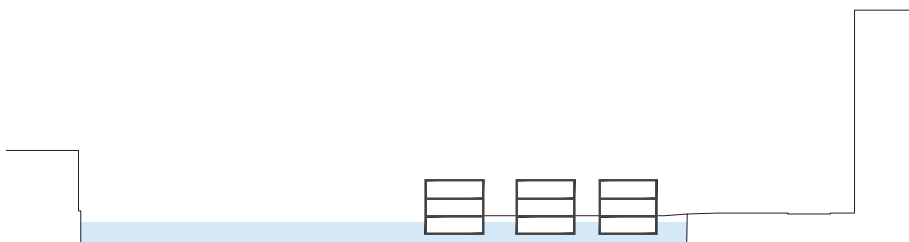
Situé à Amsterdam dans la zone industrielle de Buiksloterham, Schoonschip, signifiant “navire propre” est un projet innovant d’éco-quartier flottant. Ses ambitions sont élevées en matière de développement durable et de mixité sociale, il postule en effet à devenir “*la communauté flottante la plus verte d’Europe*”. [32]

Les Pays-Bas, petit pays, le plus densément peuplé d’Europe, possède la moitié de sa superficie sous le niveau de la mer. L’eau est au cœur de l’histoire du pays et du développement de son territoire. Afin de pouvoir exploiter ces terres, les Néerlandais ont combattu la mer et ont massivement polderisé leur territoire, le rendant ainsi solide et habitable. [14] C’est le cas d’une partie du canal IJ situé au nord d’Amsterdam. Ses berges sont devenues polders dans les années 1850 et ont été transformées le siècle suivant en immense port industriel. Pour faciliter le passage des activités portuaires



Page de gauche : Vue satellite d’Amsterdam - fig. 24

Page de droite : Vue d’ensemble du quartier - fig. 25

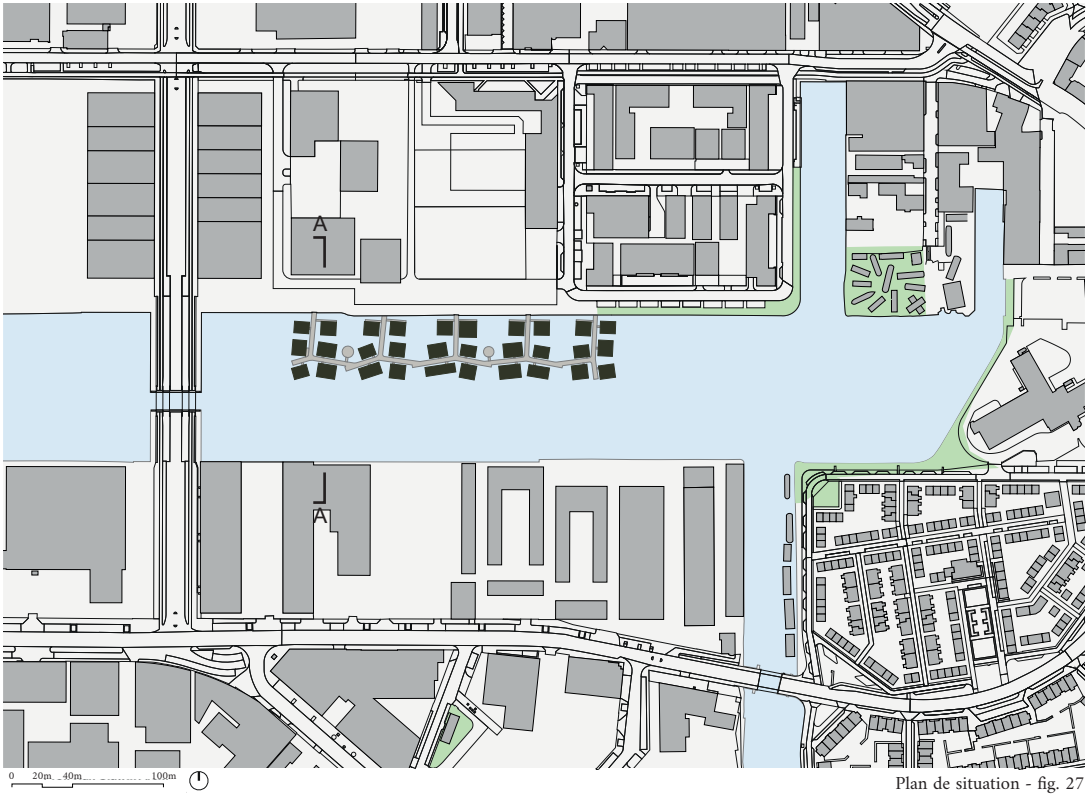


Coupe urbaine AA (hors échelle) - fig. 26

du nord-ouest, un long canal fut imaginé en 1908 reliant plus facilement les eaux à l'est d'Amsterdam, réduisant ainsi le trafic sur le canal IJ au nord du centre-ville. Mais le projet fut stoppé en cours de réalisation, seul un segment fut excavé, ce cul-de-sac est appelé aujourd'hui Canal Johan van Hasselt. La zone où le canal est située est dénommée Buiksloterham. Elle est aujourd'hui sujette à de nombreuses transformations, dont un projet de développement urbain, avec pour concept du système de ville circulaire. La revitalisation de l'ensemble de cette zone post-industrielle a pour but d'en faire des quartiers d'habitations dynamiques et durables, composés de zones d'activités multifonctionnelles, économiques et commerciales. ^[32]

C'est au cœur de ce quartier, sur le canal Johan van Hasselt, que s'est implanté le quartier flottant de Schoonschip. Libre d'activité portuaire, cette parcelle d'eau, longue de 400 mètres, d'une largeur de 100 mètres et d'une profondeur variant entre 4 et 5 mètres, est le lieu idéal pour développer un nouveau style de vie au contact de l'eau. Ses habitants, rêvant tous d'habiter sur l'eau, partagent une éthique durable et respectueuse de l'environnement, ainsi que des valeurs de cohésion sociale et de gouvernance en communauté. Ce lieu insolite bénéficie d'une étendue d'eau calme et protégée, tout en restant lié aux autres canaux de la ville. ^[32]

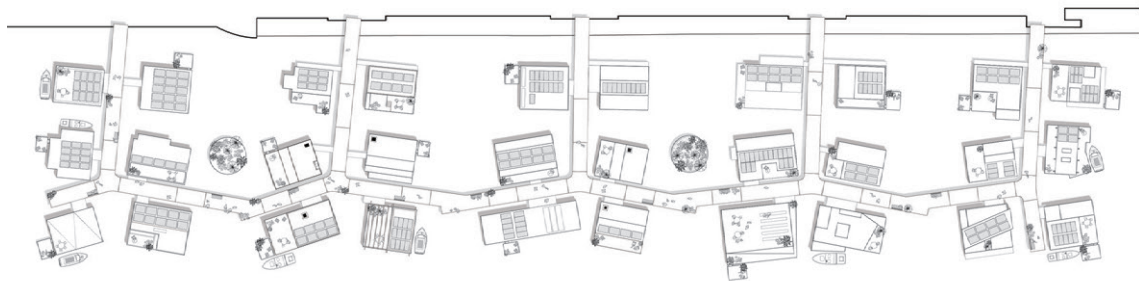
Les habitations du projet de Schoonschip contrastent avec le tissu urbain alentour, composé principalement de bâtiments et de hangars industriels de grandes tailles, parsemés de quelques bâtiments de bureau de moyenne hauteur. Cet éco-quartier s'est développé en parallèle d'un autre projet semblable, le projet De Ceuveld, situé lui sur la terre ferme à quelques centaines de mètres à l'est. Le quartier jouit actuellement de peu d'infrastructures publiques ou de connexions au reste de la ville, mais Buiksloterham est promis à devenir dans un futur proche, une zone très attractive grâce à des améliorations dans ce domaine, en particulier une nouvelle liaison avec le centre-ville d'Amsterdam. ^[33]



Plan de situation - fig. 27



Vue d'un ponton et sa liaison à la terre - fig. 28



Plan du quartier - fig. 29

Le projet Schoonschip, débuté il y a 10 ans, a été conçu par le bureau Space&Matter d'Amsterdam en collaboration avec les habitants du quartier. A noter que ces habitants résident actuellement dans la réalisation. Un long travail a été mené afin d'intégrer au projet les multiples souhaits de la communauté, tant sur le plan urbanistique, social et énergétique, pour que la réponse architecturale globale corresponde au mieux aux modes de vie des futurs habitants. Cependant, la réalisation et la construction de chaque maison a été développée par divers architectes indépendants, choisis par les résidents, en suivant les exigences convenues dans le plan directeur du quartier. Apporter un caractère vivant à l'ensemble était primordial, obligeant ainsi les architectes à concevoir une gamme variée de maisons, de matériaux et de formes. ^[86]

Le développement du quartier a été imaginé en 3 phases progressives selon le budget d'investissement des habitants et de la communauté : tout d'abord, la construction des pontons et l'installation des maisons sur site, ensuite l'ajout des équipements et infrastructures communes, puis l'amélioration et l'innovation des équipements. La construction, débutée il y a 2 ans et demi, est actuellement dans la deuxième phase du développement.

Ce quartier, d'une superficie atteignant presque 9600 m² (218m x 44m) et accueillant une population d'environ 140 personnes, est constitué de 30 maisons flottantes et 48 logements, répartis le long de 5 pontons. Chaque ponton dessert 6 maisons aux orientations différentes. Le positionnement choisi leur permet d'apprécier un dégagement sur l'eau et d'obtenir un ensoleillement adéquat. ^[99]

Les pontons sur pilotis, en forme de T, sont placés de manière non orthogonale et sont reliés entre eux par des plateformes flottantes mobiles. Ces dernières peuvent être retirées pour la mise en place ou le déménagement

d'installations flottantes. Situés au cœur du quartier, les pontons couvrent à eux seuls 1250 m². Ils sont le lieu de rencontre de la communauté, éléments de cohésion sociale essentiels à la vie du quartier flottant.

Ces espaces de circulation sont imaginés comme des ruelles en continuité avec l'espace public. Les accès des pontons ne sont pas fermés et invitent les visiteurs à flâner librement dans le quartier. Le quartier n'étant pas seulement constitué de bâtiments d'habitations, d'autres fonctions telles qu'un atelier, une salle commune ou encore un jardin-potager commun renforcent l'esprit de partage entre voisins. Des installations extérieures telles que des espaces de loisirs ou de baignade diversifient les activités extérieures et enrichissent l'espace du ponton. Il faut noter cependant qu'actuellement la situation isolée et éloignée du centre-ville, réduit l'ouverture de Schoonschip à la collectivité. On y observe un manque de mixité fonctionnelle, en dépit d'un petit café et un marché local, installés dans l'une des maisons, qui attirent certaines personnes extérieures au quartier. ^{[32][84]}

Les réglementations concernant ce type de quartier sont floues, en raison du statut juridique ambigu des constructions sur l'eau aux Pays-Bas. La loi stipulant que les structures flottantes peuvent être considérées comme bateau, si l'ensemble flottant est composé de plusieurs structures, ou comme maison, si la structure flottante est individuelle. Dans tel cas, la réglementation appliquée est de l'ordre des normes terrestres. L'agence Space&Matter a formulé un plan directeur de développement urbain pour le canal, définissant les emplacements, gabarits, règles de conception et contrôle esthétique, en l'absence d'exigences précises de la part de la municipalité.

Le développement des habitations se fait dans les normes définies, distantes d'au moins 5 mètres de la terre. Des espaces libres de 15 mètres, doivent créer des perspectives visuelles depuis la terre à travers le quartier. Les habitations ne doivent pas dépasser 7,50 mètres au-dessus de la surface de l'eau, étant le niveau 0 de référence, et un espace minimum de 40 cm est à respecter entre le fond du canal et le bas de la fondation flottante. La largeur minimale du ponton est de 3 m et les rambarde ne sont pas nécessaires, si les terrasses ou plateformes sont situées à moins d'un mètre du niveau de l'eau. ^[32]

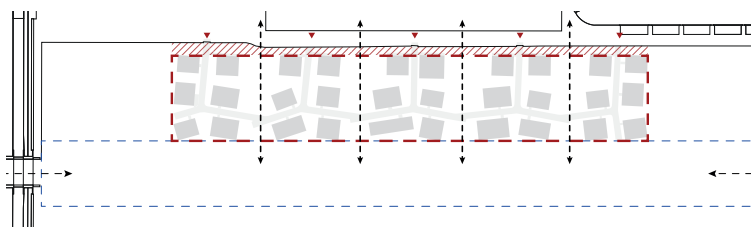


Schéma des réglementations - fig. 30

Toutes ces règles ne nuisent cependant pas à la qualité architecturale du quartier et l'absence de barrière sur les pontons favorise la proximité à l'eau. La distance entre deux maisons, séparées par une surface liquide, étant au minimum de 6 mètres, l'ensemble du quartier reste aéré et généreux avec un coefficient d'occupation des sols d'environ 0,5 similaire au quartier d'Ijburg. ^[33]

A l'image de la vie en mer, où chaque ressource est précieuse, les habitants ont fait le choix de se rapprocher d'une autosuffisance énergétique favorisant l'utilisation d'énergies renouvelables. Ils ont mis en place un concept d'économie d'énergie et de recyclage des ressources, tel que la réutilisation de l'eau de pluie pour les toilettes ou une filtration des eaux usées afin d'en récupérer les nutriments au profit de l'agriculture produite sur place. Le chauffage provient de deux sources : des panneaux solaires thermiques disposés en toiture et une pompe à chaleur hydrothermique. Les maisons, très bien isolées, demandent peu d'énergie pour assurer leur confort thermique intérieur. L'accent a été mis sur l'intégration de stratégies passives pour favoriser au maximum les gains solaires. De plus, l'électricité est produite à l'aide de 500 panneaux photovoltaïques, répartis sur l'ensemble des toitures, et partagée par l'ensemble de la communauté. Tous les branchements et réseaux nécessaires se font sous le plancher du ponton.

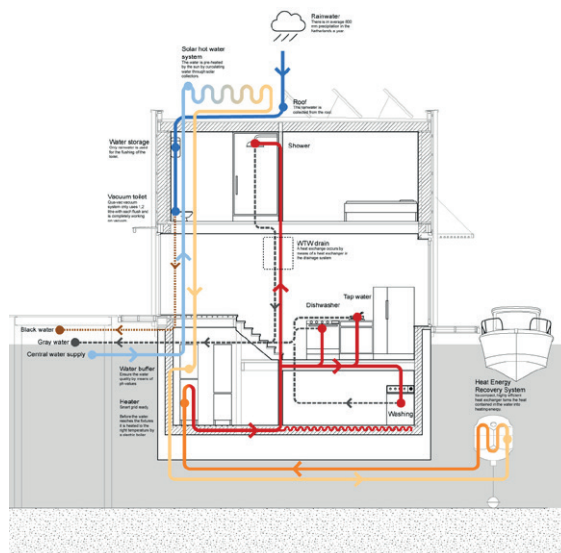


Schéma énergétique - fig. 31

La volonté de réduire l'impact environnemental a amené la communauté à développer des jardins flottants permettant aussi une revitalisation de la biodiversité marine en augmentant les surfaces d'accrochage disponibles aux mollusques. Après retrait des nutriments, des plantes hélophytes filtrent une dernière fois les eaux usées avant de les relâcher dans le canal. De plus, de nombreuses plantes ornent les pontons et les façades des maisons, enrichissant l'esthétique globale.

Les performances au niveau de la durabilité, bien que limitées par les possibilités techniques actuelles, ont été favorisées par le type de vie de la communauté qui prône une gestion intelligente, un partage des ressources et une réduction de la consommation de matériaux en encourageant leur recyclage. Une attention portée sur la qualité de vie, saine et paisible, ainsi qu'un attrait pour la nature sont des caractéristiques communes à l'ensemble des habitations. Cela se retrouve au niveau de la construction des structures flottantes qui s'est faite en choisissant des matériaux respectueux de la nature, favorisant l'utilisation du bois, à l'instar des maisons traditionnelles des Pays-Bas, réduisant ainsi la présence de béton et de métaux à l'essentiel, comme par exemple pour le caisson immergé en béton. L'isolation est composée de matières naturelles comme la paille, le chanvre ou la fibre de bois. Étant donné que les maisons sont construites sur terre puis acheminées sur site, certaines ont été amarrées sans être complètement terminées. Cela a permis aux occupants de modifier *a posteriori* certains espaces intérieurs pour les adapter à leurs préférences. ^[85]

De cet univers normé, où cependant chaque maison a son caractère, ses choix de matériaux et de couleurs, une certaine cohésion se dégage de l'ensemble, à la manière d'un mélange hétéroclite harmonieux.

Suivant la même typologie spatiale et la même volonté d'empreinte minime, les expressions architecturales du quartier sont multiples et montrent l'attention portée à la qualité du design. Répartie entre un ou deux ménages, la surface totale d'une maison flottante varie entre 100m² et 280m², majoritairement sur trois niveaux. Les espaces de vie occupent souvent la partie supérieure, les chambres et locaux techniques la partie inférieure. Des demi-niveaux et des vides entre étages offrent une fluidité à la vie et une continuité aux espaces intérieurs. Rares sont les espaces situés complètement sous le niveau de l'eau, sans accès à la lumière naturelle. Chaque niveau bénéficie d'une relation bien particulière avec l'eau. Les espaces

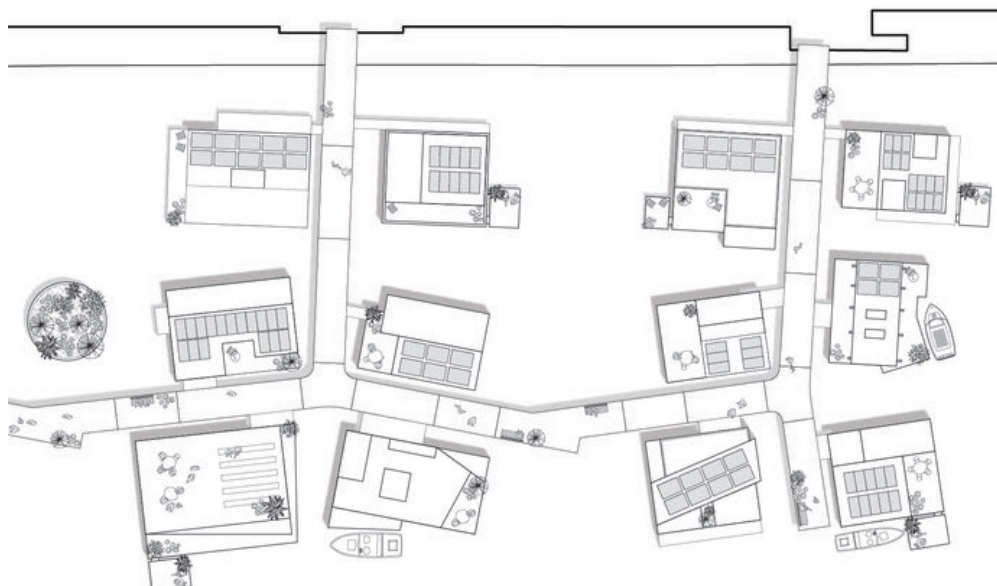


Relation intérieur - extérieur fig. 32

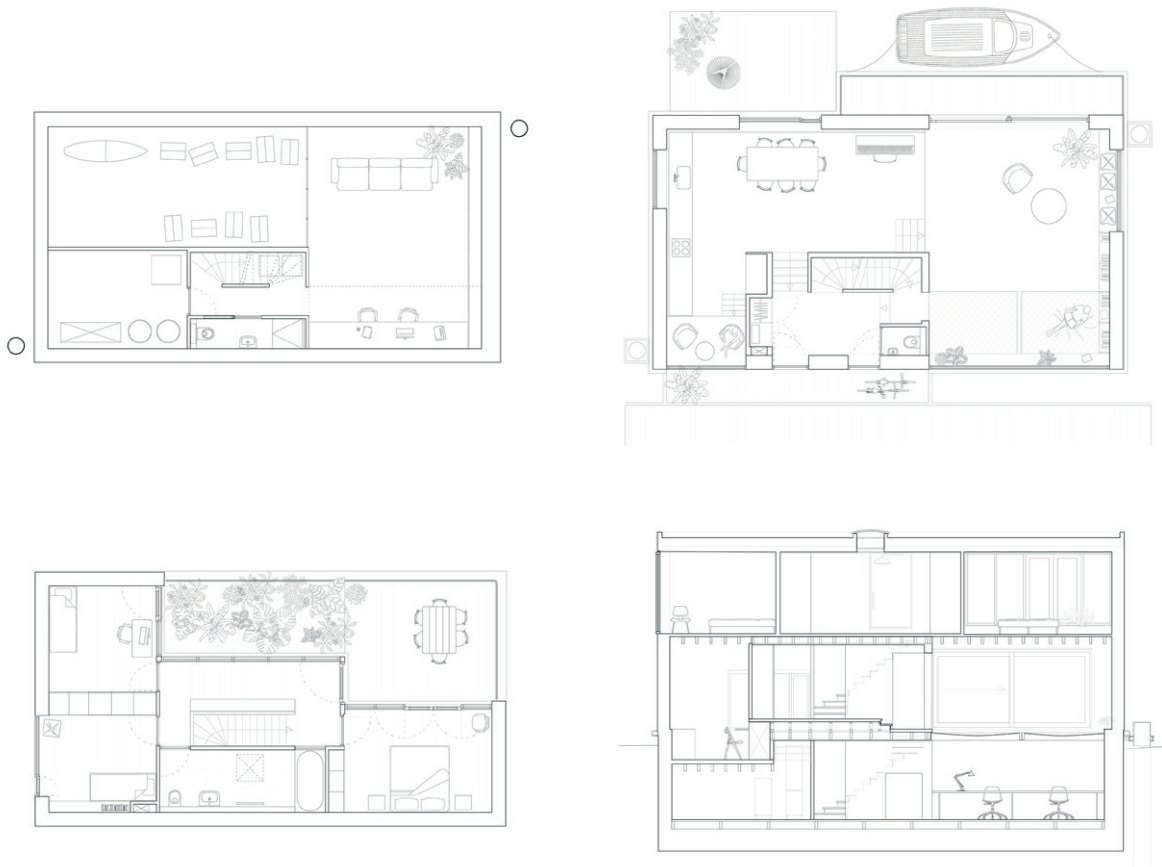
semi-immergés profitent d'une vue rasante sur l'eau. Les espaces de vie jouissent d'une large vue surplombant le plan d'eau et d'une belle exposition au soleil, grâce à de grandes ouvertures. Il en résulte donc un dialogue intense entre l'intérieur et l'extérieur. Du côté du ponton, les ouvertures sont moins nombreuses et de tailles réduites afin d'induire un sentiment de privacité.

Les maisons sur l'eau du quartier de Schoonschip offrent une grande multiplicité d'espaces extérieurs. De nombreuses terrasses, balcons ou escaliers composent les volumes des structures flottantes et permettent de multiples circulations autour des maisons. Les terrasses, réparties majoritairement en toiture ou au ras de l'eau, sont bien intégrées dans le volume bâti et sont complétées de balcons. La surface constructible sur l'eau étant restreinte, les plateformes flottantes aux abords des maisons restent de petites tailles. Toutes terrasses, au contact de l'élément liquide, permettent d'y amarrer des embarcations, favorisant ainsi la mobilité sur l'eau. ^[87]

La *Houseboat 9*, conçue par Space&Matter, joue sur les différences de niveaux et offre de multiples vues sur l'eau.



Détail de deux pontons et espaces extérieurs - fig. 33



Plan et coupe de la Houseboat 9 - fig. 34



Le ponton étant un élément fixe, la liaison avec l'entrée de la maison demande une attention particulière afin de contrôler au mieux la différence de niveau due au marnage. De nombreux escaliers, marches ou rampe sont utilisés afin de marquer une certaine distance entre l'espace public du ponton et celui plus privatif de l'entrée. Ces seuils, de largeurs variables, offrent des espaces d'assise et favorisent les rencontres au sein de la communauté.

Les habitants de Schoonschip et l'agence Space&Matter ont mis l'accent sur l'esprit d'une vie en communauté en garantissant une qualité spatiale des lieux communs et des espaces de circulation, comparé à l'aspect régulier du quartier d'Ijburg où les pontons sont de longs chemins droits desservant chaque maison. Le projet a débuté avec beaucoup d'ambitions écologiques, solidaires, et un fort esprit communautaire. Cet exemple illustre bien le potentiel social et architectural ainsi que les points essentiels d'une conception de quartier d'habitations flottant. Mise à part une impression de communauté peu ouverte sur la ville, peut-être dû à l'implantation éloigné de centres urbains, ce projet, d'apparence actuelle presque sans défaut, demande probablement quelques années de vie afin de pouvoir dresser un bilan global de son efficacité, de sa qualité architecturale et de la satisfaction générale des habitants.



Espace de circulation et de rencontre au sein du quartier - fig. 35

PARTIE IV

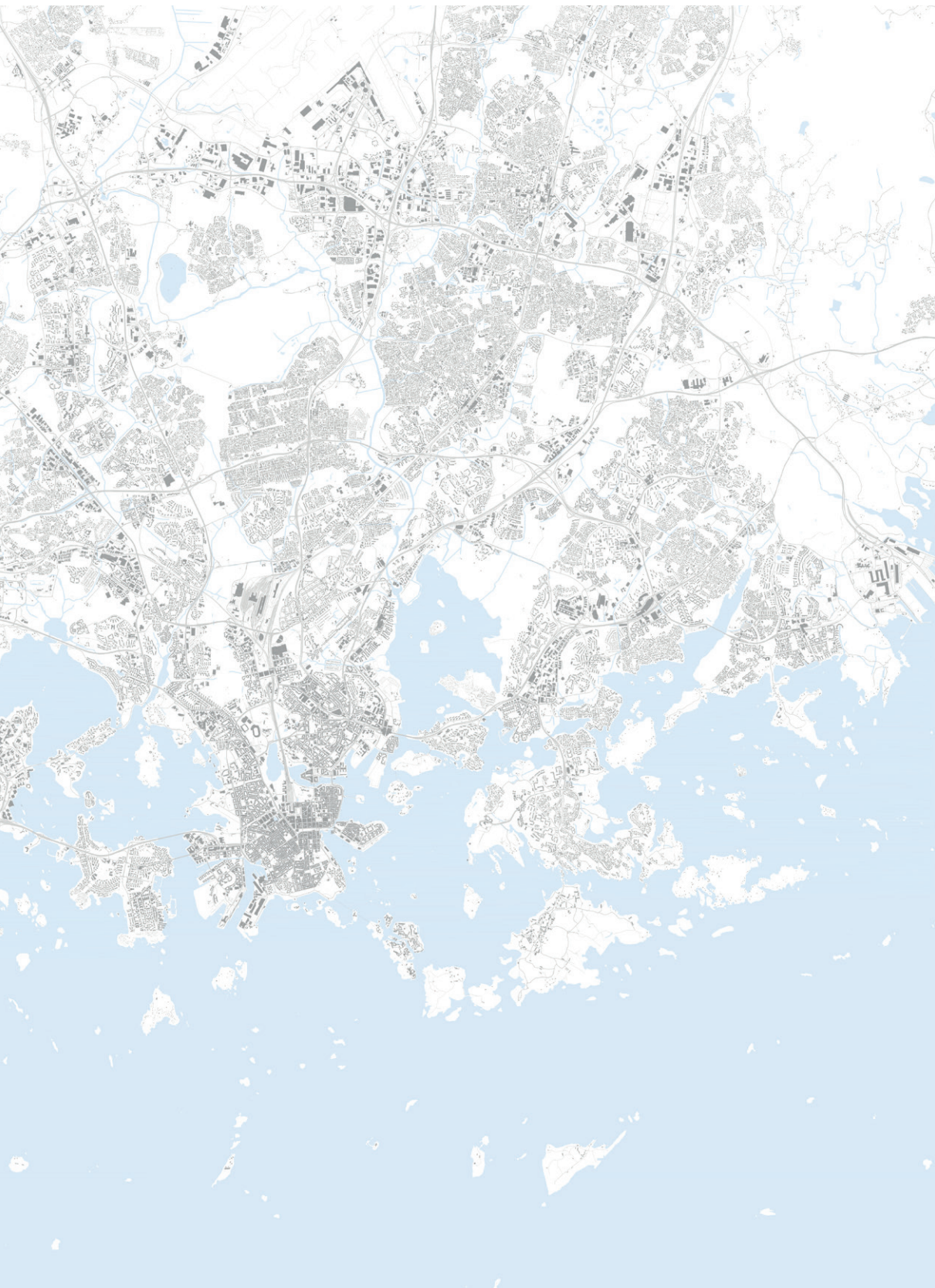
Helsinki - “Une ville au bord de la mer”

Abritant plus d'un quart de la population Finlandaise, Helsinki se profile aujourd'hui comme étant l'une des métropoles majeures du pourtour de la Mer Baltique.

Développée par l'industrie et le transport maritime et par un jeu de politiques menées par les puissances voisines, cette ville relativement récente ne possède pas les caractéristiques des villes européennes classiques construites autour d'un centre historique ou d'une forteresse médiévale. Pendant longtemps accessible principalement par bateau, c'est une ville dynamique qui possède 120 kilomètres de côte et s'étend sur un archipel de plus de trois-cents îles.

L'eau est donc omniprésente dans le tissu de la ville. Elle vient s'infiltrer et entourer la métropole scandinave, créant un mélange fusionnel de terre et de mer. Elle est ainsi un élément constitutif à considérer dans les développements urbains, alors que la ville fait face à un fort taux de croissance démographique, lié à son développement économique qui attire les populations rurales. Ces caractéristiques font d'Helsinki un terrain d'expérimentation privilégié pour le type de solution architecturale que nous souhaiterions proposer. ^[34]







Carte historique datant de 1932 - fig. 2

Histoire de la ville

La ville de Helsinki a été fondée par le Roi Gustave Vasa de Suède au XVI^{ème} siècle, alors que la Finlande était encore un territoire suédois. La volonté du souverain était de créer une nouvelle plateforme d'échange dans le sud de la Finlande pour concurrencer les villes hanséatiques des pays baltes, sur les rives opposées du golf de Finlande.

Plusieurs fois ravagée par les conflits avec l'empire Russe et par la famine durant le XVIII^{ème} siècle, Helsinki restera tout de même une ville importante. Centre stratégique, elle servira de lieu d'embarquement pour les troupes, mais surtout de port d'attache hivernal pour les flottes militaires. En 1809, après une victoire russe sur les suédois, la Finlande se voit être annexée par la Russie en tant que nouveau duché. Helsinki sera proclamée capitale de la Finlande en 1812, ce qui marquera un tournant dans l'histoire finlandaise.

Ce n'est qu'en 1917 que la Finlande déclarera son indépendance, qui sera immédiatement suivie d'une guerre civile remportée par les troupes gouvernementales. Dans le contexte d'après-guerre, la jeune république de Finlande abandonnera rapidement une économie agricole pour devenir un pays industriel moderne. Les populations rurales s'installeront en grand nombre dans la capitale, ce qui eut pour conséquence de mettre sous pression les autorités. Ces dernières réagirent alors en créant plusieurs nouvelles banlieues aux alentours de la ville, comme Maunula et Herttoniemi dans les années 50 et Pihlajamäki dans les années 60. ^[35]^[101]

Développement urbain et héritage industriel

Lorsque la Finlande passa sous domination Russe, la ville d'Helsinki devint le moyen d'expression du pouvoir Impérial, qui décida rapidement de développer le premier plan de la ville. Il est dessiné en 1816 par l'architecte berlinois Carl Ludwig Engel, à l'image des plans urbains classiques et réguliers des capitales européennes. Helsinki sera alors capable pendant plusieurs décennies de concurrencer en beauté les autres villes prominentes d'Europe par le style architectural néo-classique qui la caractérise. ^[9]

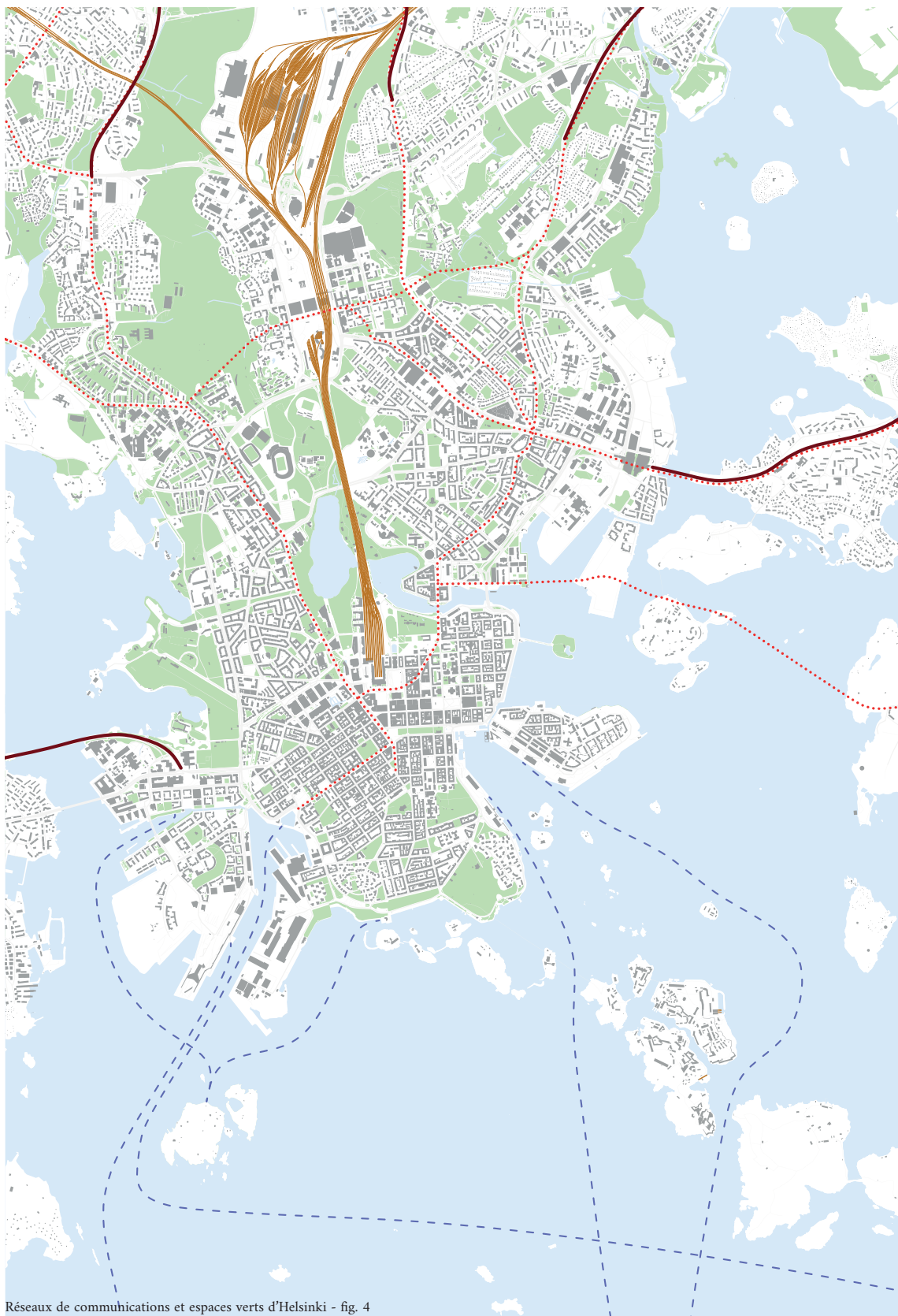
L'indépendance de la Finlande amena Helsinki à se développer et la construction du Parlement, nouveau bâtiment institutionnel et démocratique, tint une grande valeur symbolique en représentant la fin de l'emprise impériale russe. De nombreux architectes marqueront ensuite l'histoire de la ville, à travers divers plans directeurs, dont celui de Eliel Saarinen qui tenta de renverser les anciennes hiérarchies urbaines en proposant un développement urbain moderne.

Alvar Aalto, célèbre architecte finlandais, ainsi qu'Eliel Saarinen, Viljo Revell et le couple Siren, ont également réalisé à travers le siècle dernier, d'importants bâtiments représentatifs de l'architecture d'Helsinki et du mouvement moderne scandinave. Dans les années 1960, une cité jardin est construite à Tapiola, un quartier d'Espoo à l'ouest d'Helsinki, afin de répondre à la demande en logements de la capitale. Modèle d'architecture moderne, située au cœur de la nature, elle sera à la fois influencée par les valeurs des pays industrialisés de l'Occident et par le communisme russe. L'attention portée sur l'unification de l'architecture et du paysage, intègre une diversité sociale, créative et fonctionnelle. Ce projet est imaginé comme un ensemble urbain moderne, mêlant vie et travail, composé d'infrastructures publiques, et non comme une simple annexe suburbaine à la ville d'Helsinki. ^[9]

Depuis la fondation d'Helsinki, grâce à sa situation géographique privilégiée et son accès à la mer, la ville a vu son développement urbain être intimement lié à l'activité portuaire et à l'industrie. En effet, c'est cette industrialisation en conjonction avec la construction de différents ports au sud de la ville et leur liaison au réseau ferroviaire, au début du XIXe siècle, qui ont assurés la prospérité de la ville et permis son développement en une ville moderne.



En beige, état des terres en 1909- fig. 3



Réseaux de communications et espaces verts d'Helsinki - fig. 4

Dans le développement des principales zones portuaires au sud et à l'est de la métropole, la stratégie du polder fut utilisée de manière extensive, faisant disparaître nombre d'îles autour du centre-ville. Cette opération permit de créer l'espace nécessaire pour accueillir les infrastructures essentielles au bon fonctionnement de l'industrie. (voir figure 3)

Mais à partir des années 70, la modernisation du port et la pression de la globalisation remettent en question la situation géographique de ces structures si proches du centre ville historique. Le potentiel d'utilisation du front de mer à des fins résidentielles ou professionnelles pour le secteur tertiaire est examiné et la municipalité décide alors d'entreprendre une reconversion du tissu urbain. Ce nouvel urbanisme générera beaucoup d'opportunités économiques pour la ville et accélèrera alors la décentralisation des activités portuaires à partir des années 80. ^[35]

Suivant une croissance rapide polycentrique, Helsinki développa un réseau urbain de voies de communication de haute qualité. Il se définit dans la ville aussi bien radialement que transversalement. Il sera relié au réseau ferroviaire à partir de 1862, alors que la gare centrale, elle, sera conçue par Eliel Saarinen en 1919. A l'intérieur de la ville, un réseau de tram assure l'interconnexion des différents quartiers. A ce jour, il n'y a qu'une seule ligne de métro qui traverse la ville d'est en ouest. Elle relie rapidement les pôles majeurs d'activité des banlieues au centre-ville.

En ce qui concerne la circulation routière, des voies à grande vitesse sont disposées de manière radiale, elles s'arrêtent cependant avant le cercle intérieur de la ville pour laisser place à des axes routiers secondaires. La ville a aussi mis en valeur la mobilité douce et a ainsi massivement investi dans des pistes cyclables qui vont jusqu'à permettre de rejoindre les banlieues environnantes. Une connexion internationale maritime est également assurée par plusieurs lignes de ferry à destination de la Suède, de la Russie et des pays baltes.

Aujourd'hui, Helsinki est une ville hautement planifiée. En 30 ans, la ville a doublé de taille, non pas en s'étalant, mais principalement en se densifiant. La ville, mettant l'accent sur l'intégration des nouveaux résidents, veut minimiser la ségrégation sociale et spatiale. ^[35]

La ville verte

Le rapport à la nature en ville est primordial dans le développement urbain. Les espaces verts représentent ainsi près de 40% de la superficie d'Helsinki. Ils ont pour particularité d'appartenir à l'état et sont exclusivement gérés par le département de la planification urbaine. Depuis les années 60, la politique générale est de trouver un équilibre entre le développement urbain et la préservation de ses espaces naturels. Cependant, depuis une vingtaine d'années, la situation est devenue de plus en plus problématique en raison de la densification urbaine, et la quantité d'espaces verts a progressivement diminué.

“A Helsinki, point de petites fenêtres et de petites surfaces habitables : la maison ou l'appartement est le premier lieu de vie des Finlandais. Il se doit d'être proche de toutes commodités aussi bien bâties que naturelles, ouvert sur l'extérieur (pelouses ou champ collectif) sans barrières ni clôtures. La conception de la ville s'articule autour de la question d'accessibilité aux aménités qu'elle procure : canotage, voile, baignade, promenades à ski sont à deux pas de la plupart des quartiers.” Pauline Malet [89]

Le lien à la mer

Ouverte sur la mer Baltique, la ville semble émerger des flots et se développer sur la topographie rocheuse. L'eau a joué un rôle majeur dans le modelage de la ville et de nombreuses baies ou péninsules mêlent zones naturelles et zones urbaines.

Hormis l'activité portuaire évoquée auparavant qui reflète l'importance économique de l'étendue d'eau, cette proximité à l'élément liquide a aussi une importance sociétale. Les Finlandais entretiennent une véritable culture de l'eau. Les activités telles que la baignade en eau libre et le sauna font partie intégrante du quotidien des habitants d'Helsinki. Les points d'accès à l'eau ont ainsi été multipliés au cours du temps. Pour renforcer le caractère maritime de la ville, le département de la planification a conçu un sentier balnéaire le long de la côte. Il a également ouvert au grand public certaines îles, auparavant utilisées à des fins militaires, pour proposer davantage d'espaces de loisir. ^{[35][88]}



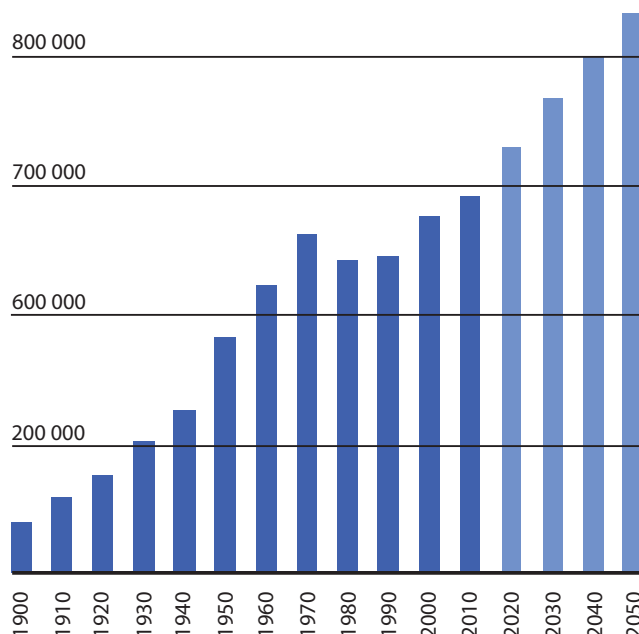
L'archipel d'Helsinki - fig. 5

Pression démographique et dangers environnementaux

Le XXI^{ème} siècle place la métropole finlandaise face à de nombreux défis. Helsinki présente ainsi le plus haut taux de croissance démographique d'Europe. La ville, qui subit des changements majeurs aux niveaux structurel et social, attire maintenant une population étrangère conséquente qui se joint au flux de l'exode rural national. Depuis le début des années 90, la population d'Helsinki a passé ainsi de 492'000 habitants en 1991 à plus de 620'000 en 2015. A l'heure actuelle, la population ne cesse d'augmenter et certains estiment que la ville atteindra 860'000 habitants d'ici à 2050. (voir tableau sur la figure 6) Cette croissance effrénée représente un défi majeur pour les autorités qui souhaitent garantir un développement urbain durable, tout en fournissant les logements suffisants à cette nouvelle population. ^[89]

Malheureusement, de part sa proximité à l'eau, Helsinki n'échappe pas aux problèmes environnementaux contemporains propres aux villes du littoral et le niveau de la mer autour des côtes finlandaises risque bien d'augmenter et d'affecter la ville.

Comme pour la majeure partie des territoires au nord de la Scandinavie, ce niveau varie selon deux facteurs: l'élévation du niveau moyen mondial de la mer et le soulèvement des terres. Ce phénomène est spécifique au nord

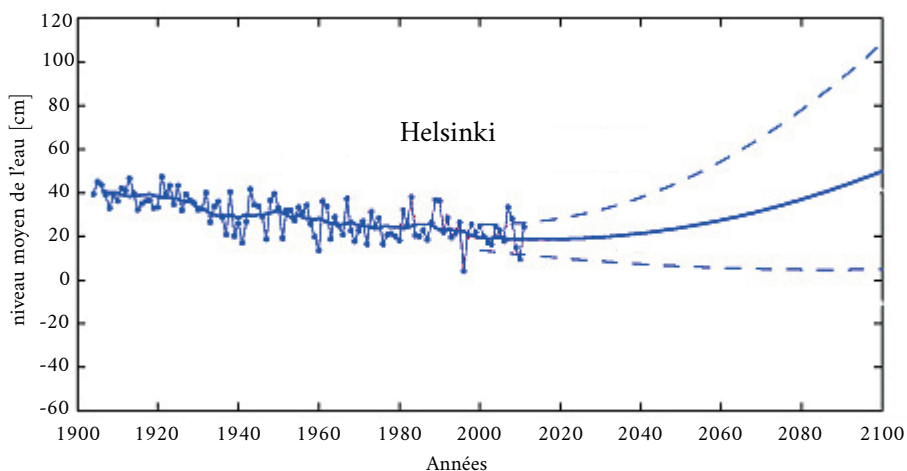


Evolution démographique - fig. 6

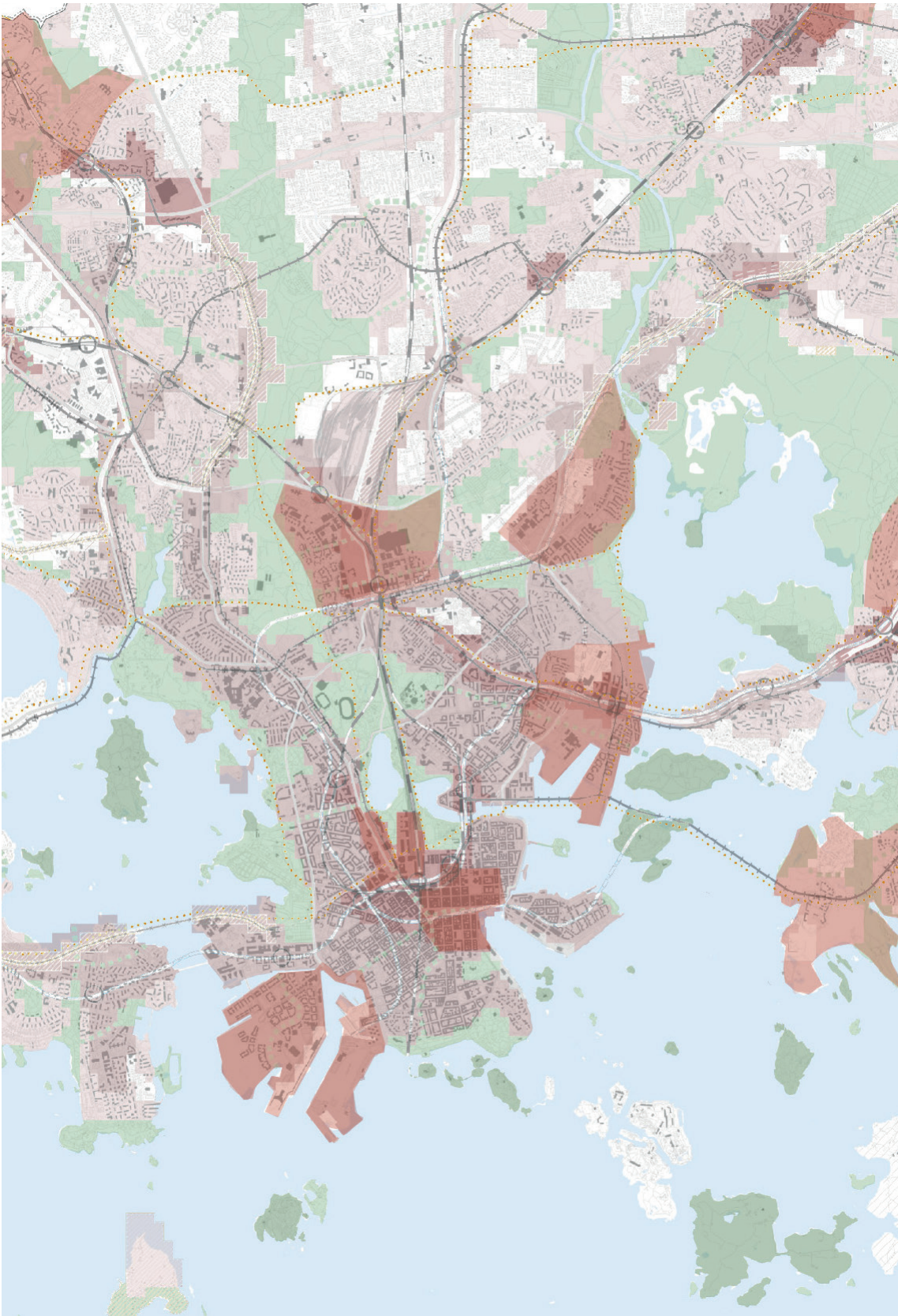
de la Scandinavie et est une conséquence du rebond post-glaciaire. Dans le golfe de Botnie, à l'ouest de la Finlande, la montée des eaux affecte peu les côtes, car le taux de soulèvement des terres est supérieur au taux de montée des eaux. En revanche, dans le golf de Finlande, où est située Helsinki, le taux de soulèvement des terres est beaucoup plus faible. A l'heure actuelle, il est égal au taux de montée des eaux, mais selon des prévisions scientifiques récentes, le niveau moyen des mers aura une augmentation exponentielle à l'avenir, ce qui affectera directement les côtes de la capitale finlandaise. Helsinki a d'ailleurs déjà été victime de dégât après une tempête extraordinaire en 2005. ^{[36][90]}

De manière générale, en Finlande, peu de décisions ont déjà été prises en relation avec la problématique de la montée du niveau des océans. Comme la planification et la mise en œuvre des mesures d'adaptation des zones côtières relèvent des municipalités, aucun plan national de protection du littoral n'existe à l'heure actuelle dans le pays. De plus, alors que dans le passé l'Etat assurait encore une certaine couverture des dommages liés aux catastrophes naturelles, il s'en est dégagé depuis 2013. Les dégâts causés par des inondations sont, par exemple, maintenant à la charge des propriétaires ou de leurs assurances, la responsabilité reste donc dans le secteur privé. ^[37]

La Finlande étant fortement affectée par l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des précipitations sur son territoire, elle a pris depuis 2008 des dispositions pour la gestion de ce type d'inondation en proposant le "Storm Water Management Program" qui vise par exemple, à rendre les sols plus perméables et à dévier l'eau de pluie des tempêtes loin des stations d'épuration pour éviter la surcharge de leurs systèmes. ^[38]



Evolution des niveaux des mers - fig. 7



Planification future

Ainsi, face à ces défis, Helsinki a élaboré plusieurs masterplans au fil des ans dont le dernier, datant de 2016, vise à proposer des solutions de développement urbain face aux enjeux environnementaux et démographiques. En 2020, la ville avait déjà réussi à réduire son empreinte carbone de 30%, maintenant, elle

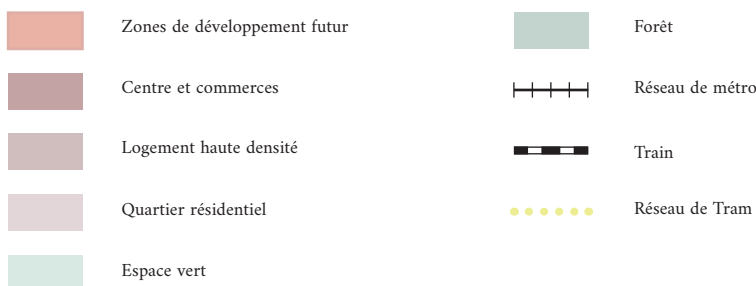
“vise une neutralité carbone d’ici à 2035”, [39]

et cherche également à créer des opportunités de logement et des places de travail pour faire face à la demande tout en garantissant une qualité de vie élevée.

Pour atteindre ses objectifs, elle mise sur plusieurs stratégies:

La première est la densification urbaine et l’agrandissement du centre-ville. Un tiers du développement résidentiel consiste en un développement intercalaire dans les districts, en touchant principalement les zones d’habitation les plus anciennes, notamment dans le nord de la ville, qui présentent un grand potentiel. Pour continuer d’être un pôle commercial et culturel attractif, la métropole va étendre une structure urbaine avec une haute mixité fonctionnelle au-delà du centre-ville traditionnel en direction du nord-est dans l’ancien quartier industriel de Kalasatama. Les autres quartiers post industriels en bordure du centre seront, quant à eux, davantage transformés en quartier d’habitations comme les zones portuaires de Jätkäsaari et Hernesaari au sud-ouest.

La deuxième stratégie est la création de nouvelles polarités dans les banlieues d’Helsinki pour décongestionner le centre-ville et créer d’autres centres d’activité économique importants. Herttoniemi, à l’est, et les zones de Kannelmäki et Pasila, au nord représenteront les nouveaux pôles d’activités aussi bien commerciales que culturelles. [102]



Pour abaisser la pollution en ville, la troisième stratégie vise à améliorer la circulation. Comme le réseau ferroviaire dans l'agglomération est basé sur un système de trams et de métros légers, deux nouvelles lignes transversales d'est en ouest relieront les lignes radiales pour faire d'Helsinki une "ville réseau". La métropole mise aussi sur la mobilité douce en proposant un vaste réseau de pistes cyclables, qui vise à relier davantage l'ensemble de la ville. Au niveau routier, le centre d'Helsinki fera aussi l'objet de modifications. Les grands axes routiers seront transformés en boulevards, limitant ainsi l'accès aux voitures en favorisant les piétons et la mobilité douce.

La quatrième stratégie consiste à garantir et renouer le lien avec la nature dans la ville. Ainsi, pour éviter la perte continue d'espace verts, le département de la planification a prévu la mise en place d'une série de corridors, mêlant espaces verts, zones récréatives et zones forestières. Ces dispositifs s'étendront du centre-ville jusqu'en région métropolitaine, pour préserver le caractère de "ville-verte", arboré par Helsinki depuis les années 60.

Finalement, de nouveaux quartiers verront également le jour, comme celui qui naîtra sur l'ancien aéroport de Malmi au nord-est de la ville. Il constituera alors le plus grand site de construction résidentielle de l'agglomération et deviendra la nouvelle demeure de pas moins de 25 000 habitants.^[40]

Choix du site: Kalasatama

Pour suivre la dynamique de planification urbaine d'Helsinki et proposer un projet en relation étroite avec l'eau qui réponde aux problématiques actuelles, nous nous sommes décidés à choisir l'ancienne zone industrielle de Kalasatama. Offrant une vue privilégiée sur le centre-ville d'Helsinki, cette partie de la ville fait déjà l'œuvre de grand changement urbanistique à l'heure actuelle et est destinée à devenir un nouveau centre d'activité économique tout en gardant une mixité fonctionnelle et sociale.

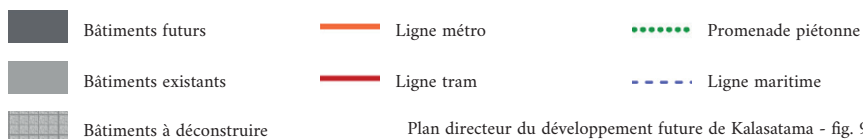
“Nous ne voulons pas juste faire des économies d'énergie : nous voulons nous centrer sur l'humain, la qualité de vie, les usages, créer un esprit de communauté”, explique Veera Mustonen, responsable du département d'innovation de la ville d'Helsinki pour le développement du quartier de Kalasatama. ^[103]

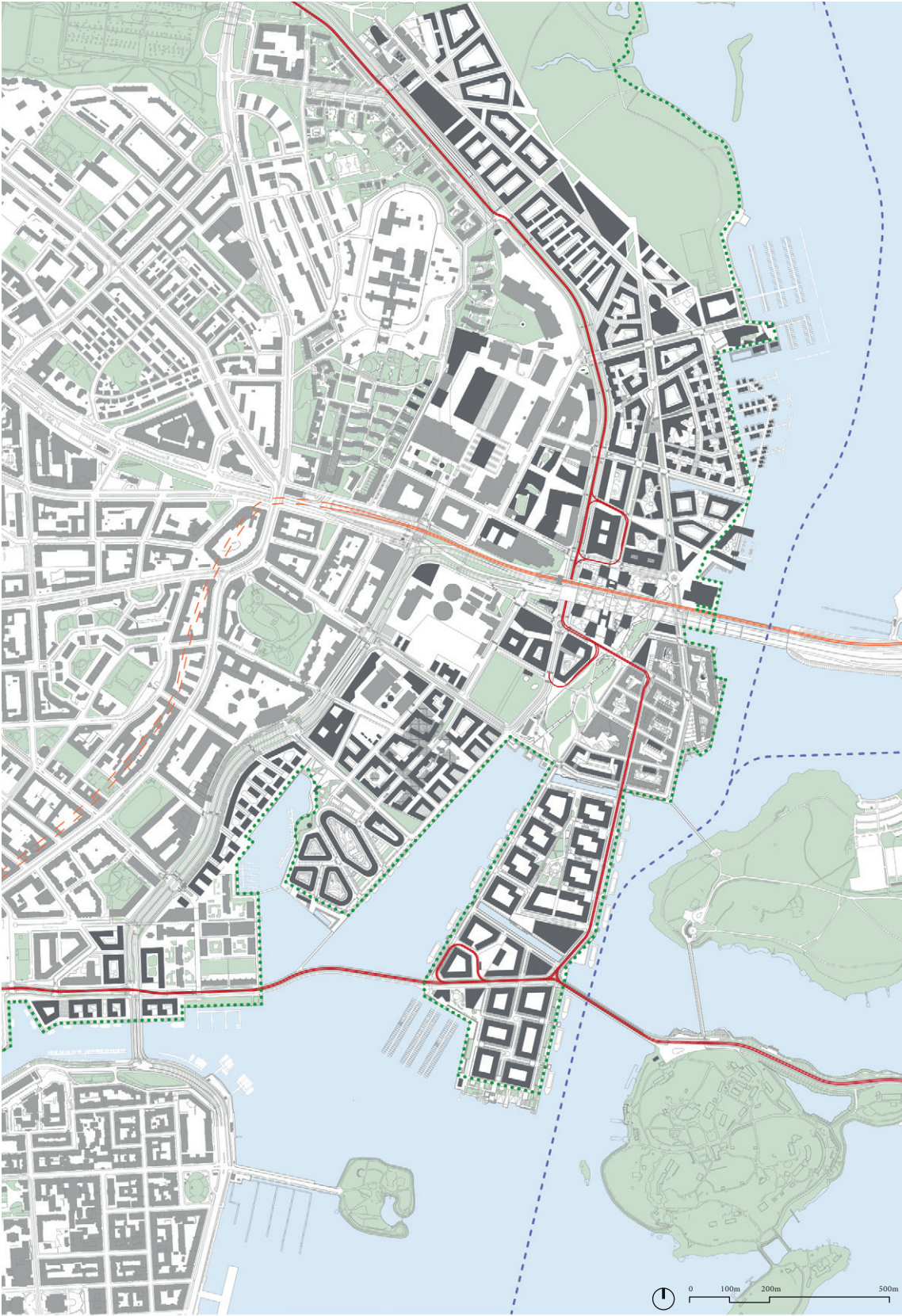
Les travaux de reconversion ont commencé en 2009 et se termineront probablement en 2040. Le centre de Kalasatama, partie la plus dense de la zone, est constitué de huit hautes tours de vingt à trente étages. Elles vont devenir le véritable centre économique du quartier et s'installeront directement à l'intersection des réseaux ferroviaires de métro et de trams pour permettre une circulation rapide des utilisateurs dans toutes les directions. Le métro est déjà en fonction depuis 2007 et les premiers trams sont opérationnels depuis 2020. ^[41]

Autour de ce centre économique, le tissu urbain comportera une grande mixité de fonctions et de densités. La partie sud abritera des quartiers de logement de moyenne densité, des commerces et des espaces de loisirs. Le “Crown Bridge”, pont qui permettra une connexion ferroviaire au-dessus de l'eau, entre le centre-ville et la banlieue est, traversera directement cette partie sud de Kalasatama. Il sera ainsi possible d'atteindre le centre ou la banlieue en quelques minutes.

Des centres culturels, des halles et un centre d'événements publics seront construits dans la partie ouest de Kalasatama dans le but de revitaliser les anciens sites industriels du quartier, tels que l'ancienne centrale de gaz et les anciens abattoirs.

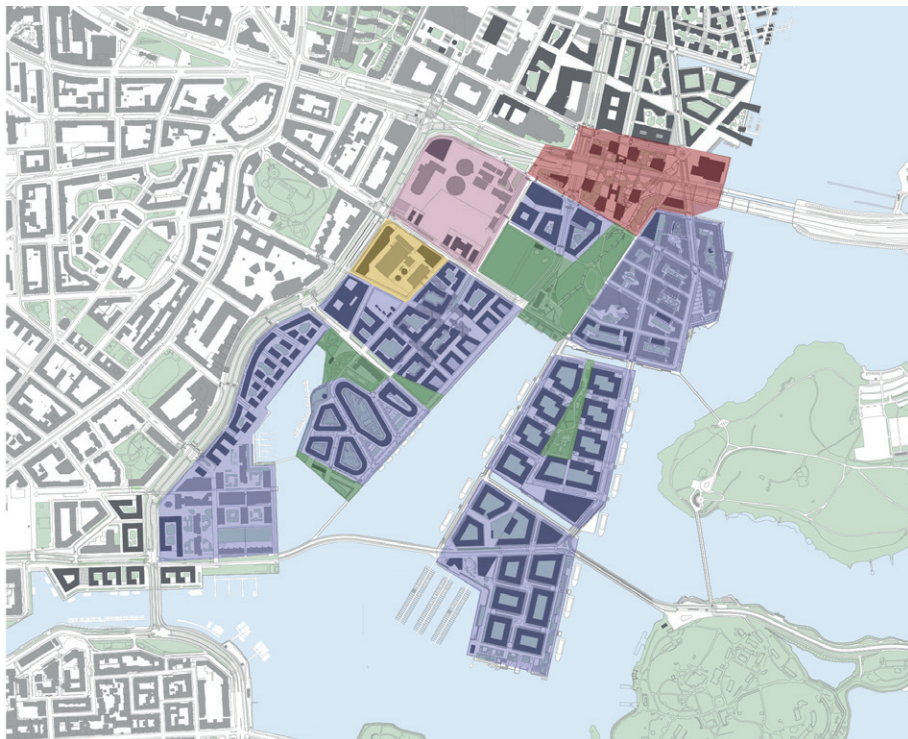
Le Nord comportera un quartier résidentiel de basse densité et également des logements étudiants et l'Université des Sciences Appliquées. Un ensemble de logements flottants sera aussi construit sur la côte est. Principalement pour assurer une variété architecturale, ce projet semble cibler une





population aisée en proposant des villas flottantes et des pontons privés. Comme les anciennes infrastructures portuaires sont maintenant ouvertes au grand public, les habitants des quartiers sud pourront profiter de la proximité à l'eau. Les responsables de la planification ont prévu une promenade de plus de six kilomètres le long des quais et du dock central pour donner l'occasion à tous les résidents de Kalasatama de profiter des vues sur la mer. ^[42]

C'est précisément dans le dock central au sud de Kalasatama que nous souhaitons implanter un ensemble architectural flottant, en référence au mode de vie qui réunit habitat, travail et loisirs (comme énoncé dans la partie II). Il abritera une mixité fonctionnelle combinant des logements, des espaces communautaires et publics et des espaces de coworking ou d'activités économiques. Notre but serait également de renforcer la relation entre les quartiers alentour et la mer, qui est pour l'instant plus visuelle que physique, en proposant des espaces de récréation et de détente, mêlant des activités aussi bien sur l'eau que dans l'eau.



Zones d'activités, Kalasatama - fig. 10

 Habitations et commerces	 Culturel	 Espaces verts
 Pôle économique	 Industriel	



Zone du projet potentiel - fig. 11





Vue aérienne d'Helsinki - fig. 12

CONCLUSION

En conclusion, l'architecture flottante représente une possibilité de vie au contact de l'eau et regorge de potentialités sociales et urbanistiques. De par sa flexibilité, son adaptabilité à un milieu changeant et son évolutivité, elle permet de répondre aux enjeux climatiques du XXI^e siècle, comme la montée du niveau des océans, en s'implantant de manière respectueuse sur l'étendue liquide. Cette stratégie d'habitat mobile compose avec les aléas et les risques liés à son environnement et va à l'encontre des stratégies classiques qui s'imposent encore sur certains territoires. Tout en proposant à l'Homme des espaces agréables de vie en symbiose avec l'eau, ces interventions permettent également de lutter contre l'encombrement urbain et le manque de place dans les villes.

Toutefois, l'architecture flottante ne pourra pas résoudre à elle seule les problèmes auxquels les populations du littoral font face. Elle fait partie d'un ensemble de stratégies architecturales et de politiques urbaines qu'il faudrait mettre en œuvre simultanément, selon la situation, pour pouvoir atteindre une solution urbanistique complète et durable.

Selon nous, l'eau, cette matière aux multiples aspects, constitue une source d'activités aquatiques, d'évasion, de régénérescence irremplaçable. Cet élément naturel est essentiel à la vie et nous ne pourrions pas imaginer nous en passer. De plus, notre conscience environnementale nous rend sensible aux problèmes climatiques auxquels notre société fait face. La nécessité d'agir ne se discute plus. Un changement de nos habitudes de vie doit s'effectuer et nous devons agir à toutes les échelles selon les compétences de chacun.

Nous avons vu, dans le choix de cet énoncé théorique, la possibilité d'explorer une architecture au contact de l'eau, d'étudier comment elle façonne les formes et les espaces et d'analyser l'articulation entre l'environnement bâti

et le milieu liquide. Cette recherche nous a fait découvrir l'architecture flottante et ses potentialités, nous permettant d'intégrer la dimension environnementale à notre thématique. L'approche par les enjeux environnementaux nous a permis de réfléchir au rôle et à la responsabilité de l'architecte. De par ses actions, il modifie le milieu naturel et a donc la possibilité d'agir et de faire évoluer la manière de penser le territoire. Une coopération interdisciplinaire entre professionnels de la planification est importante dans le développement des régions du littoral. Il est également primordial d'intégrer les populations touchées, afin de prendre en considération leurs souhaits, leurs soucis, leurs sensibilités et y répondre de manière adéquate. Ainsi une fois utilisateurs, les habitants pourront aisément et naturellement s'approprier leur nouvel habitat.

Bien qu'attrayante, la solution d'un projet flottant est peu explorée par rapport aux techniques classiques. Cependant, même à petite échelle, chaque intervention flottante fait évoluer les recherches et enrichit les connaissances et le savoir-faire concernant les constructions sur l'eau. Si l'architecture flottante s'avère être une solution possible afin de continuer d'habiter les zones à risque du littoral, la conception de villes flottantes au milieu des océans serait peut-être l'étape suivante pour répondre aux problématiques futures. Cependant, nous doutons que l'être humain puisse abandonner la terre ferme. Quoi qu'il en soit, il sera essentiel de porter une attention particulière aux enjeux socio-économiques et qui sait ce que les avancées technologiques nous permettront d'accomplir à l'avenir.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Åberg, Lars, Strandberg, Lars, *Floating in Sausalito*, Kerber Verlag, 2016,
- [2] Baker, Lisa, *Built on Water - Floating Architecture + Design*, Braun Publishing AG, 2015
- [3] Barker, Robert, Couttes, Richard, *Aquatecture Buildings and cities designed to live and work with water*, Newcastle upon Tyne, RIBA Publishing, 2016
- [4] De La Fontaine, Jean, *La Fontaine illustré par Born Fables Texte intégral*, Vevey, Édition Mondo SA, 2006
- [5] Diab, Youssef, Landau, Bernard, *Résilience, vulnérabilité des territoires et génie urbain*, Paris, Presses des Ponts, 2016
- [6] Joseph, Catherine, Berger, Markus, Wong, Liliane, *Between Resiliency and Adaptation - Interventions, Adaptive Reuse, Water as Catalyst*, Rhode Island School of Design, 2017
- [7] Lamunière, Inès, *Habiter la menace*, Lausanne, Presses Polytechniques et universitaires romandes, 2006
- [8] Meyer, Christoph, Hemmendinger, Daniel, Meyer, Shawana, *Boyant Clarity (Pamphlet Architecture 36)*, New York, Princeton Architecture Press, 2018
- [9] Meyer, Ulf, Dörries, Cornelia, Gordon, Douglas, Kolbe Laura, Mäntymäki, Heiki, *Architectural Guide Helsinki - Buildings and projects from 1917 to the present day*, DOM Publishers, 2018
- [10] Paulet, Jean-Pierre, *L'Homme et la mer Représentation symboles et mythes*, Paris, édition ECONOMICA, 2006
- [11] Ranzato, Marco, *Water vs. Urban scape Exploring integrated Water-Urban Arrangements*, Berlin, jovis Verlag GmbH, 2017
- [12] Ryan, Zoë, *Building with water - Concepts Typology Design*, Birkhäuser, 2010
- [13] Salewski, Christian, *Dutch New Worlds Scenarios in Physical Planning and Design in the Netherlands, 1970-2000*, Rotterdam, The author and 010 Publishers, 2012
- [14] Simay, Philippe, *Habiter le Monde*, Actes Sud / Arte Editions, 2019
- [15] Taylor-Foster, James, *Habiter sur l'eau - Maisons contemporaines au bord de l'eau*, Phaidon Press, 2018
- [16] Terrin, Jean-Jacques (dir.), *Villes inondables. Prévention, adaptation, résilience*, Marseille, Éditions Parenthèses, 2014
- [17] Tvedt, Terje, *Water and Society - Changing Perceptions of societal and historical Development*, I.B.Tauris, 2016
- [18] Vigano, Paola, Masbouni, Ariella, *Métamorphose de l'ordinaire*, Editions Parenthèses, 2013
- [19] Willemin, Véronique, *Maisons sur l'eau, Collection Anarchitecture*, Editions Alternatives, 2008

ARTICLES

- [20] FRAC-Centre, Architecture & Eau, Dossier pédagogique [internet]. [Consulté le 15 sept 2020]. Disponible sur: https://www.frac-centre.fr/upload/document/pedagogique/2015/FILE_551bf774a16a0_peda_15_thema_eaux.pdf/peda_15_thema_eaux.pdf
- [21] De Graaf, Rutger, Adaptive urban development A symbiosis between cities on land and water in the 21st century [internet]. [Consulté le 12 nov 2020]. Disponible sur: https://www.blue21.nl/wp-content/uploads/2015/09/De_Graaf_AdaptiveUrbanDev.pdf
- [22] Ahmed A. El-Shihy, José M. Ezquiaga, Architectural design concept and guidelines for floating structures for tackling sea level rise impacts on Abu-Qir, Alexandria Engineering, 2019 [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016819300328>
- [23] La revue durable, Les mangroves offrent la meilleure protection contre les tsunamis, N°16, [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.larevuedurable.com/file/731>
- [24] Kurylek, Andrzej. FLOATING HOUSING COMMUNITIES ON THE EXAMPLE OF WATERBUURT IN AMSTERDAM. Space & Form. 2016 [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/330934919_FLOATING_HOUSING_COMMUNITIES_ON_THE_EXAMPLE_OF_WATERBUURT_IN_AMSTERDAM_OSIEDLA_NA_WODZIE_NA_PRZYKLADZIE_WATERBUURT_W_AMSTERDAMIE/citation/download
- [25] Simovic, Milica & Stankovic, Danica. Activation of a Waterfront through Implementation of Floating Architecture. 2019 [internet]. [Consulté le 14 oct 2020]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/340479817_Activation_of_a_Waterfront_through_Implementation_of_Floating_Architecture
- [26] Habibi, Shahryar. Floating Building Opportunities for Future Sustainable Development and Energy Efficiency Gains. 2015. [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/280922308_Floating_Building_Opportunities_for_Future_Sustainable_Development_and_Energy_Efficiency_Gains

- [27] Léa Bréard. L'habitat flottant en France : cadre juridique et perspectives. Sciences de l'environnement. 2018. [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02095013/document>
- [28] Moon, Changho. Three dimensions of sustainability and floating architecture. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development. 2014. [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/263393942_Three_dimensions_of_sustainability_and_floating_architecture
- [29] L'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique, Imprimé en juin 2020 par le GIEC, Suisse [internet]. [Consulté le 06 jan 2021]. Disponible sur: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2020/07/SROCC_SPM_fr.pdf
- [30] Office for Climate Education, L'océan et la cryosphère face au changement climatique - Résumé pour enseignants, Lescarmon-tier Lydie, Mars 2020 [internet]. [Consulté le 10 nov 2020]. Disponible sur : https://www.oce.global/sites/default/files/2020-07/OCE-RAP_SROCC-FR-10_V5-WEB-%2802-06-2020%29.pdf
- [31] Mohammed, Amina, Deputy secretary-General UN, Press release, Sustainable Floating Cities Can Offer Solutions to Climate Change Threats Facing Urban Areas, Deputy Secretary-General Tells First High-Level Meeting, 3 avr 2019, [internet]. [Consulté le 28 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.un.org/press/en/2019/dsgsm1269.doc.htm>
- [32] Metabolic, CLEANTECH PLAYGROUND - A cleantech utility in Amsterdam North, par Eva Gladek et Chris Monaghan, fev 2013, [internet]. [Consulté le 11 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.metabolic.nl/publications/cleantech-playground/>
- [33] Delva, Steven, Circular cities Designing post-industrial Amsterdam - The Case of Buiksloterham, Delva Landscape Architects, Studioninedots, Metabolic, 2016 [internet]. [Consulté le 4 jan 2021]. Disponible sur: https://www.metabolic.nl/wp-content/uploads/2019/02/CircularCities_designing-post-industrial-Amsterdam_final_web-sm.pdf
- [34] Helsinki facts and figures 2019, City Executive Office, Urban Research and Statistics [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: https://www.hel.fi/hel2/tietokeskus/julkaisut/pdf/19_06_14_HKI-taskutilasto2019_eng_w.pdf
- [35] Helsinki Quarterly, city of Helsinki urban facts, timo cantell, 02/2016 [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: https://www.kvartti.fi/sites/default/files/files/issue/16_06_27_quarterly2_2016_web.pdf
- [36] The economics of climate change adaptation in EU coastal areas, Document PDF pour la Finlande et Helsinki, 2009 [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/documentation/studies/climate_change_en
- [37] Legitimate Adaptive Flood Risk Governance Beyond the Dikes: the cases of Hamburg, Helsinki and Rotterdam Individual case study reports, Heleen Mees, Peter Driessen and Hens Runhaar Copernicus Institute of Sustainable Development, Utrecht University, 2013 [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/256966896_Legitimate_adaptive_flood_risk_governance_beyond_the_dikes_the_cases_of_Hamburg_Helsinki_and_Rotterdam
- [38] City of Helsinki Storm Water Management Program, City of Helsinki, publications of the Urban Environment 03/2018 [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisut/julkaisu-03-18-en.pdf>
- [39] The Carbon-neutral Helsinki 2035 Action Plan, Publications of the Central Administration of the City of Helsinki 04/2018 [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisut/HNH-2035/Carbon_neutral_Helsinki_Action_Plan_1503019_EN.pdf
- [40] Helsinki city planning, Helsinki is growing sustainably, Helsinki City Planning Department 2017 [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/esitteet/esite-2017-1-en.pdf>
- [41] Kalasatama Life and Culture next to Helsinki's city centre, City of Helsinki 2018, Edita Prima Oy [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.uuttahelsinki.fi/sites/default/files/inline-attachments/2018-10/kalas-yleisesite-en-web.pdf>
- [42] Kalasatama, City of Helsinki, City Planning Department, Edita Prima Oy, Helsinki, 06/2011 [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: https://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/esitteet/esite_2011-6_en.pdf

SITOGRAPHIE

- [43] Architecture Eau, Duralpes, 25 sept 2010 [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur <https://www.duralpes.com/architectur%E2%80%99eaux/>
- [44] L'architecture de crise #1 : Face à la menace de l'eau, l'habitat revisité, Lumières de la Ville, 19 janv 2016, [Consulté le 27 sept 2020]. Disponible sur : <https://www.demainlaville.com/larchitecture-de-crise-1-face-a-la-menace-de-leau-lhabitat-revisite/>
- [45] ZEELAND – Luctor et Emergo [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://nationaltokens.com/coins/zeeland-lector-et-emergo/>
- [46] Les Uros du lac Titicaca [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Uros>
- [47] La Jangada [internet]. [Consulté le 22 déc 2020]. Disponible sur:

https://fr.wikipedia.org/wiki/La_Jangada

- [48] Les utopies des années 60 [internet]. [Consulté le 22 déc 2020]. Disponible sur: <https://madparis.fr/francais/bibliotheque/actualites-583/expositions-terminees/presentation-2648>
- [49] Made in Tokyo - Les Métabolistes [internet]. [Consulté le 22 déc 2020]. Disponible sur: <http://www.fgautron.com/weblog/archives/2007/06/06/les-metabolistes/>
- [50] Floating Cities de Charles Simond, 1978 [internet]. [Consulté le 02 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.frac-centre.fr/collection-art-architecture/simonds-charles/floating-cities-64.html?authID=235&ensembleID=697>
- [51] Brygg Harbour Bath de Copenhague [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/11216/copenhagen-harbour-bath-plot>
- [52] Pavilion of Reflections [internet]. [Consulté le 05 déc 2020]. Disponible sur: <http://www.m11.manifesta.org/en/art-artists/pavillon-reflections>
- [53] Le projet Oceanix par BIG [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://oceanix.org/>
- [54] Les projets de Jacques Rougerie [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <http://www.rougerie.com/projects/visual/16>
- [55] Ellie Cosgrave, The future of floating cities - and the realities, BBC, 29 nov 2017 [internet]. [Consulté le 27 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.bbc.com/future/article/20171128-the-future-of-floating-cities-and-the-realities>
- [56] Informations sur la ville de Pompéi [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Pompe%C3%A9i>
- [57] Informations sur le point de Carène [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quilibre_du_navire
- [58] Informations sur les brises-lames [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.nauticexpo.fr/fabricant-bateau/brise-lames-19232.html>
- [59] Informations sur la villa à Dordrecht [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.waterstudio.nl/projects/dordrecht-alice-de-boer/>
- [60] Informations sur le projet non construit d'Ijburg [internet]. [Consulté le 06 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.ahlvist-almqvist.se/eng/aalsmeer.html>
- [61] exemple d'utilisation de bracons [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.urbanrigger.com/>
- [62] Informations sur la Floating House par MOS Architects [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/10842/floating-house-mos>
- [63] Systèmes constructifs utilisés par Aquashell [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.aquashell.fr/concept/>
- [64] informations sur la mise en œuvre de béton étanche en milieu marin [internet]. [Consulté le 06 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.lemoniteur.fr/article/travaux-maritimes-ponton-flottant-en-beton-pour-une-gare-maritime.245939>
- [65] Informations sur la maison flottante de l'architecte Julius Taminiau [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://juliustaminiau.nl/portfolio-items/tatami-home-floating-house/>
- [66] Informations sur Ijburg par l'architecte Marlies Rohmer [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://rohmer.nl/projects/waterwoningen-ijburg/#>
- [67] Oceanix City, Archtalent, [internet]. [Consulté le 23 déc 2020]. Disponible sur: <http://www.archtalent.com/projects/oceanix-city>
- [68] Architectura, Les avantages incontestable de construire sur l'eau, Rik Neven, 11 août 2015, [internet]. [Consulté le 4 déc 2020]. Disponible sur: <https://architectura.be/fr/dossiers/architecture-au-bord-de-l-eau/11269/les-avantages-incontestables-de-construire-sur-leau>
- [69] Construction flottante du bureau BACA [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.dezeen.com/2016/10/23/chichester-model-canal-baca-architects-wooden-floating-home-uk/>
- [70] Informations sur Ijburg sur designboom [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.designboom.com/architecture/marlies-rohmer-waterdwellings-ijburg/>
- [71] Informations sur la construction modulaire flottante à travers le projet IBA Docks par bof-architekten [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <http://www.bof-architekten.de/projekte/sonderbauten/iba-dock.html>
- [72] Informations sur les lois de la construction flottante en Allemagne [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.welt.de/finanzen/immobilien/article142068817/Auf-dem-Wasser-wohnen-und-Steuern-sparen.html>

- [73] Informations pour IBA Dock par le bureau d'architecture Slawik Architekt [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: http://www.slawik.net/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=2
- [74] Informations sur le quartier de Muggenburg Zollhafen par le IBA GmbH [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.internationale-bauausstellung-hamburg.de/en/story/iba-hamburg.html>
- [75] Informations sur la construction IBA dock par le bureau BOF-architekten [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <http://www.bof-architekten.de/projekte/sonderbauten/iba-dock.html>
- [76] Prospectus de façade eternit avec l'exemple de IBA dock [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <http://www.energie-fachberater.de/e-prospekte/eternit002/files/assets/basic-html/page14.html>
- [77] Informations sur les détails constructifs d'IBA Dock par le bureau d'ingénieurs RISSE [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <http://risse-ing.de/projekte/iba-dock-mu%C3%88ggenburger-zollhafen-hamburg/>
- [78] BIG, Urban Rigger [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://big.dk/#projects-con>
- [79] Informations sur l'implantation d'urban rigger et de la zone industrielle aux alentours [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: https://issuu.com/annemadsbjerg/docs/transformation_of_copenhagen_harbor
- [80] Informations sur l'implantation, la conception et le fonctionnement d'urban rigger [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.urbanrigger.com/>
- [81] Informations sur l'implantation, la conception et le fonctionnement d'urban rigger [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.livinspaces.net/projects/architecture/urban-rigger-floating-shipping-container-housing-in-denmark-by-bjarke-ingels-group/>
- [82] Informations sur la stabilité d'urban rigger [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.grundfos.com/ww/learn/cases/sustainable-student-housing-in-smooth-waters>
- [83] Le fonctionnement énergétique d'urban rigger [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.danfoss.com/en/about-danfoss/insights-for-tomorrow/urban-rigger/>
- [84] 105 residents start living their dream of an energy self-sufficient neighborhood floating on the water, Kolnaar Tom, Archello, 20 mars 2020, [internet]. [Consulté le 22 nov 2020]. Disponible sur : <https://archello.com/news/105-residents-start-living-their-dream-of-an-energy-self-sufficient-neighborhood-floating-on-the-water>
- [85] Knudsen, Jacqueline, Drijvende woning Wouter Valkenier en Mijke de Kok, 27 oct 2019, [internet]. [Consulté le 22 nov 2020]. Disponible sur : <https://www.architectuur.nl/project/drijvende-woning-wouter-valkenier-en-mijke-de-kok/>
- [86] Space&Matter, Schoonschip, [internet]. [Consulté le 22 nov 2020]. Disponible sur : <http://www.spaceandmatter.nl/schoonschip>
- [87] Myers, Lynne, i29 architects completes angular timber house as part of a floating village in Amsterdam 28 dec 2020, [internet]. [Consulté le 03 jan 2021]. Disponible sur : <https://www.designboom.com/architecture/i29-completes-angular-timber-house-schoonschip-floating-village-12-28-2020/>
- [88] L'air industriel d'Helsinki [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.kvartti.fi/en/articles/ports-industries-and-economics-urban-history-helsinki>
- [89] La place de la nature à Helsinki [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.senat.fr/rap/r10-594-2/r10-594-224.html>
- [90] Les changements climatiques impactent la Finlande, MAP Ecology, 27 sept 2019 [internet]. [Consulté le 22 nov 2020]. Disponible sur: <http://mapecology.ma/actualites/changements-climatiques-impactent-finlande/>
- [91] Babelio, Citations Jules Verne, Joedi, 05 juil 2014, [internet]. [Consulté le 22 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.babelio.com/auteur/Jules-Verne/4379/citations/516091>
- [99] Architectuur Centrum Amsterdam, Schoonschip, 2020, [internet]. [Consulté le 22 nov 2020]. Disponible sur : <https://www.arcam.nl/schoonschip/>
- [100] Informations sur la relation à la mer à Helsinki [internet]. [Consulté le 10 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.hel.fi/kaupunkiymparisto/en/organisation-and-presentation-of-the-division/Visits/a-city-by-the-sea/>
- [101] Informations sur l'histoire de Helsinki [internet]. [Consulté le 10 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.hel.fi/helsinki/en/administration/information/history/history>
- [102] Friches réhabilitées – L'exemple ambitieux d'Helsinki, Manon Sarthou, 18 février 2020, Vol. 15 – N° 2 [internet]. [Consulté le 10 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.formes.ca/territoire/articles/friches-rehabilitees-l-exemple-ambitieux-d-helsinki>
- [103] A Helsinki, la smart city à hauteur de citoyen, Grégoire Allix, 06 juillet 2018 [internet]. [Consulté le 10 jan 2021]. Disponible sur: https://www.lemonde.fr/smart-cities/article/2018/07/06/a-helsinki-la-smart-city-a-hauteur-de-citoyen_5327169_4811534.html

ENTRETIENS - VIDEOS-EMISSION RADIO

Deux entretiens avec des habitants du quartier flottant de Sausalito aux Etats-Unis ont pu être conduits à travers la plateforme zoom.

[92] L'interview de Arleen Ma et Scott Collins s'est déroulé le 31 octobre 2020.

[93] L'interview de Lovise Mills s'est déroulé le 13 novembre 2020.

[94] Conférence de Habitat Research Center EPFL, Habiter la Métropole : Le changement climatique comme catalyseur, avec Prof. David Bresch (ETHZ – Météosuisse), Igor Andersen (Urbaplan), Paola Viganò (HRC – Lab-U – EPFL, 12 octobre 2020, [internet]. [Consulté le 23 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.epfl.ch/research/domains/habitat/index-html/seminar-cycle-new-climates-in/>

[95] Emission France Culture, La méthode scientifique, Montée des océans : les littoraux en danger, par Nicolas Martin et Antoine Beauchamp, du 24 avr 2019 [internet]. [Écoulé le 2 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/la-methode-scientifique-emission-du-mercredi-24-avril-2019>

[96] Emission France Culture, Les Nuits de France Culture - Les chemins de la connaissance avec Jacques Rougerie, architecte et océanographe, par Philippe Garbit, du 17 dec 2017, [internet]. [Écoulé le 5 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.franceculture.fr/emissions/les-nuits-de-france-culture/les-chemins-de-la-connaissance-dans-l'affairement-des-eaux-jacques-rougerie-architecte-1ere-diffusion>

[97] Emission France Culture, Modes de vie, Mode d'emploi, Vivre sur l'eau, par Matthieu Garrigou-Lagrange, du 22 juin 2015, [internet]. [Écoulé le 1 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.franceculture.fr/emissions/modes-de-vie-mode-demploi/vivre-sur-l'eau>

[98] Floating cities : Real estate for a warming world ?, Table ronde, TRT World, 7 jan 2020, [internet]. [Écoulé le 27 oct 2020]. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=OyOQ7JPCFyI>

ICONOGRAPHIE - CREDITS PHOTOGRAPHIQUES

INTRODUCTION

fig. 1 Dessin d'une brèche d'une digue près de la ville de Bemmel au Pays-Bas... par Christiaan Josi, 1802, du musée Rijksmuseum d'Amsterdam.

[internet]. [Consulté le 8 nov 2020]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/figure/Catastrophic-dike-breaches-such-as-near-the-city-of-Bemmel-in-the-Netherlands-1799-are_fig1_339664631

PARTIE I

fig. 1: Schéma des différentes maisons sur l'eau [réalisé par nos soins]

fig. 2 : Village sur le lac Titicaca. Mise à disposition par Viktoria Jerzembek ©

fig. 3 : Village de Vung Vieng dans la baie d'Halong [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://authentikvietnam.com/3-villages-pecheurs-visiter-baie-halong>

fig.4 Village sur le lac Tonle Sap [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.voyagevietnam.co/villages-flot-tants-lac-tonle-sap/>

fig. 5 Illustration par Léon Benett [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/wiki/La_Jangada#/media/Fichier:Eight_Hundred_Leagues_on_the_Amazon'_by_L%C3%A9on_Benett_01.jpg

fig. 6 Plan de Floating city, par Kisho Kurokawa encre et graphite sur carte imprimée, [internet]. [Consulté le 22 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.moma.org/collection/works/623>

fig. 7 Floating cities, An Arrangement, Photomontage fait par Charles Simonds, 1978, [internet]. [Consulté le 25 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.frac-centre.fr/collection-art-architecture/simonds-charles/floating-cities-64.html?authID=235&ensembleID=697>

fig. 8 Vue sur le Brygg Harbour Bath de Copenhague [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/11216/copenhagen-harbour-bath-plot>

fig. 9 Photo du pavillon of reflexions par Johan Dehlin ©. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/790430/pavilion-of-reflections-studio-tom-emerson>

fig. 10 graphique de la montée des océans et retravaillé tiré de [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.temperaturerecord.org/#sources>

fig. 11 graphique de la population urbaine et retravaillé tiré de [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/figure/Population-urbaine-mondiale-1950-2050_fig5_289521152

PARTIE II

fig. 1 photo de l'utilisation du plan d'eau en été à IJburg [internet]. [Consulté le 05 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/120238/floating-houses-in-ijburg-architectenbureau-marlies-rohmer>

fig. 2 photo de l'utilisation du plan d'eau en hiver à IJburg [internet]. [Consulté le 28 déc 2020]. Disponible sur: <https://rohmer.nl/projects/waterwoningen-ijburg/>

fig. 3 dessin retravaillé par nos soins à partir du plan du quartier flottant d'IJburg [internet]. [Consulté le 30 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/120238/floating-houses-in-ijburg-architectenbureau-marlies-rohmer>

fig. 4 dessin réalisé à partir d'une capture d'écran Google Earth du quartier de Sausalito, USA [Consulté le 30 déc 2020]

fig. 5 plan d'une plateforme commune à Sausalito [réalisé par nos soins]

fig. 6 photo du ponton à sausalito [internet]. [Consulté le 27 nov 2020]. Disponible sur: <http://marinwaterviews.com/proper-ties/49-liberty-dock-sausalito-ca-94965-usa/>

fig. 7 schéma de deux types d'implantations de projets flottants [réalisé par nos soins]

fig. 8 schéma du centre de carène [réalisé par nos soins]

fig. 9 schéma des types d'amarrage [réalisé par nos soins]

fig. 10 photo d'une maison flottante à Dordrecht par Waterstudio [internet]. [Consulté le 06 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.waterstudio.nl/projects/dordrecht-alice-de-boer/>

fig. 11 schéma du type de fondation flottante [réalisé par nos soins]

fig. 12 coupe de la maquette de la floating house, MOS architects [internet]. [Consulté le 06 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/10842/floating-house-mos>

fig. 13 étape de construction d'une structure flottante en bois à Schoonschip [internet]. [Consulté le 06 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.detail.de/blog-artikel/schwimmende-wohngemeinschaft-schoonschip-in-amsterdam-35000/>

fig. 14 étape de transport d'un module à IJburg [internet]. [Consulté le 06 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.designboom.com/architecture/marlies-rohmer-waterdwellings-ijburg/>

PARTIE III

fig. 1 vignette IBA Dock par Rüdiger Mosler © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.designboom.com/architecture/slawik-architekten-iba-dock-in-hamburg/>

fig. 2 vignette Urban Rigger par Urban Rigger © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.stirworld.com/see-features-big-builds-affordable-floating-village-urban-rigger-in-copenhagen-denmark>

fig. 3 vignette Schoonschip [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/953912/floating-home-i29>

fig. 4 image satellite google.maps d'Hambourg [retravaillée par nos soins]

fig. 5 photo de vue d'ensemble depuis la promenade réalisée par Rüdiger Mosler © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/288198/iba-dock-architect>

fig. 6 coupe IBA Dock sur le plan d'eau [réalisé par nos soins]

fig. 7 plan IBA Dock sur la base des plans de Slawik Architekt © [retravaillé par nos soins]

fig. 8 plans du rez et du deuxième étage réalisés par Slawik Architekt © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.designboom.com/architecture/slawik-architekten-iba-dock-in-hamburg/>

fig. 9 coupe longitudinale réalisée par Slawik Architekt © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/288198/iba-dock-architect>

fig. 10 photo du montage de la structure réalisée par Rüdiger Mosler © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/288198/iba-dock-architect>

fig. 11 schéma des étages modulaires réalisés par Slawik Architekt © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.designboom.com/architecture/slawik-architekten-iba-dock-in-hamburg/>

fig. 12 détail constructif d'IBA Dock par le bureau d'ingénieurs RISSE © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <http://risse-ing.de/projekte/iba-dock-mu%C3%88ggenburger-zollhafen-hamburg/>

fig. 13 photo de l'entrée depuis la promenade réalisée par Rüdiger Mosler © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/288198/iba-dock-architect>

fig. 14 photo de la terrasse d'IBA dock réalisée par Martin Kunze © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <http://www.future-megacities-2013.org/excursion.html>

fig. 15 image satellite google.maps de Copenhague retravaillée par nos soins

fig. 16 photo de vue d'ensemble depuis l'eau par BIG © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://divisare.com/projects/327625-big-urban-rigger>

fig. 17 coupe d'ensemble d'urban rigger sur le plan d'eau [réalisé par nos soins]

fig. 18 plan de site urban rigger [réalisé par nos soins]

fig. 19 coupe réalisée par BIG © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.livinspaces.net/projects/architecture/urban-rigger-floating-shipping-container-housing-in-denmark-by-bjarke-ingels-group/>

fig. 20 plan du rez et du premier étage réalisé par BIG © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.livinspaces.net/projects/architecture/urban-rigger-floating-shipping-container-housing-in-denmark-by-bjarke-ingels-group/>

fig. 21 photo à l'intérieur de la cour par Henrik Jauert © [internet]. [Consulté le 07 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.henrikjauert.com/portfolio-item/grundfos-story-urban-rigger/>

fig. 22 schéma du développement modulaire implanté dans un dock [réalisé par nos soins]

fig. 23 PLAIN Magazine, photo vue intérieure d'un logement, Kala Barba-court ©, avr 2018, [internet]. [Consulté le 03 jan 2021]. Disponible sur: <https://plainmagazine.com/copenhagen-urban-rigger-floating-dorm-rooms/>

fig. 24 image satellite google.maps d'Hambourg [retravaillée par nos soins]

fig. 25 photo d'ensemble du quartier [internet]. [Consulté le 25 dec 2020]. Disponible sur: <https://spectral.energy/projects-overview/schoonschip/>

fig. 26 coupe dans Schoonschip sur le plan d'eau [réalisé par nos soins]

fig. 27 plan de situation de Schoonschip [réalisé par nos soins]

fig. 28 photo du ponton et ça liaison à la terre [internet]. [Consulté le 25 dec 2020]. Disponible sur: <https://varendevrienden.eoc.nl/schoonschip/>

fig. 29 plan de l'ensemble de Schoonschip réalisé par Space&Matter © [internet]. [Consulté le 20 dec 2020]. Disponible sur: https://dornob.com/wp-content/uploads/2018/12/Image2_Schoonschip_Source-spaceandmatter.nl_.jpg

fig. 30 schéma des réglementations d'implantation [réalisé par nos soins]

fig. 31 Coupe schématique du fonctionnement énergétique réalisé par Space&Matter © [internet]. [Consulté le 20 dec 2020]. Disponible sur: <http://www.spaceandmatter.nl/houseboat9>

fig. 32 photo depuis l'intérieur d'une habitation de Schoonschip [internet]. [Consulté le 11 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.archdaily.com/953912/floating-home-i29>

fig. 33 plan rapproché sur certaines habitations de Schoonschip réalisé par Space&Matter © [internet]. [Consulté le 20 dec 2020]. Disponible sur: https://dornob.com/wp-content/uploads/2018/12/Image2_Schoonschip_Source-spaceandmatter.nl_.jpg

fig. 34 plans et coupe de la Houseboat 9 réalisé par Space&Matter © [internet]. [Consulté le 11 jan 2021]. Disponible sur: <http://www.spaceandmatter.nl/houseboat9>

fig. 35 photo de l'espace communautaire à l'intérieur du quartier par Louis Lemaire © [internet]. [Consulté le 11 jan 2021]. Disponible sur: <https://www.hollandszicht.nl/wp-content/uploads/2020/09/Hollands-Zicht-Schoonschip-kavel-11-VT-special-future-proof-WEB.pdf>

PARTIE IV

fig. 1 plan d'ensemble de la région d'Helsinki tiré de <https://schwarzplan.eu/en/site-plan-and-figure-ground-plan-helsinki/> [retravaillé par nos soins]

fig. 2 plan historique de 1932 de la région d'Helsinki [internet]. [Consulté le 20 nov 2020]. Disponible sur: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Helsinki_map_1932.jpg

fig. 3 plan des couches historiques 1909/2020 tiré de <https://kartta.hel.fi/> [retravaillé par nos soins]

fig. 4 plan d'ensemble d'Helsinki avec les échelles de mobilité tiré de <https://schwarzplan.eu/en/site-plan-and-figure-ground-plan-helsinki/> [retravaillé par nos soins]

fig. 5 plan d'ensemble d'Helsinki avec les échelles de l'eau de <https://schwarzplan.eu/en/site-plan-and-figure-ground-plan-helsinki/> [retravaillé par nos soins]

fig. 6 graphique de la croissance démographique [réalisé par nos soins]

fig. 7 graphique de l'augmentation du niveau marin en Finlande tiré de <https://ilmasto-opas.fi/en/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/338246aa-d354-4607-b087-cd9e0d4a3d04/maankohoaminen-hillitsee-merenpinnan-nousua-suomen-rannikolla.html> [retravaillé par nos soins]

fig. 8 Masterplan d'Helsinki tiré de <https://kartta.hel.fi/> et retravaillé par nos soins

fig. 9 Plan de situation de Kalasatama avec les différentes échelles de circulation tiré de https://www.uuttahelsinki.fi/sites/default/files/inline-attachments/2018-01/kalasatama_havainnekuva_09_11_2017.pdf [retravaillé par nos soins]

fig. 10 Plan des zones d'activités de Kalasatama tiré de https://www.uuttahelsinki.fi/sites/default/files/inline-attachments/2018-01/kalasatama_havainnekuva_09_11_2017.pdf [retravaillé par nos soins]

fig. 11 Plan des axes urbains de Kalasatama et de la zone d'implantation tiré de https://www.uuttahelsinki.fi/sites/default/files/inline-attachments/2018-01/kalasatama_havainnekuva_09_11_2017.pdf [retravaillé par nos soins]

fig. 12 Photo avec une vue sur l'ensemble de la ville d'Helsinki par Jug Cerović © [internet]. [Consulté le 10 jan 2021]. Disponible sur: <http://www.jugcerovic.com/blog/helsinki-metro-map/>

