

---

**Mémoire de fin d'études : "Comment l'architecte à l'aide des procédés de reconversion peut-il changer l'image que les habitants se font des anciens bâtiments de guerre ? Le cas des bases de sous-marins du mur de l'Atlantique ?"**

**Auteur :** Roulet, Olivier

**Promoteur(s) :** Vandembulcke, Benoît

**Faculté :** Faculté d'Architecture

**Diplôme :** Master en architecture, à finalité spécialisée en art de bâtir et urbanisme

**Année académique :** 2022-2023

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/16651>

---

*Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---



UNIVERSITÉ DE LIÈGE – FACULTÉ D'ARCHITECTURE

**« Comment l'architecte à l'aide des procédés de reconversion, peut-il changer l'image que les habitants se font des anciens bâtiments de guerre? Le cas des bases de sous-marins du mur de l'Atlantique. »**

Travail de fin d'études présenté par Olivier ROULET en vue de l'obtention du grade de Master en Architecture.

Sous la direction de : Benoit VANDENBULCKE  
Année académique : 2022 -2023

*Je tiens à remercier mon promoteur Monsieur Benoit  
Vandenbulcke pour ses conseils,  
ma famille ainsi que mes proches.*

**Mots clés :**

Reconversion  
Image mentale  
Base de sous-marins  
Béton  
Friche militaire

# Table des matières

<b>INTRODUCTION</b> .....	7
<b>PREMIÈRE PARTIE : Contextualisation de la problématique</b> .....	8
A. La reconversion comme procédé.....	9
B. Bases sous-marines et matérialité.....	12
1. Les bases sous-marines : définition.....	12
2. Les contraintes du bâti.....	12
A. CONSIDÉRATIONS SPATIALES.....	12
B. LES TYPES DE BUNKERS SOUS-MARINS.....	12
3. Le matériau : le béton.....	13
A. LE BÉTON, LE BÉTON ARME, LE BÉTON FIBRÉ : INFORMATIONS GÉNÉRALES.....	13
B. LES DONNÉES SUR LE BÉTON UTILISÉ POUR LA CONSTRUCTION DES BASES.....	14
C. LES LIMITES DU BÉTON.....	15
C. Histoire du mur de l'Atlantique et de l'organisation Todt.....	16
1. Le mur de l'Atlantique.....	16
2. L'organisation Todt (Todt et Speer).....	16
3. Architecture du mur de l'Atlantique.....	17
<b>DEUXIÈME PARTIE : 5 cas d'étude pour la reconversion des bases sous-marines</b> .....	20
A. Généralités.....	21
B. Les 5 bases sous-marines françaises.....	24
1. La base de Brest.....	24
A. LA BASE DURANT LA GUERRE.....	24
B. LA BASE ACTUELLE.....	26
2. La base de Lorient (site Keroman et Scorff).....	28
A. LA BASE DURANT LA GUERRE.....	28
B. LA BASE DU SCORFF.....	32
C. LA BASE ACTUELLE.....	32
3. La base de Saint-Nazaire.....	34
A. LA BASE DURANT LA GUERRE.....	34
B. LA BASE ACTUELLE.....	36
4. La base de la Rochelle (La Pallice).....	38
A. LA BASE DURANT LA GUERRE.....	38
B. LA BASE ACTUELLE.....	40
5. La base de Bordeaux.....	42
A. LA BASE DURANT LA GUERRE.....	42
B. LA BASE ACTUELLE.....	44
6. Tableau synoptique.....	46
<b>TROISIÈME PARTIE : Transition vers une nouvelle image, les bases de sous-marins comme moteurs du changement</b> .....	48
A. Introduction - Démarche.....	49
B. L'homme et la perception - Symbolique du bâtiment - Le poids du passé.....	49
1. Psychique (image inconsciente).....	49
2. Physique (image consciente).....	50
3. Matérialité.....	51
C. Impact des exemples de reconversion - utilisation.....	52

1. Dynamique temporelle de reconversion des bâtiments.....	52
2. Reconversions.....	55
A. BREST.....	55
B. LORIENT.....	55
C. SAINT-NAZAIRE.....	62
D. LA ROCHELLE.....	67
E. BORDEAUX.....	67
D. Autres opportunités de reconversion.....	70
1. Production.....	71
A. ÉNERGIE.....	71
B. BIO BÉTON.....	72
C. BIOMASSE.....	72
2. Loisirs.....	73
3. Culturel.....	74
<b>CONCLUSION</b> .....	77
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	78
A. Livres.....	78
B. Rapports et publications.....	78
C. Articles.....	78
D. Sites.....	80
<b>TABLE DES FIGURES</b> .....	82
<b>ANNEXES</b> .....	86
ANNEXE I : le béton.....	87
1. Le béton classique.....	87
2. Tableau synoptique des quantités de béton utilisées pour la construction des bases sous-marines françaises.....	89
3. Le bio béton.....	90
ANNEXE II : généralités des bases sous-marines.....	92
1. Fonctionnement du slipway ou rampe de mise à l'eau.....	92
2. Cale sèche et à flot.....	93
ANNEXE III : généralités des bases sous-marines : les toitures.....	94
1. le toit normal.....	94
2. le toit Frangrost.....	94
3. le toit à bloc.....	95
4. le toit en ogive - Les Dom bunkers.....	95
ANNEXE IV : les bases sous-marins à l'étranger.....	96
1. Norvège.....	96
A. TRONTHEIM.....	96
B. BERGEN.....	97
C. NARVIK.....	98
2. Allemagne.....	99
A. BRÈME.....	99
B. KIEL.....	100
C. HAMBOURG.....	101
D. HELIGOLAND.....	102

# INTRODUCTION

En 40 ans (de 1960 à 1999), la population mondiale a doublé, passant de 3 à 6 milliards de personnes à 8 milliards en novembre 2022 (O.N.U.). Il est estimé qu'elle atteindra 9 milliards en 2037. Cette croissance démographique nous interpelle quant à l'empreinte de la présence humaine sur terre et son impact à travers l'habitat et l'occupation du sol. En effet, avec ce nombre croissant d'habitants, le besoin d'infrastructure, permettant aux gens de vivre, de travailler ou de se divertir, est, lui aussi, en continuelle augmentation. Cet état de fait est, sans aucun doute, un terrain fertile pour l'apport de l'architecte et de l'architecture.

L'histoire de l'occupation du territoire reste empreinte de la présence du bâti maintenu dans un état exploitable ou inexploitable et préservé comme héritage des styles et techniques de construction de l'homme.

Étant donné la limitation de l'espace utilisable, la question de la réutilisation, avec ou non changement de la fonction primaire, et de la réappropriation de certains espaces se pose. Cette opportunité peut être abordée sous différents angles : géographique, historique mais aussi urbanistique.

En effet, au cours de l'histoire, certaines villes ont connu de fortes périodes d'activités, menant à l'aménagement conséquent de certaines parties de leur territoire. Des périodes de l'histoire, telle que la révolution industrielle au 20<sup>ème</sup> siècle, menèrent à la construction d'ensembles d'usines sur une bonne partie du territoire Européen. Malheureusement, lorsque la période industrielle fut terminée, ces espaces, abritant parfois en leur sein l'activité de toute une ville, se virent laissés à l'abandon dû à la délocalisation des pôles industriels hors des villes dans un but économique ou bien logistique.

Un premier centre d'intérêt de « recyclage » de l' « espace utile » est le milieu urbain où une pression liée à la concentration de population est présente. Les friches industrielles sont donc de véritables enjeux pour les architectes par l'infrastructure solidement ancrées dans le paysage urbain et dans l'histoire de la ville. C'est un potentiel d'espace à recycler, transformer et intégrer de manière utile dans la société.

Parmi les différents types de friches urbaines, nous retrouvons un nombre non négligeable de friches de catégories militaires.

Plus de 7200 sites en friches sont répertoriés et caractérisés en France (CEREMA, 2022). « Au milieu des années 1980, le ministère de la défense français possédait environ 250 000 hectares, soit près d'un dixième du domaine public de l'État » (LOTZ-COLL, 2018). Dans ce contexte, la cessation brutale d'activité de sites militaires à la fin de la deuxième guerre mondiale pose la question de son devenir et l'intérêt de la reconversion de ce type de friches. En plus de ce potentiel de reconversion purement territorial, ces friches sont également des témoins de l'histoire, empreintes d'une forte symbolique. Par leur dimension et leur matérialité, certains bâtiments, comme les bases sous-marines, sont devenus des éléments intégrés aux paysages de grandes villes. Leur monumentalité peut être perçue comme une marque de l'héritage nazi, comme un traumatisme.

Dans ce mémoire, nous allons cibler notre analyse sur un échantillon des bases sous-marines issues de la ligne Todt, à savoir les bases de sous-marins implantées sur la côte Atlantique française. Ces bases serviront d'exemples de reconversion dans ce travail et permettront d'analyser les dispositifs mis en place pour redonner une nouvelle image à ces lieux construits par l'envahisseur allemand lors de la Seconde Guerre mondiale.

Ensuite, à travers l'étude de cinq cas de bases sous-marines, ce travail développera le potentiel que peut représenter de tels sites et comment à travers la reconversion et ce qui a déjà été mis en place, l'image de ces lieux peut se renouveler et s'adapter aux usages actuels. Dans une première partie, la reconversion sera abordée d'un point de vue théorique. L'usage du béton en tant que matériau de prédilection y sera également expliqué.

En seconde partie, nous retrouverons une étude de cas qui parcourra les cinq bases de sous-marins présentes en France sur le mur de l'Atlantique. Cette étude visera à documenter l'histoire de ces lieux ainsi qu' inventorier les programmes actuels et comment la réappropriation des lieux a été opérée par la population.

La troisième et dernière partie consistera, quant à elle, à développer l'impact de la reconversion sur l'image de ces bases et quelles pourraient-être les perspectives de reconversion de tels bâtiments.

# PREMIÈRE PARTIE : Contextualisation de la problématique



Figure 1 : Base sous-marine de Bordeaux.

## A. La reconversion comme procédé

Dans l'histoire de l'humanité, le principe de « re-use » a toujours existé. En effet, l'homme a toujours essayé de tirer profit des éléments présents dans son environnement, comme par exemple, habiter les grottes ou bien encore réutiliser les peaux d'animaux comme vêtement (WONG, 2016). Bien qu'aujourd'hui ce concept apparaisse comme une « évidence », il n'en a pas toujours été de même auparavant. En effet, précédemment, la solution préliminaire à la construction a souvent été la démolition ou l'abandon au profit de la construction sur un nouvel espace. Mais dès les années 70, le contexte de crise et de mutations économiques va faire plonger la France dans un phénomène de désindustrialisation sans précédent. Les fermetures d'usines se multiplient, ayant pour conséquence la création de friches industrielles. La prise de conscience de la gravité de la situation arrivera tardivement dans les années 80. Le traitement de ces espaces laissés à l'abandon induit une réflexion au niveau de l'aménagement du territoire et de la ville, mais aussi au niveau de ses répercussions économiques, sociales et spatiales.

Expérimentale en son temps, la question des friches et de leur reconversion s'est ancrée dans le quotidien des considérations architecturales. « Depuis le début des années 2000, en Europe occidentale, plus de 50 % du marché du bâtiment concerne le travail sur l'existant, une part sans cesse en augmentation ». (REAL, 2015) La reconversion est utilisée de nos jours afin de donner une seconde vie à des infrastructures du passé, ayant été malmenées, désaffectées et laissées à l'abandon, vouées pour la plupart à disparaître. Le but est de leur rendre une nouvelle utilité au lieu de les démolir.

Une des manières de réactiver l'usage de ces édifices existants est de « révéler sa valeur sans trop en faire afin de ne pas entraver ses capacités dans l'intention de proposer aux occupants un bâtiment à réhabiter comme ils l'entendent, apte à évoluer selon leurs besoins, et par conséquent préservé de l'abandon. » (DARMON, 2021) En effet, la reconversion donne à un bâtiment, une autre fonction que celle pour laquelle elle a été conçue. « Un bâtiment est toujours construit pour une fonction précise - habitat, production industrielle, équipement public, commerce, etc. - tout en correspondant à une intention architecturale et au site sur lequel il prend place. L'évolution des usages étant plus rapide que l'usure des murs, de nombreux édifices trouvent une nouvelle destination ». (C/A.U.E, 2015)

À l'issue des cycles d'utilisation d'un bâtiment dans sa fonction initiale, deux choix s'offrent à lui : la destruction ou la conservation. On peut s'interroger sur sa potentialité mais ne serait-il parfois pas préférable de le raser, l'éradiquer afin de bâtir le futur ?

Pour de multiples raisons, qu'elles soient sociales, historiques, économiques ou encore esthétiques, le choix pourra se diriger vers la deuxième option.

« Le contexte budgétaire, la crise des ressources, les transitions énergétique et écologique donnent un regain d'intérêt au recyclage des bâtiments existants, selon différentes modalités :

- la réutilisation, liée à l'émergence d'un nouvel usage ou à l'attribution d'une nouvelle fonction ;
- la réhabilitation, qui consiste à améliorer un bâtiment parce que ses occupants ou ses usages ont évolué, sans toutefois modifier sa fonction essentielle ;
- la reconversion, qui résulte d'un changement dans la fonction essentielle de l'édifice et requiert une compatibilité fonctionnelle et symbolique du nouveau projet avec l'ancien. » (RAMBERT, 2015)

Le fait d'utiliser l'un de ces procédés permet de redonner une seconde vie à une construction qui par définition perpétue le souvenir. Car, une préoccupation majeure est de sauvegarder la mémoire collective de ces lieux.

Le « vide historique » laissé par les édifices vidés de leur population et de leurs activités d'origine n'attend que d'être comblé. Cette transformation est emprunte d'une certaine forme d' « obligation de remplir les vides laissés par le passé ». (RAMBERT, 2015)

Mais, en plus de combler ce « vide historique », pour Muczk Petzet (2017), le fait de reconvertir permet également de réinvestir l'énergie utilisée à la création du lieu : « L'architecture bâtie possède le droit d'exister - simplement parce qu'elle est déjà là. Il y a des années ou des décennies, quelqu'un a dépensé beaucoup d'énergie pour construire ces choses. Cette énergie est stockée dans le bâtiment - et sera libérée si vous détruisez et reconstruisez. » Le procédé de reconversion tire toute son importance au niveau de la manière dont il répond aux usages actuels des populations. Les nouveaux programmes pour ces friches cherchent donc à répondre aux problématiques passées et besoins futurs d'une population.

Comme Darmon (2017) le dirait, « réutiliser un bâtiment plutôt que le démolir pour reconstruire constitue bien entendu le b.a.-ba de la bonne pratique environnementale. »

La crise écologique, la crise des ressources et des matériaux ainsi que la transition énergétique actuelle nous incite à travailler différemment sur l'existant. Un point de vue novateur qui nous encourage à reconvertir plutôt qu'à détruire. La question de l'économie et de l'écologie se posent pour toute intervention sur le bâti existant. Démolir pour reconstruire aux normes permet certes de s'exonérer des travaux liés à la démolition-reconstruction, afin d'obtenir un bâtiment plus écologique. Néanmoins, concernant la dépense énergétique relative à la reconstruction d'un immeuble urbain comparé à sa rénovation, l'énergéticien Olivier Sidler indique ceci : « Si on se borne à des considérations strictement énergétiques, il est nécessaire de prendre en compte ce qu'on appelle couramment l'énergie grise. Il s'agit de l'énergie investie dans l'élaboration des matériaux, leur transport, leur mise en œuvre et leur neutralisation en fin de vie. L'énergie grise d'un bâtiment neuf se situe entre 1700 et 2000 kWh/m soit environ quarante années de chauffage dans un bâtiment performant. Alors que la rénovation n'exigera que 5 à 700 kWh/m d'énergie grise. Devant l'urgence de la situation [le réchauffement climatique], il faudra toujours choisir la rénovation plutôt que la destruction et la reconstruction. » (DARMON, 2021)

Cet enjeu environnemental nous contraint à rejeter la stratégie de la table rase ayant dominé le 20ème siècle au profit d'une logique de la transformation en renouant avec la pratique hors d'âge de construire la ville sur la ville. « Faire mieux avec moins de ressources » (DARMON, 2021), cette approche, maintenant adoptée par de nombreux architectes et urbanistes, tend à s'amplifier. « L'intérêt suscité par les sites industriels désaffectés place désormais leur reconversion au cœur de questions beaucoup plus vastes que la simple conservation d'un monument. On passe de l'échelle du bâtiment à celle du territoire, dans une perspective plus large de recomposition globale du tissu urbain, avec les multiples enjeux culturels, sociaux, économiques et écologiques que cela induit. De fait, la reconversion devient un moyen de repenser le territoire dans sa globalité. » (REAL, 2015)

Toujours dans le cas d'expansion des villes, différents pôles économiques ont vu le jour. Le fait de concentrer une forte activité dans une certaine partie de la ville les voit parfois inexploités après un revirement de situation. Les villes ne cessent de vouloir subvenir à leurs besoins et ceci a pour conséquence de laisser certaines zones urbaines à l'abandon à la fin d'une période industrielle, militaire, etc... Certains espaces urbains se retrouvent donc abandonnés et créent ce qu'on appelle des friches industrielles. « Le terme de friche

industrielle définit des espaces, bâtis ou non, désertés par l'industrie depuis plus d'un an, et souvent dégradés par leur usage antérieur ou par leur abandon prolongé. À l'origine, loin d'être perçus comme les précieux témoins d'une culture industrielle, ces lieux sont le révélateur d'une rupture économique, voire d'un traumatisme social et véhiculent une image négative. » (REAL, 2015)

Le fait est que nombres de ces friches contiennent une forte identité, une forte symbolique. Celles-ci peuvent être le témoin d'une partie de l'histoire à connotation aussi bien positive que négative. C'est là que le rôle de l'architecte prend tout son sens. Les grandes surfaces qu'occupent les friches se présentent comme une occasion de remanier plusieurs aspects d'une ville, d'un territoire. En reconvertissant une infrastructure ou en remaniant son utilisation, les architectes deviennent « les auteurs d'un nouveau scénario » (RAMBERT, 2015) pour celle-ci. Les démarches et interventions des architectes seront responsables du remaniement de l'image et de la seconde vie de ces bâtiments. On ne parle pas ici seulement de l'apparence, mais aussi, et à juste titre, de la nouvelle symbolique que ces lieux représenteront pour les prochains usagers.

Actuellement, nous sommes constamment entourés de bâtiments se présentant comme de potentielles ressources à la reconversion. Un grand nombre d'entre eux sont sujets à une seconde vie. On parle souvent des « friches industrielles » néanmoins d'autres types de friches sont le médium intéressant pour la reconversion. Dans ce mémoire, nous allons nous atteler au cas particulier des friches militaires : « Fiches Militaires : les friches militaires concernent tous les lieux ayant vu passer une activité militaire. Les lieux vont d'anciennes bases militaires qui ne sont plus en activité, aux lieux ayant accueillis des soldats pendant les différentes phases des différentes guerres. » (MULLER, 2022)

De plus, nous considérerons les friches militaires récentes, à savoir le cas particulier des bases sous-marines issues de la deuxième guerre mondiale localisées sur la côte Atlantique française et faisant partie de la ligne Todt aussi appelée mur de l'Atlantique.

## B. Bases sous-marines et matérialité

### 1. Les bases sous-marines : définition

« Base sous-marine : Grands équipements destinés à protéger les U-Boots (U-Boot est une abréviation de Unterseeboot qui signifie sous-marin en allemand) pendant la préparation de leurs missions ou lors de leur entretien au retour des campagnes. » (VIRILIO, 1991)

### 2. Les contraintes du bâti

Il est intéressant de partager quelques observations sur ce type d'édifices militaires. En effet, des besoins spécifiques liés au terrain à bâtir (localisation géographique), l'utilité du bâtiment (protection : épaisseur des murs, toitures, portes blindées, cales sèches (slipway, cales sèches, ligne de tins)) ont contraint les projets architecturaux, mais également nécessité une grande adaptabilité (fangrost). La quantité de matériaux et l'urgence du besoin se sont accompagnées de moyens humains et d'une organisation rarement égalée. La taille de l'édifice a également dû s'adapter à l'évolution de taille des sous-marins et de l'armement (notamment la puissance des bombes) dans un laps de temps extrêmement court.

#### a. Considérations spatiales

Pour toutes les constructions à l'exception du bunker du Scorff à Lorient - qui n'avait qu'une fonctionnalité de protection - toutes les bases étaient conçues pour réunir deux fonctions (NADEAU, 2022) à savoir : l'entretien et la protection des sous-marins.

Ces deux fonctions ont nécessité l'utilisation d'espaces et de bâtiments conséquents pour différentes raisons :

- la taille des sous-marins
- l'entretien nécessitant la mise à sec
- les matériaux (entrepôts, ...)

La mise à sec pouvait être opérée par deux types de technologies différentes : avec le slipway (rampe d'extraction des bâtiments marins pour mise à sec) ou avec un système de portes et pompes liés à une structure architecturale en contact direct avec l'eau et en forme de peigne avec alternance d'alvéoles à flot ou à rebous, c'est-à-dire cales sous-eau ou cales sèches. Ces différentes caractéristiques techniques propres aux bunkers pour sous-marins sont à disposition dans l'Annexe I.

#### b. Les types de bunkers sous-marins

Il est possible de catégoriser les types de bunkers pour sous-marins en fonction de trois types de construction :

- Bunker sur terre : ils représentent de vastes bâtiments destinés à la maintenance (réparation-intendance) des sous-marins alimentés par les slipways
- Bunker à accès direct à l'eau :
  - sur front de mer : ils représentent la majorité des bases à alvéoles
  - sur l'eau présente en recul dans les terres : ils nécessitent la présence ou construction d'écluses et les contraintes de protections pour maintenir l'accès à l'océan.

L'architecture de la base sous-marine a dû s'adapter à ces paramètres par ses formes coulées dans le béton répondant avec brio à la fonction d'un édifice militaire : protéger ses occupants et ses infrastructures des attaques extérieures. Néanmoins, un ennemi inattendu - le temps - agit en silence et avec persévérance sur la patine des murs et met à mal l'intégrité des édifices (MARSAN, 2011). Le béton, ce matériau à l'apparence infaillible, subit lui aussi les affres du temps. La connaissance de ce matériau est essentielle afin de comprendre les enjeux, les potentialités et les limites que ce médium donne aux bases sous-marines.

### 3. Le matériau : le béton

Matériau emblématique de l'architecture militaire du 20ème siècle, le béton a été préféré à la pierre pour sa plasticité, sa simplicité de mise en œuvre et son faible coût. Coulé en couches épaisses dans les bases allemandes, « il devient la nouvelle image de la solidité alors que jusque-là la symbolique militaire de la résistance aux coups était incarnée par le cuir (les cuirasses), le métal (les casques, les armures, les blindages) et la pierre (les forts) » (PRELORENZO, 2014).

#### a. Le béton, le béton arme, le béton fibré : informations générales

« Le **béton** est ce qu'on appelle un matériau composite. Il est le résultat du mélange de différents constituants dont les proportions peuvent varier en fonction des nécessités.

De manière générale, les principaux ingrédients employés sont le sable, le gravier, le ciment, le tout gâché avec de l'eau.

Le **béton armé** est un matériau dans lequel des armatures métalliques (fer à béton) ont été mises en place afin d'obtenir un béton renforcé.

Le béton armé conjugue ainsi la résistance à la compression du béton et la résistance à la traction de l'acier. Le béton armé allie les propriétés mécaniques complémentaires de ces matériaux (bonne résistance à la compression du béton et bonne résistance à la traction de l'acier).

Le **béton fibré ou de fibres structurelles** métalliques est une alternative principale au béton armé. En effet, les fibres jouent le même rôle que les armatures traditionnelles.

Les fibres métalliques sont utilisées pour améliorer le comportement mécanique d'un béton de structure (rôle structurel). Leur mécanisme d'action s'apparente à celui des armatures (treillis métallique) dans le béton ordinaire armé.

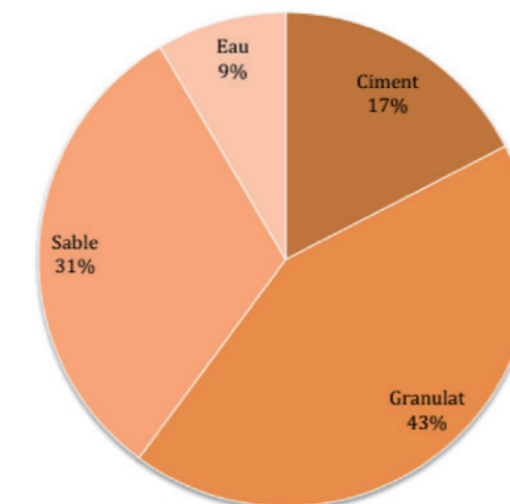


Figure 2 : Composition du béton armé.



Avantage du béton fibré :

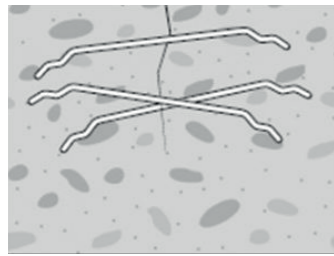


Figure 3 : Verrouillage d'une fissure par les fibres.

- Diminution de la fissuration :  
Par leur ancrage dans le béton, les fibres métal s'opposent à la propagation des microfissures qui peuvent être dues au retrait naturel du béton ou à des efforts trop importants exercés sur l'ouvrage.

- Augmentation de la ductilité :  
La présence de fibres métalliques avec les dosages habituellement utilisés n'améliore pas la résistance à la flexion du béton en tant que telle. Elle permet cependant, après apparition des fissures, de reprendre les efforts de traction dans le béton et ainsi d'éviter qui ne se rompe alors soudainement de manière fragile. Elles confèrent ainsi au béton un comportement ductile.

- Augmentation de la résistance aux chocs :  
Les fibres métalliques permettent de mieux disperser l'énergie appliquée par le choc et diminuent la formation d'éclats ou d'épaufrures.

- Augmentation de la résistance à la fatigue de l'ouvrage. » (BETON DIRECT, 2022)

## b. Les données sur le béton utilisé pour la construction des bases

Nous avons quelques informations intéressantes issues d'une publication sur le béton utilisé notamment pour la base de Brest. « Le béton en lui-même était un peu spécial puisqu'il était mélangé à de la limaille de fer. En fait, c'était du « béton fibré » avant l'heure, celui que l'on utilise aujourd'hui dans certaines applications. Composé d'une structure à base de poutrelles métalliques fabriquées en Allemagne par la firme Dortmunder-Union, le béton était encore renforcé d'une cinquantaine de kilos au m<sup>3</sup> de ferraille supplémentaire incorporée au coulage. Pour le total de béton utilisé, les chiffres sont impressionnants : 800.000 mètres cubes. Soit le quart de la production annuelle de béton en France à l'époque. Sans oublier 40.000 mètres cubes de bois de coffrage. Une véritable forêt ! Le sable utilisé, probablement prélevé sur nos côtes contient des coquillages et sont plus ou moins chargés de chlorures. Dans les constructions modernes, on ne se sert pas des sables de mer coquilliers qui provoquent la corrosion des aciers outre des efflorescences, ces poudres blanchâtres qui suintent des murs dans les constructions anciennes. Une sorte de salpêtre. Mais avec une telle épaisseur de béton, l'utilisation de ces sables ne change pas grand-chose, en fait. Et s'il fallait refaire une telle construction aujourd'hui, pour de telles utilisations, je me demande s'il y aurait d'autres choix techniques plus modernes, pour économiser des matériaux par exemple. Il y a certes les bétons précontraints, mais ce serait sans doute trop fragile sous l'impact des bombes ! » (HIVERT, 2017)

Quant à la mise en œuvre des ouvrages, ceux-ci peuvent être coulés en place, à l'air libre, sous l'eau, ou constitués de produits préfabriqués en béton. Néanmoins, « les ouvrages en béton construits en site maritime présentent de multiples particularités induites par une très grande variété :

- des types de structures et des solutions constructives offertes par le matériau,
- des utilisations des ouvrages,
- des techniques et des méthodes de construction,

- des types de béton utilisés : béton coulé en place, éléments en béton préfabriqués en usine ou sur le site,

- des contraintes climatiques lors des phases de construction, qui imposent la mise en œuvre de dispositions adaptées » (GUIRAUD, 2019)

Nous voyons donc que la technique de combinaison de deux armatures (béton armé avec armature fixe et béton fibré que l'on pourrait qualifier d'armature souple) donne aux édifices une résistance décuplée. Néanmoins, il est important aussi d'en connaître ses limites afin de l'envisager dans la reconversion.

## c. Les limites du béton

L'une des préoccupations majeures de la reconversion de bases sous-marines est le vieillissement du béton. Oxydation de fer, carbonation de l'agrégat, lèpre et champignons viennent mettre en péril la solidité et l'intégrité des édifices, ne facilitant pas leur reconversion. En voici quelques exemples :

- Risques de corrosion et attaque sur les bétons en site maritime

Vu leur emplacement situé proche de la mer le béton composant les bases est mis à rude épreuve : agression chimique de l'eau de mer, impacts physiques des mouvements de l'eau ainsi que le vent et l'hygrométrie variable. Dans des conditions dites « normales », les armatures enrobées d'un béton compact et non fissuré sont protégées naturellement des risques de corrosion. Les armatures sont protégées tant qu'elles se trouvent dans un milieu présentant un pH compris entre 9 et 13.

Deux principaux phénomènes peuvent dans certaines conditions détruire cette protection et initier la corrosion des armatures en acier présente dans le béton :

- la carbonatation du béton d'enrobage par l'adsorption du gaz carbonique contenu dans l'atmosphère
- la pénétration des ions chlorures jusqu'au niveau des armatures.

La plus ou moins grande rapidité d'action de ces divers agents est fonction de l'humidité ambiante, de la porosité du béton et de la présence de fissures qui favorisent la diffusion des gaz ou des liquides agressifs. (BTP, 2022)

- Le délitement du béton et les problèmes de sécurité

Malgré la vétusté des bâtiments, ceux-ci ne sont pas enclins à l'effondrement mais bien au délitement (conséquence directe de la corrosion du béton). Cette problématique complexifie la reconversion des bases qui en sont atteintes. En effet, vu les grandes hauteurs sous plafond, toutes chutes de matériau pourraient avoir des répercussions très dangereuses pour la sécurité des usagers. (PRELORENZO, 2014)

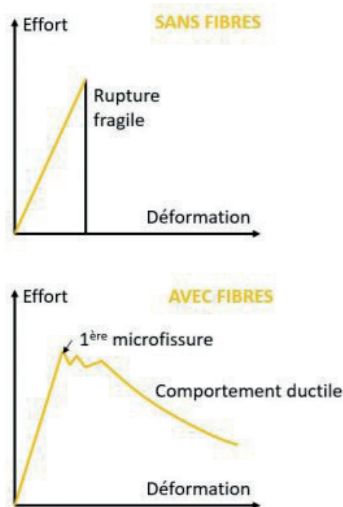


Figure 4 : Apport des fibres sur le comportement post-fissuration du béton.

## C. Histoire du mur de l'Atlantique et de l'organisation Todt

Malgré leurs différences, les bases sous-marines, ont la particularité de s'inscrire dans une continuité qu'est le mur de l'Atlantique. En effet, 12 bases sont réparties de manière parcimonieuse sur les côtes norvégiennes, allemandes et française. Sur la partie de la Bretagne jusqu'aux côtes espagnoles, cette partie de la ligne de défense Todt se nomme Atlantik wall (mur de l'Atlantique en allemand). Cette ligne comporte différents bâtiments à but défensif tels que des bunkers ou bien des casemates contenant des moyens d'artilleries.

### 1. Le mur de l'Atlantique

Durant la Seconde Guerre mondiale, après l'échec de la guerre d'Angleterre, des fortifications ont été établies par l'armée allemande entre 1941 et 1945 sur une longueur de 5.000 kilomètres depuis Kirkenes en Norvège jusqu'à la frontière entre la France et l'Espagne (TEMOS, 2021). L'ambition était de construire plus de 15.000 fortifications le long des côtes. À la fin de la guerre, il est estimé que le nombre de 12.000 avait été atteint dont la majorité se situait entre la Hollande et la France (LIBERATION ROUTE EUROPE).

Ces fortifications, érigées à des endroits stratégiques, sont de différents types : forteresses pour protéger les ports, batteries d'artillerie côtières, stations radars, différents ouvrages de défense rapprochés des plages, obstacles anti-débarquement, différents bâtiments de stockage et manutentions industrielles, etc.

Ces constructions ont non seulement laissé des cicatrices indélébiles dans le paysage côtier mais également donné lieu à des cicatrices dans le conscient et l'inconscient collectif de la population en liaison avec l'évacuation de certaines zones et la destruction de villages ainsi que la présence permanente d'une architecture militaire qui perpétue la mémoire d'une période terne de l'humanité.

« S'il relève avant tout du génie militaire, le Mur ne saurait être complètement indépendant des systèmes constructifs, des matériaux disponibles et des techniques mises en œuvre, et même plus profondément des catégories de la conception architecturale et des paramètres de l'usage des espaces. » (PRELORENZO, 2014)

### 2. L'organisation Todt (Todt et Speer)

L'organisation Todt, fondée en 1938, est à l'origine du Mur de l'Atlantique. Il s'agit d'un organisme du génie civil œuvrant au service du Troisième Reich nazi dans l'ensemble des territoires occupés pendant la Seconde Guerre mondiale. Todt provient du nom de l'ingénieur et politicien allemand qui en était responsable. Avant la Seconde Guerre mondiale, de 1933 à 1938, Fritz Todt a mis au point de très nombreux travaux d'infrastructure et d'équipement du territoire allemand, initiant les travaux des fameux réseaux d'autoroutes qui ont servi plus tard aux mouvements de troupes et de blindés. Dès 1938, l'organisation Todt (OT) est créée et compte déjà 241 000 hommes dans ses rangs (NADEAU, 2022). Avant 1940, 1 750 000 travailleurs allemands ont été désignés pour réaliser les travaux nécessaires au Reich. À la mort de Fritz Todt en 1942, Albert Speer prend la succession à la tête de l'organisation, ce sont majoritairement des prisonniers de guerre et des ouvriers civils recrutés sur place qui prennent le relais (DAY OVERLORD, 2022).

« L'importance de l'OT ne cessera de croître avec la durée de la guerre et sans elle, aucun grand projet de construction n'est concevable, tant dans la zone opérationnelle des armées que dans les zones reculées. » (NADEAU, 2022)



Figure 5 : Insigne de l'organisation Todt.



Figure 6 : Le mur de l'Atlantique.

### 3. Architecture du mur de l'Atlantique

Dès 1940, la construction du « Rempart Atlantique » (PRELORENZO, 2014) est engagée avec les défenses du Cap Gris-Nez en France. Elle se poursuivra jusqu'à la reddition du régime nazi, laissant inachevés certains ouvrages importants.

Les constructions défensives du Mur de l'Atlantique correspondent à un ensemble de modèles prédéfinis par l'organisation Todt (OT) dans des ouvrages connus sous le nom de Regelbauten. Ces différents modèles correspondent « aux besoins des militaires et sont adaptés à l'environnement de ces installations ». Plusieurs catégories de bâtiments existent et sont répertoriés par des chiffres et des lettres : du numéro 1 au numéro 704 pour les installations de l'armée de terre. Le Regelbaut principalement utilisé par les ouvriers de l'OT pour la construction du Mur de l'Atlantique correspond à la série 600, disponible à partir de novembre 1942 et comprenant 108 modèles de construction. (DAY OVERLORD, 2022)

Les chiffres que nous pouvons retrouver dans la documentation démontrent le gigantisme de ce projet militaire :

- 4 400 km de côtes mises en défense, du Cap-Nord à Hendaye.
- 15 000 bunkers à construire selon le plan initial. Dans les faits, 8 000 seulement furent réalisés.
- 17 millions de mètres cubes de béton ont été coulés en France pour bâtir le Mur, soit de quoi construire 65 centrales nucléaires. (BOREL, 2011)

Les besoins en personnel humain pour répondre à cette ambition sont parfaitement illustrés par le propos suivant :

« En 1941, 60 000 français, ouvriers volontaires, étaient au service de la Todt. Fin 1942, une fois le mur entamé, ils étaient déjà 150 000 avant de grimper à 200 000 au printemps 1943. C'est chez Jérôme Prieur qu'on découvre ces proportions sidérantes : rien que dans le département des Côtes-du-Nord (aujourd'hui Côtes d'Armor), ils étaient 2 000 volontaires en 1941, et 8 000 en 1943. » (LEPRINCE, 2022)

Nous voyons donc que l'ampleur et les moyens déployés à la construction de ce mur de l'Atlantique sont énormes et en font un exploit technique. Le long de ces près de 5 000 Km, ont été construits nombre de bâtiments à but offensif comme défensif. Dans le cadre de ce travail, l'ensemble des bâtiments ne peut pas être couvert. Pour cette raison, il s'attellera à l'étude de 5 bases sous-marines situées en France. Étant donné le gigantisme de la structure et son rattachement au tissu urbain des villes portuaires, il est intéressant de s'en servir comme modèle de réflexion pour la reconversion dans une perspective architecturale et sociétaire.



Figure 7 : Construction d'une fortification du Mur de l'Atlantique par l'organisation Todt.



Figure 8 : Construction d'une fortification du Mur de l'Atlantique par l'organisation Todt.

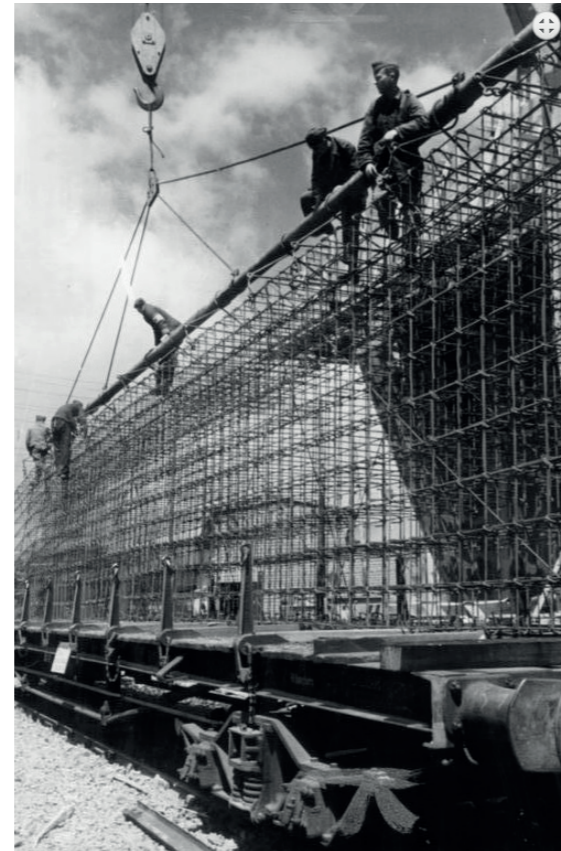
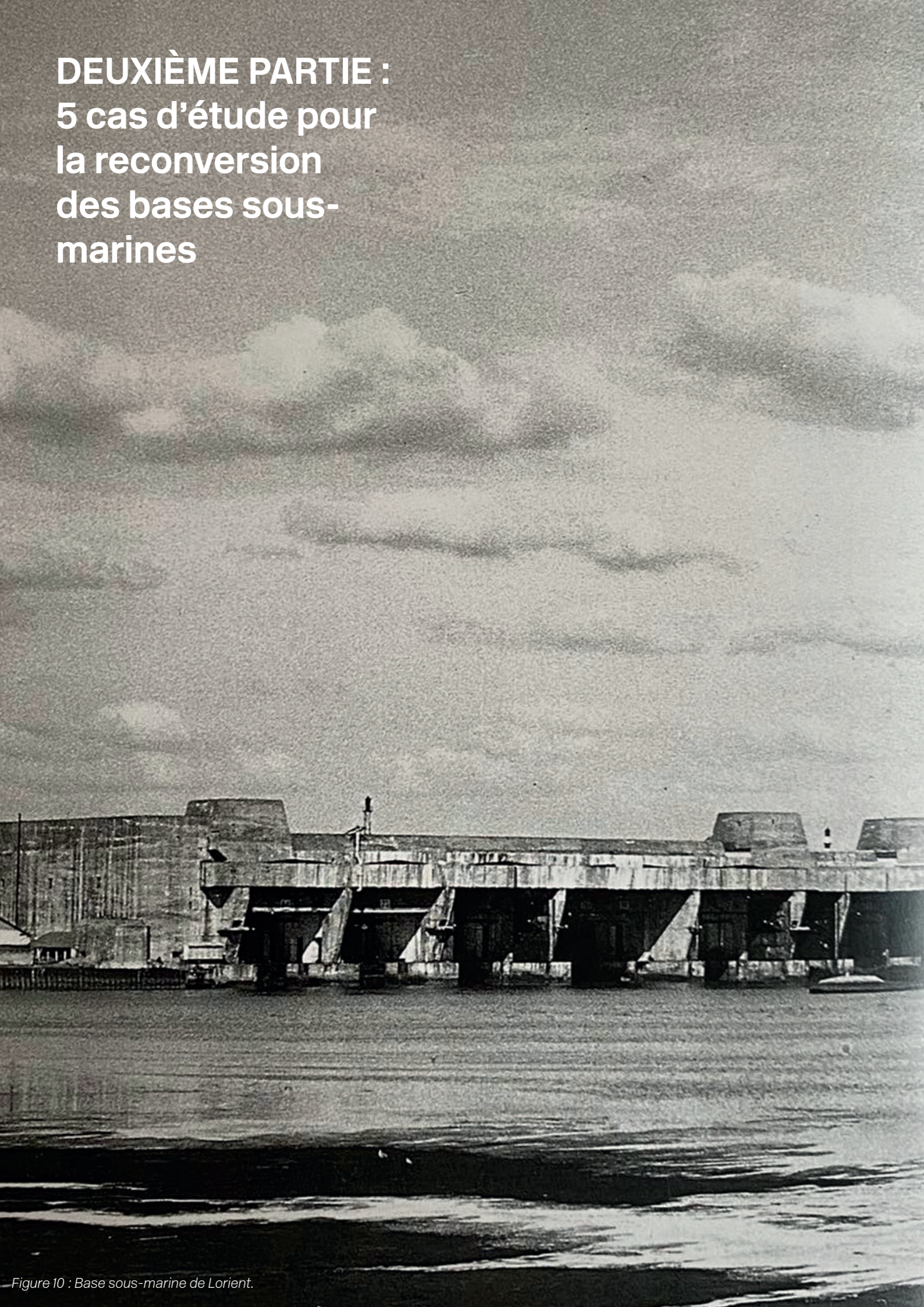


Figure 9 : Construction d'une fortification du Mur de l'Atlantique par l'organisation Todt.

## DEUXIÈME PARTIE : 5 cas d'étude pour la reconversion des bases sous- marines



### A. Généralités

En ce qui concerne les constructions se trouvant sur le mur de l'Atlantique, les bases de sous-marins occupent une place particulière d'un point de vue militaire. Celles-ci accueillent en leurs murs un arsenal militaire permettant de quadriller les mers et océans et d'assurer à l'Allemagne Nazie, son hégémonie sur l'océan Atlantique.

Les bases de sous-marins se démarquent des autres constructions par leur forme et leur usage. Ces U-boats bunkers consistent en de grands hangars en béton ayant pour fonction la maintenance, la protection et le ravitaillement de la flotte de sous-marins allemands de type U-Boot. Lors de la guerre, ils empêchaient le transit de bateaux anglais entre le Royaume-Uni et la France : « ... les U-Boats, lancés à l'assaut des Liberty Ship qui amènent en Angleterre hommes et matériels en vue du débarquement. » (PRELORENZO, 2011). Ces infrastructures, construites sur la ligne Todt, sont, à l'inverse des bunkers et des casemates, facilement visibles de l'extérieur. On ne parle plus ici de bunkers camouflés mais de constructions immenses et donc facilement identifiables par le commun des mortels. En plus de leur protection aux bombardements, les sous-marins disposaient de systèmes de mise à l'eau rapide qui pouvaient varier en fonction de leur emplacement (écluses blindées, slipways ou accès direct à l'océan).

Un autre point les différenciant des autres bunkers est leur implantation. Là où les bunkers classiques se retrouvent principalement dans les champs ou d'autres territoires extra-urbains, les bases sous-marines sont intégrées dans des villes portuaires là où la densité de population y est assez élevée.

« Les bases sont situées dans ou contre les villes alors que le Mur en tant qu'entité marque des territoires souvent extra-urbains, de dunes, de falaises, de plages, de champs, d'embouchures » (PRELORENZO, 2011).

Malgré leur implantation et leur visibilité, les bases étaient très bien protégées par leur couverture en béton armé. Le toit, par diverses techniques constructives et évolutives, pouvait parer aux conséquences d'un bombardement ennemi. Les murs, quant à eux, pouvaient atteindre jusqu'à 3 mètres d'épaisseur, rendant l'ensemble quasiment indestructible. C'est aussi à cause de ces efforts pour protéger les sous-marins que les bases furent majoritairement responsables de la destruction des villes où elles étaient localisées. Les bombardements des forces alliées n'arrivaient tout simplement pas à bout de leur structure en béton mais causaient des dommages périphériques.

Les bases sont des dispositifs d'attaque reprenant les mêmes modes de construction que les autres bâtiments de la ligne Todt, elles en sont juste l'exemple de construction à la technique développée à l'extrême.

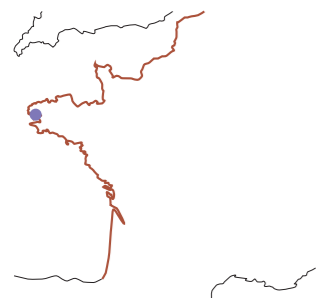
On retrouve des bases de sous-marins à plusieurs endroits de la ligne Todt. Il y en a en Norvège dans les villes de Bergen, Trondheim et Narvik mais également en Allemagne à Brême, Kiel et Hambourg, Heligoland. Dans ce travail, nous consacrerons à l'analyse des cinq bases présentes sur la façade Atlantique française, dans un ordre séquentiel géographique du nord au sud, c'est-à-dire successivement les bases de Brest, Lorient, Saint-Nazaire, La Rochelle et Bordeaux. Il y a également une dernière base située à Toulon en France mais celle-ci étant présente sur la façade Méditerranéenne et construite bien plus tard en 1943, elle ne fera pas partie de notre étude.

Cette démarche nous informera sur la localisation des bases ainsi que sur l'histoire de leur construction et leur utilisation depuis la fin de la guerre. Ceci permettra de nous approprier l'empreinte physique et psychologique du bâti sur la population et les exemples de gestion et d'intégration de ce patrimoine dans notre société. Cette matière sera également le terreau alimentant d'autres potentiels.

La reconversion des bases et leur nouvelle utilisation seront évoquées ici de manière superficielle puis de manière plus détaillées dans le cadre de comparaison en partie III.

Figure 11 : Localisation des 5 bases sous-marines.





## B. Les 5 bases sous-marines françaises

### 1. La base de Brest

Le bunker de Brest se trouve dans la zone militaire française appelée arsenal de Brest. Cet endroit est un lieu qui depuis le 17<sup>ème</sup> siècle est une place majeure de la marine marchande française. Au début du 18<sup>ème</sup> siècle, la fonction de port militaire lui est ajoutée et il est toujours un lieu important pour la France. S'en suit alors toute une série de constructions liées au monde de l'industrie marine (grues, quais marchands, etc..) sur les rives de la rivière Penfeld. C'est par son emplacement stratégique et des infrastructures existantes que les Nazis ont décidés de construire leur base de sous-marins à Brest.

#### a. La base durant la guerre

Le bunker de Brest (U-Bunker de Brest) est le plus grand bunker sous-marin construit lors de la Seconde Guerre mondiale avec une surface d'environ 52 000 m<sup>2</sup> (bien que la base sous-marine de Lorient soit plus grande avec ses 6 abris et autres infrastructures).

Faisant partie intégrante du port militaire, il a été conçu comme élément autonome. En effet, lors de sa conception, les ingénieurs et architectes l'ont rendu autonome au niveau de son alimentation (eau, air, mazout, ...). En ce qui concerne les autres services tels que les magasins à torpilles, réserves de matériaux mais aussi le service de pompiers, ils sont localisés au bout des alvéoles et disposent donc de la protection de la structure du bunker.

« Lorsque les bassins à flot ont été construits, l'ancien mur de quai a été démolé. Les murs du quai sont construits à l'aide de palplanches percées, bétonnés avec du béton sous-marin. Les caissons de palplanches sont recouverts de béton sur lesquels les murs de soutènement sont érigés. Pour la construction des alvéoles asséchables, l'ancien mur de quai est laissé comme un batardeau et les quais sont construits dans une fosse d'excavation sèche» pour accueillir les sous-marins (NADEAU, 2022).

À la fin de sa construction, la base de Brest atteint des dimensions impressionnantes : une longueur de 300 mètres, une largeur de 175 mètres et une hauteur de 18 mètres. Au total, elle comportera 15 alvéoles (HOGG, 1983). Avec l'avènement de bombes plus puissantes, les Allemands décidèrent de renforcer le toit de la base à l'aide d'une dalle de béton supplémentaire.

C'est environ 500 000 mètres cubes de béton qui auront été coulés tout au long des 500 jours de travaux, et cela, sans interruption afin de ne pas fragiliser la dalle. Vers la fin de la guerre, la base fut victime de plusieurs bombardements de la part de l'armée de l'air Anglaise (RAF) ainsi que de l'armée de l'air américaine (USAAF). Malgré la puissance des bombes, quelques cratères seulement ont été percés dans la couverture sans pour autant en altérer le fonctionnement. (HELLWINKEL, 2022)



Figure 12 : Implantation de la base de Brest (prise de vue 2022).



Figure 13 : Vue périphérique de la base de Brest.



Figure 14 : Impact dû aux bombardements.

## b. La base actuelle

Brest est encore de nos jours une ville maritime importante pour la France. Après la guerre, la marine nationale française a décidé de réexploiter la base pour leur force navale. Des aménagements nécessaires au progrès technologiques de la marine française auront lieu en coordination avec le ministère de la Défense. Dans les aménagements les plus notables de la base navale, il y a eu les « épis » à porte-avions et à frégates qui permettent aux plus grands navires d'accoster dans l'enceinte du port.

Au vu du vieillissement du bunker à sous-marins, les autorités avaient prévu d'utiliser le hangar jusque fin 2020 (OUEST FRANCE, 2015). Néanmoins, le U-bunker ne sera plus utilisé par l'armée française, préférant le site de l'île Longue pour l'entreposage de ses sous-marins nucléaires. La base de Brest ne sera pas non plus reconvertie car elle se retrouve dans l'enceinte de l'arsenal. Malgré cela, avoir réinvesti ce lieu sans en changer l'usage a permis d'inverser le sentiment d'insécurité ressenti sous l'occupation Allemande et peut donc rouvrir le débat sur la notion de reconversion (notamment psychologique).

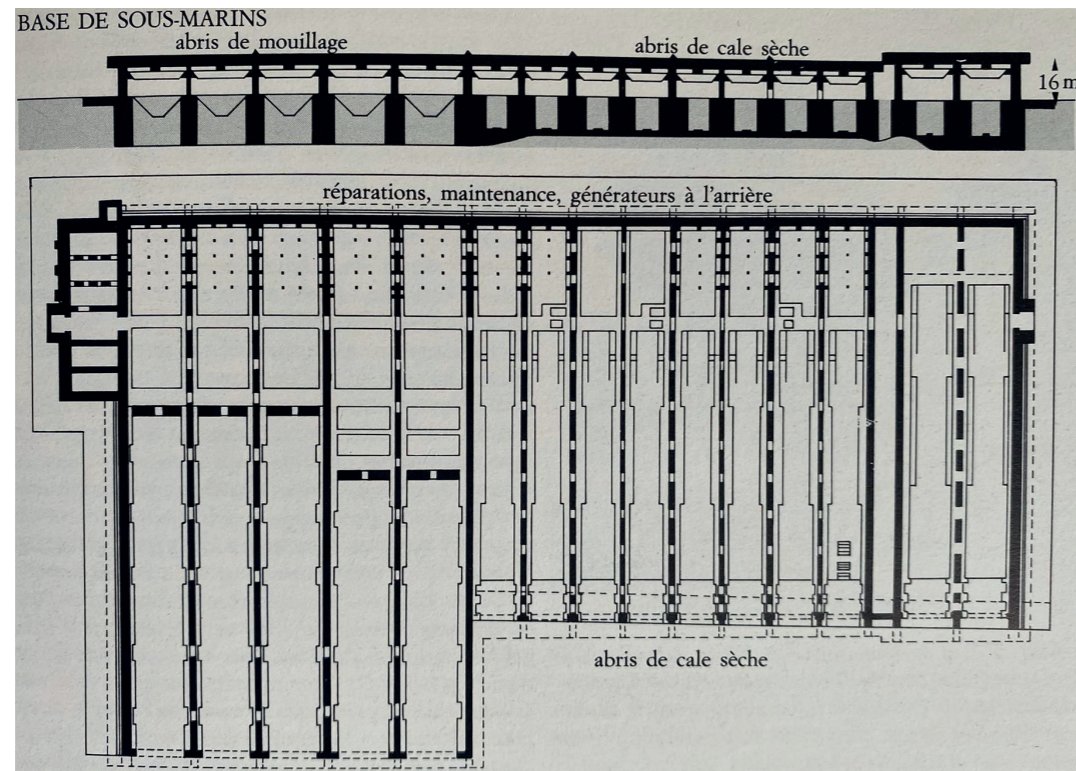


Figure 15 : Plan de la base de sous-marins de Brest.



Figure 16 : Vue périphérique de la base de sous-marins de Brest (encore en activité en 2015).

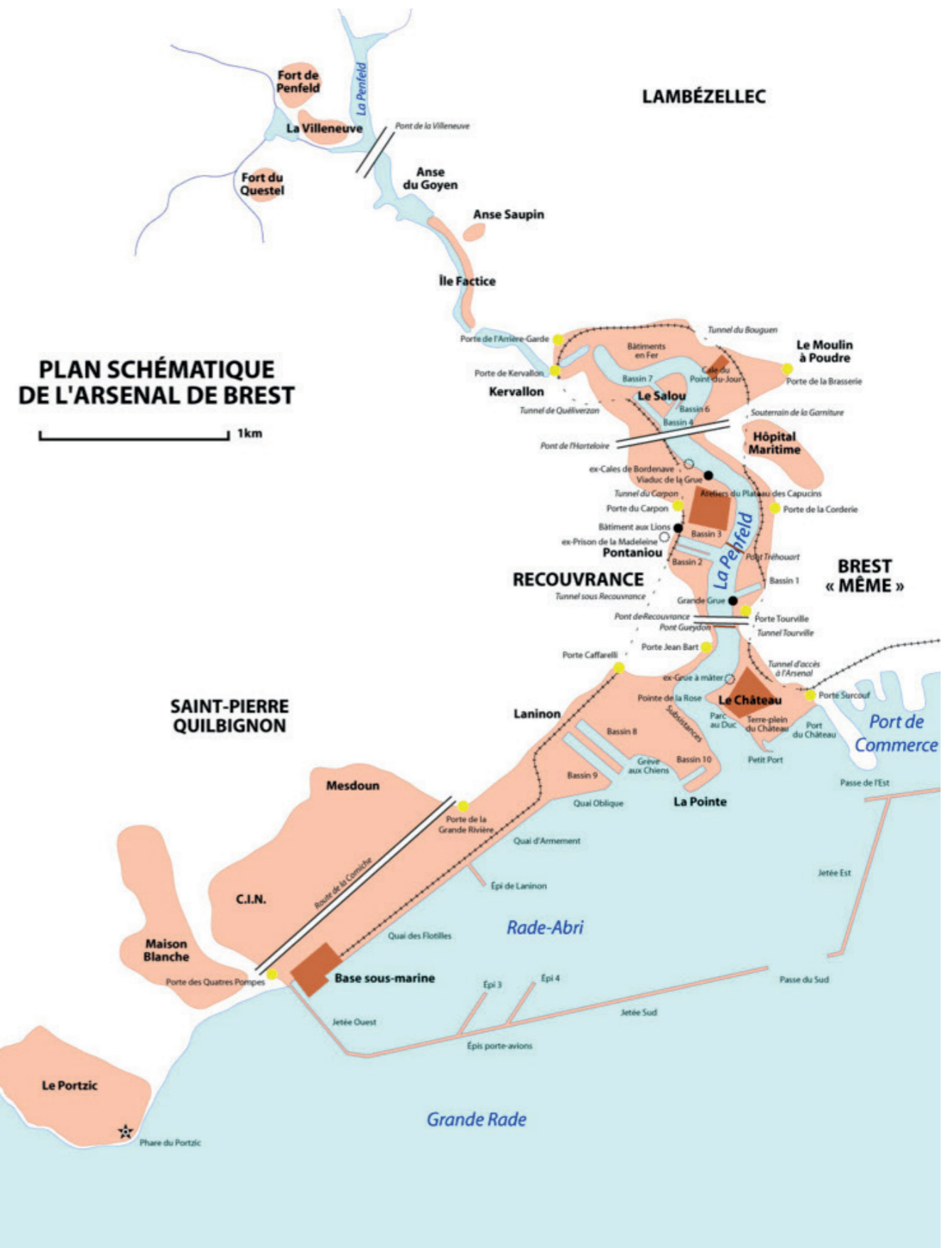
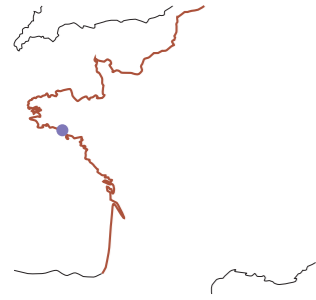


Figure 17 : Plan de l'arsenal de Brest.



## 2. La base de Lorient (site Keroman et Scorff)

La base de Lorient est située dans la rade qui se forme à la confluence du Blavet, du Scorff et du Ter. La rade comporte plusieurs ports de plaisance mais aussi plusieurs bâtiments repris dans l'infrastructure de la base de sous-marins. Une première partie de la base de sous-marins se situe sur la presqu'île de Keroman (site Keroman) et la seconde partie le long du Scorff (site Scorff).

### a. La base durant la guerre

Avec ces installations de part et d'autre de la rade, les Allemands ont un emplacement idéal pour déployer leur flotte d' U-Boots vers l'Atlantique, mais aussi pour s'éloigner de la portée des avions de la Royal Air Force et se protéger des bombardements devenus récurrents sur la base de Brest.

C'est en juin 1940 que les Allemands décidèrent de développer leurs bases de sous-marin sur la presqu'île de Keroman. Le choix s'est porté sur cette zone car elle possédait déjà un port marin français qui, de plus est, était doté d'installations modernes pour l'époque. Pour mener les travaux, les Allemands ont choisi de faire appel à un homme d'expérience, l'ingénieur en chef Triebel, qui avait déjà auparavant supervisé le chantier sur l'île d'Heligoland (base de sous-marins d'une île Allemande en mer du Nord - voir Annexe IV).

Dans un premier temps, les travaux auraient dû consister à creuser différents canaux pour permettre aux U-Boots de naviguer dans la presqu'île mais une autre approche a été choisie. En effet, les résultats des sondages des sols ayant été faussés par des Lorientais ont eu pour conséquence la création d'un slipway (voir Annexe II). Les sous-marins allaient désormais être révisés dans des cales sèches.

Après ce revirement de situation, les Allemands construisirent les deux premiers bunkers sur le site de la base (Dom bunker) situés de part et d'autre du slipway. Ceux-ci sont des abris à la forme cylindrique permettant d'accueillir seulement un sous-marin. Ils sont situés à l'entrée du port de pêche. Néanmoins, leur capacité de stockage étant très limitée, les travaux pour la création d'un bunker à 5 alvéoles démarrèrent l'année suivante.

C'est en 1941 que le premier U-bunker est achevé. Par la suite, deux autres bunkers seront achevés plus tard et ceux-ci bénéficient du chargement par slipway, c'est à dire qu'ils ne sont plus dépendants de la façade maritime. Les Bunkers K1 et K2 fonctionnent tous deux en cales sèches et sont utilisés pour le stockage et la réparation des U-boots. Ils sont presque identiques et ont toujours des dimensions gigantesques : 120 mètres de long pour 85 de large pour Le K1 et 120 mètres de long pour 135 mètres de large pour le K2. Situées sur les terres, les alvéoles de bunkers sont fermées avec de lourdes portes blindées, empêchant les dégâts dus aux bombardements d'atteindre les bacs de transports des slipways ainsi que les sous-marins. Suites aux avancées techniques de la Kriegsmarine, les modèles d' U-Boots voient leurs dimensions augmenter. Les Abris K1 et K2 sont devenus trop petits et dans la hâte, les Allemands construisent le troisième bunker sur le site de Keroman : le K3. Ce bunker est fort semblable aux autres bases de la côte Atlantique aussi bien par son fonctionnement que par son architecture. Il est composé de 5 alvéoles et mesure 170 mètres de long pour 138 mètres de large. Cet abri ne dispose plus de slipway et les sous-marins sont directement acheminés dedans. Par la suite, les travaux d'un quatrièmes Bunker démarrèrent mais furent abandonnés quelques mois plus tard en 1944 (NADEAU, 2022).



Figure 18 : Implantation des différents bunkers du site Keroman et du site Scorff.

Légende :

1. Bunker K2
2. Bunker K1
3. Bunker K3
4. Dom-bunker 1
5. Dom-bunker 2
6. Bunker du Scorff



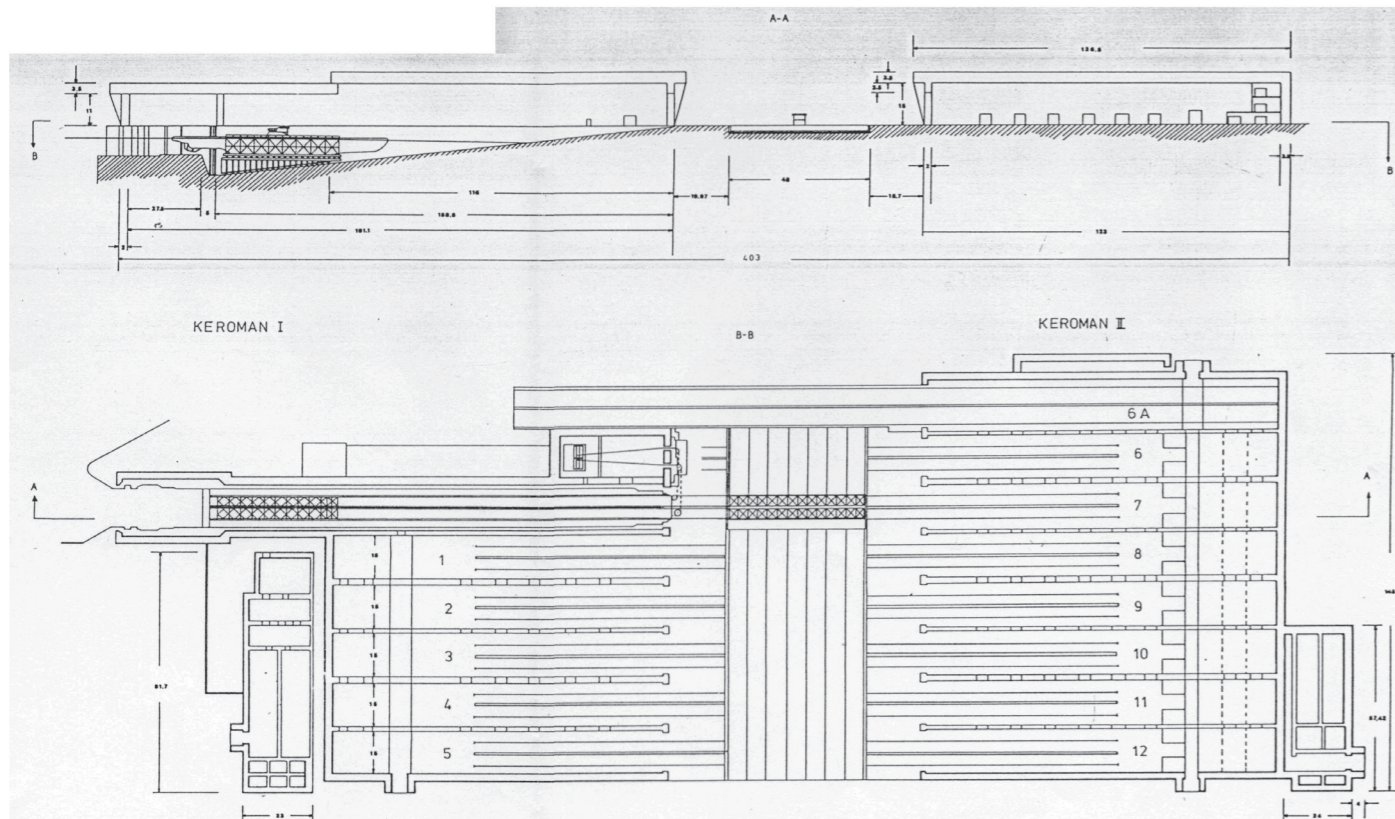


Figure 19 : Plan et coupe des bunkers K1 et K2.

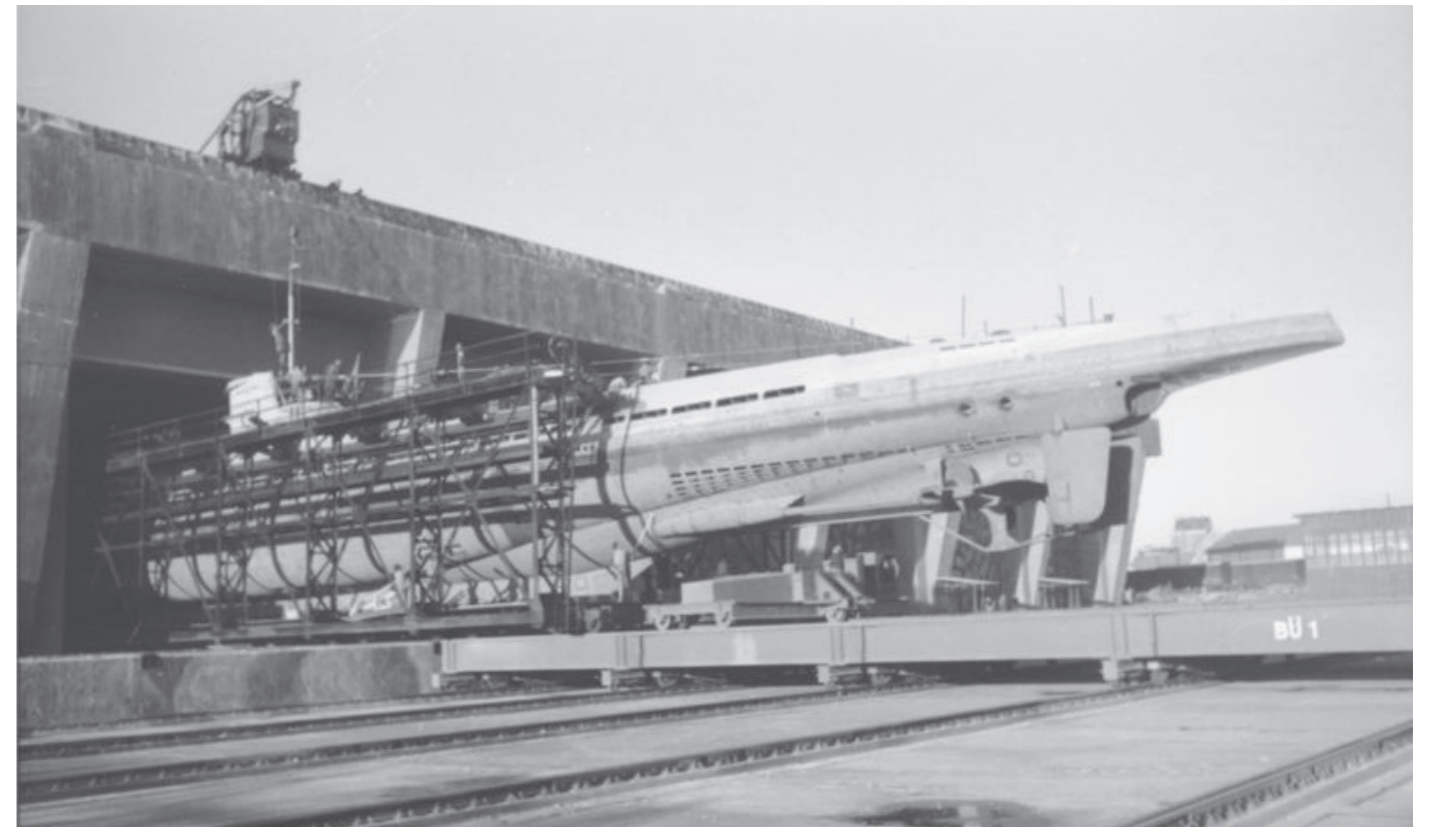


Figure 23 : U-boot quittant le bunker K2 à l'aide du slipway (1942).

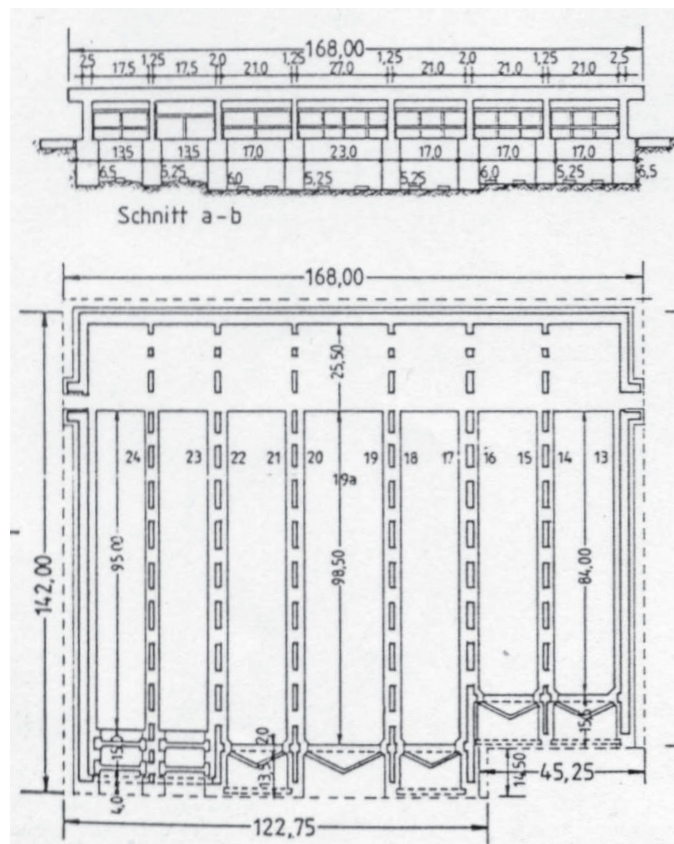


Figure 20 : Plan et coupe du bunker K3.

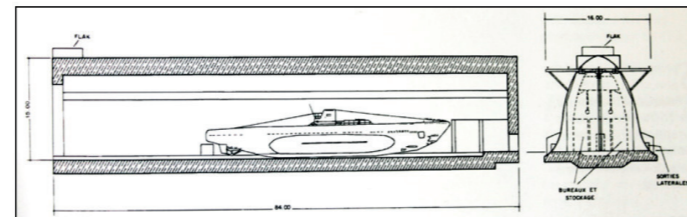


Figure 21 : Coupe et élévation du Dom-bunker.

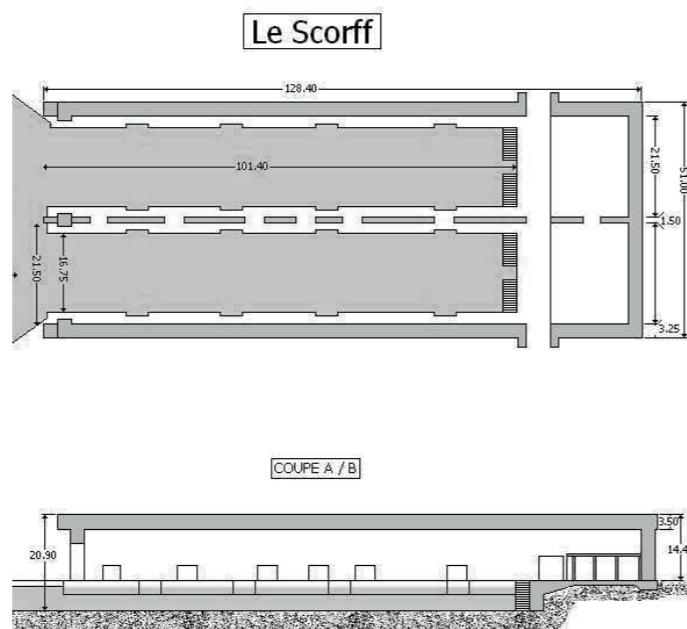


Figure 22 : Plan et coupe du bunker Scorff.

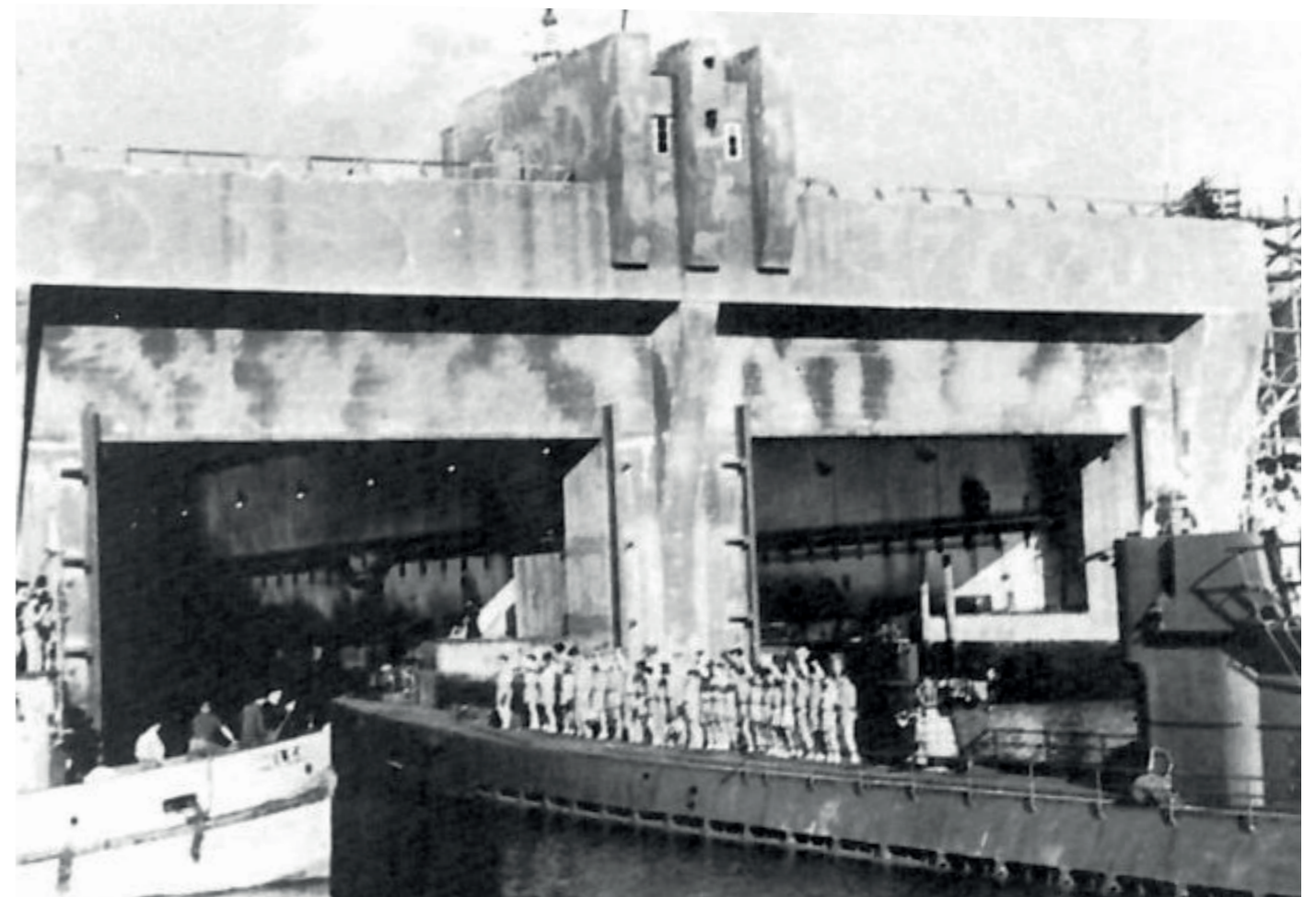


Figure 24 : U-boot quittant le bunker Scorff (1943).

## b. La base du Scorff

De l'autre côté de la rade sur les rives du Scorff, les Nazis décident de construire une petite base dédiée au ravitaillement de sous-marins. Le but de la base était de remplir les U-boots en carburant et en nourriture pour l'équipage avant que ceux-ci ne prennent la mer. Le chantier commence en novembre 1940, mais l'emplacement choisi pour celle-ci amène tout un lot de contraintes. En effet, le Scorff n'est pas très profond à cet endroit-là et cela nécessite l'installation de pieux pour soutenir la dalle en ciment formant le fond des cales. De plus, les alvéoles sont constamment remplies de vases car elles se trouvent sous le niveau du fleuve ce qui implique de devoir vider les cales très régulièrement. Vient s'ajouter à ce défaut pratique, une mauvaise structure des sols. Lors des travaux, plus de 2 000 pieux de 20 mètres furent mis en place dans le sol pour soutenir la base et malgré ce nombre important, la limite des charges était atteinte. L'ajout d'une nouvelle dalle de toit en béton plus épaisse pour la protection des sous-marins n'était pas possible. Les activités initiales de ravitaillements furent ainsi transférées dans le bunker K1. Ce n'est qu'un an plus tard, en 1942 qu'il sera repris du service pour pouvoir accueillir un sous-marin Japonais venant apporter du matériel technologique pour les Allemands (CÉRINO, 2022).

## c. La base actuelle

Par sa disposition et le nombre d'infrastructure qu'il contient, le site de la base sous-marine de Lorient est le plus grand de la côte Atlantique. En ce qui concerne le site de Keroman, la valeur patrimoniale ainsi que les coûts de destruction élevés : « le coût de la destruction de la base était évalué à 31 millions d'euros. » (GUYOTAT, 2005), la marine Nationale française reprendra possession des lieux et occupera les différents abris à sous-marins jusqu'en 1995. Au vu de la qualité des infrastructures, l'armée française y accueillit ses prototypes de sous-marins nucléaires.

Durant l'année 1997, après un appel à projet, la reconversion de la base commence. La base deviendra un véritable pôle nautique concentré sur l'activité de la voile. Les bunkers abritent entre leurs murs des abris à bateaux ou bien encore les locaux d'une société spécialisée dans le matériel nautique. La marine française a depuis 1997 entreposé son ancien sous-marin « Le Flore » sur un berceau de stockage (MEMOIRE ET FORTIFICATIONS, 2014). Après être resté plus d'une dizaine d'année à l'abri dans le Bunker K 1, il est désormais accessible au public depuis 2010.

En 2005, à côté des bunkers, la cité de la voile Éric Tabarly est construite par l'architecte Jacques Ferrier. Elle accueille des expositions ainsi qu'un musée sur l'activité de la voile. Mais plus qu'un musée, la cité de la voile est reconnue et dédiée au professionnel. Là où les ports de plaisance sont uniquement dédiés à cet effet dans la rade, la cité de la voile s'adresse, elle, aux professionnels. En 2010, le centre d'affaire « Celtic Submarine » a été construit sur le site de la base. En ce qui concerne le bunker du site Scorff, il permettra à deux entreprises maritimes d'y installer leurs locaux (TELEGRAMME, 2020). Dans un futur proche, un projet de maison des Skippers verra également le jour afin d'accueillir la construction et l'entretien des bateaux.

Avec son total de six bunkers (les trois bunkers K1, K2 et K3, les deux doms et le bunker Scorff), la construction de slipway et les surfaces utilisées pour la manœuvre des sous-marins, le site de Lorient modifie la notion de base de sous-marins. Elle s'étend maintenant sur les terres et ne relègue pas le U-bunker à un bâtiment de bord d'océan.



Figure 25 : Site Scorff.



Figure 26 : Bunker K3.



Figure 27 : Site Keroman avec en premier plan la cité de la voile Éric Tabarly.



### 3. La base de Saint-Nazaire

La base de sous-marins est située dans le bassin portuaire de Saint-Nazaire à environ 1 kilomètre du centre-ville. Elle est aussi localisée à proximité des « Chantiers de l'Atlantique », immense zone portuaire dédiée à la construction de navires en tout genre tels que des paquebots ou bien encore des bateaux de croisière.

#### a. La base durant la guerre

Les travaux pour la construction de la base commencent en 1941, un an après que l'organisation Todt y ait envoyé une équipe pour inspecter le port. Ils décident d'implanter la base dans le bassin de retournement de la compagnie de transport transatlantique sud. En ce qui concerne le déroulement des travaux, ils se dérouleront en plusieurs étapes car la base va subir divers agrandissements au cours de son utilisation.

La première étape de travaux consistera à la construction des trois premières alvéoles lors de l'année 1941. Par la suite, c'est lors de l'année 1942 que les alvéoles restantes seront ajoutées : cinq alvéoles au nord et 6 alvéoles du côté sud de la base. À la fin de sa construction, l'U-Bunker de Saint-Nazaire comporte 14 alvéoles qui se regroupent en six bassins simples et huit bassins doubles emmenant sa capacité d'accueil à un total de 20 sous-marins (NADEAU, 2022). Les cales des alvéoles peuvent aussi être vidées dans le but d'effectuer des réparations sur les navires de la flotte de U-boot. Une tour est ensuite ajoutée à l'ouvrage et c'est avec la construction de celle-ci que la base de Saint-Nazaire fut achevée en 1943. En étant installée dans un bassin, les accès sont rendus difficiles en cas de marées et nécessitent la construction d'une écluse fortifiée. Celle-ci peut également amener les sous-marins directement dans l'estuaire de la Loire. La base subira des bombardements de grandes envergures mais ne faiblira pas face à l'impact des bombes.



Figure 28 : Implantation de la base de Saint-Nazaire (prise de vue 2022).

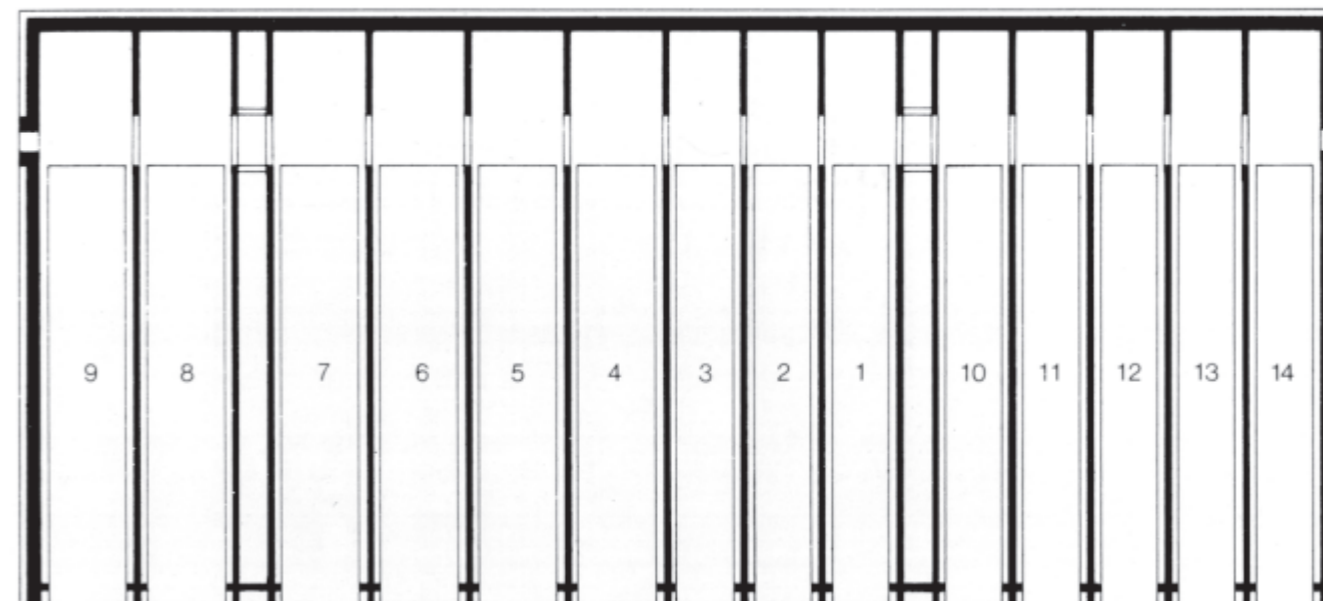


Figure 29 : Plan de la base de Saint-Nazaire.

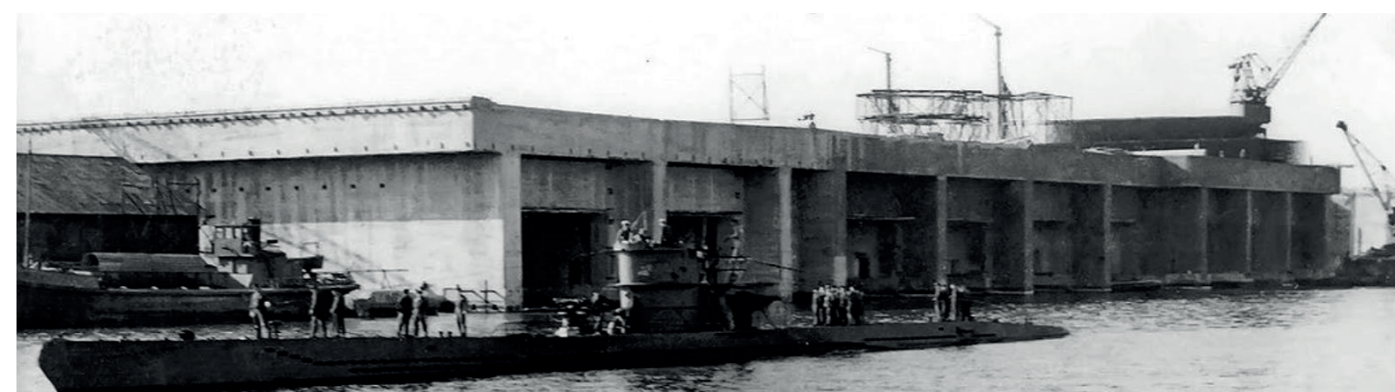


Figure 30 : Base de Saint-Nazaire lors de la guerre. On présume qu'il s'agit d'une photo de 1942 car le toit n'est pas encore renforcé.

## b. La base actuelle

À la suite des bombardements effectués durant l'année 1942, une grande partie de la ville est détruite. Après la reconstruction de la celle-ci, les autorités perçoivent toujours la base comme un obstacle : « Le Bunker, resté presque intact, s'est alors élevé comme une barrière forte entre la ville et son bassin. » (GEIPEL, 2003)

De nos jours, la base de Saint-Nazaire joue une part importante dans le projet « Ville Port » qui fut mené dans les années 1990 (GEIPEL, 2003). Le but de ce projet était de relancer les relations entre la ville et son port. La base en est une partie importante et elle abrite en ses murs les projets « alvéole 14 » conçu par les architectes Allemands du bureau LIN architectes. Ce projet réaffecte une alvéole de la base (la n°14) ainsi qu'une partie de la toiture. Le programme est tourné vers le culturel et l'événementiel, il tire parti de l'architecture du bâtiment et se concentre sur la liaison des différents éléments dans l'enceinte même de la base. En 2019, les bureaux d'architectures 51N4E et Bourbouze & Graindorge investissent deux alvéoles supplémentaires par leur projet « Alvéole 12 ». Ce projet consiste au remplacement de l'ancien foyer Jacques Brel. Le programme consiste en l'ajout d'une salle des fêtes, de bureaux et de stockages administratifs dans l'alvéole adjacente (BOURBOUZE & GRAINDORGE, 2018). La même année, l'association B.à.S.E (béton à semer ensemble) vient avec le projet d'une ferme urbaine et d'un lieu multidisciplinaire (SAINT-NAZAIRE, 2019). Deux ans plus tard, les premières activités en lien avec le programme y sont réalisées.

La passerelle, le projet alvéole 14, la toiture : autant de projets divers qui montrent bien l'attrait pour la base. Néanmoins, vu son ampleur, traiter la base en une seule entité est difficile mais l'addition de plusieurs projets complémentaires est cependant possible. La base est toujours ouverte à d'autres types de projets, bénéficiant de sa superficie de 4 hectares pour se reconnecter à la ville.



Figure 31 : Vue de la base de Saint-Nazaire au début des années 2000.



Figure 32 : Vue de la base de Saint-Nazaire en 2007.



#### 4. La base de la Rochelle (La Pallice)

La base de La Pallice se situe dans le port maritime de la ville de La Rochelle. Elle tient son nom du quartier qui est adjacent au port, à l'ouest de la ville. Pour son implantation, la base de sous-marins se trouve au bout d'un bassin artificiel creusé en 1890 (GENIE CIVIL, 1889). Elle est enclavée dans les terres, en retrait de la baie.

##### a. La base durant la guerre

Les travaux de construction de l'abri à sous-marins débutèrent en avril 1941 et se déroulèrent dans des conditions relativement difficiles. Lors de ceux-ci, les ouvriers travaillaient jour et nuit, rendant la tâche dangereuse car il était nécessaire d'éclairer constamment le chantier rendant la base plus facilement détectable par les avions des alliés. De nombreux ouvriers tombèrent dans les coffrages de bétons qui étaient sur place lorsqu'ils travaillaient dans l'obscurité.

Le chantier se déroulera en deux étapes : la première consistera à assécher le bassin artificiel pour pouvoir creuser le sol dans le but de créer les 7 premières alvéoles et la deuxième et dernière arrivera en 1942. Cette dernière phase visera à augmenter la capacité d'accueil de la base à un total de 13 sous-marins (NOOTER, 2015). Pour assurer la protection de leurs engins, les ingénieurs de l'organisation Todt mettent en place 2 couches de béton de 3 mètres 50 d'épaisseur. Viennent s'ajouter à ces deux dalles, un système étudié pour amortir l'impact des bombes appelé système « Fangrost » (voir Annexe III).

Le bassin où se situaient les alvéoles, était inaccessible lors des marées basses. Il fallut donc construire des écluses permettant aux sous-marins d'y accéder. Lors de bombardements de l'armée anglaise, les écluses étaient des cibles faciles, c'est pourquoi la décision fut prise de construire une écluse fortifiée en 1942. Ce second ouvrage aura pour fonction de protéger les écluses mais aussi de contenir différents logements pour le personnel de la marine en déploiement.

À la fin des travaux en 1944, la base de la Rochelle mesurait 192 mètres de longueur pour 175 mètres de large. La base aura une hauteur totale de 22 mètres (en fonction des sources, la hauteur varie entre 22 et 25 mètres) et aura nécessité plus de 425 000 mètres cubes de béton (NADEAU, 2022).



Figure 33 : Implantation de la base de La Rochelle (prise de vue 2022).

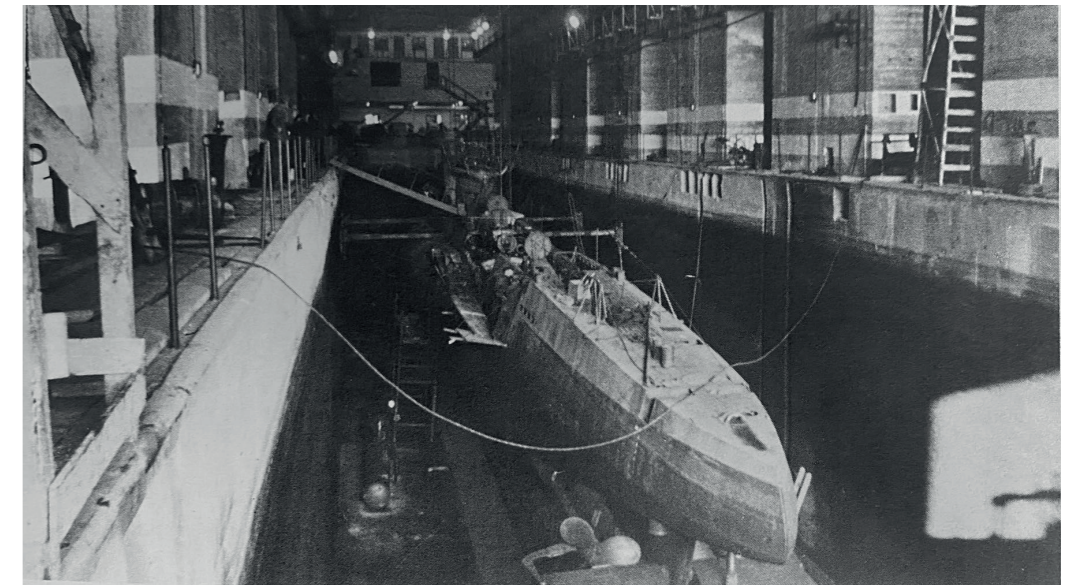


Figure 34 : U-boot dans un des abris en cale sèche à l'épreuve des bombes à la base de La Rochelle en 1942.

## b. La base actuelle

Après la Seconde Guerre mondiale, la base de La Rochelle fut utilisée par la marine française comme atelier et lieu d'amarrage pour certains de ses navires, et ce, jusqu'en 1980.

Par la suite, la base a servi en tant que décors de cinéma pour les films « Indiana Jones : Les aventuriers de l'arche perdue » et le film allemand « Das Boot ».

Après les bombardements, l'armature en acier contenue dans les dalles fut mise en contact avec l'eau ce qui provoqua une détérioration au fil du temps. Depuis 2005, la base est fermée au public étant donné les trop nombreuses dégradations. Néanmoins, une société est venue proposer une solution pour exploiter le potentiel de la structure du lieu en la recouvrant de panneaux solaires. C'est le groupe IEL (Initiative Energie Locale) qui en 2017 inaugure son installation sur la base avec pour objectif de venir augmenter le rendement de la production d'énergie du quartier du port maritime. « IEL, qui a développé et investit dans ce projet, complète ainsi la capacité de production photovoltaïque de la zone portuaire à 4.4 GWh, l'équivalent de la consommation de 1400 foyers hors chauffage, comparable à la population du quartier voisin de La Pallice. » (IEL, 2018).

Aujourd'hui, la base de la Rochelle est scellée mais le quartier du port maritime est sous le radar de différents bureaux d'urbanisme. Elle s'inscrit, notamment, dans l'ensemble du projet « grand port maritime 2024 » du bureau d'urbanisme INTERLAND.

Les habitants du quartier de la Pallice, qui est en pleine gentrification, ont des difficultés à accepter les vestiges maritimes dans leur vie quotidienne (DEVILLERS, 2017). Les projets visent donc à long terme « à cibler un ensemble d'opérations pouvant être mises en œuvre et déclinées par étape, à court, moyen et long termes » (INTERLAND, 2020).



Figure 35 : Vue actuelle de la base de la Rochelle.

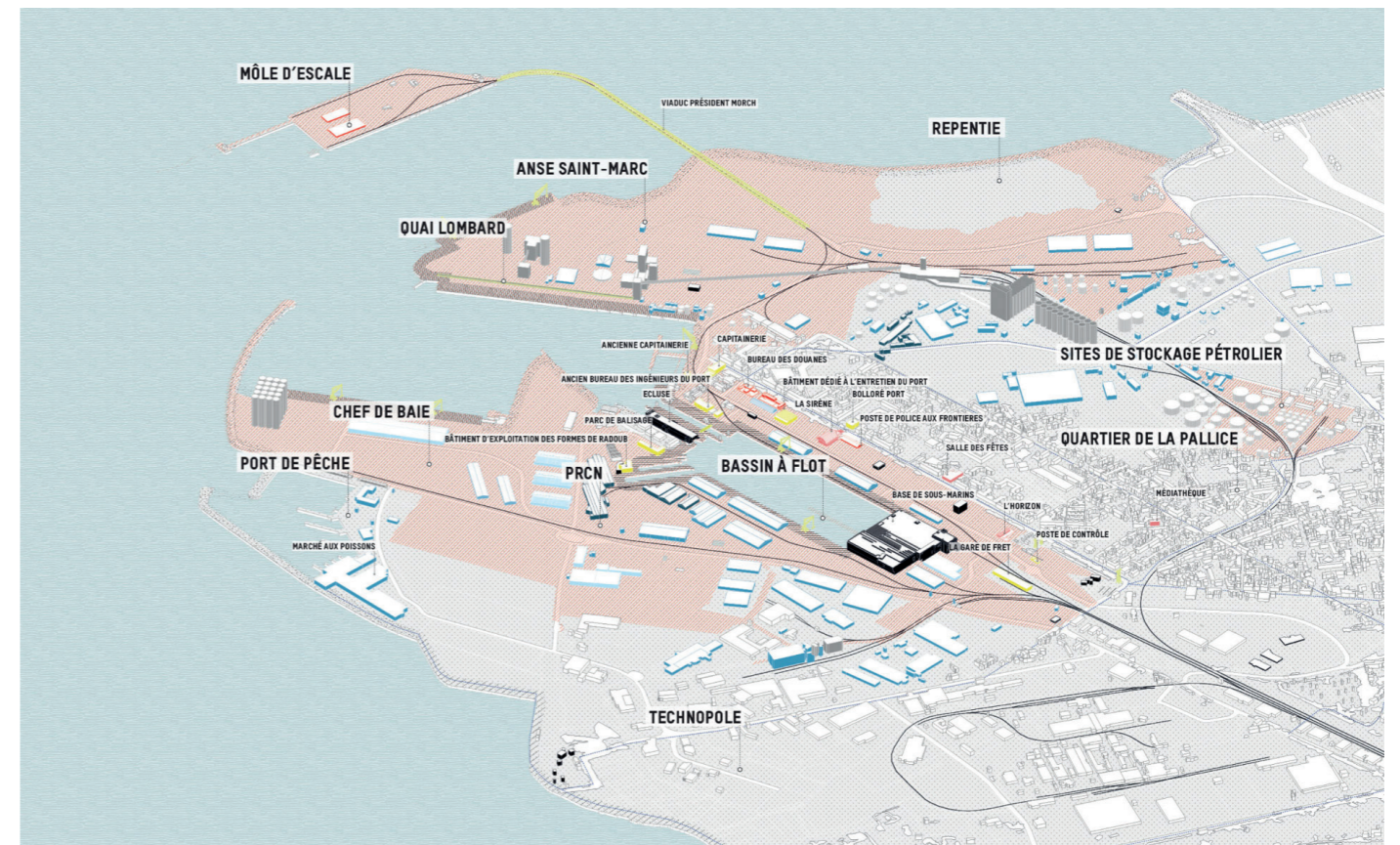


Figure 36 : Projet «grand port maritime 2024».



## 5. La base de Bordeaux

La base sous-marine de Bordeaux se situe dans un bassin artificiel situé dans le quartier du Bacalan. À son origine en 1940, la base est mixte car la marine allemande côtoie la marine italienne. Les Italiens surnomment alors la base « Betasom » (Bêta pour la lettre grecque pour Bordeaux, -som pour sommergibili - sous-marin - en italien) (D'ADAMO, 1996).

### a. La base durant la guerre

En 1940, la marine Italienne installe une base de sous-marins dans les ports maritimes de Bordeaux. La ville est située à environ 100 km des côtes de l'Atlantique mais les connexions, que la Gironde a avec les autres cours d'eau, permettent aux Italiens de rejoindre la Méditerranée. Cette base devient donc un point de liaison entre la mer Méditerranée et l'océan Atlantique. Vient s'ajouter à cela que le port dispose déjà de toutes les commodités nécessaires à l'établissement d'une base de sous-marins (MARSAN, 2011). En 1941, les Allemands décidèrent de commencer les travaux de leur U-Bunker, et du système de porte blindée pour protéger le bassin des marées. Les travaux se terminèrent en 1943 tout comme la collaboration qu'ils avaient avec les marins Italiens. Après l'abdication des Italiens, une toiture avec système « Fangrost » est mise en place.

Avec l'ajout du « Fangrost », la base culmine désormais à 23 mètres de hauteur. Tout comme les autres bases de sous-marins, les dimensions sont faramineuses. Les alvéoles ouvertes sur le bassin s'étendent sur 253 mètres de long. Le U-Bunker compte 11 alvéoles pouvant également être asséchées ou pas. Celle-ci permettait l'accueil de 15 U-Boots (NADEAU, 2022).



Figure 37 : Implantation de la base sous-marine de Bordeaux (prise de vue 2022).

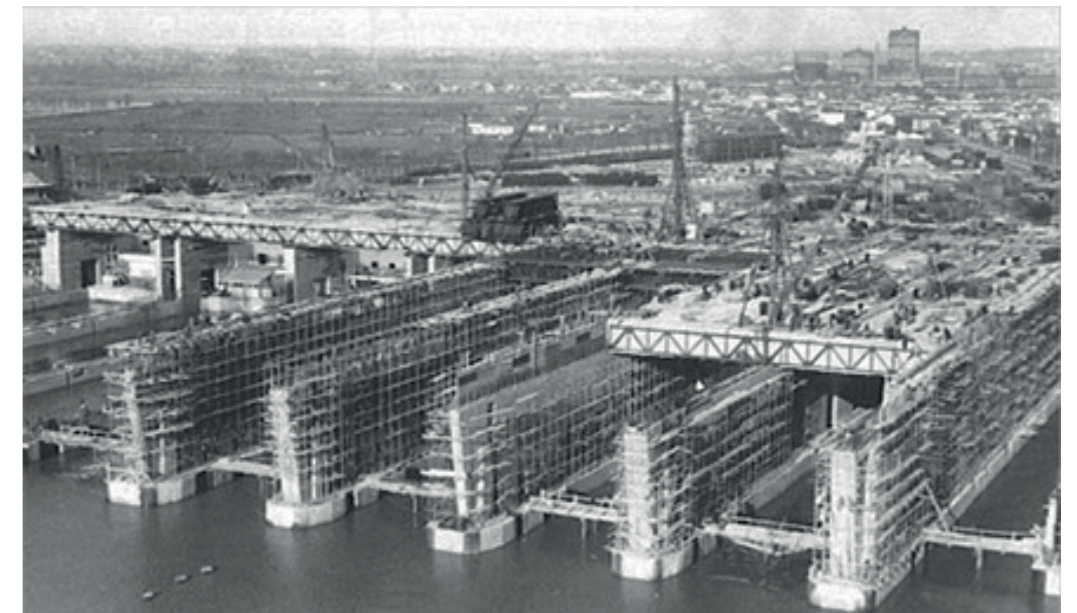


Figure 38 : Base sous-marine de Bordeaux en chantier.

## b. La base actuelle

Malgré les dizaines de bombardements que la base a subis, les Alliés ne sont pas parvenus à ébranler la toiture de l'abri. Mais en 1944, après une année de fonction, la marine allemande abdique et se voit contrainte de quitter les lieux. Juste après la guerre, l'U-Bunker est confié à la marine Nationale qui le confiera à son tour au port de Bordeaux lors de l'année 1945 (BASSINS LUMIERES, 2022). C'est quelques années après la fin de la guerre que des artistes de tout horizon se sont intéressés à la base de Bordeaux (MARSAN, 2011). La base a aussi servi de lieu de travail pour les entreprises locales qui profitaient des installations déjà présentes dans la base.

À la fin de l'année 1999, la base de Bordeaux est ouverte comme un lieu tourné vers les disciplines artistiques. C'est notamment dans les quatre premières alvéoles que les « bassins de lumière » sont installés. Ouvert depuis 2020, il accueille diverses expositions de sons et lumières et représente l'un des plus grands centres d'art numérique au monde.

Le dernier projet en cours est celui de la base « 3 en 1 » qui vise à donner des possibilités différentes quant aux programmes que les 41 000 mètres carrés de la base peuvent accueillir (BORDEAU, 2020). Ce lieu se divisera en 3 parties distinctes, jouissant chacune d'espaces délimités par les alvéoles. On y retrouvera un espace d'ateliers techniques pour la ville de Bordeaux, un espace consacré aux « Bassins de lumière » et pour les alvéoles restantes et la toiture, un appel d'offre est toujours en cours, attendant preneur.... Cette alternative va de pair avec le grand développement du quartier du Bacalan, visant à réinvestir ses friches industrielles selon un mode écoresponsable.



Figure 39 : Plan actuel de la base sous-marine de Bordeaux.



Figure 40 : Photo de la base actuelle.



## 6. Tableau synoptique

Base sous-marine	Brest	Lorient K1	Lorient K2	Lorient K3	Lorient K4	Lorient Scorff	Lorient Doms	Lorient Total	Saint-Nazaire	La Rochelle La Pallice	Bordeaux
Date début construction	1941	1941	1941	1941	1943	oct-40		1941	1941	1941	1941
Date fin construction	1942	1941	1941	1942	Abandon 1944	avr-41		1943	1943	1943	1943
Longueur (m)	333	120	138	170	(?)	145		-	295	197	245
Largeur (m)	192	85	120	135	(?)	51		-	130	175	162
Hauteur (m)	18	18,5	18,5	20	(?)	15		-	18	22	19
Épaisseur béton mur (m)	1,5 à 2,5	2,4	2,4	2,4	(?)	2		-	4	2	2,5
Épaisseur béton toit (m)	6,1	3,5	3,5	7,4	(?)	3,5		-	9,6	7	9,2
Bassin (Total)	15	5	8	7	(?)	2		-	14	10	11
Bassin à flot	5	0	0	0	(?)	2		-	6	3	4
Bassin sec	10	5	8	7	(?)	0		-	8	7	7
Surface (Ha)	6,6	1,1	1,7	2,3	(?)	0,8		-	3,9	3,5	4,3
Volume béton (m <sup>3</sup> )	500000	160000	180000	300000	(?)	(?)		800000	500000	425000	600000
Besoin humain	10000							15000 France, Hollande, Belgique, Espagne, Portugal, Italie et Maroc	4600		7000
Camions								2000			
Ingénieurs/Cadres											250
Population en 1940	60000	45000	45000	45000	45000	45000		45000	41000	48000	200000
Population actuelle	140000	57000	57000	57000	57000	57000		57000	72600	78000	270000
Utilisation	Base sous-marins nucléaires	Musée Entreprises nautique	Entrepôts Plastimo	visite	(?)	Entreprises maritimes stockage		-	Musée salle polyvalente salle de musique	Accès limité au personnel du port IEL (énergie solaire )	Centre d'art numérique " Bassins de lumières"

Figure 41 : Tableau récapitulatif des différentes données des 5 bases sous-marines abordées.

La table synoptique, ci-dessus, permet d'illustrer les dimensions gigantesques de ce type d'édifice ainsi que les besoins en main d'œuvre et matériau pour les construire.

Avec cette étude de cas, nous avons à présent une vue d'ensemble sur ces 5 bases française qui composent le mur de l'Atlantique. En ruine et indestructible, ces édifices, témoins du passé, ont néanmoins réussi à se réinventer. Nous allons à présent aborder les nouvelles images des bases sous-marines et leur impact.

# TROISIÈME PARTIE : Transition vers une nouvelle image, les bases de sous-marins comme moteurs du changement



Figure 42 : Base sous-marine de Saint-Nazaire.

## A. Introduction - Démarche

Pour la troisième et dernière partie de ce travail, nous allons nous concentrer sur le concept de reconversion et sa mise en oeuvre qui a permis de changer le rapport qu'entretient la population avec ces bâtiments.

Au vu des événements ayant eu lieu sur la côte Atlantique, celle-ci reste encore aujourd'hui un haut lieu de mémoire avec un aspect très patrimonial. Ayant résisté aux bombes, elles restent une partie intégrante mais pas toujours intégrée du paysage des villes comme des symboles d'une époque que la majeure partie du monde préférerait oublier. Avec leur structure et leur dimension hors-normes (en effet, la proximité des habitats proches rend impossible la destruction en utilisant des explosifs et d'autre part, étant donné l'épaisseur des murs, la destruction mécanique prendrait des proportions financières et temporelles accompagnées d'autres nuisances qui ne sont également pas concevables), deux choix venaient s'offrir à nous, les laisser inexploitées ou bien les reconvertir.

Leur implantation dans les villes maritimes permet de voir ces abris à sous-marins comme des outils pouvant changer positivement l'image de tout un quartier, voire d'une ville en plus de leur propre image. Les habitants proches de ces lieux (voir tableau synoptique ci-dessus pour prendre conscience de la population impactée) ont la capacité de former une masse critique suffisante pour influencer sur le développement de projets de reconversion.

Après une présentation de l'image renvoyée par les bases de sous-marins au monde extérieur, l'approche qui va être suivie est de maintenant exploiter les exemples de projets de reconversion abordés dans l'étude de cas. Cette utilisation de données permettra de pouvoir opérer, par la suite, une évaluation de l'impact de la reconversion de ces sites. Elle sera ensuite complétée par des nouvelles idées qui, dans les logiques de contexte et des projets réalisés, viendraient opérer une transition de l'image en un héritage culturel positif.

## B. L'homme et la perception - Symbolique du bâtiment - Le poids du passé

Pour évaluer l'impact de l'image du bâtiment, de son matériau et de son histoire sur la population, nous mettrons en perspective différents aspects : le non-matériel (psychique) et le matériel (physique) qui sont intimement interconnectés.

### 1. Psychique (image inconsciente)

L'impact de l'image du bâtiment sur l'humain évolue au cours du temps.

En effet, le ressenti **des personnes qui ont vécu les événements** de la Seconde Guerre mondiale est lié aux traumatismes issus des travaux forcés, des impacts physiques et psychologiques découlant de l'usage des armes. La destruction matérielle et l'occupation du territoire viennent en renforcer ce ressenti.

Les bases de sous-marins rappellent des moments de l'histoire qui ont été difficiles à accepter aux habitants des villes où elles se situent. Les alliés essayant de venir à bout de ces structures monolithiques menèrent des campagnes de bombardements effrénées peu importe les répercussions sur les autres infrastructures de la ville (PRELORENZO, 2011). Pour les citoyens, les bases sont donc, elles aussi, perçues comme les responsables de destruction de leur ville.

« Ce patrimoine issu de la guerre est d'abord étroitement associé à l'humiliation de la défaite et à la présence de l'ennemi. C'est donc le rappel d'une période sombre de l'histoire nationale mais aussi à l'échelle des individus qui ont vu et subi la construction de ces éléments défensifs sur leurs communes, voire sur leurs terrains réquisitionnés. » (LOIZEAU, 2019)

Pour **les personnes n'ayant pas vécu les événements**, la lourde charge émotionnelle a pu être transmise différemment :

- soit par un lourd silence qui entretient le ressenti et le propos ci-dessus
- soit à travers une description des événements étayés ou non de manière rationnelle contribuant.

Les deux contribuent à un sentiment de rejet systématique de l'endroit et de son contenu.

L'impact d'une autre dimension psychologique est à considérer au-delà du niveau de la seule base d'une ville mais bien à l'échelle du mur de l'Atlantique nous faisant passer d'un impact d'un niveau individuel et d'une population locale à l'échelle d'une population d'un continent. On ne voit plus l'objet isolé mais bien toute la ligne de l'organisation Todt comme un ensemble lié au devoir de mémoire. Cette ligne Todt imprègne la mémoire humaine et l'inconscient collectif de manière forte et peut être mise en parallèle en termes d'impact avec une autre ligne de défense aux proportions gigantesques qu'est la grande muraille de Chine.

En se tournant vers ce bâtiment, le sentiment d'inaccessibilité vient également se mêler aux souvenirs de cette période douloureuse de l'histoire. Par la robustesse du bâtiment afin d'assurer la protection d'un contenu, les bases reflètent un sentiment de discrétion malsaine. Leur but étant de protéger des sous-marins qui eux-mêmes agissaient cachés sous l'eau. Après la guerre, l'énergie a été mise dans la réparation des dégâts occasionnés (comme à Saint-Nazaire (GEIPEL, 2003)) et les bâtiments furent laissés à l'abandon car, étant jugés indestructibles, seuls les efforts du temps avaient une infime chance d'en venir à bout en induisant une résignation face à la présence permanente de ce vestige.

## 2. Physique (image consciente)

Intégrées aux bases portuaires préexistantes, les bases de sous-marins reflètent non seulement leur image sur l'eau mais en imprègnent également la ville. Qu'elles soient situées dans des bases militaires sur le front de mer comme à Brest ou bien à proximité du centre-ville comme à Saint-Nazaire, les habitants ont toujours à portée de vue ces immenses infrastructures synonymes de destruction. L'image renvoyée par ces lieux peut néanmoins être source d'inspiration pour les architectes, leur permettant de proposer des idées novatrices en matière de reconversion. En effet, une empreinte négative des bases est dégagée par sa structure monolithique associée à une certaine froideur.

Leur forme inspire depuis leurs créations un sentiment de froideur allant de pair avec le sentiment d'inaccessibilité lié à leurs courbes épaisses.

L'accessibilité limitée par la mer ou par deux entrées « piétonnes » ne font que renforcer, et même amplifier, l'hermétisme du lieu supplémenté par la présence parcimonieuse d'ouvertures limitées aux fentes des mitrailleuses ou des points d'observation pour surveiller les mouvements de l'ennemi.

Souffrant de cette structuration fonctionnelle, ces bases ne sont pas perçues comme des lieux accueillants défiant la possibilité d'une reconquête de l'aspect communautaire.

L'épaisseur des murs ainsi que les énormes portes blindées fermées en cas d'attaque prolongent le sentiment opaque de la base.

Malgré cela, plusieurs comparatifs à l'architecture moderne ont eu lieu. Paul Virillio, auteur de « bunker archéologie », a statué que les formes des bunkers sont à relier aux principes de l'architecture moderne. Il en va de même pour la matérialité qui fait également pencher la balance au niveau de la symbolique du bâtiment.

## 3. Matérialité

Lors de la construction des bases, les architectes et ingénieurs ont décidé de réaliser les U-bunker en béton car seul ce matériau pouvait résister aux bombardements ennemis. Le besoin rapide d'infrastructures appuya également le choix de ce matériau car il était facile à mettre en œuvre et permettait d'adopter toutes les formes qu'on souhaitait lui donner.

Lors de la construction des bases, le choix du béton est apparu comme une évidence. Il était ici question de résister aux tirs ennemis. Le béton répondait aussi à la contrainte temporelle de la mise en place des constructions des bases de sous-marins : il était facile à mettre en œuvre et un de ses composants majeurs (le sable) était disponible en quantité illimitée à proximité du chantier. Avec le béton, les bases pouvaient prendre des formes relativement simples mais qui deviendront par la suite des symboles de la puissance allemande « il devient la nouvelle image de la solidité » (PRELORENZO, 2011). La dureté naturelle du béton renvoyant à cette image de puissance va de pair avec un élément contraire à son image : la fragilité. Nous avons pu observer que les années passants, les murs épais des bases étaient soumis à toutes sortes d'attaques naturelles. Nous pouvons citer l'oxydation des paillasses en fer dû à l'air marin, les champignons, les sels de l'eau de mer etc...

Ces dégradations provoquent donc par endroit des effritements du béton et ces facteurs sont à prendre en compte lors de la reconversion de ces bâtiments. Les conséquences de chutes pourraient être dramatiques pour des bâtiments comme les bases de sous-marins car les hauteurs sous plafond des différentes alvéoles sont importantes (entre 20 et 25 mètres).

En ce qui concerne les temps présents, la presque totalité de la population ayant vécu les événements de la guerre n'existe plus. Ceci laisse donc la place à une population dont l'image est formatée à travers le récit des anciens et les consultations d'archives, lectures, films de guerre dont le scénario est plus ou moins romancé.

Pour conclure cette partie, la perpétuation de la réalité ne persiste que par l'image et la présence physique des monuments de béton associée à une histoire construite et non vécue.

Nous venons de voir l'impact de l'image au niveau individuel ; n'oublions pas l'impact sur la population d'une région, d'une ville et également l'impact sur la dimension supérieure qui est celle de l'entièreté de la ligne Todt qui par son aspect monumental répondait au besoin de gigantisme que les nazis voulaient transmettre dans leur culture et la notion de supériorité de la race arienne.

## C. Impact des exemples de reconversion - utilisation

### 1. Dynamique temporelle de reconversion des bâtiments

Juste après la guerre, les bases de sous-marins et leurs infrastructures sont soit réutilisées dans leur fonction première d'accueil des bâtiments de la marine française (c'est le cas pour Brest, Lorient (site Keroman) et La Rochelle) soit laissé à l'abandon (c'est le cas pour Lorient (site Scorff), Saint-Nazaire et Bordeaux).

Pour les bases maintenues en activité, la marine française abandonna celles-ci, entre 1980 et 2000, au profit d'autres endroits répondant de manière plus appropriée à leurs besoins.

Les bases de sous-marins restèrent donc abandonnées pendant quelques décennies en fonction de la prolongation ou non de l'utilisation dans sa fonction première.

« Il est habituellement admis que la période de l'immédiat après-guerre n'est pas celle de la mise en valeur du patrimoine. Elle est plutôt considérée comme celle de son élimination à la faveur des destructions de la guerre » (BLAIN, 2017). Les bases sous-marines ne peuvent cependant être détruites en raison de la lourdeur des interventions à déployer.

Dans les années 90, lorsque la tendance à la ré-exploitation des friches (PRELORENZO, 2011) est apparue, les architectes se sont penchés sur les solutions à apporter face aux friches urbaines restant inexploitées.

Les bases de sous-marins ne s'inscrivent pas dans les approches standards des friches urbaines mais intéressent cependant la ville dans une démarche de « logique de reconversion qui puisse s'appliquer à toutes ces friches. » (LOTZ-COLL, 2018) et donne cependant lieu également à une considération d'exploitation.

En parallèle, un changement de perspective géostratégique a poussé l'État français à rationaliser son contingent militaire et à supprimer, diminuer ou transférer des activités offrant la possibilité aux villes et aux promoteurs de réinvestir des espaces urbains. Ceci a eu pour conséquence à partir des années 80 de la mise en vente d'un patrimoine militaire conséquent. Trois des bases sous-marines étudiées y figurent (Lorient, Saint-Nazaire et La Rochelle) donnant lieu à la mise en œuvre de reconversions diverses dans une dynamique bi voir tripartite complexe : état-ville-promoteur.

« Le patrimoine cédé par les Armées est très varié. Ainsi, entre 2000 et 2006, plus de 600 sites, dont 132 casernes, 13 bases aériennes, 12 hôpitaux, 3 bases de sous-marins, une centaine de forts ou de batteries et une base de missiles ont été mis en vente pour une superficie totale de 6 000 hectares. » (LOTZ-COLL, 2018)

La phrase : « Il n'y a pas d'architecture sans programme. Sans programmes l'architecture n'est que sculpture » (RAMBERT, 2015) prend alors tout son sens dans le cadre de la reconversion des U-Bunkers. Leur taille permet d'abriter de nouvelles fonctions venant répondre aux besoins actuels des villes que nous allons maintenant adresser.

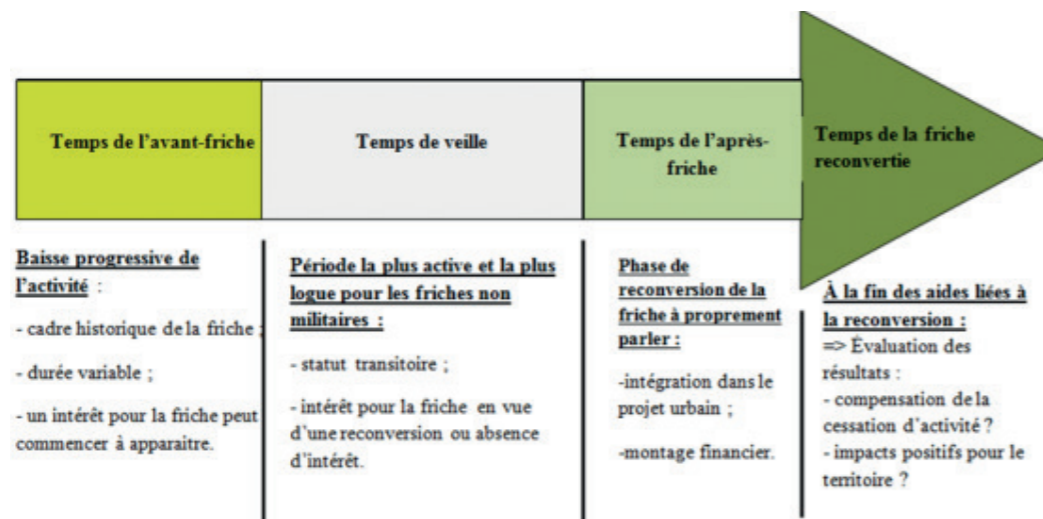


Figure 43 : « Les temps de la friche ».

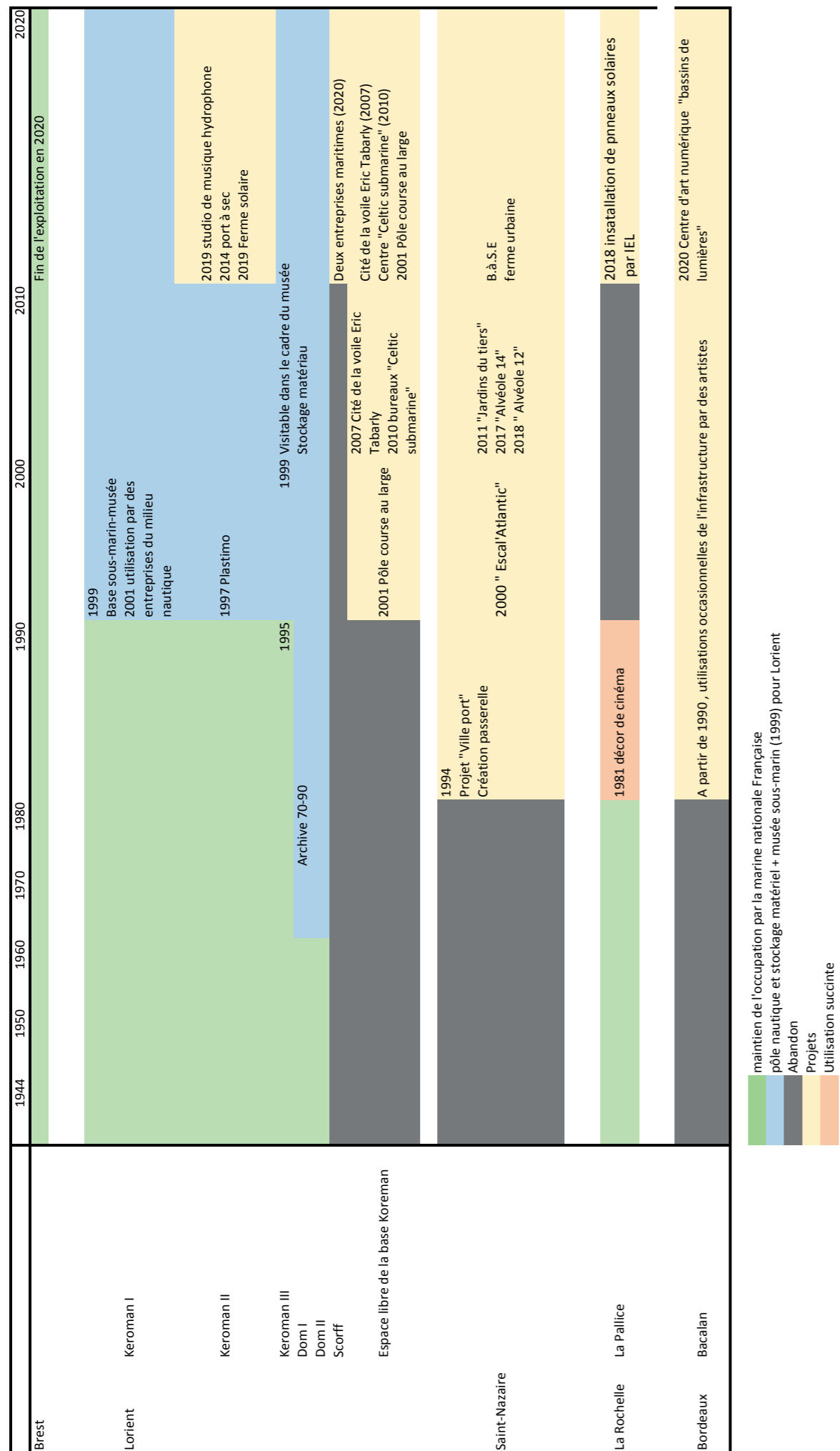


Figure 44: Tableau récapitulatif de l'occupation des bases sous-marines dans le temps.

## 2. Reconversions

Les différentes bases de sous-marins reconverties au cours des dernières années ont été, par leur implantation dans la ville, des terrains visant à redevenir des nouveaux pôles d'activités. Les différentes bases citées dans l'étude de cas ont/n'ont pas été partiellement reconverties. La manière dont la reconversion prit place varie en fonction des éléments que les architectes avaient à dispositions. Les différents contextes dans lesquels les bases se situent vont faire en sorte de déterminer les possibilités de leur avenir.

### a. Brest

Dans le cas de la ville de Brest, la base fut construite dans l'enceinte de l'arsenal, haut lieu de l'activité militaire française. La marine française la récupéra comme énoncé dans la partie précédente en adaptant la base pour son propre usage. Dans ce cas-ci, on peut remarquer que le contexte militaire dans lequel la base se trouvait, a permis d'impacter positivement la psychologie de la population. En effet, le fait de se réapproprier territorialement la base et d'en prolonger son usage avec les forces armées du pays, en a changé la perception puisque ce même territoire était occupé par les forces ennemies.

À ce côté rassurant en liaison avec les sous-marins est venu s'ajouter l'apport de différentes constructions permettant au port d'augmenter la capacité d'accueil.

Par son importance stratégique et la prolongation de son utilisation, le concept de reconversion ne s'applique pas à cette base. Le concept de zone militarisée ne permet pas d'ouvrir le site aux marchés publics afin de présenter un éventuel projet de reconversion mettant un terme à un potentiel de renouveau de cette infrastructure.

### b. Lorient

Dans l'optique de changer l'image du lieu, les effets de la reconversion sur une infrastructure peuvent avoir plusieurs répercussions au niveau de la ville. La ville de Lorient est un bon exemple pour illustrer le propos.

C'est en 1995 que l'armée a décidé de mettre en vente le site.

Dans un contexte économique difficile fin des années 90, la ville de Lorient a reconverti la base de Kéroman (plus grande base Européenne de sous-marins) en un pôle de course au large et en une destination touristique et de loisirs devenue une destination incontournable du territoire.

La reconversion de la base de sous-marins a permis d'orienter son activité vers un autre secteur lié à l'eau. En effet, ce besoin de restructurer l'économie lorientaise, dans un secteur autre que la pêche ou la construction militaire, paraissait compliqué pour une ville posée dans une rade.

Après le départ de l'armée, plusieurs études de marché ont été réalisées. Pour information, la destruction des infrastructures a été évaluée. Elle fut rapidement abandonnée après une estimation partielle des coûts de la destruction : on parle ici de 31 millions d'euros (BOURSIER, 2021). De plus la question de l'aspect patrimonial est venue s'ajouter à celle de l'aspect pratique (LE DRIAN, 2007). Les infrastructures étant immédiatement disponibles, l'aspect patrimonial pouvait être préservé. Les sites offraient donc une bonne base de départ pour concentrer un nouveau type d'activité dans cet espace. Le lien à la mer étant toujours fortement présent, la reconversion se tourna dès lors vers la proposition d'activités liées au nautisme.

Figure 45 : Carte de la présence des fonctions militaires sur le site de Lorient.



C'est en 2001 que commença vraiment l'essor de cette friche maritime quand le bâtiment des défis et des hangars des différentes équipes de course de voile ouvrirent leurs portes (BOURSIER, 2021). La base commença alors à se développer en tant que lieu majeur du nautisme.

Ceci fut à la base de la création d'une nouvelle dynamique créée par et pour la ville.

La recolonisation du site s'est réalisée soit à travers la reconversion des bunkers soit par l'occupation d'espace non-bâti.

#### - Reconversion des Bunkers

Le Bunker K1 est composé de cinq alvéoles. C'est en 1999 qu'un musée interactif a été ouvert dans une des alvéoles. Quatre autres servent de lieu de stockage et de fabrication de mâts et coques de bateaux pour des entreprises locales (BOURSIER, 2021).

Pour le Bunker K2 : hors des 7 alvéoles qui le constituent, quatre sont occupées par Plastimo, 2 par le port à sec et la dernière par le studio de musique. L'entreprise Plastimo, pionnière dans le milieu de l'accastillage, a investi partiellement l'U-Bunker K2 pour y implanter ses locaux et entrepôts en 1997. Ceci est à la base de l'avènement d'un premier centre d'attraction.

Deux autres alvéoles servent depuis juillet 2014 comme « port à sec ». Il s'agit d'un système de stockage semi automatisé pour petits bateaux. Ceci permet aux usagers de l'infrastructure de disposer d'un lieu de stockage sécurisé et rentable dans l'utilisation de l'espace. En effet les pontons en face des anciens bunkers sont réservés aux engins professionnels. Cela permet également de répondre à la demande croissante de place d'embarcation de type « plaisance » tout en rejoignant l'idée du programme de stockage de bateaux prévu à l'origine.



Figure 46 : Carte des ports de la rade de Lorient.

Le studio de musique appelé projet « Hydrophone » concerne la reconversion d'une de ces alvéoles en salles de concert. Ici, les architectes du projet décidèrent de tirer parti de la structure et la volumétrie existante d'une alvéole pour un centre dédié à la musique. La particularité de ce projet et qui consiste en une sorte de nouvelle annexe en bois venant se greffer sur la paroi du bunker. Les larges parois ont ensuite été découpées pour permettre le passage entre le nouveau et l'ancien. Le site fut inauguré en mars 2019. Il comprend deux salles de concerts pouvant accueillir de 500 et 200 personnes ainsi que cinq studios de répétitions et d'enregistrement. « L'idée a été de construire deux équipements dans l'alvéole, un à chaque extrémité, pour en faciliter l'accès et bénéficier de la lumière naturelle.

Entre la salle de concert et les studios, la jonction se fait par une passerelle existante et conservée, tout comme les ponts roulants, les portes blindées et quelques éléments de décor dans leur jus. » (HYDROPHONE)



Figure 47 : Vue extérieure de l'Hydrophone.



Figure 48,49 et 50 : Photos du chantier de l'Hydrophone.

Au niveau du toit, une ferme solaire fut également installée en 2019, produisant une source d'énergie de 3,3 mW (ENTECH) permettant au site une autonomie de fonctionnement et pouvoir subvenir à l'alimentation de 1 000 logements lorientais (OUEST France, 2017).



Figure 51 : Ferme solaire exploitée par l'entreprise Entech sur le toit du K2.

Concernant le Bunker K3, il est actuellement uniquement utilisé comme site de visite.

#### - Espace non bâti

Le site de Keroman étant lié au monde militaire, la marine française fit don du sous-marin « Le Flore » lorsqu'elle quitta les lieux en 1997. Il se trouve posé entre le bunker K1 et K2 à l'emplacement de l'ancien bac de transport du slipway. Ceci nous reconnecte à l'ancien mode de déplacement des U-Boots, pour être entreposés dans la base.

Une partie appelée «Tour Davis» accueille l'ancien centre d'entraînement d'évacuation des sous-marins. Accolée à cette tour se trouvent maintenant des hangars à bateaux appartenant à des équipes de voile.

Malgré le départ de la marine française, une présence militaire est toujours en place avec l'arsenal de Lorient ainsi que l'école des fusillers marins se situant sur les rives du Scorff.

Sur le site Keroman, à côté du bunker K2, la cité de la voile Éric Tabarly (navigateur et architecte) fut livrée par l'architecte Jacques Ferrier en 2017. Avec cet emplacement, on perçoit l'envie de réinventer ce lieu de guerre. La cité de la voile se démarque dans le paysage tant par sa forme que par son implantation. Elle est inspirée des formes des bateaux et son intérieur en bois est inspiré des éléments des navires à voile. Ce nouvel édifice comprendra sur plus de 6 000 mètres carrés un auditorium, des ateliers techniques mais aussi des lieux d'expositions transmettant la vision du célèbre navigateur.

En plus de son apparence remarquable sur le front de mer, la base crée une symbolique particulière. Elle sert de vitrine pour le monde du sport nautique et d'image de lien entre la terre et la mer. La tour d'observation jouant le rôle d'élément d'ancrage du bâtiment dans sa relation avec la mer.

Le bâtiment des défis (situés à côté du bunker K3), ayant brûlé en 2018, celui-ci sera remplacé par la maison des Skippers : projet prévu pour 2024. Ce bâtiment accueillera l'équipement nécessaire à la préparation des courses navales : bureaux, co-working et un atelier pour bateaux (DE GUERNY, 2021).

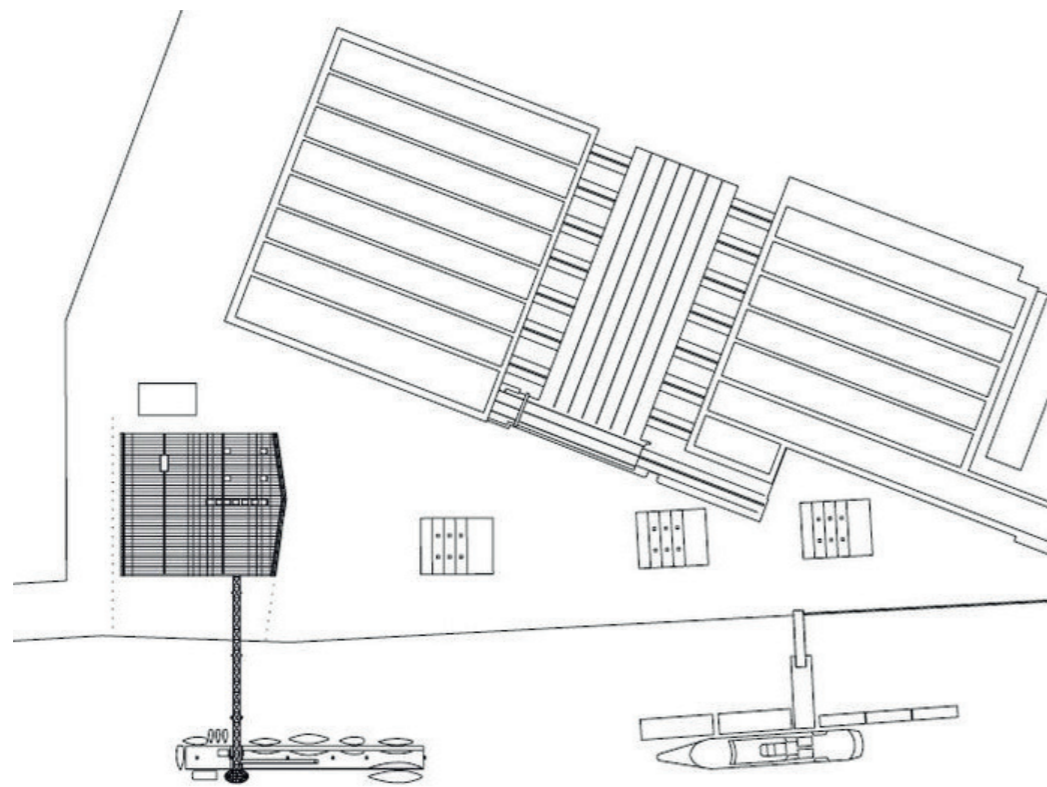


Figure 52 : Plan d'implantation de la cité de la voile.



Figure 53 : Vue périphérique de la cité de la voile.



Figure 54 : Projet de la future maison des Skippers.

Ces exemples de combinaison de nouveaux bâtiments et reconversion d'anciens permettent de démontrer l'attractivité de l'espace transformé et la libre circulation des visiteurs.

L'engouement du public pour ces lieux est quantifiable par sa grande fréquentation : plus de 70 000 visiteurs par an (en 2010) rien que pour la cité de la voile (TELEGRAMME, 2012). La cité de la voile comme les ateliers des grandes équipes permettent à des personnes de se retrouver autour d'une activité commune.

La problématique économique liée à l'abandon du site par la marine à en partie été résolue par ces nouveaux pôles d'activité. On parle là de l'implication de plus de « 200 sociétés et plus de 2 000 travailleurs » (CHOMIENNE, 2020) sur le site qui sont quasiment toutes liées au monde de la voile de haut niveau. « La Base » comme elle est appelée aujourd'hui semble se situer dans un cercle vertueux, profitant de la qualité de ses infrastructures pour susciter l'intérêt de nouveaux investisseurs et ainsi améliorer la qualité de ses services aussi bien pour les visiteurs que pour les professionnels.



Figure 55 : Plan d'implantation des infrastructures dédiées à la voile sur le site Keroman.

Légende :

- U-bunkers (site Keroman)
- Lieux dédiés à la pratique professionnelle de la voile
- Future pôle course au large (future maison de Skippers)



### c. Saint-Nazaire

Également située proche du centre-ville, l'U-Bunker de Saint-Nazaire est composé de 14 alvéoles.

La fin de la guerre s'est suivie d'une période de reconstruction mise en place par l'architecte le Maresquier. La ville est séparée par une «bande sanitaire» entre son centre et son port excluant le port maritime et les chantiers. «La base se retrouve en plein milieu des projets en tout genre visant à permettre à la ville et au port de s'imbriquer dans une nouvelle relation plus ouverte, mixte et active» (DE SOLÀ MORALES).

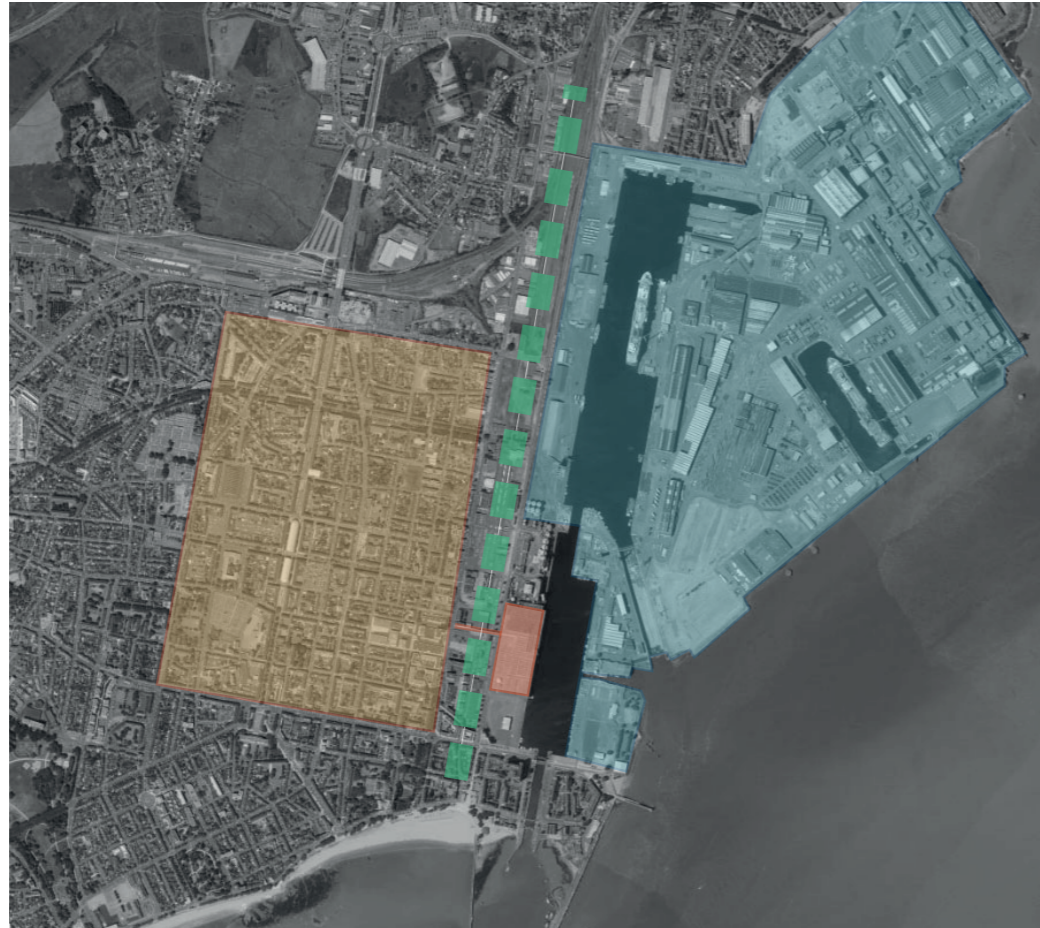


Figure 56 : Schéma de la problématique abordée dans le projet «ville-port».

Légende :

- Base de Saint-Nazaire
- Port et chantier naval
- Centre-ville
- Ligne «Bande sanitaire»

La base se retrouve fortement concernée avec sa symbolique et ses dimensions immenses. Elle jouera un rôle pivot pour montrer que la ville tourne désormais le dos à sa destruction lors de la guerre et les souvenirs qui y sont associés.

Avec le projet de l'architecte espagnol Manuel de La Solà Morales, les premiers actes de reconversion furent initiés en 1994. Celui-ci consistait à établir le lien entre le centre de la ville et la base en mettant en place une passerelle partant de l'avenue Gautier pour aboutir au toit de la base. Dans le projet initial, il était prévu d'enlever la toiture de quatre alvéoles afin d'ouvrir l'espace à la vue. Cette étape n'a pas eu lieu. Néanmoins, la façade terrestre habituellement fermée a, elle, bien été retirée au niveau de ces quatre alvéoles permettant au regard de traverser la base et ainsi s'ouvrir à l'espace urbain ; ceci permet donc une connexion directe au port.

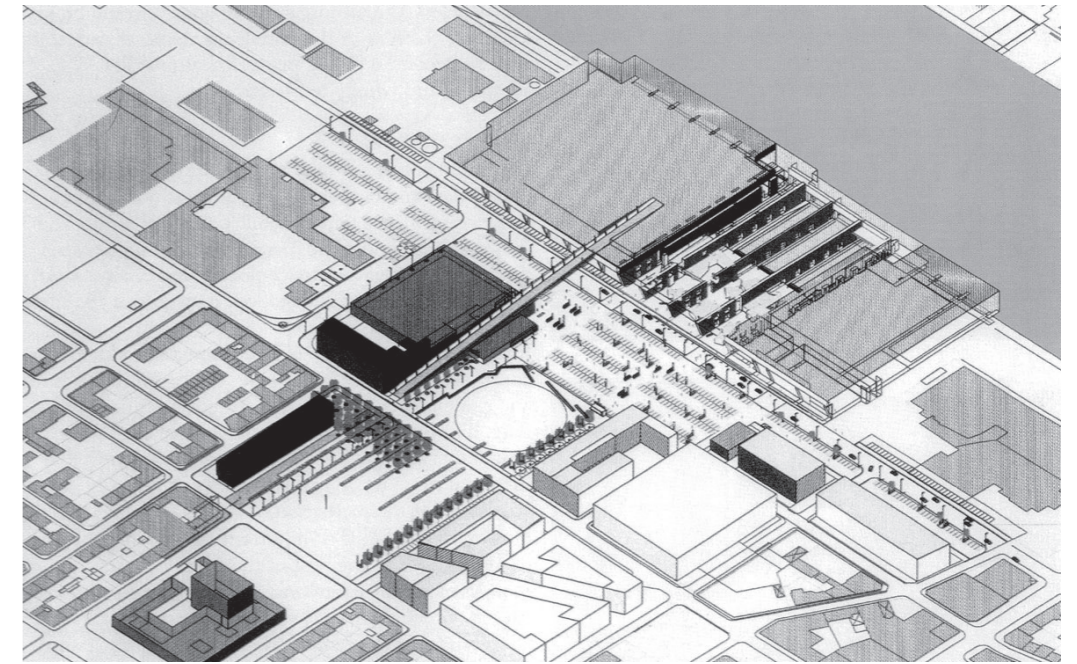


Figure 57 : Axonométrie du projet initial de Manuel de La Solà Morales.

Cette première phase du projet reconnecte la base à la ville avec deux actions antagonistes : l'une de construction (la passerelle qui relie la base à la ville) et l'autre de destruction (des façades de quatre alvéoles) qui ouvre désormais la vue sur le port.

Une multitude de projets se sont ensuite déroulés de part et d'autre de la ville (côté port comme côté centre).

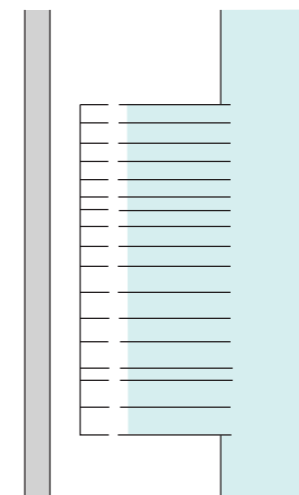


Figure 58 : Schéma de la situation initiale à Saint-Nazaire.

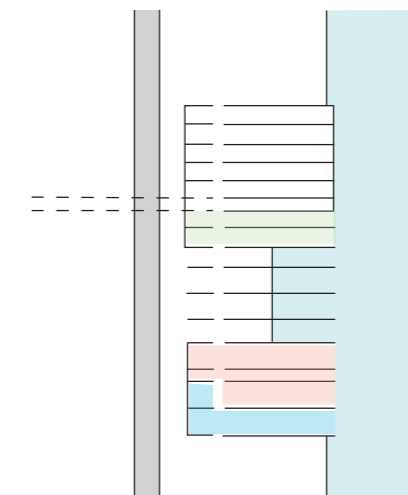


Figure 59 : Schéma des programmes actuels à Saint-Nazaire.

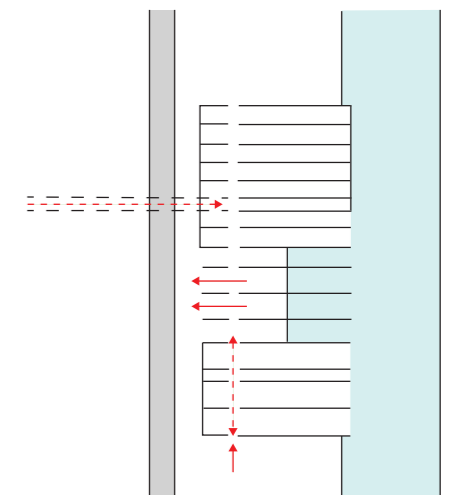


Figure 60 : Schéma des circulations actuelles à Saint-Nazaire.

Légende :

- Projet Escal' Atlantic
- Alvéole 12, 2018
- Alvéole 14, 2007

En 2007, les architectes berlinois de « LIN architects » se sont penchés sur les différents programmes que la base pourrait accueillir tout en complétant le travail initié par Manuel Morales. Le projet intitulé « alvéole 14 » est comme l'indique son nom une reconversion de la 14ème alvéole de la base et est décrit comme tel : « Le projet s'appuie sur les « qualités » du lieu. La nature rudimentaire et intense de l'espace existant est prolongée par des interventions élémentaires d'un autre ordre. L'ambiance cryptique des alvéoles est maintenue. La création de quelques ouvertures permet l'accès vers l'extérieur et sur la toiture. Le caractère capillaire de ces interventions travaille avec les qualités monolithiques de l'espace tout en rendant habitables et accueillants les nouveaux équipements. » (GEIPEL, 2007)

Le programme du projet consiste à implanter la fonction culturelle dans le bunker.

Dans l'alvéole 14, on trouve les salles « LIFE » et « VIP ».

Le LIFE consiste en 2000 m<sup>2</sup> d'espace destiné aux expérimentations artistiques. Située sur un bassin encore en eau, un plancher a été posé sur des poutres en béton et un faux plafond en bacs acier suspendu assure l'étanchéité et joue le rôle de grill technique.

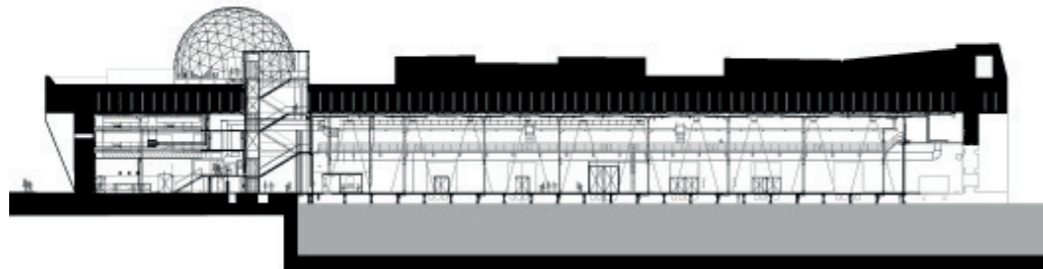


Figure 61 : Coupe longitudinale du projet Alvéole 14.

Une salle de musiques actuelles (SMAC) pouvant accueillir 600 personnes correspond au VIP. Pour compléter ce programme tourné vers la musique, plusieurs studios d'enregistrement réalisés comme des volumes totalement désolidarisés de l'enveloppe, sont glissés dans le fond de l'alvéole 13 (GEIPEL, 2007).

Ces deux nouveaux programmes se complètent par leur fonction et sont reliés au reste de la base par la rue, qui traverse celle-ci de bout en bout issue de l'ancienne rue séparant les alvéoles de la base des parties contenant les ateliers. La création d'une cage d'escalier menant à la toiture, ajoutée à cette rue évoquée précédemment, amplifie le lien entre les différents programmes.

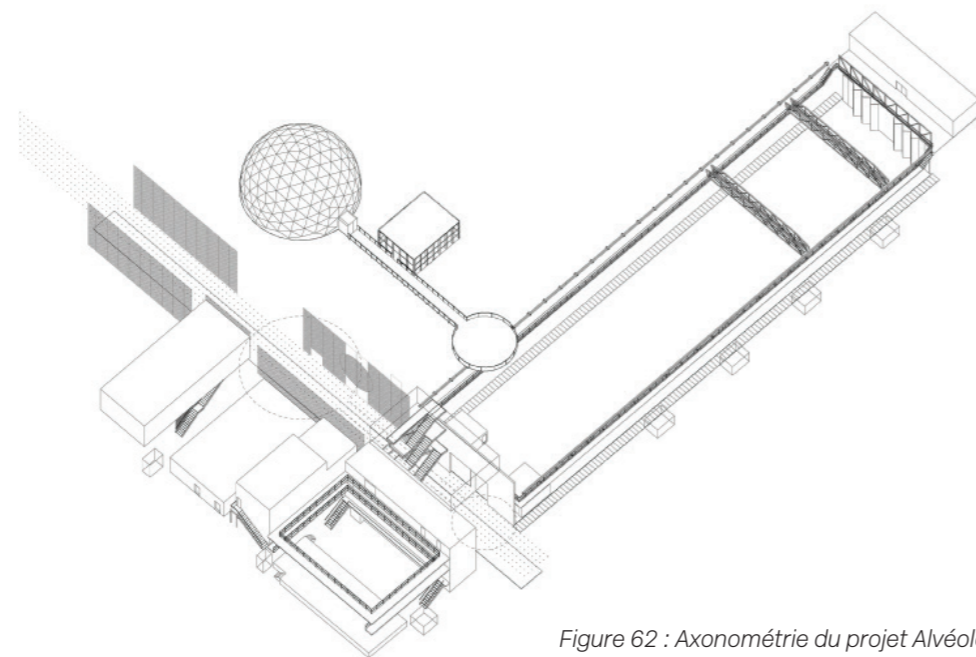


Figure 62 : Axonomie du projet Alvéole 14.

En 2018, les alvéoles 12 et 13 ont été reconverties en salle polyvalente et en bureaux administratifs sous la supervision des bureaux « 5194E et Bourbouze-Graindorge ». La mise en place du programme se démarque par une conception de volumes indépendants de la base. Côté rue, la salle est fermée par une paroi percée d'une large fenêtre et côté bassin par une façade entièrement vitrée (BOURBOUZE & GRAINDORGE, 2018).

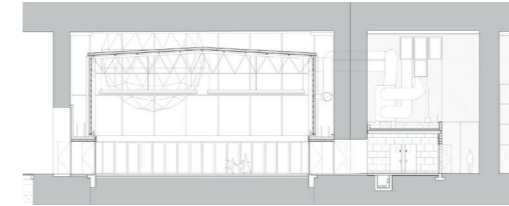


Figure 63 : Coupe transversale de l'Alvéole 12.



Figure 64 : Photos de l'Alvéole 12.

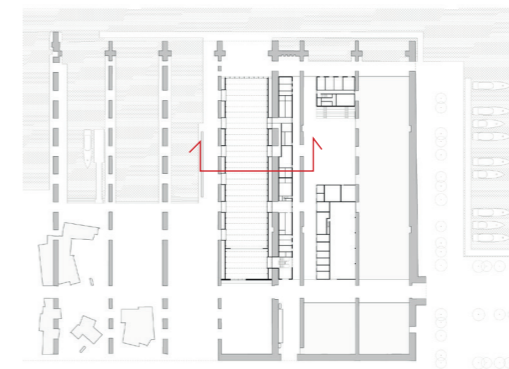


Figure 65 : Plan de l'Alvéole 12.



Figure 66 : Photos de l'Alvéole 12.

De l'autre côté des alvéoles ouvertes, depuis les années 2000, on peut trouver le musée du paquebot « Escal' Atlantic » proposant une visite portée sur le monde des navires de croisière. Il est intéressant de voir se côtoyer ces deux lieux mêlant tourisme et événementiel.

Une autre spécificité de la base de Saint-Nazaire est la rentabilisation de son toit. Cette surface libre a été valorisée de deux façons différentes :

- La base est surmontée du radôme, ancien dôme de radar de base aérienne offert par l'Allemagne en signe de « réconciliation » (BOULIOU, 2012). Cette installation faisait partie intégrante du projet « alvéole 14 » et consiste en une terrasse surmontée de ce dôme. « Avec le radôme, Saint-Nazaire devient un signal dans le paysage nocturne ou peut être interprétée comme un point de repère » (GEIPEL, 2007).



Figure 67 : Radôme du projet Alvéole 14 sur le toit de la base de Saint-Nazaire.

- Dans une dynamique de développement des espaces verts, l'association B.A.S.E. (béton à semer ensemble), visant à sensibiliser la population locale aux espaces verts en ville, va y établir une ferme urbaine de quatre hectares. Cette initiative viendra en complément des installations des «Jardins du Tiers-Paysage» qui occupent déjà une partie de la toiture (COLOCO). Actuellement, des ateliers participatifs s'y déroulent déjà avec la population.



Figure 68 : Jardins du Tiers-Paysage.

Dans le cas de la base de Saint-Nazaire, nous pouvons dire que la reconversion aboutie a permis de supprimer la frontière physique entre une ville et son activité principale (ici le port maritime). Le procédé visant à percer la base de part et d'autre permet des connexions multidimensionnelles. Le maintien de la totalité du toit cumulé à l'effacement des façades a permis de pouvoir proposer des activités accessibles toute l'année dans un espace couvert et ouvert. La base apparaît comme plus perméable pour le public, et laisse encore des possibilités d'usages différents.

#### d. La Rochelle

La base de la Pallice, à la Rochelle, appartient toujours à l'état mais est annexée au port. Avant son abandon par l'armée en 1980, deux alvéoles servaient encore à des patrouilleurs de la marine nationale. Elle a été utilisée pour le tournage de deux films en 1981, puis, abandonnée pour des raisons de sécurité étant donné son état de dégradation. L'infrastructure affectée par la corrosion ne permet pas, à l'heure actuelle, d'effectuer des opérations de reconversion. L'installation de panneaux solaires sur sa toiture vient inscrire son utilisation possible dans le domaine de l'énergétique, tourné vers un mode de production durable. Un des autres intérêts de cette démarche est de montrer le potentiel existant pour continuer à intégrer la base dans une dynamique de projets portés vers l'avenir.

#### e. Bordeaux

La base se trouve dans le quartier des bassins à flot et borde le quartier du Bacalan. Cette partie de la ville longeant la Gironde fut une véritable usine lors de la période industrielle au début du 20ème siècle (COSA architectes). Entre la fin de la guerre et les années 90, la base n'a été utilisée que de manière parcimonieuse sous forme d'endroit de stockage et d'accueil de bateaux de plaisance. En 1993, un projet issu du CIP (Conservatoire International de la Plaisance) voit le jour. Le projet est de créer le plus grand musée de plaisance du monde avec des missions de formation, de navigation et de recherche. Celui-ci, faute d'un intérêt suffisant, fermera ses portes en 1997. Depuis 1990, de nombreuses démarches et initiatives artistiques d'ambitions limitées se sont succédées sur le site - des concerts de rock, ateliers de musique et de sculpture, un espace culturel dénommé base sous-marine accueille des expositions et des événements temporaires - avant de voir se réaliser le projet final structuré en 2020, à savoir celui de la base « 3 en 1 » (BORDEAUX, 2020) (3 parties à ambition différente - une partie pour le bassin de lumière, une partie pour des ateliers techniques pour la ville et une partie pour un futur projet ouvert à appel d'offre).

En 2020, quatre alvéoles de la base sous-marine sont reconverties dans un projet d'art numérique par un opérateur privé « Culturespaces » (CULTURESPACES).

Les expositions numériques sont accessibles à travers un parcours dans et hors des alvéoles. Dans les alvéoles, le programme peut se découvrir sur des passerelles surmontant l'eau permettant aux images projetées d'induire des reflets sur l'eau à la base d'une expérience immersive unique. Dans les ateliers derrière les alvéoles, deux constructions -le cube et la citerne- indépendantes s'offrent au support des expositions thématiques.

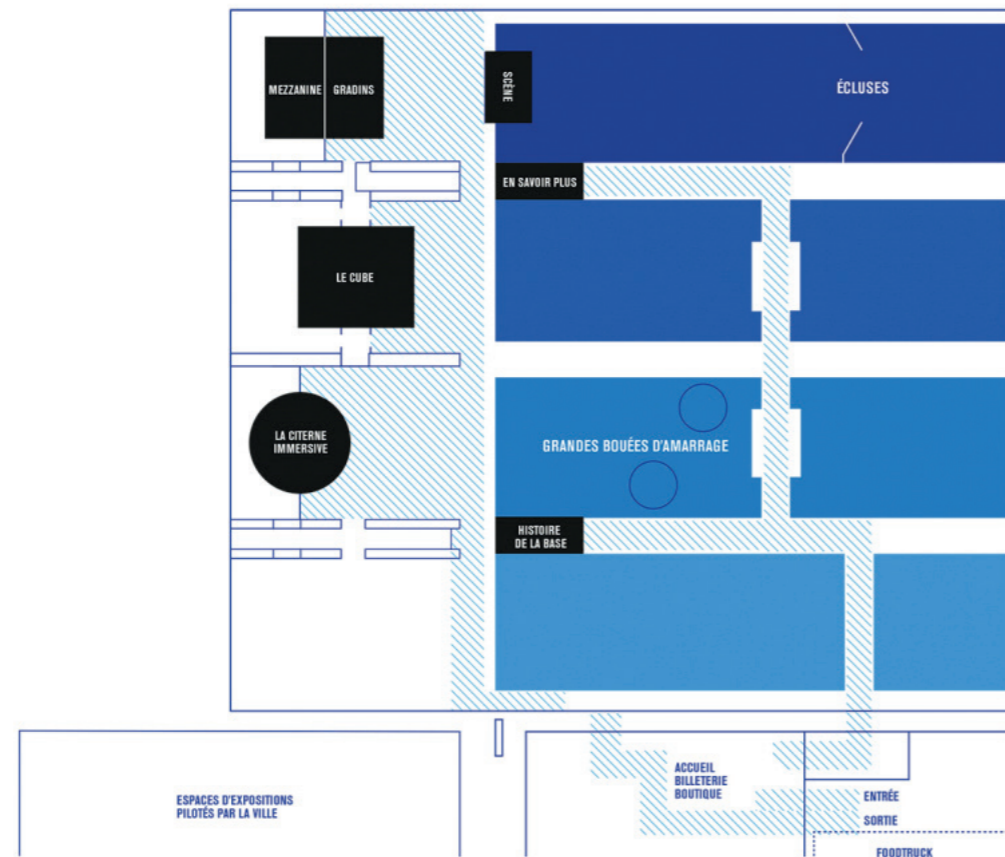


Figure 69 : Plan des «Bassins des Lumières».



Figure 70 : Vue nocturne du dispositif d'éclairage mis en place par Jean Giacinto et Jean-Hughes Seurat en 2000.

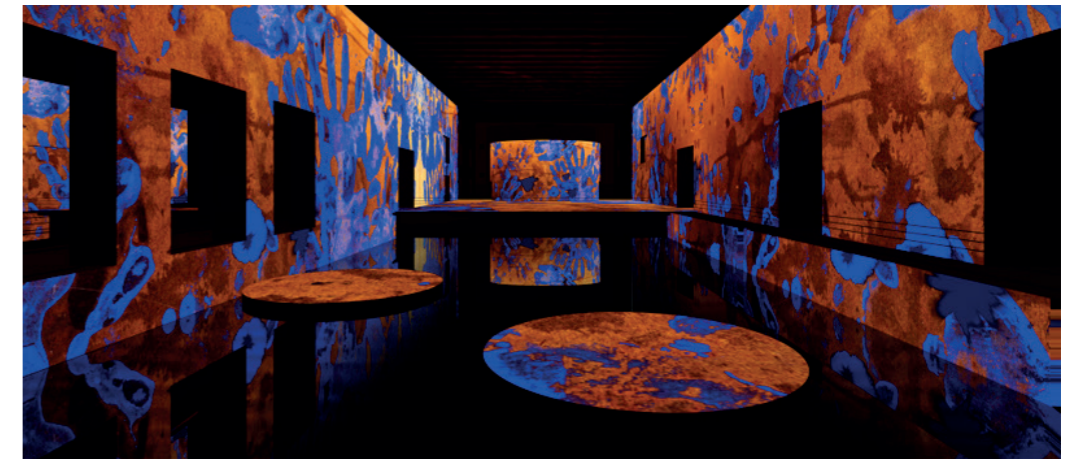


Figure 71 : Vue intérieure d'une alvéole des Bassins des Lumières, lors d'une exposition consacrée à «Yves Klein : l'infini bleu».

Ces installations culturelles sont perçues comme une nouvelle manière de redynamiser les bases.

Avec son programme, la base démontre ses capacités à installer une dynamique attractive d'une première reconversion qui permet d'attiser l'intérêt de la population pour en faire un partenaire engagé dans l'intégration et la dynamisation de l'espace libre.

À travers la découverte détaillée des projets et la lecture des projets de reconversion mis en œuvre, nous pouvons confirmer le succès pour trois des bases sous-marines : celles de Lorient, Saint-Nazaire et Bordeaux. La première s'est orientée sur des projets tournés vers l'élément eau en exploitant le thème marin : bateaux, matériel, musée. À l'inverse, pour la base de Saint-Nazaire, nous sommes plus portés vers la ville et l'humain à savoir le terrestre alors que nous pouvons schématiser la démarche de Bordeaux comme une chimère entre les deux éléments (eau et terre) et bases précédentes avec une volonté globale d'intégration de tous les milieux. Il est intéressant de noter que les projets développés sont suffisamment diversifiés que pour permettre aux bases et donc aux villes de ne pas être en compétition mais en synergie.

## D. Autres opportunités de reconversion

Après avoir inventorié et détaillé les interventions de reconversion ayant eu lieu dans les différentes bases de sous-marins, nous avons pu identifier différentes approches mises en place pour reconnecter ces vestiges de béton à leur époque actuelle et en modifier l'image.

L'ensemble des alvéoles des bases, autres bunkers à sec et terrains faisant partie intégrante de la base sous-marine n'a pas encore subi une exploitation complète.

Les projets de reconversion aboutis ne représentent donc que les prémices des besoins de l'ensemble des bases et donc de ce qui pourrait être réalisé dans le domaine de la reconversion. Nourrir la société d'autres idées ou opportunités à mettre en œuvre pour la reconversion est une dynamique indispensable non seulement pour maintenir les bâtiments, mais également pouvoir rapidement implémenter des nouveaux projets afin de pallier aux remplacements des projets qui ne survivraient pas.

Que pourrions-nous mettre en place pour aller plus loin et libérer tout le potentiel retenu dans les murs de ces bunkers et sites ?

Un ensemble de propositions vont être abordées en relation avec une structuration opérée par thème. La table synoptique ci-dessous fait l'inventaire des solutions proposées, dont certaines seront développées dans cette partie D.

En abscisse, les espaces utilisables sont considérés et en ordonnée, trois grands thèmes sont proposés : culturel, loisir et production.

			Culturel	Loisir	Production	
					Energie	Alimentaire
Bunker	Toit	Plat	-	observation/méditation	Eolienne-Solaire	Culture
		Fangrost	-	-	-	-
		A bloc	-	Labyrinthe	-	-
		A ogive (dom)	Peintures	Escalade	Solaire	-
	Bunker	Sec	Musée : du béton (écologique) Peintures	-	-	Culture verticale
		SS eau	Aquarium	-	Houlomotrice	Aquaculture Pisciculture
Espace			-	Activité rassemblement (marché-concert)	Eolienne-Solaire	-
Slipway			-	Sable et parc aquatique toboggan	-	-
Eau			-	Aquaculture	Houlomotrice	-

Figure 72 : Tableau des propositions de reconversion classées par thème.

## 1. Production

### a. Énergie

Les bases de sous-marins étaient des lieux de forte consommation en énergie et matériel. Des quantités de fioul astronomiques ont été consommées mais également beaucoup d'électricité ainsi que de ressources humaines pour préparer et couler le béton des bases. La consommation d'énergie ainsi que sa production étant une problématique actuelle critique dans notre société, les infrastructures des bases peuvent se révéler être de bonnes terres d'accueil pour les nouveaux moyens de production d'énergie verte. La localisation géographique des bases est idéale.

En effet, nous pouvons penser à l'exploitation cumulée possible des énergies suivantes : l'énergie solaire, éolienne et houlomotrice.

Des installations solaires, telles que celles présentes sur le toit de la base de La Pallice à la Rochelle, pourraient être combinées à d'autres modes de production d'énergies durables.

En dédiant le programme à la production unique d'énergies non-carbonées, on pourrait penser à établir un centre de recherche à l'optimisation de ces ressources. Ce genre de reconversion ne pourrait qu'aider à contribuer à la transformation de l'image de la base et son utilité.

L'exploitation des énergies solaires et éoliennes est envisageable pour l'ensemble des bases alors que l'énergie houlomotrice ne pourrait être exploitée que pour les bases à alvéoles présentes en front de mer.

En fonction de la structure des toits, des adaptations devraient être réalisées afin de pouvoir accueillir les structures de panneaux et des éoliennes après une étude de la résistance et la durabilité du matériau en place.

Dans le cas de la Rochelle, on pourrait venir y ajouter des éoliennes verticales ou légères, ou bien des éoliennes de bordure de toit. Ce type d'approche pourrait convenir pour des sites militaires fermés et actifs comme celle de Brest.

Cette situation pourrait simplement la retransformer en une centrale de production pouvant servir à alimenter une partie de la consommation de l'arsenal.

À cette hypothèse, tournée vers l'écologie, vient s'ajouter le fait que pour la plupart des bases, celles-ci se trouvent dans des centres industriels urbains et périurbains et permettraient pour eux de se tourner vers un renouveau quant à l'image de ces quartiers.

La situation des bases en tant que bâtiment sur l'eau vient transmettre la notion d'infrastructure frontière entre deux éléments bien distincts : l'eau et la terre. Dans un programme équivoque à son implantation, la base peut devenir une place où ces deux mondes se côtoient de manière responsable.

## b. Bio béton

Le béton fait partie intégrante de l'image des bases sous-marines. Ce béton se dégrade face aux affres du temps, comme expliqué dans la partie I. Néanmoins, de nouvelles technologies expérimentales voient le jour afin de réparer ce matériau : c'est le cas du «bio-béton» (voir Annexe I). Ce type de matériau pourrait être utilisé pour la restauration. D'autre part, il est possible que la poursuite des recherches dans ce domaine puisse donner lieu au développement d'un béton colle, gage non seulement d'une capacité de restauration mais également d'une modification de l'architecture du bunker à impact écologique et économique limités. L'aboutissement de ce type de projet ne pourrait certainement que reconquérir l'appréciation de ce matériau.

## c. Biomasse

L'océan est un grand pourvoyeur de biomasse. Il est concevable d'utiliser les infrastructures de la base en liaison avec des opérations de pisciculture, d'algaculture ou valorisation d'autres ressources marines liées à l'aquaculture. Les jardins sur toit pourraient également être étendus à des jardins suspendus sur les toits et/ou dans les alvéoles. Des alvéoles fermées pourraient être utilisées à la production de nourriture à base d'insectes. En effet, ce type de culture nécessite une isolation de l'environnement afin de limiter les risques de contaminations. Le milieu marin humide pourrait contribuer à des développements de champignons dans les alvéoles. Ces productions locales contribueraient à l'établissement d'un circuit court et pourraient mener à terme à la mise en œuvre d'un marché permanent créateur d'emplois et de cohésion sociale.

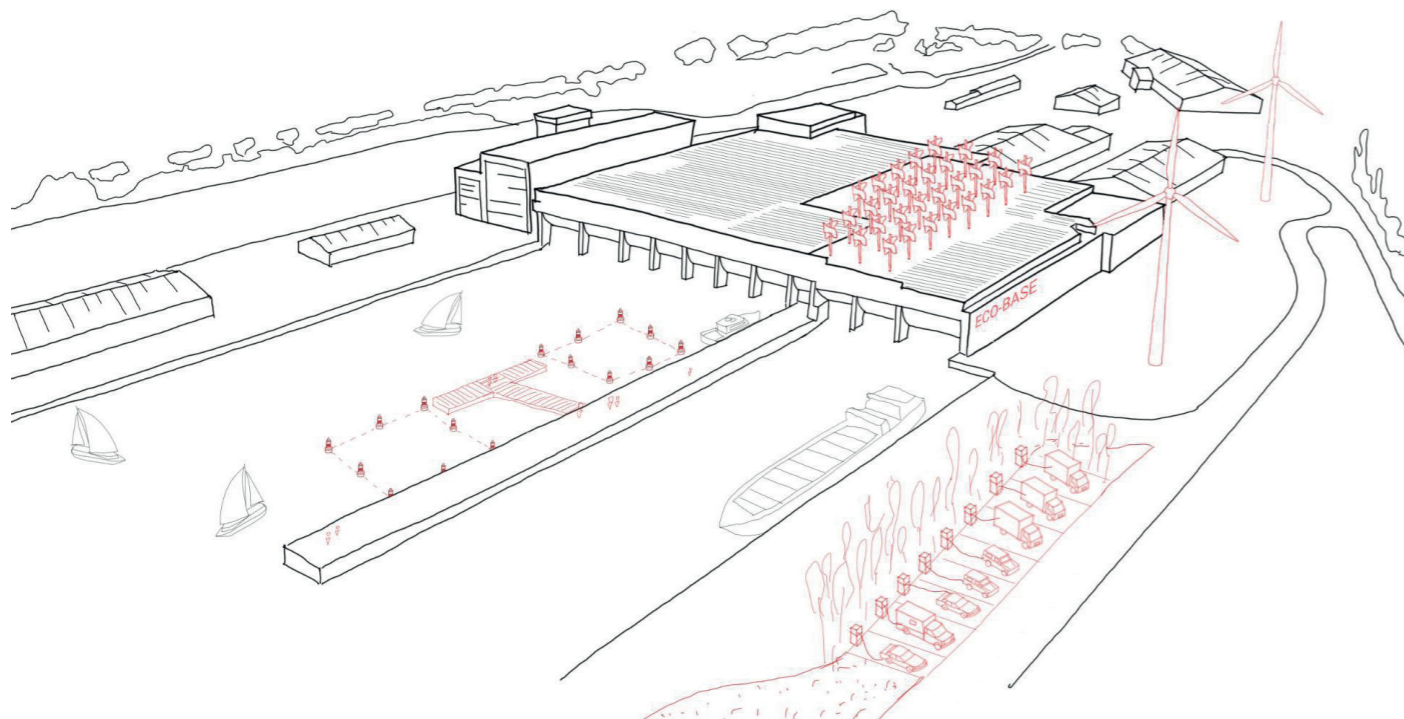


Figure 73 : Croquis d'un projet de reconversion de base sous-marine centrée sur la production.

## 2. Loisirs

Nous avons vu la capacité des bases à accueillir une programmation consacrée aux loisirs aussi bien sportifs (exemple: bateau de loisir à Lorient) que créatifs (exemple: musique, arts à Saint-Nazaire et Bordeaux). Ces approches restent limitées en nombre et une valorisation des volumes à disposition est loin d'être épuisée.

Dans le cadre d'une situation dans laquelle le but premier de ces bases aurait été de contenir des infrastructures destinées au divertissement des habitants des quartiers alentours, les alvéoles que composent ces bases pourraient être non pas destinées à ranger du matériel ou des bateaux mais à y abriter des programmes et des installations bénéficiant à la population en termes de santé publique, afin de pratiquer diverses activités sportives (santé physique) et/ou de se divertir (santé psychique).

Chaque alvéole aurait la capacité de devenir un contenant d'une activité propice à chaque génération tel qu'un parc à thème, des terrains de sport intérieurs ou des espaces de détente.

Les bases pourraient se tenir à un programme sportif complètement varié et original.

Les hauteurs moyennes de ces hangars en béton sont de 20 mètres, et pourraient permettre l'accueil d'activités nécessitant des infrastructures de cette envergure. Un projet de mur d'escalade naturel pourrait voir le jour sur la façade du bâtiment, le grimpeur profitant des aspérités du béton pour s'élaner sur les murs du bâtiment. Les longueurs des alvéoles peuvent servir de zones de tir à l'arc ou encore d'espaces pour différents sports de lancer. Les espaces généreux de ces volumes permettraient au visiteur (ou dans ce cas les sportifs) de pratiquer son activité dans les 3 dimensions et ne pas se limiter à pratiquer une seule activité liée avec la mer. Le fait de pouvoir rendre ces bases multifonctions permettrait de les déconnecter de leur image de fonction unique et de venir les rattacher aux besoins de la population. Certes, il est vrai que les bases sont des bâtiments sur l'eau, mais ils sont reliés à la terre et peuvent par leur programme n'honorer qu'un des deux.

Les surfaces sur les toits peuvent également être propices à l'accueil d'activités de loisirs. Leur solidité le permet. On peut alors y installer des terrains de jeux pour les toits plats. Les toits ou parties de toits de type fangrost créent une multitude de recoins pouvant induire un terrain de jeu dans l'imaginaire des enfants. En sécurisant ces terrains et les rendant libres d'accès, la base deviendrait alors un lieu de rassemblement ouvert.

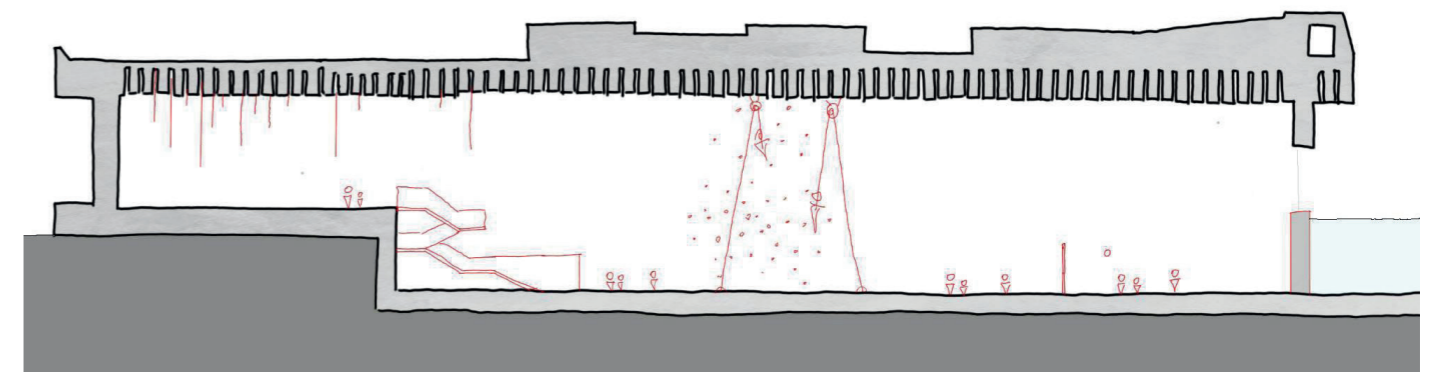


Figure 74 : Croquis d'une coupe démontrant les possibilités volumétriques d'une alvéole.

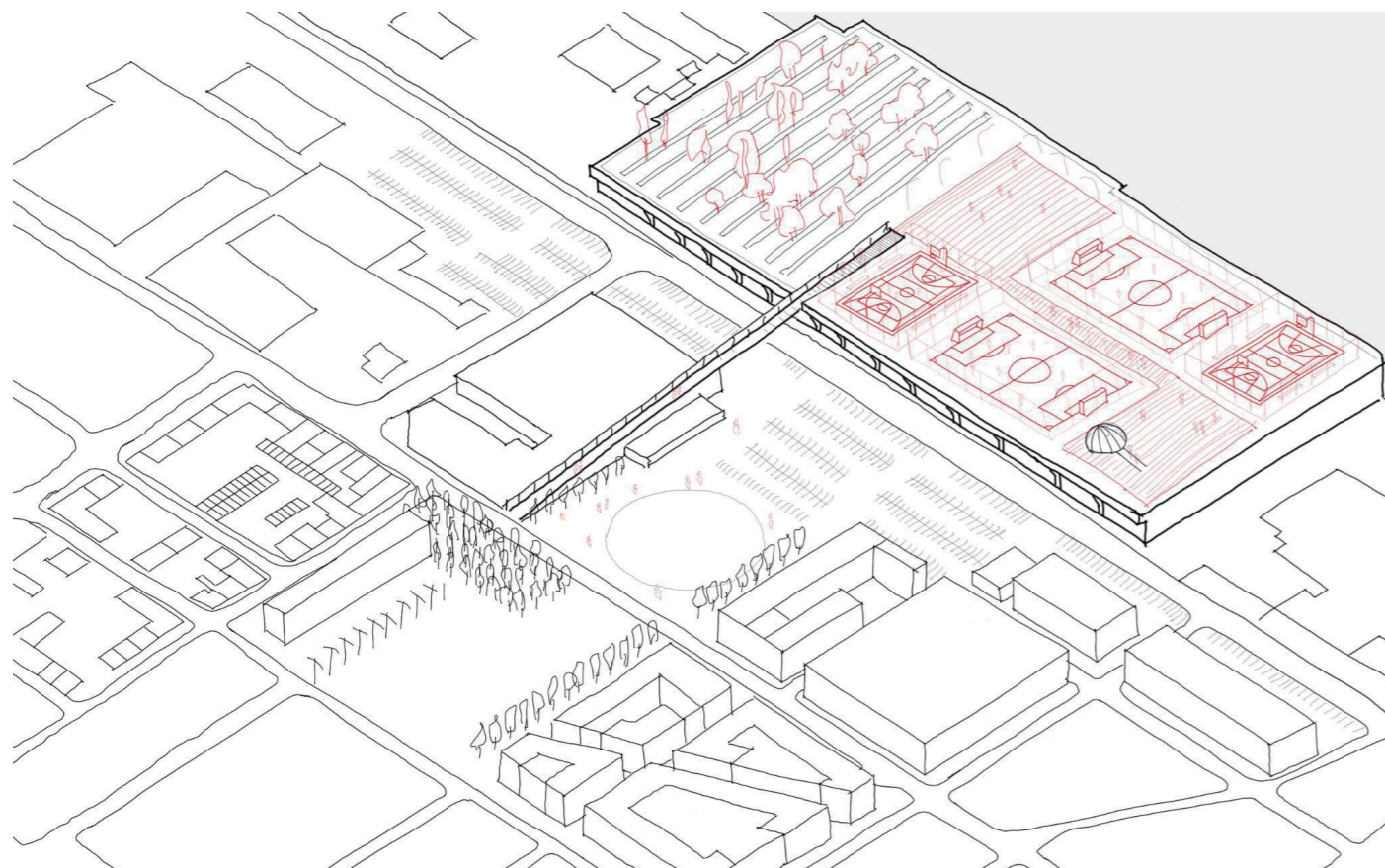


Figure 75 : Croquis d'un projet de reconversion de base sous-marine centrée sur les loisirs.

### 3. Culturel

La dernière catégorie adressera les potentiels au niveau culturel.

Dans presque tous les cas traités, nous retrouvons une reconversion à fonction culturelle en lien avec le passé ou en lien avec de nouveaux moyens d'expression. Pour en resituer quelques-uns, nous citerons la base de Lorient qui contient un studio de musique et celle de Bordeaux un centre d'art numérique. Ici également, la culture peut servir de facteur relationnel au sein d'un quartier ou d'une ville. L'enveloppe culturelle des centres urbains est assez variée et tend à se regrouper dans les lieux d'expositions. Les abris à sous-marins sont connus pour être de lieux sombres où peu de lumière parvient à s'immiscer. Les ouvertures, en début d'alvéoles, matérialisent la seule entrée de lumière vers l'intérieur de l'édifice, malgré leur taille imposante, les entrailles du bâtiment ne sont pas éclairées de manière généreuse.

Les projet « bassin de lumière » propose des projections dans 4 des 10 alvéoles de la base et permet de mettre en avant des expositions d'art numériques à la scénographie propre aux artistes. Ce programme tire parti de la capacité des bases à être obscure. Mais pourrait-on appliquer ce système de projection ou de lieu d'exposition à l'enceinte extérieure ?

La forme du bâtiment peut elle aussi être prise en compte comme une surface totale à exploiter. La projection de nuit d'une œuvre cinématographique sur ses parois ou d'un jeu de lumière peut profiter à cette surface de béton nue et rayonner dans l'environnement.

Les caractéristiques matérielles et patrimoniales de l'enveloppe externe de la base représentent un obstacle difficile à modifier physiquement.

L'idée de détruire ces lieux est quelque chose de difficilement concevable mais surtout difficilement réalisable. On peut imaginer que l'architecte puisse collaborer avec des artistes et qu'il laisse cette enveloppe comme une toile vierge où la créativité pourrait venir s'exprimer afin d'adoucir la vision négative de la base.

Le fait de colorer la façade ou de la recouvrir par une fresque est en quelque sorte un procédé qui permet de s'appropriier, ou bien de refléter une caractéristique locale propre à la ville.

Encore une fois, la taille de l'édifice tient un rôle de repère dans le paysage et l'on pourrait accepter le fait que ce repère soit autre chose qu'une masse grise à la forme stricte.

Dans le cas où la mise en œuvre d'une refonte esthétique de la façade serait jugée trop extrême, certaines bases situées en bord d'un bassin artificiel pourraient également adopter une scénographie changeante et nocturne propre à l'environnement qui les entoure.

Ces bases se trouvent souvent en face de lieux à forte fréquentation et pourraient servir de point de repère non plus à l'échelle de la ville, mais à l'échelle du quartier amenant une plus forte identité au lieu.

Également de manière à maximiser la surface exploitable, des planchers flottants pourraient être déposés à la surface de l'eau comme support de scènes ou d'expositions. Il est évident que les concepts culturels et ceux liés à l'activité des loisirs sont inépuisables.

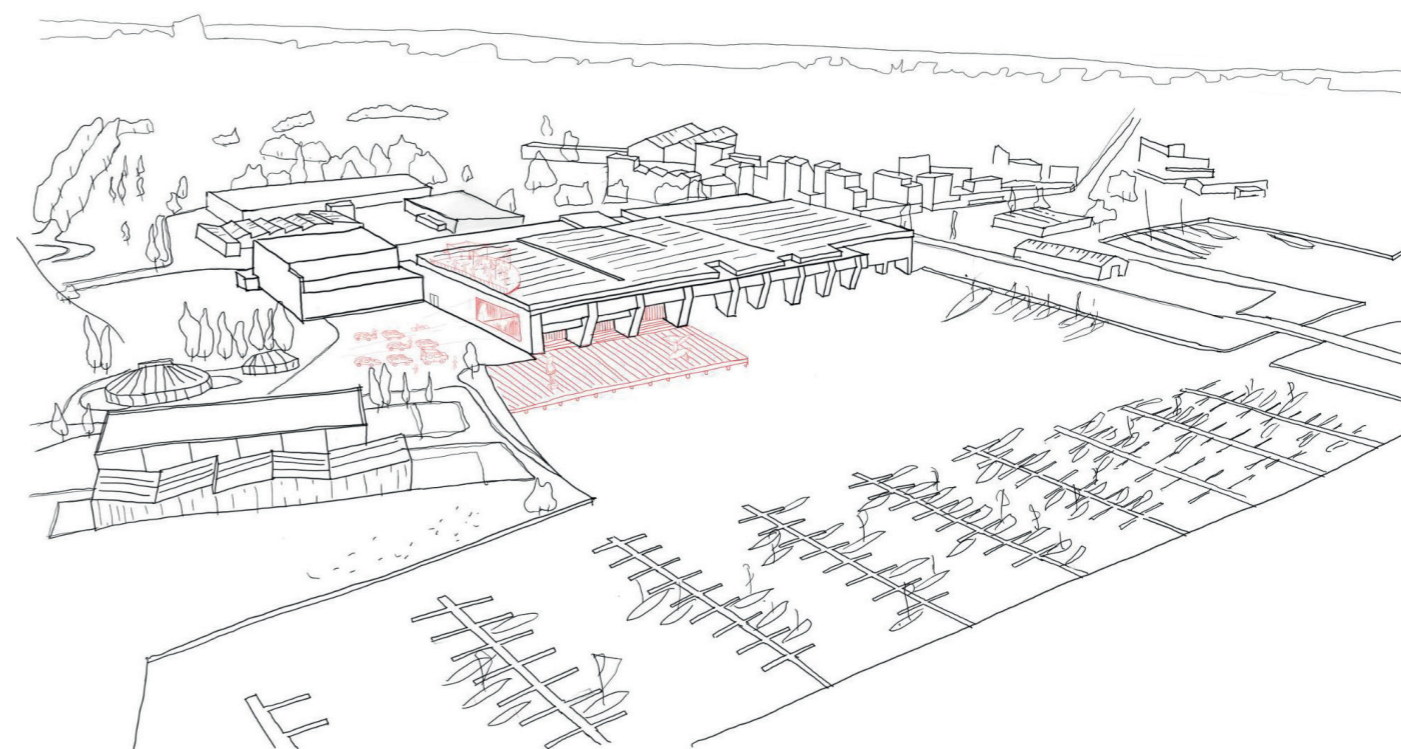


Figure 76 : Croquis d'un projet de reconversion de base sous-marine centrée sur le culturel.

Toutes les propositions développées dans cette partie ne sont pas exhaustives mais contribuent à développer l'imaginaire pour montrer le champ des possibles.

Un programme participatif et cohérent intégrant un partenariat international des trois principaux pays accueillant les 12 bases de la côté ouest de l'Europe permettrait d'agir et de donner des moyens valorisant ce patrimoine matériel de l'histoire de l'humanité en démontrant le parallélisme de la puissance de l'union des forces pour le changement.

# CONCLUSION

Évaluer les performances du processus de reconversion sur l'image que les habitants se font des anciens bâtiments de guerre a été le but premier de cette recherche.

Dans le cadre de la reconversion de la friche militaire, le modèle des bases de sous-marins comme vestige de la Seconde Guerre mondiale a été choisi avec une focalisation sur les cinq bases localisées dans des villes portuaires françaises de la côte Atlantique.

L'exploitation de l'information sur les données des bâtiments, de son matériau et de l'histoire de sa construction ainsi que son influence sur la population a servi non seulement de partage d'information nécessaire à l'appropriation du sujet mais a également été utilisé comme support et fil conducteur pour présenter une perspective de l'impact avant et après une reconversion. Cette démarche a été utilisée pour présenter la dynamique de l'utilisation des bases à savoir : leur évolution durant la guerre, leur utilisation après la guerre avec l'évaluation de l'impact des projets de reconversion au cours du temps, support utile, pour ainsi proposer d'autres pistes de reconversion nécessaires à la préservation et pérennité du bâtiment, de sa terre d'accueil qui y est associée et de la gestion de l'image dans le temps.

Durant la deuxième guerre mondiale, les bases sous-marines s'inscrivent dans la concrétisation d'une décision de construire un système de défense gigantesque à savoir une barrière qui s'étend sur 5 000 kilomètres de longueur sur la côte ouest du continent Européen. Le partage du cadre historique et de la mise en œuvre de la décision a ainsi permis de s'approprier les éléments nécessaires à comprendre le contexte du cadre initial sur lequel la reconversion s'appliquera.

À la fin de la guerre, la proximité des gigantesques bases de sous-marins associée à l'épaisseur des murs en béton imprègne le quotidien visuel de la population avec la mémoire du vécu de la guerre.

Au cours du temps, les sites des bases seront en majorité occupés par les forces armées françaises dans leur fonction initiale tout en n'assurant pas ou de manière parcimonieuse la maintenance des bâtiments. Cette période, qui s'étend sur plusieurs décennies, entretient une image dans deux types de population : celle qui a vécu les événements et celle qui ne l'a pas vécu. Cette dernière n'envisage la présence des bases que comme passive et permanente à la base d'un sentiment de morosité et d'impuissance.

Les projets de reconversion se mettent en place sous l'impulsion des représentants politiques des villes et sous la pression économique-géographique des années 80-90. La diversité des projets actionnés permet d'observer l'impact sur la population et de déclarer que pour trois des bases, la reconversion est l'amorce d'un succès. Nous parlons d'amorce car l'ensemble du potentiel de la base n'est pas encore totalement exploité. Le succès présent, probablement lié à l'hétérogénéité des approches, en est la cause en empêchant les villes d'être en compétition et assurant une intégration de la base à la ville et une pérennisation permettant une réappropriation des lieux sous le couvert d'une image, non plus militaire mais sociétaire, au travers de trois grands thèmes liés à : l'énergétique, au culturel et au domaine du loisir.

Certes, la population change, l'image change, mais le bâti persiste. Nous pouvons par ce succès partiel, nécessitant une vigilance et participation sans faille et maintenue au cours du temps, affirmer que la transformation liée à la reconversion est un pôle non-négligeable d'attractivité. La reconversion est un concept qui se doit comme le bâtiment et l'architecte d'être maintenu afin de proposer des solutions dont nous en avons proposés quelques-unes à l'échelle de la base, mais également du continent, afin de perpétuer une juste harmonie de vécu entre l'humain et son environnement et la technicité du matériau disponible. L'architecte a et aura en compagnie des partenaires clés un rôle essentiel à jouer dans l'avenir de l'humanité.



# BIBLIOGRAPHIE

## A. Livres

- CÉRINO, Christophe et LUKAS, Yann, « KEROMAN : BASE DE SOUS-MARINS, 1940-2003 », éditions PALANTINES, 2022.
- DARMON, Olivier, « Ré:Habiter : Réutiliser, transformer, Expérimenter », éditions Gallimard - Collections alternatives, 2021.
- HOGG, Ian, « Fortifications : histoire mondiale de l'architecture militaire », éditions Atlen, Bruxelles, 1983.
- RAMBERT, Francis, COLOMBET, Martine et CARBONI, Christine (dir.), « Un bâtiment, combien de vies ? la transformation comme acte de création », coédition Silvana Editoriale/Cité de l'architecture & du patrimoine, 2015.
- VIRILIO, Paul, « Bunker Archéologie », les éditions du demi-cercle, Paris, 1991.
- WONG, Liliane, « Adaptive reuse extending the lives of building », édition Birkhauser, 2016.

## B. Rapports et publications

- DE SOLÀ MORALES, Manuel, «Saint nazaire (1996-2002 ) » , Disponible sur : <http://urban-e.aq.upm.es/articulos/ver/saint-nazaire-1996-2002-/completo>
- GEIPEL, Finn et ANDI, Giulia, « Alvéole 14 Transformation de la Base sous-marine Saint-Nazaire », 2007, Disponible sur : [https://www.pavillon-arsenal.com/data/videos\\_1aa6c/fiche/7549/fgav\\_202\\_cp\\_55024.pdf](https://www.pavillon-arsenal.com/data/videos_1aa6c/fiche/7549/fgav_202_cp_55024.pdf)
- NOOTER, Annick et PROUX, Nicole (dir.), La Rochelle, 1939- 1945, catalogue d'exposition, Geste édition, 2015.
- PETZET, muck ARCHITEKTEN, « RRR Manifesto doing the right thing - with built architecture », 2017.
- TEMOS, Colloque international « Les bases de sous-marins en Europe (1940-2020) », Laboratoire TEMOS, 2021, Disponible sur : [cncrs.fr](http://cncrs.fr)

## C. Articles

- BLAIN, Jean-Baptiste , « La délicate gestion des « U-Boot-Bunker » à Bordeaux et Saint-Nazaire, de la Libération aux années 2000 », Annales de Bretagne et des Pays de l'Ouest , 2015, Disponible sur : <http://journals.openedition.org/abpo/3148>
- BOREL, Vincent, « La France sous l'Occupation », magazine GEO Histoire n°16, 2011, Disponible sur : <https://www.geo.fr/voyage/seconde-guerre-mondiale-le-mur-de-l-atlantique-construit-pour-l-ennemi-par-des-francais-127066>
- BOULIOU, Julien, « Saint-Nazaire : le radôme, coquille vide ? », 2012, Disponible sur : [https://actu.fr/pays-de-la-loire/guerande\\_44069/saint-nazaire-le-radome-coquille-vide\\_9845910.html](https://actu.fr/pays-de-la-loire/guerande_44069/saint-nazaire-le-radome-coquille-vide_9845910.html)
- BOURSIER, Nadine, « ENTRETIEN. La reconversion de la base de sous-marins de Lorient, un pari réussi », 2021, Disponible sur : <https://www.ouest-france.fr/bretagne/lorient-56100/entretien-la-reconversion-de-la-base-de-sous-marins-de-lorient-un-pari-reussi-103b75dc-1717-11ec-be91-32ae82f2e246>

- CHOMIENNE, Valentin, « Lorient. La base est « l'étendard économique de la ville », 2020, Disponible sur : <https://www.ouest-france.fr/bretagne/lorient-56100/lorient-la-base-est-l-etendard-economique-de-la-ville-7021089>
- D'ADAMO, Cristiano, « The Italian submarine base in Bordeaux, France. », Disponible sur : [http://www.regiamarina.net/detail\\_text.asp?nid=90](http://www.regiamarina.net/detail_text.asp?nid=90)
- DU GUERNY, Stanislas, « Lorient va avoir sa Maison des skippers », in Les Echos, 2021, Disponible sur : <https://www.lesechos.fr/pme-regions/bretagne/lorient-va-avoir-sa-maison-des-skippers-1355750>
- GENIE CIVIL, «Travaux sous-marins de l'avant-port de la Pallice (La Rochelle) », revue Le genie civil, 1889, Disponible sur : <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6472087n/f11.item>
- GUIRAUD, Patrick, « Particularités des ouvrages en béton en site maritime », 2019, Disponible sur : <https://www.infociments.fr/travaux-maritimes-et-fluviaux/particularites-des-ouvrages-en-beton-en-site-maritime>
- GUYOTAT, Régis, « A Lorient, la base de sous-marins est reconvertie en zone d'activités. », 2005, Le Monde.fr., Disponible sur : [https://www.lemonde.fr/international/article/2005/10/05/a-lorient-la-base-de-sous-marins-est-reconvertie-en-zone-d-activites\\_695917\\_3210.html](https://www.lemonde.fr/international/article/2005/10/05/a-lorient-la-base-de-sous-marins-est-reconvertie-en-zone-d-activites_695917_3210.html)
- HELLWINKEL, Lars, « La base navale allemande de Brest, 1940-1944 », presse universitaire de Rennes, 2022. Disponible sur : <https://books.openedition.org/pur/161476>
- HIVERT, Yvon, « La base sous-marins de Kéroman », 2017, Disponible sur : <https://www.leradier.com/base-sous-marins-keroman>
- LE DRIAN, Jean-Yves, «De la base sous-marine à la base nautique" in Les restructurations de défense (N°65) Le journal de l'école de Paris du management, 2007.
- LEPRINCE, Chloé, « Blockhaus du « mur de l'Atlantique » : une histoire camouflée... et française », 2022, Disponible sur : <https://www.radiofrance.fr/franceculture/blockhaus-du-mur-de-l-atlantique-une-histoire-camouffee-et-francaise-9916813>
- LOIZEAU, Marie-Laure et LELEU, Jean-Luc, « Quand tombe la frontière... Appropriation mémorielle et processus de patrimonialisation du « mur de l'Atlantique » en Basse-Normandie », 2019, Disponible sur : <http://journals.openedition.org/insitu/20019>
- LOTZ-COLL, Stéphanie, «La friche militaire urbaine, un nouvel espace convoité ? », Carnets de géographes, 2018, Disponible sur : <http://journals.openedition.org/cdg/1443>
- MARSAN, Mathieu, « La base sous-marine de Bordeaux, sous le béton la culture », 2011, Disponible sur : <http://journals.openedition.org/insitu/9526>
- OUEST FRANCE, « A Lorient, une ferme solaire sur le toit de l'ex-base de sous-marins », 2017, Disponible sur : <https://www.ouest-france.fr/bretagne/lorient-56100/lorient-une-ferme-solaire-sur-le-toit-de-l-ex-base-de-sous-marins-5453966>
- OUEST FRANCE, « L'ancienne base des sous-marins fermera en 2020 », 2015, Disponible sur : <https://www.ouest-france.fr/bretagne/brest-29200/marine-nationale-lancienne-base-des-sous-marins-fermera-en-2020-3187201>
- PRELORENZO, Claude, « Patrimonialiser les bases de sous-marins et le Mur de l'Atlantique », 2011 Disponible sur : <http://journals.openedition.org/insitu/312>
- REAL, Emmanuelle, « Reconversions. L'architecture industrielle réinventée », 2015, Disponible sur : <http://journals.openedition.org/insitu/11745>

## D. Sites

- BASSINS LUMIERES, 2022, Disponible sur : <https://www.bassins-lumieres.com/>
- BÉTON DIRECT, 2022, Disponible sur : <https://www.toutsurlebeton.fr/le-ba-ba-du-beton/beton-fibre/>
- BORDEAUX, 2020, « La Base sous-marine en travaux. », Site officiel de la ville de Bordeaux, », Disponible sur : <https://www.bordeaux.fr/p140308/la-base-sous-marine-en-travaux>
- BOURBOUZE & GRAINDORGE, 2018, Disponible sur : <https://www.bourbouze-graindorge.com/SALLE-DES-FETES-BASE-SOUS-MARINE.html>
- BTP, 2022, Disponible sur : [https://btp-cours.com/les-ouvrages-en-beton-en-site-maritime/#DES\\_AGRESSIONS\\_SPECIFIQUES](https://btp-cours.com/les-ouvrages-en-beton-en-site-maritime/#DES_AGRESSIONS_SPECIFIQUES)
- C/a.u.e, « Architecture et reconversion », 2015, Disponible sur : <https://www.fncaue.com/activites-pedagogiques/architecture-et-reconversion/>
- CEREMA, 2022, « Cartofriches », Disponible sur : <https://dataviz.cerema.fr/cartofriches/>
- COLOCO, « Jardins du Tiers-Paysage », Disponible sur : <https://www.coloco.org/projets/jardins-du-tiers-paysage/>
- CULTURESPACES, Disponible sur : <https://www.culturespaces.com/fr/home>
- DAY OVERLORD, « Le mur de l'Atlantique en Normandie », 2022, Disponible sur : <https://www.d-day-overlord.com/debarquement-normandie/mur-de-atlantique>
- DEVILLERS, « Port Atlantique La Rochelle », Disponible sur : <https://agencedevillers.com/projet/projets-urbains/port-atlantique-la-rochelle>
- HYDROPHONE, «Hydrophone», Disponible sur : <https://musiquesactuelles.bzh/lieux/name/hydrophone/>
- IEL, « Inauguration de la centrale solaire de la base sous-marine de La Rochelle » 2018, Disponible sur : <https://www.iel-energie.com/communication/servedepannage3/>
- INTERLAND, « Grand port Maritime – La Rochelle », 2020, Disponible sur : <https://www.interland.info/projets/mise-valeur-paysages-portuaires-port-maritime-de-rochelle/>
- LIBERATION ROUTE EUROPE, « Atlantic wall in Normandy », Disponible sur : [liberationroute.com](http://liberationroute.com)
- MEMOIRE ET FORTIFICATIONS, « La base sous-marine allemande de Lorient – Kéroman », 2014, Disponible sur : <https://www.memoire-et-fortifications.fr/fortifications/les-fortifications-allemandes/la-base-sous-marine-de-lorient/>
- MULLER, Pierre-Henry, « Friches militaires », 2022, Disponible sur : <https://www.boreally.org/cat/militaire-abandon/>
- NADEAU, Jean-Paul, 2022, Disponible sur : <http://www.u-boote.fr/index.htm>
- SAINT-NAZAIRE, « La base sous-marine de Saint-Nazaire se met au vert », Saint-Nazaire, 2019, Disponible sur : <https://www.saintnazaire.fr/actus/la-base-sous-marine-de-saint-nazaire-se-met-au-vert-13267>
- TELEGRAMME, « Cité de la voile. Un super palais des congrès? », Le Telegramme, 2012, Disponible sur : <https://www.letelegramme.fr/local/morbihan/lorient/ville/cite-de-la-voile-un-super-palais-des-congres-09-01-2012-1559149.php>
- TELEGRAMME, 2020, « La « petite base du Scorff » refait surface à Lorient. », Le Telegramme, Disponible sur : <https://www.letelegramme.fr/morbihan/lorient/la-petite-base-du-scorff-refait-surface-a-lorient-08-07-2020-12579548.php>

# TABLE DES FIGURES

- Figure 1. Base sous-marine de Bordeaux. - VIRILIO, Paul, « Bunker Archéologie » les éditions du demi-cercle, Paris, 1991. p126.
- Figure 2. Composition du béton armé. - <http://www.guidebetone.com/composition-beton>
- Figure 3. Verrouillage d'une fissure par les fibres - <https://www.toutsurlebeton.fr/le-ba-ba-du-beton/beton-fibre/>
- Figure 4. Apport des fibres sur le comportement post fissuration du béton. - <https://www.toutsurlebeton.fr/le-ba-ba-du-beton/beton-fibre/>
- Figure 5. Insigne de l'organisation Todt. - <https://www.dday-overlord.com/debarquement-normandie/mur-de-atlantique/organisation-todt>
- Figure 6. Le mur de l'Atlantique. - <https://www.fronterasdehormigon.com/fr/construire-la-frontiere-infranchissable-de-latlantique/>
- Figure 7. Construction d'une fortification du Mur de l'Atlantique par l'organisation Todt. - <https://www.dday-overlord.com/debarquement-normandie/mur-de-atlantique/organisation-todt>
- Figure 8. Construction d'une fortification du Mur de l'Atlantique par l'organisation Todt. - <https://www.dday-overlord.com/debarquement-normandie/mur-de-atlantique/organisation-todt>
- Figure 9. Construction d'une fortification du Mur de l'Atlantique par l'organisation Todt. - <https://www.dday-overlord.com/debarquement-normandie/mur-de-atlantique/organisation-todt>
- Figure 10. Base sous-marine de Lorient. - VIRILIO, Paul, « Bunker Archéologie » les éditions du demi-cercle, Paris, 1991. p122-123.
- Figure 11. Localisation des 5 bases sous-marines - <https://www.nationalgeographic.nl/geschiedenis-en-cultuur/2020/03/top-secret-kaarten-onthullen-de-logistiek-achter-d-day>
- Figure 12. Implantation de la base de Brest (prise de vue 2022). - Production personnelle.
- Figure 13. Vue périphérique de la base de Brest. - <http://wikimapia.org/4800211/fr/Ancienne-base-des-sous-marins>
- Figure 14. Impact dû aux bombardements. - <https://patrimoine.bzh/gertrude-diffusion/illustration/ivr5320042904392nuca/ca09efaa-e873-424d-9458-28c9ec4c982b>
- Figure 15. Plan de la base de sous-marins de Brest. - HOGG, Ian « Fortifications : histoire mondiale de l'architecture militaire » éditions Atlen, Bruxelles, 1983. p 221.
- Figure 16. Vue périphérique de la base de sous-marins de Brest (encore en activité en 2015). - <https://www.ouest-france.fr/bretagne/brest-29200/marine-nationale-lancienne-base-des-sous-marins-fermera-en-2020-3187201>
- Figure 17. Plan de l'arsenal de Brest. - <https://www.remontees-mecaniques.net/bdd/site-brest-1045.html>
- Figure 18. Implantation des différents bunkers du site Keroman et du site Scorff. - Production personnelle.
- Figure 19. Plan et coupe des bunkers K1 et K2. - <https://www.uboat-bases.com/images/stories/Lorient/Plans/Plan%20Keroman%201%20et%202.JPG>
- Figure 20. Plan et coupe du bunker K3. - <https://www.uboat-bases.com/fr/lorient/plans.html>
- Figure 21. Coupe et élévation du Dom-bunker. - <https://www.memoire-et-fortifications.fr/fortifications/les-fortifications-allemandes/la-base-sous-marine-de-lorient/>
- Figure 22. Plan et coupe du bunker Scorff. - <http://www.u-boote.fr/scorff.htm>
- Figure 23. U-boot quittant le bunker K2 à l'aide du slipway (1942). - <https://www.materielsterrestres39-45.fr/fr/index.php/tout-guerre-terrestre/266-france-guerre-terrestre/les-bases-navales/lorient/918-keroman-ii>
- Figure 24. U-boot quittant le bunker Scorff (1943). - <http://www.u-boote.fr/scorff.htm>
- Figure 25. Site Scorff. - <https://www.materielsterrestres39-45.fr/fr/index.php/tout-guerre-terrestre/266-france-guerre-terrestre/les-bases-navales/lorient/999-lorient-la-base-du-scorff>
- Figure 26. Bunker K3. - <https://www.unidivers.fr/curiosites-patrimoniales-bretagne-dominique-irvoas-dantec/>
- Figure 27. Site Keroman avec en premier plan la cité de la voile Eric Tabarly. - <https://www.memoire-et-fortifications.fr/fortifications/les-fortifications-allemandes/la-base-sous-marine-de-lorient/>
- Figure 28. Implantation de la base de Saint-Nazaire (prise de vue 2022). - Production personnelle.
- Figure 29. Plan de la base de Saint-Nazaire. - <https://www.uboat-bases.com/fr/st-nazaire/plan.html>
- Figure 30. Base de Saint-Nazaire lors de la guerre. On présume qu'il s'agit d'une photo de 1942 car le toit n'est pas encore renforcé. - <https://historeich.blogspot.com/2019/02/u-bootbunker-de-saint-nazaire.html>
- Figure 31. Vue de la base de Saint-Nazaire au début des années 2000. - <https://www.lin-a.com/gallery/finn-geipel-france-lin-project-submarine-bunker-transformation/alveole-14>
- Figure 32. Vue de la base de Saint-Nazaire en 2007. - <https://www.saintnazairenews.fr/news/saint-nazaire-projet-de-data-center-google-a-la-base-sous-marine-en-2022>
- Figure 33. Implantation de la base de La Rochelle (prise de vue 2022). - Production personnelle.
- Figure 34. U-boot dans un des abris en cale sèche à l'épreuve des bombes à la base de La Rochelle en 1942. - HOGG, Ian « Fortifications : histoire mondiale de l'architecture militaire » éditions Atlen, Bruxelles, 1983. p 221.
- Figure 35. Vue actuelle de la base de la Rochelle. - <https://www.larochelle.port.fr/nous-connaître/actualites/556-solarisation-du-toit-de-la-base-sous-marine.html>
- Figure 36. Projet « grand port maritime 2024 ». - <https://www.interland.info/projets/mise-valeur-paysages-portuaires-port-maritime-de-rochelle/>
- Figure 37. Implantation de la base sous-marine de Bordeaux (prise de vue 2022). - Production personnelle.
- Figure 38. Base sous-marine de Bordeaux en chantier. - <https://www.battlefieldsw2.com/la-base-des-sous-marins-bordeaux.html>
- Figure 39. Plan actuel de la base sous-marine de Bordeaux. - <https://www.bordeauxdecouvertes.fr/Sous-Marin.html>
- Figure 40. Photo de la base actuelle. - <https://www.bordeauxtendances.fr/2022/06/17/canicule-les-musees-de-bordeaux-gratuits-pendant-deux-jours/>
- Figure 41. Tableau récapitulatif des différentes données des 5 Bases sous-marines abordées. - Production personnelle sur base des données recueillies dans l'ensemble du travail.
- Figure 42. Base sous-marine de Saint-Nazaire. - VIRILIO, Paul, « Bunker Archéologie » les éditions du demi-cercle, Paris, 1991. p125.
- Figure 43. « Les temps de la friche ». - <https://www.letelegramme.fr/morbihan/lorient/un-week-end-electro-dehors-pour-hydrophone-en-septembre-22-07-2020-12587256.php>
- Figure 44. Tableau récapitulatif de l'occupation des bases sous-marines dans le temps. - Production personnelle.
- Figure 45. Carte de la présence des fonctions militaires sur le site de Lorient. - Production personnelle.

- Figure 46. Carte des ports de la rade de Lorient. - Production personnelle.
- Figure 47. Vue extérieure de l'Hydrophone. - <https://www.letelegramme.fr/morbihan/lorient/un-week-end-electro-dehors-pour-hydrophone-en-septembre-22-07-2020-12587256.php>
- Figure 48. Photo du chantier de l'Hydrophone. - <https://lekiosque.bzh/2019/inauguration-de-lhydrophone/>
- Figure 49. Photo du chantier de l'Hydrophone. - <https://lekiosque.bzh/2019/inauguration-de-lhydrophone/>
- Figure 50. Photo du chantier de l'Hydrophone. - <https://lekiosque.bzh/2019/inauguration-de-lhydrophone/>
- Figure 51. Ferme solaire exploitée par l'entreprise Entech sur le toit du K2. - <https://entech-se.com/references/centrale-photovoltaique-k2/>
- Figure 52. Plan d'implantation de la cité de la voile. - <https://www.amc-archi.com/photos/equerre-d-argent-2007-nomine-jacques-ferrier-cite-de-la-voile,3408/cite-de-la-voile-jacques-fer.1>
- Figure 53. Vue périphérique de la cité de la voile. - <https://www.linternaute.com/mer-voile/voile/1083819-visite-de-la-cite-de-la-voile-eric-tabarly/> © Yvan Zedda
- Figure 54. Projet de la future maison des Skippers. <http://www.bohuonberticarchitectes.com/construction-dun-batiment-dedie-a-la-course-au-large-lorient-la-base-56/>
- Figure 55. Plan d'implantation des infrastructures dédiées à la voile sur le site Keroman. - Production personnelle.
- Figure 56. Schéma de la problématique abordée dans le projet «ville-port». - Production personnelle.
- Figure 57. Axonométrie du projet initial de Manuel de La Solà Morales. - <http://urban-e.aq.upm.es/articulos/ver/saint-nazaire-1996-2002-/completo>
- Figure 58. Schéma de la situation initiale à Saint-Nazaire. - Production personnelle.
- Figure 59. Schéma des programmes actuels à Saint-Nazaire. - Production personnelle.
- Figure 60. Schéma des circulations actuelles à Saint-Nazaire. - Production personnelle.
- Figure 61. Coupe longitudinale du projet Alvéole 14. - <https://www.miesarch.com/work/137>
- Figure 62. Axonométrie du projet Alvéole 14. - <https://www.miesarch.com/work/137>
- Figure 63. Coupe transversale de l'Alvéole 12. - <https://www.bourbouze-graindorge.com/SALLE-DES-FETES-BASE-SOUS-MARINE.html>
- Figure 64. Photos de l'Alvéole 12. - <https://www.bourbouze-graindorge.com/SALLE-DES-FETES-BASE-SOUS-MARINE.html>
- Figure 65. Plan de l'Alvéole 12. - <https://www.bourbouze-graindorge.com/SALLE-DES-FETES-BASE-SOUS-MARINE.html> - <https://www.bourbouze-graindorge.com/SALLE-DES-FETES-BASE-SOUS-MARINE.html>
- Figure 66. Photos de l'Alvéole 12. - <https://www.bourbouze-graindorge.com/SALLE-DES-FETES-BASE-SOUS-MARINE.html>
- Figure 67. Radôme du projet Alvéole 14 sur le toit de la base de Saint-Nazaire. - <https://www.miesarch.com/work/137>
- Figure 68. Jardins du Tiers-Paysage. - <https://www.coloco.org/projets/jardins-du-tiers-paysage/>
- Figure 69. Plan des «Bassins des Lumières». - <https://www.bassins-lumieres.com/fr/lieu/6-espaces-visite>
- Figure 70. Vue nocturne du dispositif d'éclairage mis en place par Jean Giacinto et Jean-Hughes Seurat en 2000. - <https://journals.openedition.org/insitu/9526>
- Figure 71. Vue intérieure d'une alvéole des Bassins des Lumières, lors d'une exposition consacrée à «Yves Klein: l'infini bleu». - <https://www.nouvelle-aquitaine-tourisme.com/fr/bordeaux/les-bassins-de-lumieres-a-ne-pas-manquer-a-bordeaux>
- Figure 72. Tableau des propositions de reconversion classées par thème. - Production personnelle.
- Figure 73. Croquis d'un projet de reconversion de base sous-marine centrée sur la production - Production personnelle.
- Figure 74. Croquis d'une coupe démontrant les possibilités volumétriques d'une alvéole. - Production personnelle.
- Figure 75. Croquis d'un projet de reconversion de base sous-marine centrée sur les loisirs. - Production personnelle.
- Figure 76. Croquis d'un projet de reconversion de base sous-marine centrée sur le culturel. - Production personnelle.