THIBAUT MENNY

Le DUC : Dénominateur Urbain Collectif - Saint-Malo 2050 -

Enoncé théorique

Juin 2017

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

« Tout a changé en Bretagne,
hors les vagues qui changent toujours. »
Chateaubriand

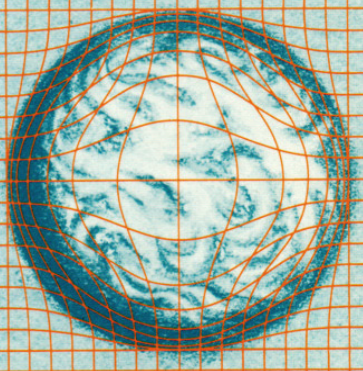
« You never change things by fighting the existing reality.
To change something, build a new model that makes the existing model obsolete. »
Buckminster Fuller

« On ne révolutionne pas en révolutionnant.
On révolutionne en solutionnant. »
Le Corbusier

« Form
follows
function. »
Sullivan

R. BUCKMINSTER FULLER

OPERATING MANUAL FOR SPACESHIP EARTH



Méthode

Embarquement pour Saint-Malo.

Cet énoncé vous propose un voyage dans le Saint-Malo d'hier, d'aujourd'hui et de demain. Si on nous apprend d'abord comme architecte à concevoir dans l'espace, il est moins fréquent de projeter dans le temps. Or, les nouvelles conjectures, liées au changement climatique notemment, nous impose de nous questionner sur les futurs possibles du monde. Se positionner à l'horizon 2050, c'est volontairement se laisser assez de profondeur pour développer une ou plusieurs visions imaginaires et sensibles du site étudié. Mais c'est aussi garder une proximité suffisante avec le présent pour pouvoir s'appuyer sur des données objectives et nous imposer de prendre position face aux tendances issues des analyses prédictives.

Bon voyage.

Extraits

La ville et le port de Saint-Malo partagent côte à côte une histoire, une géographie et des personnalités. Malgré leur proximité spatiale, ces deux entités semblent pourtant entretenir une certaine distance : figées et retranchées sur leurs acquis, elles ne réfléchissent plus à l'avenir en commun, laissant un fossé entre la vie citoyenne et la vie touristique se creuser petit à petit. Néanmoins, c'est bel et bien d'une collaboration que Saint-Malo pourrait tirer le meilleur parti et continuer d'écrire les plus belles pages de son histoire. Le territoire dispose d'ailleurs de tous les atouts pour y parvenir et le site lui-même, n'a l'air d'attendre qu'une seule chose : une nouvelle rencontre entre la ville et son port autour d'un projet urbain collectif.

Le port peut produire de l'énergie en quantité grâce aux ressources renouvelables, la ville consomme énormément et doit optimiser son fonctionnement énergétique. Et tout cela se passe dans une proximité rare, du fait de la typologie du territoire ville-port. Un projet isolé sur le port ou un autre isolé dans la communauté urbaine aurait un impact limité : c'est bel et bien d'un projet systémique dont Saint-Malo a besoin, dans lequel chaque citoyen agit en conscience et en responsabilité. Beaucoup de synergies pourraient alors se mettre en place, ce qui permettrait d'expérimenter de meilleures façon de produire mais aussi de meilleures façons de consommer, à travers un réseau décentralisé fiable, propre et intelligent : là, réside l'âme du **Dénominateur Urbain Collectif (DUC)**.

Le DUC supporte autant de résolutions urbaines qu'architecturales. A terme, il se destine à créer une interconnexion d'architectures autour d'un réseau urbain de transport (énergétique et humain). Il convient donc pour l'heure d'imaginer le point de départ de la matrice. Celle-ci commence par deux projets radicaux, conjoints et complémentaires: le Tour et la Tour.

Le Tour est un projet d'Infrastructure Solaire Urbaine (ISU), au sens défini par Raphaël Ménard, c'est-à-dire « la matérialisation d'une renaissance de l'espace urbain qui maximise autoproduction et stockage d'énergie, en cohérence avec un bassin versant énergétique identifié ». Concrètement, c'est une infrastructure horizontale qui s'implante dans l'espace tampon entre la ville et le port afin d'y établir un scénario de régénération, à l'horizon 2050.

La Tour est un projet d'Architecture Solaire Urbaine (ASU), comme extension directe de la notion d'ISU, transposée à l'échelle de l'objet urbain. On pourrait dire que c'est la matérialisation d'une renaissance de l'espace architectural qui maximise autoproduction et stockage d'énergie, en cohérence avec une ressource énergétique identifiée. Concrètement, c'est une structure verticale de grande hauteur qui récolte le vent afin d'irriguer et gérer les réseaux du DUC. C'est aussi le « poisson-pilote » du scénario de régénération.

Table des matières

1. Un contexte exceptionnel 13
– le Où et le Quand -

1.1 L'histoire singulière d'une géographie particulière 16

1.1.1 Deux millénaires d'un vécu palimpseste 16
. Le commencement à la cité d'Aleth (I-V)
. Du rocher d'Aaron à la fondation de la ville médiévale (V -XV)
. La ville bourgeoise (XV-XIX)
. Le bouleversement urbain (XIX-XX)
. La seconde Guerre et la reconstruction (XX)
. Les grands projets non réalisés

1.1.2 Une terre d'aventuriers 34
. Jacques Cartier
. Maupertuis
. Chateaubriand
. Charcot

1.1.3 Un environnement naturel et construit singulier 42
. Un paysage rythmé par les plus grandes marées d'Europe
. Un emplacement privilégié à l'embouchure de la Rance
. Une baie caractérielle

1.2 Saint Malo de nos jours : « l'incomprise » 50

2.2.1 Une vie citadine en sous régime 50
. La question politique
. La question du logement
. La question de l'enseignement et de la recherche
. La question de l'industrie
. La question de la pêche

2.2.2 Une vie touristique en surrégime 56
. Premier port passager de Bretagne
. Une réputation culturelle, sportive et médiatique importante
. Des infrastructures disparues

2.2.3 Une espérance nouvelle 64
. Des familles malouines puissantes
. Des évènements clefs
. Des projets clefs
. Un projet phare dans la recherche et l'innovation

2. Un potentiel énergétique certain 77
- le Pourquoi -

2.1 Un bassin énergétique local et varié 82

2.1.1 De l'électricité à cultiver 82
. Les marées
. L'éolien
. Le solaire photovoltaïque
. Complémentarité et mix énergétique

2.1.2 Des calories à pécher 98
. Pompe à chaleur sur eau de mer
. Récupération de chaleur fatale
. Le solaire thermique
. La géothermie

2.1.3 Les consom'acteurs énergétiques 106
. Le port
. La ville
. Vision systémique

2.2 Des stratégies de stockage et de pilotage innovantes 114

2.2.1 Le potentiel de l'hydrogène 116
. L'électrolyse de l'eau de mer
. Coût et applications
. Extension au cycle ammoniac

2.2.2 Les bioénergies, vecteur de valorisation et de cohésion 122
. La méthanisation des déchets organiques
. Le cas des algues
. Renforcer l'idée d'un contrat de développement ville-port

2.2.3 L'avènement de la Smart Community 129
. L'exemple japonais
. Le pilotage du réseau
. Relier le réseau à la mobilité

3. (Infra)structurer la ville-port 134
- le Comment -

3.1 Le Tour pour réunir, distribuer et connecter 140

3.1.1 Le réseau 2050.0 140
. Le chauffage à distance CO_2
. Un avantage constructif considérable
. Une plus-value énergétique importante

3.1.2 De nouvelles voies de mobilité 144
. D'une gare à l'autre
. L'accès à l'Intra-Muros
. Les anciennes lignes de chemin de fer

3.1.3 Un front de port urbain 150
. Inverser le paradigme
. L'espace publique maritime et l'espace portuaire urbain
. Le scénario de régénération 2050

3.1.4 Esquisses du Tour 156

3.2 La Tour pour produire, piloter et réfléchir 160

3.2.1 Construire dans le vent, pour le vent 160
. La ressource éolienne
. Les servitudes et protections
. Des fondements et des fondations solides

3.2.2 Le pilotage des flux 166
. La gare maritime
. La bourse de l'énergie
. La capitainerie

3.2.3 Une morphologie hybride 172
. L'axe de l'éolienne / la squelette du bâtiment
. Les pales de l'éolienne / la peau du bâtiment
. L'hybridation comme raison d'être

3.2.4 Esquisses de la Tour 178

1. Un contexte exceptionnel :

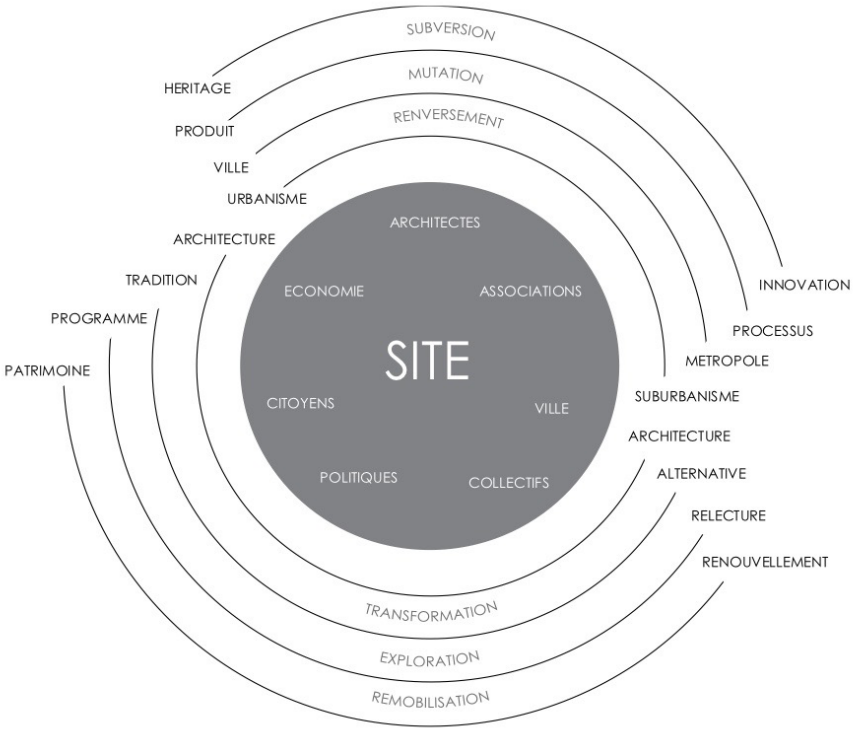
le Où et le Quand ?

« Dites « amis » et entrez ! »

« La grande question de l'urbanisme n'est plus tant celle qui occupait Alberti, de savoir comment choisir le site où la ville sera construite, que celle de savoir comment nous parviendrons à hériter, et à travers quels projets, de sites qui sont désormais tous concernés par la mutation suburbaine des territoires. »

L'art de la mémoire, le territoire et l'architecture - Sébastien Marot, Editions de la Villette, Paris, 2010

Comme l'illustre la citation de Sébastien Marot, c'est en questionnant les fondements du suburbanisme que commence cette étude : le site peut-il devenir l'idée régulatrice, la matrice qui fait émerger le projet, ses raisons et ses programmes ?
Comme Sébastien Marot l'explicitait dans L'alternative du paysage (Le Visiteur no1, automne 1995), quatre réflexes permettent d'accompagner cette démarche : *« la mémoire ou anamnèse des qualités du site, la vision du site et du projet comme processus plutôt que comme produits, la lecture en épaisseur, et non seulement en plan, des espaces ouverts, et enfin la pensée relative – une conception du site et du projet comme champs de relations plutôt que comme arrangements d'objets. »* C'est donc avec ces outils, et en suivant cette logique subversive, que je propose de poser un premier regard sur l'histoire et la géographie de Saint-Malo, un regard qui veut également reconnaître le citoyen comme acteur instinctif de la ville, qui s'approprie le territoire, et avec qui il faut compter.


SUBVERSION
MUTATION
RENVERSEMENT
HERITAGE
PRODUIT
VILLE
URBANISME
ARCHITECTES
ECONOMIE
ASSOCIATIONS
SITE
CITOYENS
VILLE
POLITIQUES
COLLECTIFS
ARCHITECTURE
TRADITION
PROGRAMME
PATRIMOINE
INNOVATION
PROCESSUS
METROPOLE
SUBURBANISME
ARCHITECTURE
ALTERNATIVE
RELECTURE
RENOUVELLEMENT
TRANSFORMATION
EXPLORATION
REMOBILISATION

1.1 L'histoire singulière d'une géographie particulière

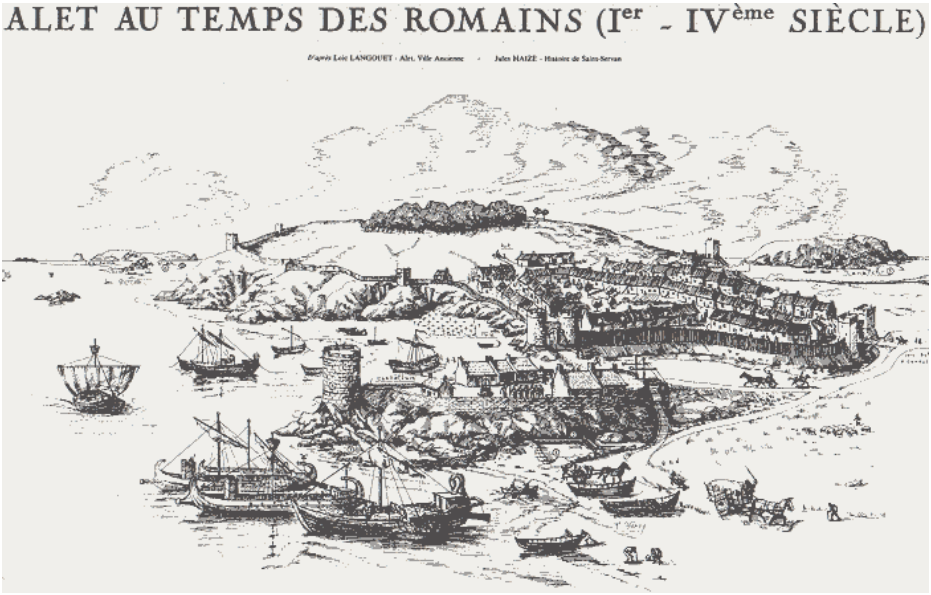
L'histoire de Saint-Malo comporte plus de deux mille ans d'épaisseur. La relecture de ce vécu palimpseste nous éclaire alors sur les successions d'évènements et de transformations du territoire qui ont bâti la morphologie et forger la renommée de cette ville-port. Cette épopée, elle la doit à des hommes audacieux, mais surtout à un site unique.

1.1.1 Deux millénaires d'un vécu palimpseste

Le port de Saint-Malo en ce début de XXIème siècle est la résultante d'une profonde mutation d'une côte que l'homme est venu progressivement apprivoiser. L'analyse de l'ensemble portuaire, de ses atouts, de ses handicaps, ne peut être menée sans la recherche préalable de son caractère spécifique. Ce chapitre traitera donc, en premier lieu, de la transformation de l'espace portuaire, ainsi que des facteurs qui ont engendré cette évolution.

. Le commencement à la cité d'Aleth (I-V)

La cité d'Aleth (actuel Saint-Servan) fut certainement la première terre habitée du territoire malouin, dès le Néolithique. Autour de 80 avant notre ère, elle est la capitale des Coriosolites (l'une des cinq tribus celtes occupant l'Armorique), qui en fait un port de commerce. Ce dernier, par son emplacement, a le double avantage d'être à la fois ouvert sur le bassin céréalier, situé en amont de la Rance, et relié aux côtes de la Manche, avec qui les échanges et les marchés étaient déjà très actifs. Les villageois habitent dans des maisons sommaires faites de torchis et de roseaux, et conservent les récoltes dans des sortes de silos, creusés à même la roche, avant leur chargement et leur expédition par bateau. Les Celtes se font ensuite rapidement délogés par les Romains qui envahissent la région vers -56. Ces derniers incendient la cité vers l'an 10 et forcent la population à émigrer dans les terres vers Corseul. Aleth devient alors Reginca et les premières maisons en pierre font leur apparition, accompagnées d'une tour de garde, en lieu et place de la tour Solidor actuelle. Autour du IIIème siècle, la cité est fortifiée par un rempart en bois et protégée par huit tours et deux entrées. La population et la prospérité de la cité ne feront alors que s'accroître jusqu'au milieu du IVème siècle.


ALET AU TEMPS DES ROMAINS (Ier - IVème SIÈCLE)
D'après Loïc LANGOUET - Alet, Ville Ancienne - Jules HAIZE - Histoire de Saint-Servan

. Du rocher d'Aaron à la fondation de la ville médiévale (V -XV)

Au début du Vème siècle, Aleth redevient capitale coriosolite, après que les Romains eurent abandonné la région. Sa prospérité se poursuit ainsi pendant encore quelques décennies. Saint-Malo de l'Isle (appellation à l'époque) n'est en ce temps là qu'un des nombreux rochers de la baie, une presqu'île de quinze hectares et haut de vingt mètres, accessible à marrée basse, que le moine Aaron vient habiter au VIème siècle. Il faut alors préciser que le niveau des hautes mers n'était pas le même qu'aujourd'hui (on l'estime inférieur de 7 à 8 mètres). C'est pourquoi, autour de 541, l'ermite gallois Malo (ou Maclow) débarque à September (aujourd'hui Cézembre) et vint à pied jusqu'à Aleth. Avec Aaron, qu'il choisit comme père spirituel, il transforme l'ancien prétoire romain en un monastère. Mais à la suite de conflits fonciers et de nombreuses persécutions, il est contraint de fuir auprès de son ami l'évêque Léonce à Saintonge. Ce dernier lui donne une église où il finit ses jours autour de 565. Enterré à Saintes, ses reliques sont ensuite rapatriées vers 740 sur le rocher d'Aaron, devenant ainsi sanctuaire de Malo (ce qui explique pourquoi il prendra le nom de l'illustre ermite).

Arrive alors l'époque des Francs et des Sarrasins, qui assiègent et pillent la cité d'Aleth sans relâche, contraignant les habitants à migrer vers le rocher d'Aaron voisin, accessible seulement à gué depuis le Naye et donc plus facile à défendre. Entre le VIIème et le XIème siècle, l'exode s'amplifie jusqu'au transfert de l'évêché d'Aleth vers le rocher d'Aaron en 1152 par Jean de Châtillon, après un accord du pape Eugène III. Le Duc de Bretagne Conan III reconnaît alors à son tour le transfert des biens, des droits et des privilèges épiscopaux, ce qui cèle véritablement l'acte de fondation de la ville de Saint-Malo. Les premiers remparts font leur apparition dans la foulée, autour 1155. La nouvelle cité médiévale fut alors un lieu de refuge et une terre d'asile pour les passants pendant près de quatre siècles (droit supprimé en 1539 par François 1er). Son pouvoir religieux fut quant à lui important pendant près de 600 ans (le dernier évêque dut quitter son siège juste après la Révolution) et s'étendit jusqu'en Haute Bretagne.

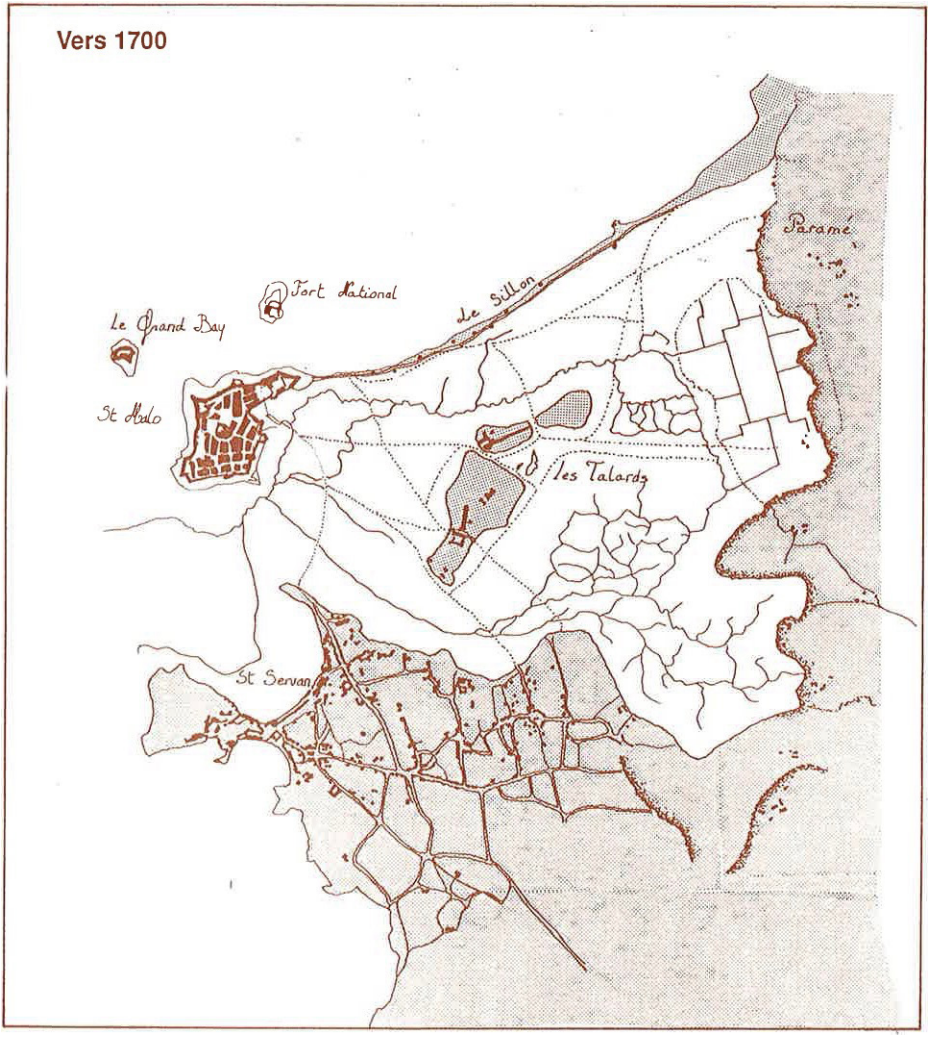
LE HAUT MOYEN-AGE
Rocher d'Aaron
Les Bas Sablons
Cité d'Aleth
St Servan
Boizeuge
Lambecty
Le Roulais

. La ville bourgeoise (XV-XIX)

En 1395, la ville de Saint-Malo se rattache à la France. Une importante période de développement des fortifications s'entame alors sous le règne de Charles VI. La cité commence à devenir une place forte du commerce maritime au XVIème siècle, grâce à ses armateurs et notamment l'exportation du textile breton. Le découverte du nouveau monde et de la pêche lointaine sur les grands bancs de Terre-Neuve ne font qu'accentuer l'expansion de la cité portuaire. Cette dernière était à cette époque presque totalement entourée par la mer. Seule la langue de Sable du Sillon la reliait au continent, ainsi que les quelques chemins découverts à marée basse dans la Grande Grève. Un petit fort construit sur un éperon triangulaire protégeait de l'intrusion et du mauvais temps la passe vers les quais. A cet époque et jusqu'au XIXème, les bateaux s'échouaient sur les vasières au pied des remparts. Les moulins à vent étaient quant à eux déjà nombreux dans le paysage malouin et produisaient en abondance de la farine à partir des récoltes des environs.

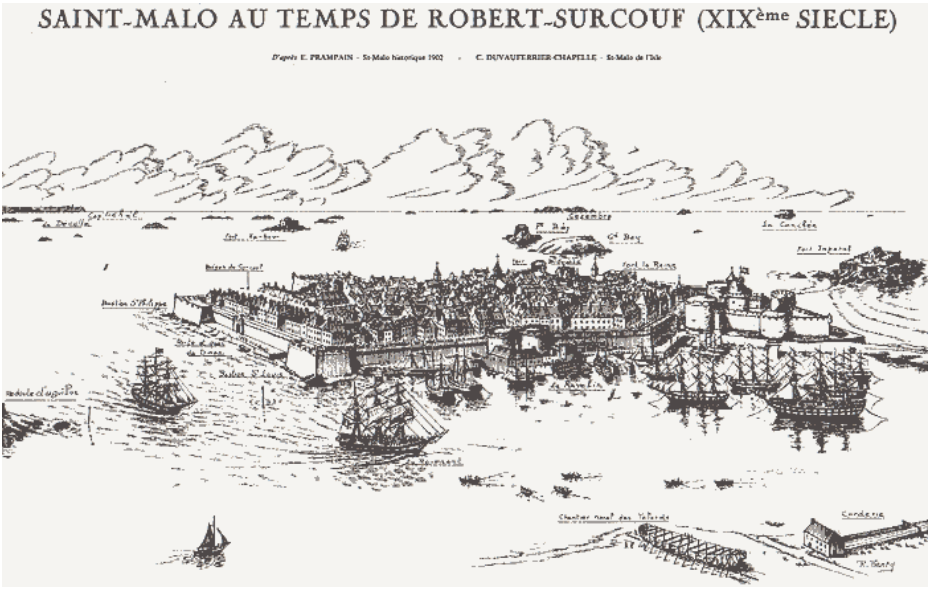
En 1590, en pleine période de Guerres de Religion, Saint-Malo refuse de reconnaître la légitimité du nouveau roi protestant Henri IV. S'ensuit alors une émeute populaire durant laquelle le gouverneur, rallié à la couronne de France, est tué et le château assiégé. Saint-Malo se proclame République indépendante jusqu'à l'accession d'un roi catholique au trône : c'est l'origine de la célèbre devise « Ni français, ni breton, malouin suit ». Après quatre ans d'indépendance de la cité malouine et même une demande de rattachement au royaume d'Espagne (faisant suite à la condamnation à mort des frondeurs), Henri IV abjure le protestantisme et se convertit au catholicisme. Un édit dans lequel « le roi embrasse les Malouins d'une paternelle affection » est proclamé et les condamnations à mort sont levées. Saint-Malo redevient française mais depuis cet instant précis elle ne cessera de revêtir l'image d'une citadelle très indépendante.
L'incendie de la cité en 1661 oriente la ville vers un nouvel urbanisme : les maisons ne sont construites qu'en pierres, les matières inflammables sont entreposées hors de la cité sur l'îlot des Talards (actuel emplacement de la gare), et certaines activités émigrent à Saint-Servan. Sous Paramé qui se développe, le premier marais est asséché.

Vers 1700

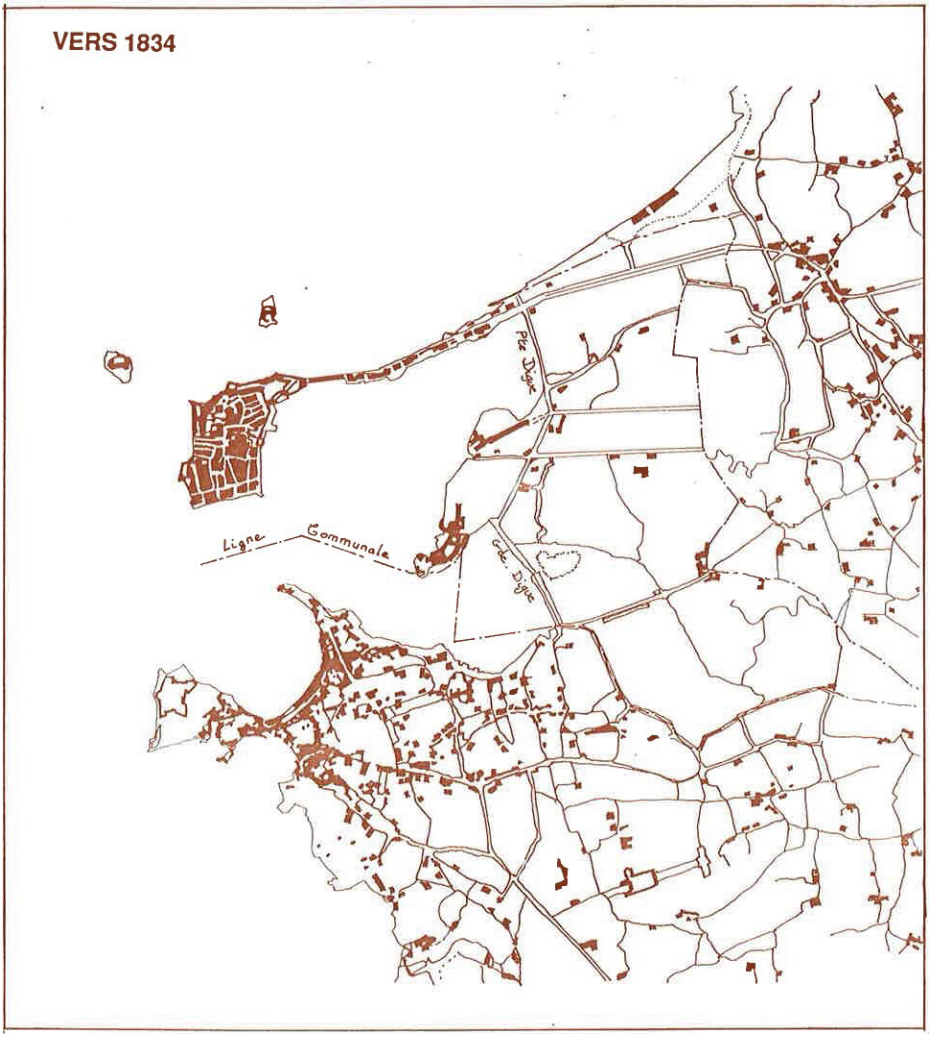

Paramé
Fort National
Le Sillon
Le Grand Bay
St Malo
les Talards
St Servan

Entre 1689 et 1695, Vauban et Garangeau développent les défenses de Saint-Malo et construisent plusieurs forts sur les rochers qui entourent la cité. Parmi ceux-ci Fort Royal (aujourd'hui Fort National), la Conchée, le Petit Bé et Fort Harbour trônent toujours aujourd'hui fièrement dans la baie et contribuent grandement à la renommée de la ville.

Le début du XVIIIème siècle voit s'agrandir la ville sur ses flancs sud et ouest. Les maisons d'armateurs et les hôtels particuliers des corsaires se multiplient à l'intérieur des murs, signes de la très grande richesse de la cité à l'époque des « courses » (la plus riche de la côte Nord disait-on). Les chantiers navals de Rocabey produisent alors à plein régime et forment une main d'œuvre de qualité dont l'expertise sert également au développement de la banlieue. Malgré les convoitises et les assauts répétés, jamais le fief corsaire ne tombera aux mains de l'envahisseur, comme en atteste l'échec du raid sur Saint-Malo de 1758, conduit par le duc Malborough.
La grande évolution urbaine de cette époque est la conquête du marais par la construction de digues. Elle se traduit par le renforcement du sillon et la construction de la petite digue entre le sillon et l'îlot des Talards. Sur cette digue est aménagé un système de vannes permettant le passage de la rivière du Routhouan. Le marais asséché constitue alors le domaine communal de la ville de Saint-Malo.



VERS 1834



. Le bouleversement urbain (XIX-XX)

La fin de la « guerre des courses », abolie officiellement à l'occasion du traité de Paris en 1856, coïncide avec une nouvelle ère de mutation pour Saint-Malo et son activité portuaire. Cette époque correspond également à celle des premiers grands travaux d'aménagement de l'espace portuaire. Entre la fin du XIXème siècle et le début du XXème, une forte proportion de voiliers de la Grande Pêche, de commerce et de tourisme choisiront alors Saint-Malo comme port d'attache.

1ère étape : en 1834, l'administration retient un programme de l'ingénieur des Ponts-et- Chaussées Girard de Caudemberg, largement inspiré des idées de Vauban, et il en ressort que les villes de Saint-Malo et Saint-Servan auront un port partagé, avec chacune leur bassin et leurs accès propre. Ainsi un barrage est commencé entre les deux villes et il comprend une écluse pour chacune. Mais le dernier tronçon de la Bourse n'est pas terminé et le bassin dit « à flot » fonctionne comme un bassin à marée. Les quais se développent maintenant sur toute la partie est et sud de la vieille ville, protégés par le nouveau môle des Noires. Une deuxième réduction de la baie s'effectue par la construction de digues et de quais entre St Servan, le Talard et le Sillon, permettant l'assèchement des grèves de Chasles et de Rocabey.

2ème étape : une digue de réduction est construite afin de circonscrire un bassin réservoir qui isole et protège les chantiers navals de Rocabey. L'arrivée du chemin de fer et la construction de la gare des Talards sont génératrices d'un nouvel urbanisme et d'implantation de nouvelles activités.

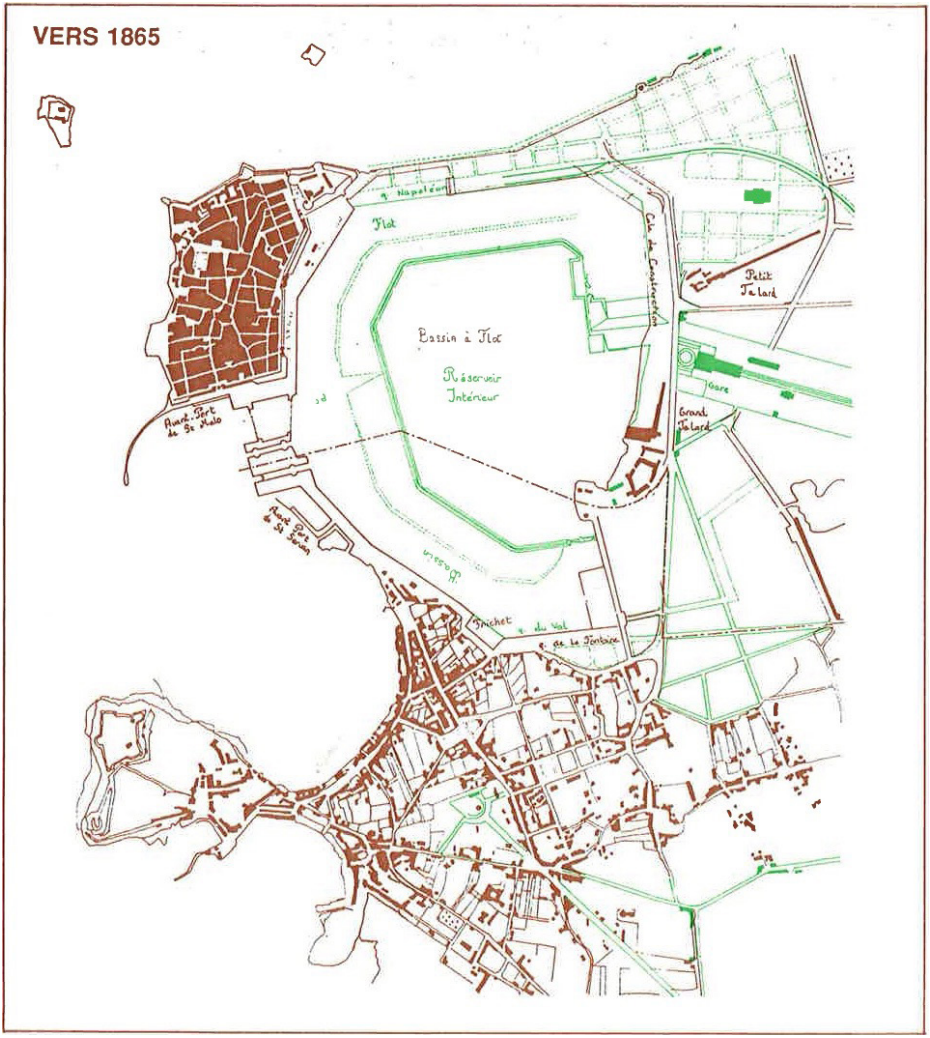
3ème étape : un bassin à flot est construit pour chacune des deux villes avec sa propre écluse : le bassin Duguay-Trouin pour Saint-Malo et la construction du quai Saint-Vincent ; le bassin Bouvet pour Saint-Servan et la construction du quai du Pourquoi Pas. Le bassin Vauban fonctionne toujours en bassin à marée et un pont roulant établit une liaison piétonne entre les deux villes. Le bassin intérieur est également réduit et l'avenue Louis Martin est créée pour une liaison directe entre la ville et la gare. Le trafic maritime quant à lui s'intensifie : les paquebots britanniques ralliant les îles anglo-normandes et les bateaux à roues assurant la liaison avec Dinard apparaissent dans le port de marée. Beaucoup d'embarcations sillonnent également la Rance pour le transport et le commerce. Avec l'apparition du tourisme balnéaire, Saint-Malo se tourne alors davantage vers la plaisance et les échanges.

4ème étape : cette étape eut lieu autour des années 30 et conduit sensiblement au port que nous connaissons aujourd'hui. Les aménagements peuvent se résumer à la réalisation du terre-plein de la bourse et la mise en bassin à flot de l'ensemble du port, la construction des terre-pleins du Naye et des Bas-Sablons, l'aménagement du bassin intérieur.

VERS 1850

Bassin à Flot
Cale de Construction
Petit Talard
Grand Talard
Avant-Port de St Malo
Avant Port de St Servan
Cale de Construction
Trichet
q. de la Fontaine

VERS 1865


Napoléon
Flot
Bassin à Flot
Réservoir
Intérieur
Petit
Talard
Gare
Grand
Talard
Avant-Port
de St Malo
Avant Port
de St Servan
Bassin
Trichet
du Val
de la Fontaine

Vers 1900

Bassin à Flot de St Malo
Réservoir Intérieur
Grand Talard
Petit Talard
Gare
Avant-Port de St Malo
Avant-Port de St Servan
Bassin à Flot de St Servan
Marée
Port
Rocabey
Talard
Gale Constructeur

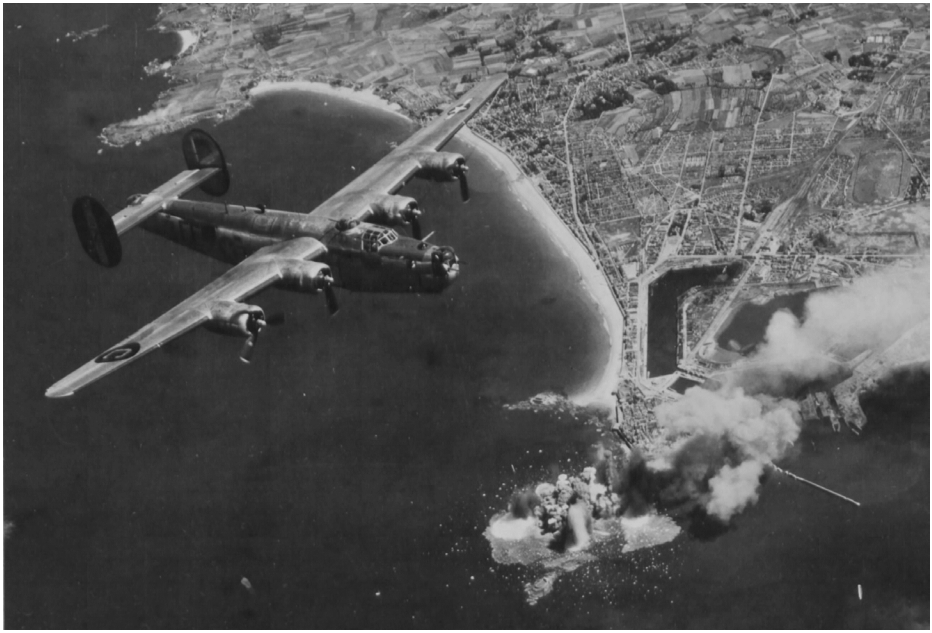
. La seconde Guerre et la reconstruction (XX)

Au même titre que de nombreux ports de la péninsule bretonne, Saint-Malo fut occupée par les troupes allemandes entre 1940 et 1944. Pendant la libération, elle fut alors la cible pendant deux longues semaines des raids américains et subit une pluie de bombes constante, qui détruisit plus de 80% de l'Intra-Muros, les moyens de communication, ainsi que l'industrie et les infrastructures portuaires.

Le déblaiement va être relativement long parce que Saint-Malo est une ville close : à partir des portes il faut dégager les rues principales, dégager les rues adjacentes et ensuite, une fois atteintes, dégager les déblais vers l'extérieur. Le travail, effectué par des charrettes à chevaux, prendra trois ans. Pour reconstruire Saint-Malo Intra-Muros, trois solutions sont alors envisagées : la première serait de laisser le site en l'état pour en faire un monument aux martyrs ; la deuxième prévoit de construire rapidement des bâtiment modernes ; enfin la troisième, celle qui sera finalement retenue, consiste en une reconstruction « à l'identique ». L'idée était que l'Intra-Muros d'après-guerre ressemble à l'Intra-Muros d'avant-guerre : que le profil de la ville vue de l'extérieur soit le même, en respectant les proportions des immeubles par rapport aux remparts ainsi que celles du clocher de la cathédrale.

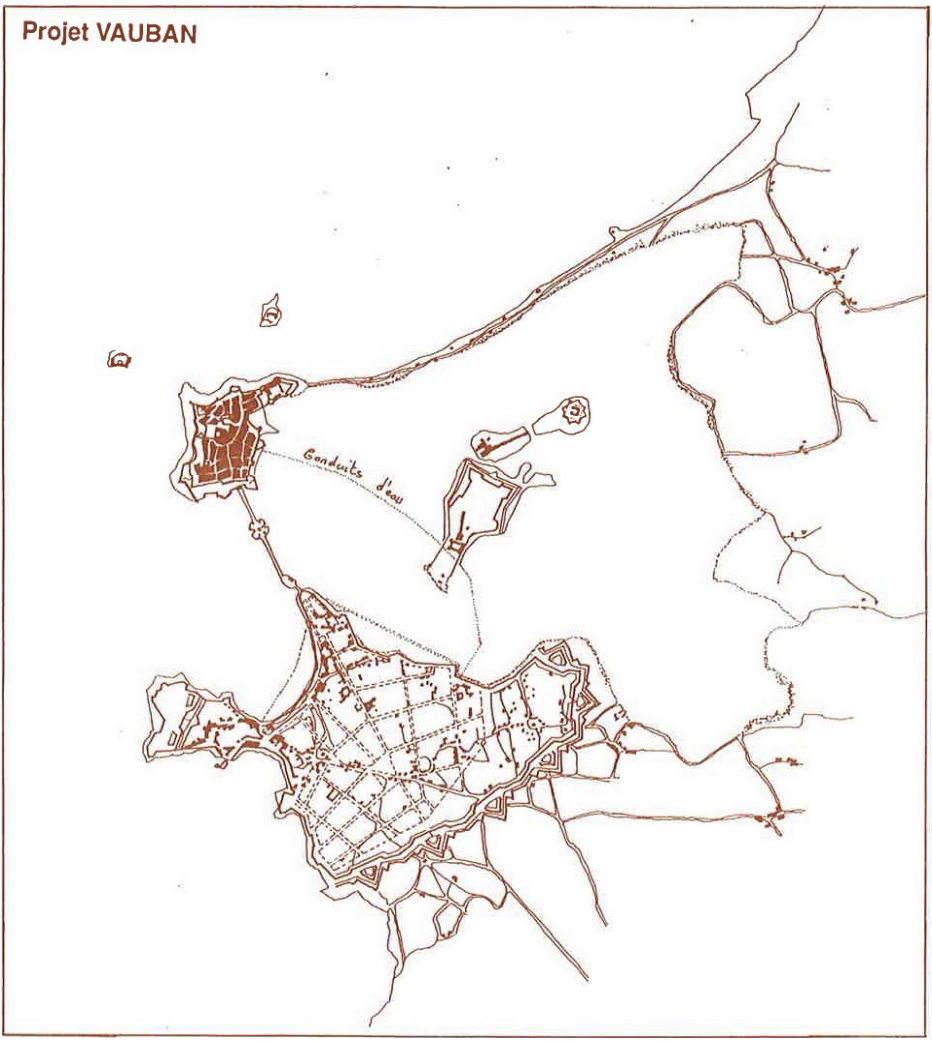
En ce qui concerne l'intérieur de la ville, des modifications importantes sont néanmoins apportées : les multiples petits toits des maisons laissent place aux grands toits des immeubles, la matérialité devient encore plus minérale qu'avant-guerre et les rues sont élargies, principalement pour la circulation automobile, malgré un plan d'ensemble relativement respecté. Quelques rares façades encore debout seront déconstruites pierre par pierre, puis numérotées pour être reconstruites à l'identique. Les travaux dureront douze ans, jusqu'en 1960, et s'achèveront définitivement en 1972, année durant laquelle la cathédrale retrouva enfin son clocher. La reconstruction du port dura approximativement quatre années. Le gros du travail fut la remise en état de l'écluse. Si les travaux on plutôt été de qualité, ils n'ont malheureusement pas profité de cette occasion malheureuse pour faire des modifications qui prennent en compte les innovations techniques de l'époque et l'augmentation de la taille des navires.

Aujourd'hui, Saint Malo reste néanmoins un exemple de reconstruction en Bretagne et en France. Cela a d'ailleurs participé de manière tangible à augmenter et consolider son attrait touristique.



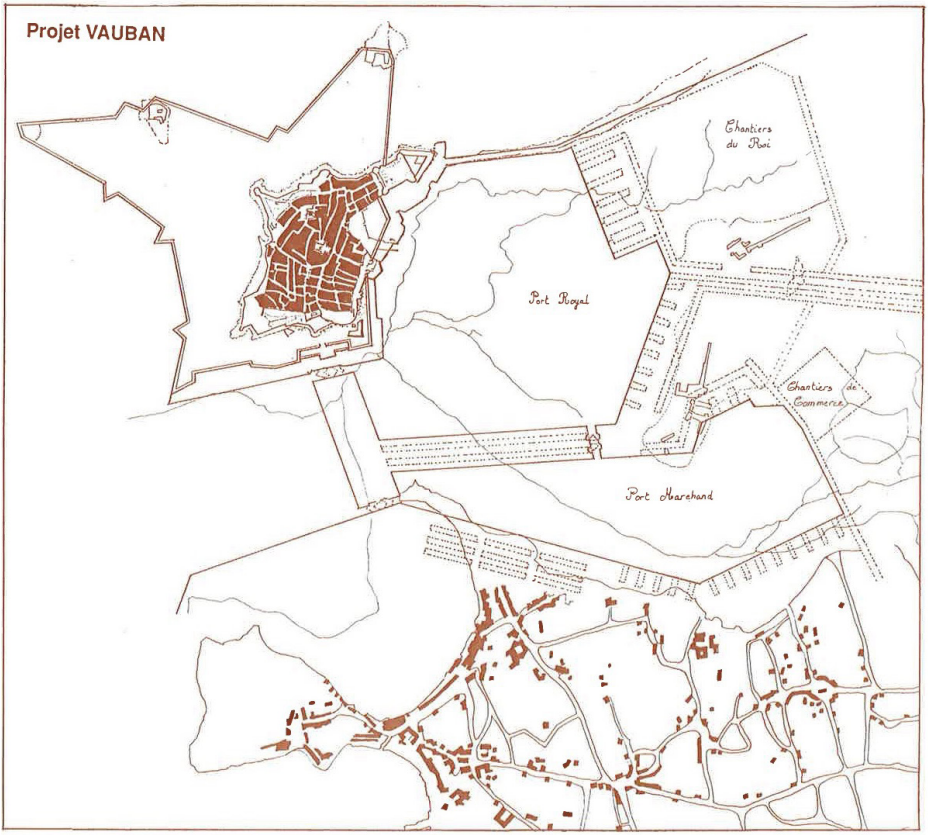
. Les grands projets non réalisés

Une ville se construit grâce aux projets qu'elle réalise, mais aussi grâce à tous ceux qu'elle ne réalise pas et qui laissent autant de traces et d'indices pour la comprendre.



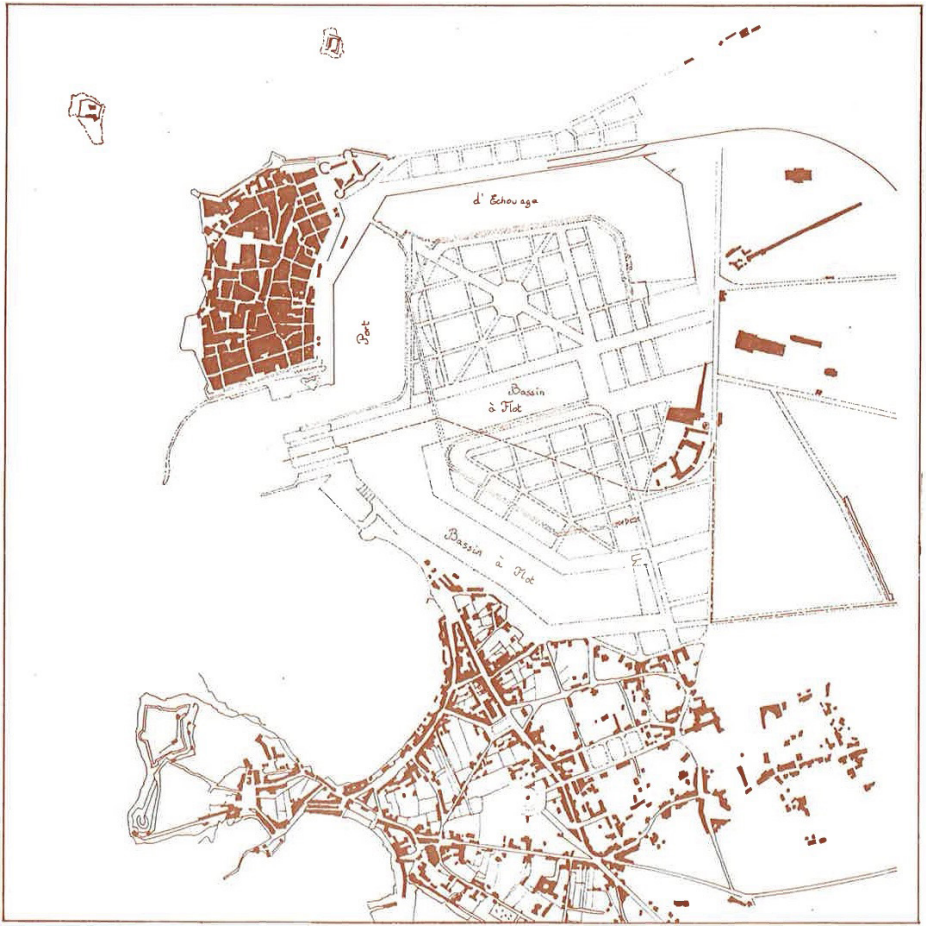
1. Ce projet Vauban consistait à fortifier la ville de Saint-Servan mais aussi à la restructurer suivant un plan baroque. Cette fortification devait assurer à Saint-Malo une meilleure protection de la ville et du port, Saint-Servan pouvant être un otage aux mains des Anglais en cas de siège.

2. Ce deuxième plan Vauban montre la volonté de créer à la fois un port militaire et un port marchand. La position du port marchand sur Saint-Servan ne fut sans doute pas du goût de la bourgeoisie malouine.



3. Projet établi par les jésuites en 1714 pour une extension de la cité jusqu'au Grand Bey. Le projet comportant un bassin d'échouage à l'intérieur des remparts. Cette idée fut reprise par la bourgeoisie malouine vers 1790, ce nouveau projet transformait le bassin d'échouage en bassin à flot beaucoup plus grand. Il fut un projet concurrent à celui finalement choisi de bassin à flot commun à Saint-Malo et Saint-Servan, côté marais.

4. Projet de Génie Militaire non réalisé. Il prévoyait : un bassin à flot pour chacune des deux villes et grand port d'échouage. Il nous donne peut-être la signification des deux écluses et du barrage non terminé. (L'utilisation du port a-t-elle été soumise jusqu'en 1945 à des prévisions militaires ?) Dessin établi à partir d'un document provenant de la bibliothèque du Génie Militaire de Vincennes.



1.1.2 Une terre d'aventuriers

Saint-Malo, c'est également de grandes personnalités qui ont construit sa renommée et qui continuent encore aujourd'hui d'exercer un magnétisme très particulier dans la mémoire du lieu. A travers la lecture de ces quatre biographies (liste évidemment non exhaustive, on pourrait y ajouter Duguay-Trouin, de la Bourdonnais, Surcouf et d'autres encore), il devient intéressant de remarquer à la fois la diversité que ces hommes incarnent, mais aussi leur obsession commune pour l'exploration.

. Jacques Cartier

Grand explorateur du XVIème siècle, Jacques Cartier naît en 1491 à Saint Malo. En 1524, il aurait accompagné Giovanni da Verrazzano dans ses explorations officieuses entre la Floride et Terre-Neuve. Dix ans plus tard, François 1er lui demande alors d'entreprendre officiellement l'exploration de l'Amérique du Nord dans l'espoir de trouver le mythique passage du Nord-Ouest entre l'Atlantique et le Pacifique, ainsi que de grandes quantités d'or et autres riches choses qui devaient les attendre sur les côtes de l'Amérique septentrionale. Les hommes de la première expédition quittent Saint-Malo le 20 avril 1534, à bord de deux bâtiments de 60 tonneaux, et arrivent à Terre-Neuve après vingt jours de mer par des vents favorables. Cartier décide alors de longer les côtes vers le Nord, puis passe le détroit de Belle-Isle, afin d'aller explorer minutieusement le Golfe de Saint-Laurent. Le 6 juillet de la même année, l'explorateur établit un premier contact avec les autochtones. Une relation de confiance s'installe peu à peu grâce à l'échange de bibelots contre des peaux de bêtes. Un moment de tension survient tout de même lorsque Cartier prend possession des lieux en érigeant une croix monumentale en bois de 30 mètres. L'inconvenance que suscite cette croix pousse l'explorateur a mentir en la décrivant comme un insignifiant point de repère. Cartier repart néanmoins pour Saint-Malo avec deux des fils du chef autochtone, qu'il a convaincu de le suivre. Grâce à leurs récits, il apprend l'existence du Fleuve Saint-Laurent, et repart le 19 mai 1535 pour un deuxième voyage à bord d'une flotte deux fois plus importante, dirigée par la Grande Hermine. Arrivé à l'embouchure du Saint-Laurent, il croit alors toucher au but en ayant découvert le passage du Nord-Ouest mais il se rend vite compte de son erreur en remarquant que l'eau s'adoucit à mesure qu'il s'enfonce dans le continent. Il découvre néanmoins une grande île qu'il baptise « Monsrealis », future Montréal. Une fois de retour, François 1er, déçu des résultats, le somme de repartir une troisième fois pour coloniser le Canada (baptisé par J. Cartier d'après un mot qui provient de l'iroquois Kannata qui signifie « amas de cabanes »). Il repartit en 1540 avec environ 1500 personnes pendant trois ans. Mais l'expédition fut un échec : la colonie s'éteint en 1543 et Cartier ne rentre qu'avec de fausses pierres précieuses. Dépité, François 1er se détourne des aventures coloniales. Jacques Cartier ne retournera jamais au Canada et se retire jusqu'à sa mort en 1557 dans son manoir, à coté de Saint-Malo. L'explorateur est toujours bien présent dans les mémoires. Saint-Malo lui doit aujourd'hui trois jumelages qu'elle entretient avec le Canada : Gaspé (capitale de la Gaspésie au Québec), Saint-Malo (Québec) et Saint-Malo (Manitoba).

. Maupertuis

Grand scientifique du XVIIIème siècle, Pierre-Louis Moreau de Maupertuis naît en 1698 à Saint Jouan-des-Guérets, près de Saint-Malo. Fils de corsaire malouin, son père l'oriente dans un premier temps vers une carrière militaire, mais il l'abandonne rapidement pour se diriger vers les sciences et devient membre de l'Académie en 1723. Cinq années plus tard, il part à Londres où il découvre les idées de Newton, notamment sur l'attraction universelle. A son retour, il sera le premier, non sans un courage certain (que lui reconnaitra D'Alembert), à diffuser en France les théories newtoniennes, s'opposant aux pensées de Descartes couramment admises jusque là. Le débat s'intensifie peu à peu en Métropole, notamment autour de la question épineuse de la forme terrestre. Pour trancher, Maupertuis est alors nommé en 1736 à la tête d'une des deux expéditions ayant pour objectif la mesure de la longueur d'un arc polaire et celle d'un arc équatorial. En seulement une année, il remplit cette mission difficile et confirme les prédictions de Newton, décrivant la Terre comme aplatie au niveau des pôles. Ce succès fait alors beaucoup parler de lui. Certains lui reproche de s'accaparer les mérites d'une mission collective, mais il acquiert néanmoins une excellente réputation auprès de Frédéric II de Prusse, qui lui offre la présidence de la prestigieuse Académie Royale des Sciences à Berlin, où il réside à partir de 1745. Franchement en poste en Allemagne, il se fait quereller par König qui lui reproche de plagier Leibniz et lui conteste l'énoncé du principe de moindre action proposé en 1744 et publié en 1750 (principe fondamental ayant ouvert la voie à toute la physique moderne). Il est alors soutenu par Euler, tandis que Voltaire, jusque là plutôt ami, se positionne violemment contre lui et l'accable de ses plaisanteries. Fréderic II est alors obligé d'intervenir en faveur de Maupertuis et ordonne à Voltaire et König de quitter Berlin sur le champ. Maupertuis sortira très marqué par cette affaire. En 1753, il obtient le l'autorisation de rentrer en France et résidera deux ans à Saint-Malo. Après quelques allers et retours entre Berlin et Paris, il tombe malade et demande un congé définitif. Il décèdera dans la maison de la famille Bernoulli à Bâle le 27 Juillet 1759.

. Chateaubriand

Grand écrivain et poète français, François-René, vicomte de Chateaubriand, est né à Saint-Malo le 4 Septembre 1768. Il est aujourd'hui considéré comme le précurseur du Romantisme français et l'un des plus illustres représentants de la littérature en général. Issu d'une famille aristocratique décadente qui se ré-enrichit grâce aux activités maritimes de son père, Chateaubriand grandit dans le château de Combourg que son père achète lorsqu'il est encore tout jeune. Il se destine dans un premier temps à une carrière militaire mais s'en éloigne rapidement et part découvrir le Nouveau Monde au moment de la Révolution, voyage dont il tirera son inspiration pour Natchez (1826). Un fois rentré, en 1792, il rejoint l'armée des émigrés à Coblence dans le but de combattre les forces de la République. Blessé au front, il est rapatrié à Jersey puis il part vivre quelques années à Londres, sonnant ainsi la fin de sa carrière militaire et le début de sa carrière littéraire. Rappelons que Chateaubriand était royaliste et qu'une partie de sa famille sera guillotinée 1794.De retour en France en 1800, il se met à beaucoup écrire, notamment sur la religion chrétienne (Génie du christianisme, 1802), l'un de ses thèmes de prédilection, avec l'exotisme du voyage (Atala, 1801) et la passion amoureuse (René, 1802). Son talent littéraire et ses relations avec la famille Bonaparte lui permettent d'ailleurs d'être radié de la liste des émigrés, qui le condamnait à l'ombre jusque là. Il part alors à Rome, envoyé par Napoléon, comme premier secrétaire d'ambassade, mais il démissionne rapidement, fermement opposé au sacre de l'empereur. Il entreprend alors un grand voyage en Méditerranée et en Orient, qu'il relate dans Itinéraire de Paris à Jérusalem (1811). La même année, il est élu à l'Académie française mais ses convictions antirévolutionnaires lui empêchèrent d'occuper son siège avant la Restauration. Avec le retour de la royauté, il s'engage pendant de nombreuses années en politique. Il occupe plusieurs postes prestigieux d'ambassadeur et sera même ministre des Affaires Etrangères entre 1823 et 1824 avant d'être brutalement congédié, conséquence de nombreuses jalousies autour de lui. Encore un temps engagé dans l'opposition, il se retire de toutes activités politiques après la Révolution de 1830 et se consacre à l'achèvement de ses Mémoires d'outre-tombe, entamé en 1811. Publiées à titre posthume sur demande de l'auteur (il avait d'ailleurs dû céder les droits à une société pour cause de dettes), ses mémoires resteront son grand chef d'œuvre, aussi bien d'un point de vue autobiographique que du témoignage historique. Adulé par la jeune génération, il restera dès lors l'icône du mouvement Romantique français : Victor Hugo aurait déclaré à ce sujet « *Je veux être Chateaubriand ou rien* ».
L'écrivain meurt le 4 Juillet 1848 à Paris et sa dépouille est, conformément à sa volonté, rapatriée à Saint-Malo sur l'îlot du Grand Bé, où un repos éternel face aux tempêtes l'attend. Sa tombe, très sobre et sans inscription, attire depuis la fin du XIXème siècle énormément de passants, venus partager l'écoute du vent et de la mer, au côté de l'écrivain.

. Charcot

Grand explorateur polaire du début du XXème siècle, Jean-Baptiste Charcot est né en 1867 à Neuilly-sur-Seine. Fils d'un illustre médecin, il embrasse la profession médicale à son tour et se passionne pour la mer et les expéditions scientifiques. Il y consacra d'ailleurs la majorité de sa vie en partant à de multiples reprises en Arctique et en Antarctique entre 1903 et 1936. Extrêmement soucieux de la Nature, il sera l'un des premiers à encourager son observation plutôt que son exploitation. «Chaque membre de son équipage avait une spécialité et leurs travaux sur les mesures océanographiques, les relevés météo, les collections de zoologie et de botanique, leurs études sur l'hydrographie ou le magnétisme ont fait de Charcot l'un des plus grands explorateurs français» (Joël Le Gourrierec, bibliothécaire de la société d'histoire et d'archéologie de l'arrondissement de Saint-Malo). L'aventure commence pour lui en 1892 alors que son père lui offre son premier bateau, un petit cotre de 8.30 m avec lequel il apprend à régater. Un an plus tard, à la mort de son père, il revend son bateau et se fait construire le premier Pourquoi-Pas?, un cotre de 19.50 m. Suivirent rapidement le Pourquoi-Pas ? II, une goélette en bois de 26 m et le Pourquoi-Pas ? III, une goélette en fer de 31 m, apportant chacune leurs lots d'améliorations et avec lesquels il navigue entre autre en Egypte, aux îles Féroé et en Islande. En 1900, il décroche deux médailles d'Argent en voile pour la France aux Jeux Olympiques. Entre 1903 et 1907, il ferra construire à Saint-Malo ses deux plus grands navires : le Français, une goélette de 32 m avec laquelle il fera le premier hivernage d'une expédition scientifique dans les Pôles (île Wandel) ainsi que la découverte et le relevé de plus de 1000 km de côtes ; et le Pourquoi-Pas IV, bateau d'exploration polaire de 40 mètres avec lequel il dirigera sa deuxième grande expédition polaire avec à la clef 2000 km de relevé cartographique supplémentaire (dont l'île Charcot, à qui il donna en hommage le nom de son père) et de nombreuses découvertes dans des domaines très variés. Il fut ensuite mobilisé pendant les quatre ans de la Grande Guerre, d'abord comme médecin, puis comme marin, où il développe le concept de bateau-leurre pour la chasse aux sous-marins. Après la guerre, il est trop vieux pour commander ses bateaux mais reste à bord pour diriger les expéditions. Il ne cessera alors de naviguer dans les mers polaires jusqu'au naufrage de son bateau le 16 septembre 1936 dans une violente tempête au large de l'Islande, où il trouva la mort, en digne marin qu'il était. Son corps sera retrouvé et des obsèques nationales organisées à la cathédrale Notre-Dame de Paris. Il laissera une trace importante dans la mémoire des Malouins : «en venant participer à des régates, il a été attiré par la cité. Charcot était un amateur de beau bateau, qu'il se faisait construire pour le plaisir. Quand il a fait construire Le Français et le Pourquoi-Pas ? IV, il s'est adressé à Gautier, un constructeur malouin, qui jouissait d'une grande renommée. Pour suivre les travaux, il a acheté La Passagère à Saint-Servan. Quand le Pourquoi-Pas? n'était pas en mission, il hivernait à Saint-Malo», explique Marc Jean, directeur des archives municipales.

1.1.3 Un environnement naturel et construit singulier

Saint-Malo, c'est une histoire, c'est aussi des hommes, mais c'est avant tout un lieu. L'environnement géographique dans lequel la cité corsaire s'est développée est remarquable: le site fait la ville autant que la ville fait le site. Ce lien de réciprocité entre la cité et son territoire convient d'être mis en lumière afin de ne point oublier qu'il résulte d'une action de l'homme, entre résistance et résilience, instinctive ou non, visant à l'entretenir et le réinventer en permanence.

. Un paysage rythmé par les plus grandes marées d'Europe

Le phénomène des marées est la résultante de lois physiques universelles. Avant de le comprendre, nos ancêtres y ont d'abord reconnu la manifestation de l'action divine. Mais à partir du XVIIème siècle, les travaux de Newton ou Laplace sur la loi de l'attraction universelle ont grandement contribué à lui trouver son explication scientifique. Le mouvement journalier de la mer, reconnaissable par une variation de hauteur plus ou moins importante, est la résultante des forces gravitationnelles du Soleil et de la Lune. Cette dernière, plus proche de la Terre, possède une force d'attraction sur les océans deux fois plus grande que le Soleil. C'est donc elle qui fixe la fréquence des marées : deux par jour (c'est à dire qu'une marée haut et une marée basse sont espacées de six heures environ). C'est ensuite la combinaison des forces lunaires et solaires, leur emplacement relatif, qui détermine l'intensité du phénomène : les vives eaux (grandes marées) se produisent au moment de la pleine et de la nouvelle lune, lorsque Lune et Soleil sont alignés; les mortes eaux se produisent lors des premiers et derniers quartiers, lorsque la Lune et le Soleil forme un angle droit par rapport à la Terre. La course de la Terre autour du Soleil décrivant une ellipse, des phénomènes à l'échelle annuelle sont également observables, en particulier au moment des solstices et des équinoxes. Depuis que l'on a pu calculer l'emplacement exact des planètes, et ce à tout instant, on a été capable de prévoir l'horaire et les coefficients des marées. Elles agissent ainsi comme un calendrier, autant à l'échelle de la journée, du mois que de l'année : un véritable métronome de vie. L'estran, l'espace intertidal entre marée haute et marée basse, est le lieu d'un spectacle paysager émouvant.

« [Il] offre ses moirures de sable et d'eau, d'algues parfois noires, parfois vertes aux reflets violacés, sur fond de sable blond, de galets roses ou gris, sombres ou blanchâtres. L'estran des vases beiges et grises, mordorées et luisantes sous la lumière frisante, l'estran grouillant d'une vie qui hésite entre la terre et l'eau, présente une symphonie de tons rompus d'une ineffable poésie, le symbole même du paysage d'entre terre et mer. »

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Basse-Normandie, Paysage d'entre terre et mer

Le dessin des côtes et des fonds marins joue ensuite un rôle déterminant sur l'expression des marées tout autour de la planète. C'est là que Saint-Malo peut être fière de son emplacement géographique unique, théâtre des plus grandes marées d'Europe (les plus grandes marées du monde sont situées sur la côte canadienne, non loin de l'endroit où Jacques Cartier débarqua lors de ses expéditions). Plusieurs raisons géographiques sont en effet responsables de l'amplification de l'onde de marée. La première, c'est le profil de la Manche, qui impose une accélération violente de la masse d'eau atlantique lorsqu'elle pénètre dans le goulot entre la France et la Grande-Bretagne. La seconde, c'est l'existence de la Presqu'île du Cotentin, qui s'oppose frontalement au mouvement de la Manche, créant ainsi une amplification par effet de rebond (comme une vague qui viendrait taper une digue puis repartirait à contre sens). La dernière raison réside dans les faibles profondeurs du golfe breton-normand (moins de 35 m en dessous du 0 CM) qui accélère brutalement l'onde de marée à l'approche des côtes. Le marnage malouin (différence entre la marée haute et basse) peut ainsi grimpé jusqu'à presque 14 mètres !

. Un emplacement privilégié à l'embouchure de la Rance

« Rien de plus charmant que les environs de Saint-Malo dans un rayon de cinq à six lieues – Les bords de la Rance, en remontant cette rivière depuis son embouchure jusqu'à Dinan, mériteraient, seuls, d'attirer les voyageurs – mélange continuel de rochers et de verdure, de grèves et de forêts, d'antiques manoirs de la Bretagne féodale et d'habitations modernes de la Bretagne commerçante. »

François-René de Chateaubriand – Mémoires d'Outre-Tombe 1848

La Rance est un fleuve breton d'une centaine de kilomètres, prenant sa source dans les Landes du Méné et se jetant dans la Manche entre Saint-Malo et Dinard. Il prend d'abord la forme d'un petit filet d'eau, ensuite celle d'une rivière canalisée jusqu'aux pieds des remparts de Dinan, pour enfin s'élargir sur les vingt derniers kilomètres et former une splendide vallée, entre eaux douces et salées. Cet estuaire tire sa particularité d'une côte extrêmement découpée, formant de multiples îlots et des petits havres, entourés de falaises et bordés de villages pittoresques. La Rance est également un habitat riche et privilégié pour une faune et une flore locale rare.

Un bassin d'activités rurales.

La vallée de la Rance se compose aujourd'hui de beaucoup de petites exploitations agricoles (en grande majorité de moins de 10 ha). Au tournant du XIXème siècle, elle est la scène d'un savoir-faire artisanal et industriel varié, dont chaque commune, ou presque, tirait une spécialité : travail du lin, du chanvre ou encore de la laine, transformés dans les manufactures de toiles à voiles et de vêtements. La Rance jouait alors un rôle fondamental pour ces activités, comme matière première, comme force motrice ou comme agent de transport. *« En dehors de l'industrie textile, les activités tributaires de l'eau sont : des brasseries dont les «lavures» s'écoulant dans les rues vers la rivière créaient, des conflits avec le voisinage ; des tanneries (29 à Dinan en 1793) ; une usine à papier à Saint-Jouan-de-L'Isle ; une centaine de moulins et de minoteries de rivière ainsi que quinze moulins à marée ; des fours à chaux entre Dinan et Saint-Servan, utilisaient les calcaires du sud du département de la Manche ou les gisements locaux, ceux de la région du Quiou où la mer des Faluns en se retirant il y a 15 millions d'années, a laissé un gisement de «sablons» sur plus de 600ha. Ces calcaires compacts très riches ont été également utilisés pour la construction. »*

Un bassin d'activités maritimes.

De nombreuses activités liées à l'eau étaient également répandues dans le Val de Rance : la petite pêche à pied ou en bateau, les marais salants et les chantiers navals. Ces derniers commencent à se développer à la période du grand commerce maritime du XVIIème et celle des courses au XVIIIème : les malouinières, riches bâtisses typiques des armateurs malouins, construites sur les bords de Rance à cette époque seront les témoins visibles de la très grande richesse du territoire du Clos-Poulet. Au XIXème, la construction navale continue à être très en vogue. Elle produit autant de grands navires

océaniques que de petites embarcations de rivière à fond plat. Mais vers 1880, l'activité ralentit à cause de la concurrence des autres grands ports français et se concentre alors quasi-exclusivement sur l'entretien des bateaux et l'élaboration des doris pour la pêche sur les bancs de Terre-Neuve. Beaucoup des travailleurs sur les chantiers étaient également marins : en mer lors de la période de pêche, ils retrouvaient une fois à terre leur métier d'artisan (cordiers, poulieurs, charpentiers, voiliers). Dorénavant, les chantiers ne s'occupent plus que de la plaisance, majoritairement pour l'entretien.

L'eau : source d'échange et moyen de transport.

Pendant plusieurs siècles, la Rance constituait le moyen privilégié pour le transport des hommes et des marchandises entre l'intérieur des terres et la côte. Les échanges étaient majoritairement des produits agricoles, comme le cidre, le chanvre ou les céréales, mais aussi le bois et le charbon qui permettaient de chauffer Saint-Malo, ainsi que la chaux, la fonte, la pierre et la brique pour la construction. A partir de 1832, le Canal d'Ile-et-Rance, permettant de faire la liaison fluviale entre Saint-Malo et Rennes, vint renforcer le trafic de fret. A cette époque, il était deux fois plus rapide et dix fois moins cher pour un homme de faire le trajet Dinan/Saint-Malo par la mer que par la terre. L'arrivée du train en 1864 et le développement des infrastructures routières (Viaduc routier de Dinan en 1852, Pont Saint-Hubert en 1928, le barrage de la Rance en 1967) auront raison du transport fluvial de marchandises en Rance, progressivement remplacé par la plaisance et le tourisme. Néanmoins, ce passé commercial et maritime reste aujourd'hui très attaché à la mémoire du lieu et fait parti du patrimoine de ses habitants.

. Une baie caractérielle

Avant l'achèvement du système de défense Vauban, Saint-Malo ne comptait qu'en grande partie sur ses récifs pour assurer sa protection. Elle passa d'ailleurs tout proche de la ruine en 1693 lorsqu'un bateau kamikaze anglais, chargé de poudre et de bombes fut lancé vers la cité corsaire pour faire une brèche dans les remparts et incendier toute la ville. Seul un écueil réussit à stopper miraculeusement le navire à quelques mètres de son but. Le système actif de défense militaire fut mis en place autour de 1700 avec l'édification et l'armement de plusieurs forts en mer (la Conchée, le Petit Bé, Fort Harbour, Fort National, ainsi que le fortin du Grand Bé et celui de Cézembre) et à terre (le Château, le Naye, la tour Solidor, la Varde et fort la Latte). Le pouvoir militaire était sous l'autorité du gouverneur, logeant au château. Il disposait d'une garnison entretenue par le roi et récoltait 1/10ème des gains financiers générée par les forts de sa juridiction. Un commandant était ensuite en charge de piloter les opérations depuis fort Harbour : il devait être marin afin de parfaitement maîtriser l'art des vents et des courants ainsi que celui de la manœuvre des vaisseaux. L'élaboration d'un tel système de défense montre à quel point la ville était d'une importance stratégique de premier ordre. Si elle tombait aux mains de l'ennemi, elle devenait alors un danger immédiat, extrêmement difficile à reprendre. Le cas ne se présentera qu'à la Seconde Guerre Mondiale et conduira aux bombardements que l'on connaît et à la destruction quasi totale de la ville.

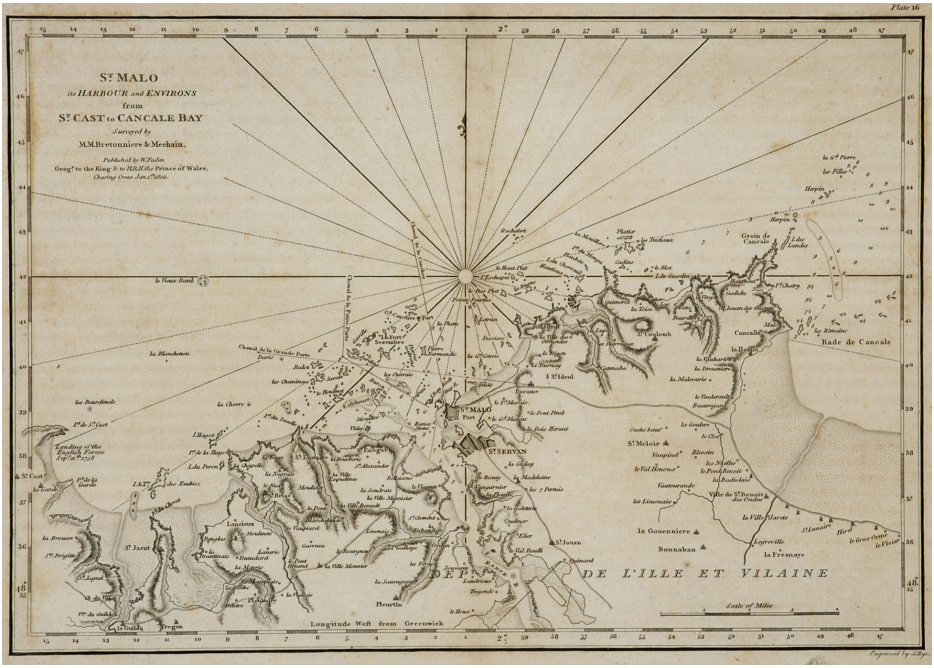
VEUE OU PROFIL DE SAINT MALO,

Sillon, Paramée, et bout de la Coste de l'Est.

auec les Nauires pour lors en rade, dans le tems que Monseigneur le Comte de Maurepas y passa.

1. *Le Château*
2. *S.t Benoist, couvent d'hommes*
3. *la Victoire, couvent de Femmes*
4. *Cathedralle*
5. *Ste Anne, couvent de Femmes*
6. *S.t Sauveur, hopital.*
7. *le Sillon.*
8. *Paramée.*
9. *Hoguette.*
10. *Fort Royal.*
11. *Grand Bée.*
12. *Petit Bée.*
13. *Cezembre*
14. *la Conchée, dou est pris le point de veüe*
15. *Nauires qui vont en Rade*
16. *Thomas d'Aquin*
17. *Comtesse de Ponchartrain.*
18. *Nauires.*

Les atterrages de Saint-Malo ont toujours été réputés pour leur dangerosité. Pourtant, la ville fut très tôt l'un des ports les plus actifs de France (le plus beau port du Royaume selon Charles VII). Cette double condition a ainsi contribué à en faire l'un des plus importants cimetières de navires au monde. Les sites archéologiques sous-marins sont nombreux et leur exploration régulière permet d'en apprendre toujours davantage sur la construction navale de l'époque. Sur les anciennes cartes, on retrouve les trois passes qui constituaient les voies d'accès à la ville pour ceux qui en connaissaient le secret: la « passe de la petite porte », la « passe de la Grande Conchée » et la « passe du Décolé ». Aujourd'hui, elles sont toujours les chenaux d'accès au port, clairement balisées, notamment grâce à plusieurs alignements de phares, en mer et à terre.



1.2 Saint Malo de nos jours : « l'incomprise »

La difficulté qui se présente à la compréhension de Saint-Malo aujourd'hui provient du fait qu'elle se développe sur une dichotomie : d'un côté la vie citadine qui s'essouffle et de l'autre une vie touristique qui ne cesse de croître. Et si le mariage des deux semble encore peu évident, l'avenir n'en reste pas moins rempli de perspectives.

1.2.1 Une vie citadine en sous régime

Plusieurs facteurs démontrent les difficultés quotidiennes de la cité corsaire. Loin d'être exhaustifs, ils permettent néanmoins de dresser le tableau d'une certaine réalité de Saint-Malo, qui décrit quelques uns des principaux enjeux pour que la ville progresse dans les prochaines années.

. La question politique

Saint-Malo, qui s'est construite autour de son port et sa position géostratégique, a toujours fait l'objet de conflits et de revendications importantes à toutes les échelles du pouvoir politique, et déjà du temps des anciens ducs de Bretagne et des rois de France. Depuis 2007, l'Etat a transmis la gouvernance du port à la Région. C'est donc le conseil régional et ses élus politiques qui fixent le cahier des charges et décident du mandat de gestion du port, actuellement aux mains de la CCI 35. La difficulté de faire des projets se voit alors décuplée par le fait que les acteurs de ces projets dépendent d'instances politiques et administratives différentes, parfois concurrentes, spatialement comme idéologiquement. Ce qui constitue aujourd'hui une difficulté apparente pour la ville pourrait tout à fait se transformer demain en opportunité. En effet, le dialogue nécessaire à l'analyse du passé, la compréhension du présent et la construction du futur reste possible et doit être la clef d'un projet innovant pour le futur d'un territoire commun. La symbiose du port et de la ville ne s'accomplira que par un renforcement des échanges, d'abord en terme d'informations : il faut établir un cadre dans lequel les différents échelons politiques arrivent à fédérer les intérêts respectifs. En marche !

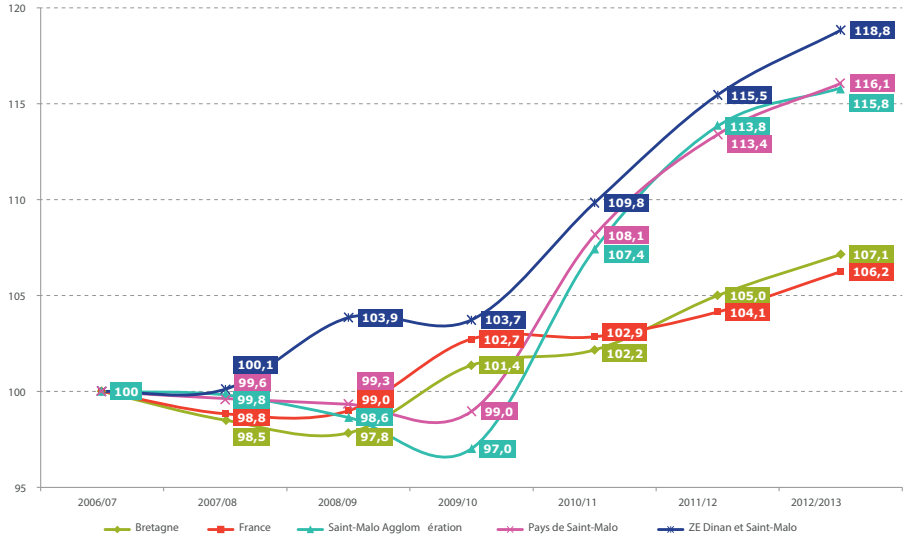
. La question du logement

Depuis 2008, la ville est en décroissance démographique et l'âge moyen de sa population augmente progressivement. Aujourd'hui, 20% du parc immobilier est composé de résidences secondaires. Le prix du foncier monte petit à petit et les jeunes n'ont souvent pas les moyens de s'installer ou même de rester. On assiste également aujourd'hui à un phénomène sociétal qui dépasse largement le seul cas de Saint-Malo : il s'agit de la question de la décohabitation puis de la recomposition familiale engendrées par les divorces (environ un couple sur deux dans l'hexagone). Selon une étude de Crédit foncier de France datant de 2006, «chaque divorce engendre un besoin supplémentaire de 0,7 logement». En effet, le conjoint qui quitte le domicile conjugal (le père, dans 85% des cas) recherche par la suite un logement avec les mêmes caractéristiques et la même taille de manière à pouvoir héberger ses enfants, voire ceux du nouveau conjoint dans le cas d'une famille recomposée. Le recul de la gare ferroviaire en 2005 a permis de développer un nouveau quartier avec des logements neufs, des commerces et une vie culturelle de qualité (La Grande Passerelle). Néanmoins, ce quartier n'arrive pas encore à jouer son rôle de catalyseur urbain et se retrouve finalement enclavé dans un tissu vieillissant (51% des logements du parc datent d'avant 1975). Il ne résout pas vraiment non plus la question de l'accès au logement pour les Malouins, compte tenu des prix élevés et d'une stratégie économique qui s'adresse trop directement aux Parisiens. Les premières pistes de la reconnexion urbaine ont été données par le Projet Urbain Stratégique Saint-Malo 2030. Une réflexion conjointe, menée autour du port et pour le moment absente de toutes les études, doit absolument venir renforcer cet élan.

. La question de l'enseignement et de la recherche

Sur les questions de l'apprentissage, de la recherche et de l'incubation d'entreprises, le destin de Saint-Malo est depuis quelques années intimement lié à celui de Rennes. Chaque jour, on observe un flux équivalent de personnes se déplaçant de Rennes à Saint Malo, et inversement, pour travailler ou pour étudier. Ainsi le technopôle, créé en 1984 par Rennes Métropole sous le nom d'Atalante, a inauguré en 2005 un parc scientifique à Saint Malo spécialisé dans les domaines du numérique, de l'agroalimentaire, de l'environnement, de la santé, de la productique et de la valorisation des ressources marines. L'entreprise TIMAC a inauguré en 2015 son centre mondial de l'innovation, concernant la nutrition végétale ainsi que la nutrition et le bien-être animal, qui devrait abriter à terme plus de 200 chercheurs. Un partenariat se développe entre le nouveau lycée professionnel maritime de Saint-Malo et l'université Rennes 1. Le lycée maritime qui était auparavant sur les quais se retrouve aujourd'hui dans la zone périurbaine de Saint Malo, à 3 km à l'Est de la gare. Globalement, on assiste à une désertion des programmes d'enseignement de la zone portuaire et des bords de mer, complexifiant par la même occasion leurs accès. Pourtant, c'est bien le cadre marin qui constitue l'atout principal d'attractivité de la cité corsaire. Si l'enseignement veut se donner les moyens de ses ambitions, elle peut décrocher un des tout premiers rôles dans le futur du port de Saint-Malo, tant ce dernier est un terreau fertile pour la recherche, sur les questions énergétiques notamment.

Evolution des effectifs étudiants de 2006 à 2012



. La question de l'industrie

La filière industrielle correspond à un peu plus de 10% de l'emploi salarié de Saint-Malo, et trouve très largement sa source dans l'activité portuaire. L'usine TIMAC du groupe Roullier (premier groupe privé français en agrofournitures et en engrais), et BPM Import (premier importateur de bois du Nord et matériaux de construction), en sont les acteurs principaux. D'autres activités s'y développent, telles que les exports d'enrochement et l'alimentation du bétail. La question de l'industrie sur le port est un sujet brûlant pour la ville et ses habitants. Indispensable et indispensable d'un point de vue économique, elle cristallise malgré tout beaucoup de critiques concernant les nuisances visuelles, olfactives et environnementales qu'elle occasionnerait, ce qui la place dans une situation inconfortable vis-à-vis des citoyens, et qui, de surcroît, tend à freiner sa progression. Il est important que l'industrie s'implique d'avantage dans les innovations portuaires et urbaines à venir, car c'est ainsi qu'elle renforcera sa présence et sa légitimité auprès de la population locale, en montrant qu'elle dispose de tous les moyens financiers, technologiques et intellectuels nécessaires pour relever le défi environnemental qui nous attend.

. La question de la pêche

Ame primaire du port, la pêche malouine est depuis quelques temps au bord de l'agonie et les tonnages chutent d'année en année. Le port de Roscoff, dans le Finistère, est devenu plus avantageux pour le déchargement et la vente de la pêche hauturière artisanale de nombreux bateaux malouins, solution qui leur permet également de faire des économies de carburant important sur leurs parcours. A Saint-Malo, l'activité ne survit donc aujourd'hui que par la pêche côtière de coquillages (plus de 90% du tonnage), de seiches (5%) et de poissons nobles (3%). La vente s'effectue par l'intermédiaire d'une criée informatisée mais il n'existe pas d'infrastructures de froid permettant de garder la marchandise à quai plusieurs jours. La Compagnie des Pêches, présente sur le port, constitue le dernier fleuron et le vestige de la gloire passée de la grande pêche des terre-neuvas. Elle dispose du dernier bateau français de pêche à la morue dans le Grand Nord. Si le port et la ville ne prennent pas conscience de l'importance de la pèche, celle-ci sera condamnée à disparaître dans les années à venir.

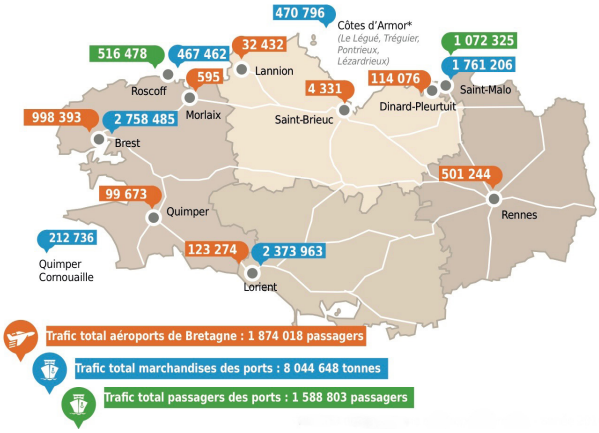
Meltem
St Malo

1.2.2 Une vie touristique en surrégime

Si on souhaite trouver la marque d'une épopée contemporaine à Saint-Malo, c'est dans le secteur touristique que l'on pourra la trouver. Commencée il y a un peu plus d'un siècle, l'aventure touristique malouine n'a cessé de prendre de l'importance, au point de vampiriser aujourd'hui la quasi totalité de l'attention et d'orienter systématiquement les décisions dans son sens. Elle n'en constitue pour autant pas moins un secteur avec une marge de progression encore élevée, et doit entraîner dans son sillage le développement urbain nécessaire à Saint-Malo, notamment du point de vue infrastructurel.

. Premier port passager de Bretagne

Face à l'affluence touristique principalement, mais aussi avec les échanges de marchandises, Saint-Malo constitue aujourd'hui un des nœuds de transfert modal les plus importants du Grand Ouest français, et se hisse au premier rang dans le transport de passager en Bretagne. Située à environ 40 km du Mont Saint-Michel (site provincial le plus visité de France) et voisine de Dinard, elle voit embarquer et débarquer chaque année plus d'1,1 millions de personnes et compte bien doubler ce chiffre dans les 20 prochaines années. L'aéroport le plus proche est celui de Dinard-Pleurtuit-Saint-Malo, situé à 10 km des murs d'Intra-Muros, et qui accueille chaque année plus de 100 000 voyageurs. Le barrage de la Rance, seul trait d'union avec la cité malouine est déjà très saturé et devra évoluer pour que le flux puisse s'intensifier. Saint-Malo s'impose également progressivement comme le port d'attache de Rennes, chef-lieu du département et préfecture de la région, situé à 60 km, en lui offrant ainsi la possibilité d'avoir des activités industrielles et commerciales tournées vers la mer et l'international. Chaque année, plus de 500 000 personnes transitent par l'aéroport de Rennes. Tout l'enjeu réside dans la capacité du port et de la ville de Saint-Malo à renforcer conjointement leur statut de numéro 1 dans le transport passager et à trouver collectivement des solutions infrastructurelles ambitieuses et innovantes afin de résoudre la superposition des liaisons territoriales et des déplacements locaux, problème majeur, notamment entre la gare maritime et ferroviaire.



. Une réputation culturelle, sportive et médiatique importante

Depuis 1978, Saint-Malo organise une fois tous les quatre ans la Route du Rhum, dont elle est le village départ : c'est une transat à la voile, de professionnels et d'amateurs, en solitaire jusqu'à Point-à-Pitre (Guadeloupe). Cet évènement à une résonnance planétaire, il attire de nombreux médias et environ 1 000 000 de visiteurs. Côté voile, la cité malouine organise également tous les 2 ans la Transat Québec/Saint-Malo, tous les ans le Raid des corsaires, et beaucoup d'autres compétitions plus modestes. Pour les sportifs toujours, le Marathon de la Baie du Mont Saint-Michel est un événement à ne pas manquer. Présenté comme l'un des marathons les plus beaux au monde avec en arrière plan la célèbre abbaye sur son rocher, il attire chaque année près de 5000 coureurs et 50 000 spectateurs. Le semi-marathon Cancale/Saint-Malo, l'Intrail Muros ou le Trail de la Côte d'Emeraude profitent tout autant de ce cadre exceptionnel.
Côté films, livres et bande-dessinées, les festivals Etonnants Voyageurs et Quai des Bulles attirent à eux deux environ 100 000 personnes au bord des quais chaque année. Au niveau musical, le territoire n'est pas en reste avec La Route du Rock, Classique au Large et Folklores de Monde : c'est l'occasion pour les spectateurs de découvrir des artistes venus de tous les horizons, aussi bien en terme de culture que de style.

. Des infrastructures disparues

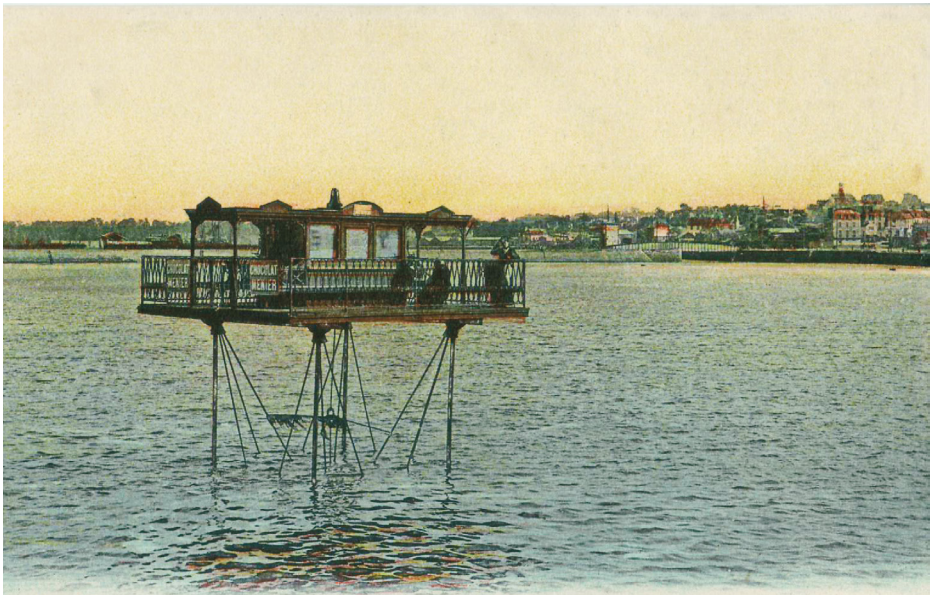
C'est au début du XIXème siècle que Saint-Malo entame sa mutation économique et identitaire pour devenir une des cités balnéaires françaises de premier plan. Cela coïncide avec la découverte des vertus thérapeutiques de l'eau de mer, que le Docteur Chapel, adjoint au maire de Saint-Malo, expose dans un rapport qui fera le tour de l'Hexagone. Le succès est alors immédiat et la ville mise massivement sur de nouvelles infrastructures, prêtes à accueillir un public nombreux, plutôt aisé, en quête de loisirs et de bien-être. L'arrivée du train à la même époque accompagnera cet essor, en positionnant Saint-Malo à moins de 10h de Paris … Une importante campagne de publicité sera ainsi mise en place, dans tous les villages de France, afin de promouvoir le paysage et les activités malouines.

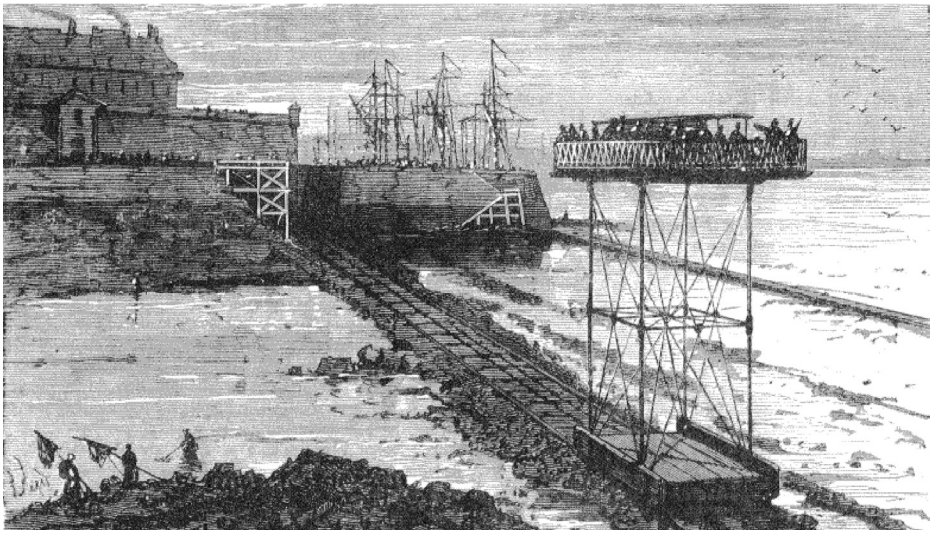
CHEMINS DE FER DE L'OUEST
SAINT MALO
PLAGE SPLENDIDE
SEMPER FIDELIS
NT ROULANT
ILOT du GRAND BEY
EXCURSIONS
Merveilleux Panorama des Remparts
DINARD · St SERVAN · PARAMÉ · CANCALE
· DINAN (LA RANCE) · LE MONT St MICHEL ·
LE CAP-FREHEL · ILES CHAUSEY · JERSEY · ILES ANGLAISES
TRAINS RAPIDES ENTRE PARIS ET St MALO
Trajet en 9 heures

Si aujourd'hui, Saint-Malo semble un peu en retard en terme d'infrastructures (transport public notamment), cela n'était pas le cas à l'époque. La qualité et l'originalité de ses infrastructures étaient même les principaux arguments d'attraction pour les touristes, comme en témoignent les histoires fabuleuses du pont roulant et du tramway breton.

. Le pont roulant

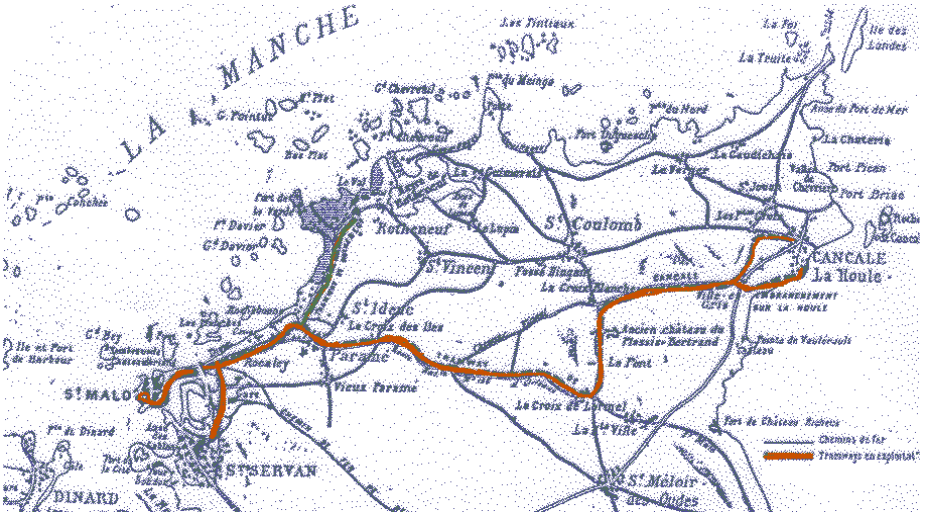
L'aventure de ce pont commence le 10 février 1873 lorsque le président de la République en autorise la construction à Alexandre Leroyer, architecte à Saint-Servan (on lui doit aussi la construction de la flèche de la Cathédrale de Saint-Malo en 1859 et celle du Grand Hôtel des Bains de Paramé en 1883). La concession lui est également attribuée pour une période de 60 ans, « à ses risques et périls ». Six mois plus tard, les premiers passagers sont déjà sur les quais pour traverser à bord de cet engin unique en son genre. Fonctionnant aussi bien à marée basse qu'à marée haute, il permettait aux piétons de rejoindre Saint-Malo depuis Saint-Servan rapidement et tous les jours entre 7h et 20h30, tout en espectant les règles de navigation (les bateaux restant prioritaires). Il en coûtait un « sou » pour un voyage extérieur et deux pour un voyage en cabine. Une clause du décret de concession imposait même la gratuité pour les militaires. L'engin métallique était guidé par des rails et tiré de part et d'autre par des chaînes. Un moteur de 10 chevaux, disposé dans un petit bâtiment en bois sur les quais du Naye, alimentait le système mécanique. Le conducteur présent sur la plateforme mobile utilisait une trompe afin de prévenir le mécanicien à terre pour l'allumage et l'arrêt de la machine. Un plateau de 42 mètres carrés était perché à 15 mètres de hauteur sur une structure fine, faite de poutrelles et de tirants, pour un poids total d'environ 14 tonnes. Il disposait de chasses pierres au niveau des roues afin d'éliminer tout obstacle susceptible de gêner sa progression d'une rive à l'autre. La concession changera plusieurs fois de mains après la mort de Leroyer. Le système sera électrifié à partir de 1911 suite à un incendie dans la machinerie mais une collision avec un bateau en 1922 causera de gros dégâts et sonnera la fin de l'exploitation du pont roulant.
Le seul autre pont de ce type à avoir été mis en fonction fut celui de Brighton (« Daddy Long Legs ») entre 1896 et 1901. A la même époque, deux projets de transport public innovants peuvent apporter un parallèle intéressant : le trottoir roulant présenté lors de l'Exposition Universelle de Paris de 1900, et la première ligne de métro à Paris, inaugurée pour les JO d'été la même année à Vincennes.


CHOCOLAT
MENIER



. Le Tramway breton

L'aventure du tramway breton commence en 1888 avec la signature d'un décret du Président de la République qui valide la mise en place d'un réseau de transport à traction sur rail pour voyageurs entre Saint-Malo, Saint-Servan et Paramé. Le chantier sera confié à un industriel belge, et une société anonyme de 1.100 actions de 500 francs chacune sera créée pour son exploitation. La mise en service s'effectue au courant de l'année 1889: la vitesse de déplacement était aux alentours de 10 km/h, les tarifs allaient de 10 à 70 centimes de franc suivant la distance et la classe, les fréquences étaient ½ heure en hiver et ¼ heure en été. Le réseau était constitué d'une ligne urbaine effectuant la liaison entre Saint-Servan et Saint-Malo et d'une ligne rurale effectuant la liaison entre Saint-Malo et Paramé, et se prolongeant jusqu'à Cancale. Les deux lignes se croisaient à Rocabey où les liaisons étaient assurées. Le tram pouvait en plus des passagers transporter des marchandises (transfert modal avec la gare) et du poisson (port de la Houle à Cancale). Lors de la première Guerre Mondiale, les premières difficultés financières se font ressentir et en 1923 le département rachète le réseau et transforme son exploitation en régie. Cela entraînera les années suivantes une modernisation du réseau avec le passage à deux voies et l'électrification. La ligne rurale continuera de fonctionner jusqu'en 1947 et la ligne urbaine s'arrêtera en 1949, remplacée par des trolleybus électriques jusqu'en 1959.



Côte d'Emeraude
47. SAINT-MALO (Bretagne). - Esplanade Saint-Vincent - Le Casino G. M.

224 SAINT-MALO. — Le Sillon et l'arrêt du Tramway. — LL.

1.2.3 Une espérance nouvelle

Depuis l'aménagement du port dans les années 30 et la reconstruction de la ville pendant la période d'après-guerre (qui resteront sans aucun doute les deux grands chantiers du XXème siècle du territoire malouin) aucun grand projet urbain d'envergure n'a réussi à émerger dans la cité corsaire. Saint-Malo est alors passée lentement du statut de ville-exemple, à celui de ville-musée, et ceci en grande partie à cause d'une inertie puissante dans les mentalités, faisant souvent pencher la balance du côté de la protection plutôt que du côté du développement. Mais si l'on y regarde de plus près, la ville et le port disposent de nombreux et puissants atouts pour ériger le projet du XXIème siècle et une série d'évènements récents pourrait bien faire en sorte que le vent tourne !

. Des familles malouines puissantes

La famille Roullier.

C'est le grand succès industriel malouin des 60 dernières années. Daniel Roullier, son fondateur, a commencé en 1959 en remarquant que le maërl (accumulation d'algues riches en calcaire) présent sur les côtes bretonnes pouvait être transformé en engrais : c'est la naissance de la TIMAC sur le port malouin. Aujourd'hui l'activité s'est énormément développée au point de devenir un géant dans le secteur agroalimentaire français et mondial, avec plus de 7000 employés implantés dans 46 pays pour un chiffre d'affaire de près de 3 milliards d'euros. Le siège social est situé sur le port de Saint-Malo et l'actuariat est resté familial (estimé 34ème fortune française). Trois des filles du fondateur travaillent aujourd'hui dans le groupe. L'entreprise continue d'investir massivement à Saint-Malo, principalement dans la recherche et le développement, ainsi que dans le secteur énergétique.

GROUPE ROULLIER

La famille Beaumanoir.

Succès commercial fulgurant dans le prêt-à-porter depuis le milieu des années 90, Roland Beaumanoir a transformé le magasin malouin de son père en un empire, constitué aujourd'hui de 2000 magasins en France et à l'étranger sous différentes enseignes (Morgan, La City, Bonobo, Patrice Bréal, Scottage …). Sa réussite s'est construite en grande partie sur la mise en place d'une logistique extrêmement réactive et efficace. Aujourd'hui, le groupe fait un peu plus d'1 milliard de chiffre d'affaire avec plus de 6000 employés. Très attachée à Saint-Malo, la famille y garde son siège social et investit dans les activités culturelles et sportives (propriétaire du club de football). Roland Beaumanoir est également membre du Club des Trente, puissant lobby d'entrepreneurs bretons parmi lesquels figurent Daniel Roullier, François Pinault ou Vincent Bolloré. Son épouse et son fils travaillent également dans le groupe.

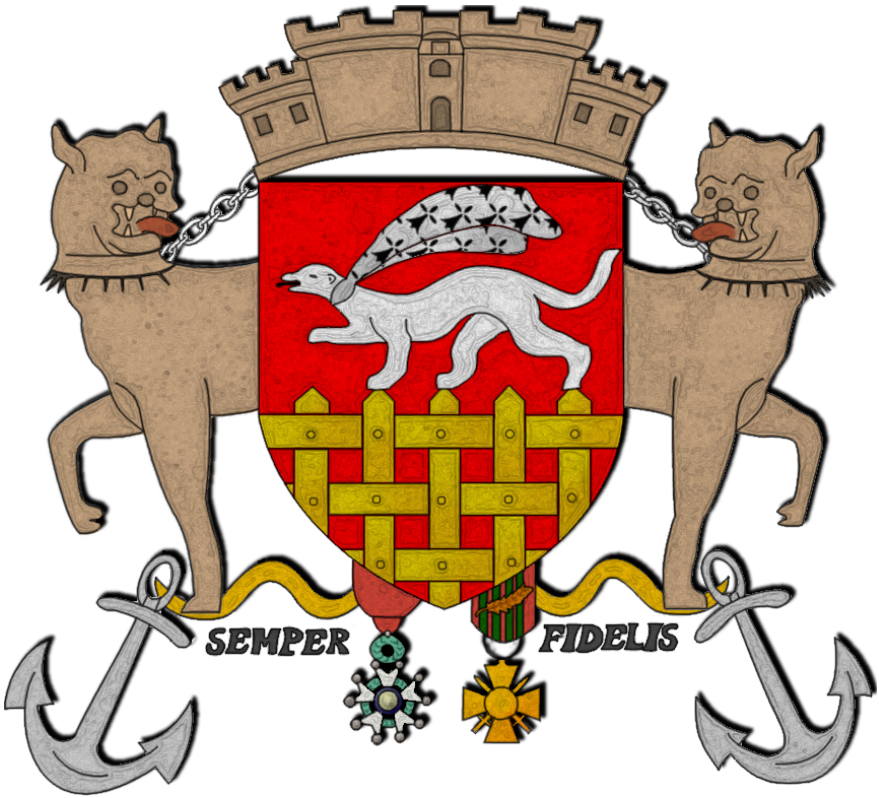
La famille Raulic.

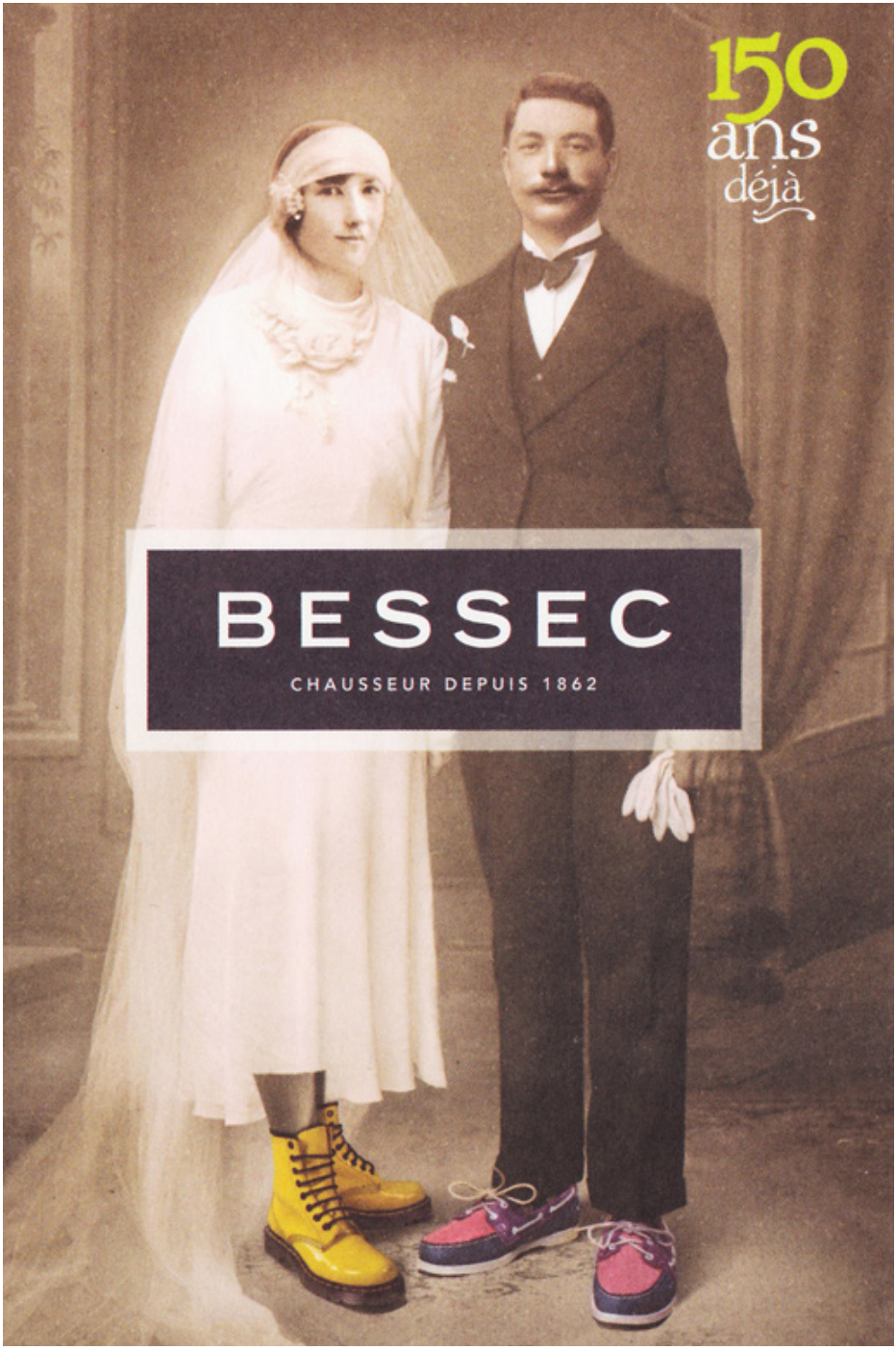
Succès touristique indéniable dans le monde de l'hôtellerie et de la Thalassothérapie, Serge Raulic appuyé par sa mère et son fils dirige depuis plus de 40 ans en famille. Le groupe compte aujourd'hui plus de 750 salariés et se positionne comme troisième employeur régional. Sa pièce maîtresse n'est autre que les célèbres Thermes Marins de Saint-Malo (anciennement Grand Hôtel de Paramé à la fin du XIXème) qui a placé le pays malouin parmi les capitales des soins par l'eau de mer. Le groupe ne possède actuellement pas moins de 7 hôtels à Saint-Malo, ainsi que le Golf du Tronchet et une ligne de cosmétique. Ses ambitions de croissance ne cessent d'augmenter et de très importants investissements sur le territoire malouin sont plus que jamais à l'ordre du jour.

La famille Bessec.

Succès de longévité, la famille Bessec a fêté ses 150 ans d'activités commerçantes. Créée en 1862 à Saint-Malo, l'entreprise est toujours restée familiale et possède aujourd'hui plus de 30 magasins dans toute la Bretagne, sous trois différentes enseignes (Bessec, Chausser et Latitude). Dorénavant ce sont les deux frères Philippe et Bruno, déjà épaulés par la génération suivante, qui dirigent l'entreprise basée à Saint-Malo. Du fait de sa longévité et de son statut d'exemple dans la cité corsaire, le groupe Bessec possède un pouvoir d'influence sur les mentalités commerçantes malouines. Il est un décisionnaire important auprès de la Chambre de Commerce et de l'Industrie (concessionnaire du port). C'est également une des plus grandes familles de marins dans la baie de Saint-Malo, très investie dans les activités nautiques.

Un projet de qualité à Saint Malo ne pourra se faire qu'avec la participation de tous : décisionnaires publics comme citoyens privés. Ces quatre familles, situées à l'interstice des deux échelles, ont un rôle déterminant à jouer, si elles le souhaitent : un rôle de facilitateur, aussi bien dans la communication, la conception et le financement.




150
ans
déjà
BESSEC
CHAUSSEUR DEPUIS 1862

. Des évènements clefs

La LGV.

Après la venue du TGV en 2005, la LGV (ligne à grande vitesse) sera inaugurée le 2 juillet 2017. Saint-Malo ne sera plus qu'à 2h15 de Paris (42 minutes de moins que la précédente liaison). Une augmentation du trafic passager de l'ordre de 30% est attendue. Mais en plus des intérêts touristiques, ce gain de temps devrait avoir un effet sur l'activité et le travail, permettant à des Malouins d'aller travailler à Paris plus facilement en arrivant avant 9h dans la capitale avec le premier train du matin.

L'appel d'offre de la Région Bretagne pour la concession portuaire.

Un renouvellement à la direction de la CCI (anciennement Saint-Malo/Fougères, refondée en CCI 35 Ille-et-Vilaine) a contribué à redynamiser l'institution qui était jusqu'à présent dirigée par une escouade malouine de la première heure, vieillissante et campée sur les mêmes positions depuis des années. La nouvelle équipe est maintenant focalisée sur la préparation de la DSP (délégation de service public) du port, attribuée fin 2018. Un groupe de travail planche déjà sur le sujet. C'est donc en ce moment même qu'un cahier des charges est discuté et c'est de son niveau d'ambition que dépendra le futur du port pour les 25 prochaines années. Trois grands chantiers attendent le nouveau concessionnaire : relancer et diversifier le trafic marchandises en étudiant la piste du conteneur comme solution intermodal ; anticiper les conséquences du Brexit sur le trafic passagers et renforcer le secteur croisière ; améliorer les infrastructures et les services portuaires.

Si l'on ajoute à cela le fait qu'un nouveau maire a été élu à Saint-Malo en 2014, ce qui n'était pas arrivé depuis 25 ans, un vent de renouveau souffle dorénavant sur la ville et sur le port. Quand on sait à quel point la qualité d'un projet dépend de la qualité des décisionnaires politiques, de nouvelles perspectives se dessinent.

Le 50ème anniversaire de l'unification de Saint-Malo/Saint-Servan/Paramé.

L'idée d'une fusion entre les trois villes apparaît juste après-guerre. Le but de cette opération est de propulser l'agglomération au rang de ville moyenne avec environ 50 000 habitants et ainsi non seulement de favoriser la gestion des équipements publics communs, mais aussi d'harmoniser les politiques culturelle et de logement. A ce sujet, Léon Letrouit déclarait dans le Ouest-France du 16.10.1992, à propos de l'hôpital : «*Pour des histoires de frontières. On en a pendant des années discuté à St-Malo et St-Servan [...] Chacun faisait sa petite cuisine*» . Marcel Planchet, ancien maire de Saint-Malo, ajoutait dans ce même article que «toutes ces mesquineries coûtaient finalement cher à la population dans son ensemble». En effet les trois villes ne parvenaient pas à l'époque à gérer le développement et l'aménagement des zones communes, renforçant les ruptures dans le tissu urbain. Après un premier refus de Saint-Malo en 1963, en grande partie pour des raisons fiscales, le changement de maire deux ans plus tard relancera un vote, cette fois-ci favorable à la fusion. Le 26 octobre 1967, le décret de fusion est signé par le ministre de l'Intérieur : c'est la naissance du Grand Saint-Malo, deuxième ville d'Ille-et-Vilaine, après Rennes.

ici aussi,
les transports en commun
sont bondés

BRETAGNE
PASSEZ À L'OUEST

ici aussi,
on a des hipsters

BRETAGNE
PASSEZ À L'OUEST

. Des projets clefs

Le recul de la gare SNCF et la construction de la Grande Passerelle.

Le recul de la gare en 2005 a permis de générer un nouveau quartier ainsi qu'une nouvelle ambition architecturale avec comme icône la Grande Passerelle. Devenue le premier établissement public et culturel malouin (l'hôpital étant un établissement d'Etat), elle fut pensée et dessinée par le bureau Architecture-Studio, très réputé. Ouvert en 2014, ce nouveau centre culturel malouin propose au quotidien une médiathèque, un cinéma de trois salles d'art et essai et un espace numérique. Premier bâtiment visible et accessible à l'arrivée par train, son activité vient également renforcer des évènements ponctuels tels que les festivals « Etonnants voyageurs » et « Classique au Large ».

Le Campus Roullier.

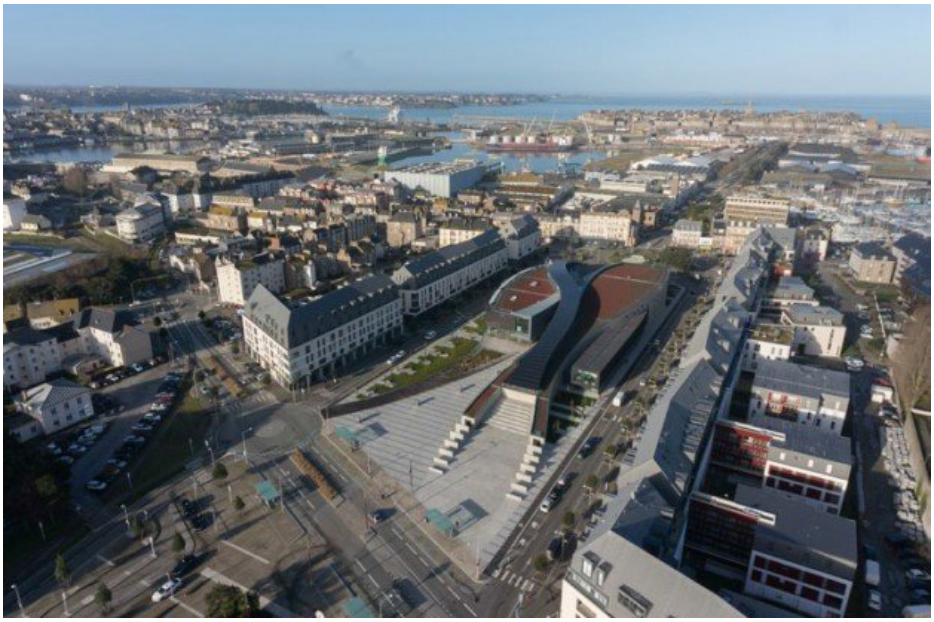
En 2015, le Centre Mondial de l'Innovation du groupe Roullier fut inauguré: important complexe de plus de 8000 m², ultra-moderne et prêt à accueillir 200 chercheurs pour le groupe. L'investissement de 27 millions d'euros est le plus important de l'histoire du géant industriel. Le centre comporte « des laboratoires d'agronomie, de zootechnie, de microbiologie, 4 chambres de culture, 6 serres intégralement automatisées visant à tester les nouveaux produits en conditions réelles, ainsi qu'une serre de phénotypage, première serre robotisée en France à être conçue sur mesure pour une entreprise privée. » Deux autres bâtiments verront prochainement le jour sur le campus : l'école des métiers du groupe Roullier et un gymnase destinée aux employés du groupe.

La rénovation du Palais du Grand Large.

Le Palais du Grand Large est un des bâtiments emblématiques du paysage malouin. Son emplacement privilégié au bout du Sillon lui permet d'avoir une façade sur le port, une sur l'Intra-Muros et une sur la mer. Construit en 1954 par Louis Arretche, l'architecte en chef de la reconstruction de la cité, il est devenu au cours des décennies qui ont suivi, l'un des hauts lieux de congrès en Bretagne, et un des maillons principaux du tourisme d'affaire à Saint-Malo. Mais le secteur devient de plus en plus concurrentiel et la réalisation du centre des congrès des Jacobins à Rennes fait craindre une baisse importante d'activités. La décision a donc été prise de le fermer au lendemain de la Route du Rhum 2018 pour une durée de dix mois afin d'y investir 11.5 millions d'euros de rénovation et d'agrandissement. L'objectif et de se réaligner sur les standards d'aujourd'hui et de miser sur la vue et le contexte exceptionnel dont il bénéficie pour continuer à attirer plus de 100 000 congressistes par année.

Un musée de l'histoire maritime d'ampleur nationale.

Ce projet est apparu dans les débats publics depuis 2006 et semble aujourd'hui prendre forme : le lancement du projet a été voté au Conseil Municipal et un concours de maîtrise d'œuvre est en cours. Le site retenu se trouve sur le bord des quais du bassin Duguay-Trouin. Son ouverture est prévue courant 2022, le coût est évalué à 30 millions d'euros (comprenant une part de financement d'Etat) et l'objectif est d'attirer 165 000 visiteurs/an.



. Un projet phare dans la recherche et l'innovation

A l'initiative de ce projet, deux Malouins passionnés par la mer : Victorien Erussard, officier de marine marchande et coureur au large ; Jérôme Delafosse, scaphandrier professionnel et réalisateur de documentaires. Ils piloteront conjointement un navire expérimental de 30 mètres, à propulsion 100% naturelle et renouvelable grâce à l'équipement de panneaux solaires, d'éoliennes et d'une voile de kite. Le mix énergétique sera alors capable de produire de l'hydrogène à bord. Une expédition par étape sur plus de six ans est prévue afin de tester et trouver des solutions innovantes et favorables à une transition énergétique concrète. Le projet est souvent qualifié de « Solar Impulse des mers » (Bertrand Picard a même appuyé publiquement le projet) ou encore de « Calypso des temps modernes », l'expédition devant être accompagnée de la production et la diffusion de plusieurs documentaires autour des cultures marines et du développement durable pour Canal+.

Liens avec la politique.

Nicolas Hulot, aujourd'hui nommé ministre de la transition écologique et solidaire par le nouveau gouvernement Macron, devient le parrain du bateau dès le début du projet : « *Energy Observer est plus qu'un bateau c'est un démonstrateur et un capteur de solutions. Il dessine un futur déjà présent. Un projet évolutif au long cours qui se veut créer une vague d'énergie positive. Energy Observer est un condensé d'énergies renouvelables qui donne envie de précipiter la transition énergétique. Je me reconnais dans l'état d'esprit de l'équipe qui est résolument tourné non plus vers un constat mais vers l'innovation* ».

Liens avec le logement.

AccorHotels, premier opérateur hôtelier mondial, signe fin 2015, en marge de la COP21, un accord avec Energy Observer. Sébastien Bazin, président-directeur général de AccorHotels déclare à cette occasion : « *Notre partenariat avec Energy Observer témoigne de notre volonté d'impulser une démarche vertueuse dans la durée en tant que constructeur et opérateur d'hôtellerie durable. C'est notamment la mission d'HotelInvest, le pôle gestionnaire de nos actifs immobiliers : construire, exploiter et valoriser nos bâtiments au mieux et pour plus longtemps dans le respect de l'environnement. Ainsi, nous travaillons à réduire l'empreinte écologique de nos hôtels tout au long de leur cycle de vie et cela commence par une meilleure efficacité énergétique de nos bâtiments dès leur construction.* »

F45

Conclusion intermédiaire

La ville et le port partagent côte à côte une histoire, une géographie et des personnalités. Malgré leur proximité spatiale, ces deux entités semblent pourtant entretenir une certaine distance : figées et retranchées sur leurs acquis, elles ne réfléchissent plus à l'avenir en commun, laissant un fossé entre la vie citoyenne et la vie touristique se creuser petit à petit. Néanmoins, c'est bel et bien d'une collaboration que Saint-Malo pourrait tirer le meilleur parti et continuer d'écrire les plus belles pages de son histoire. Le territoire dispose d'ailleurs de tous les atouts pour y parvenir et le site lui-même, n'a l'air d'attendre qu'une seule chose : une nouvelle rencontre entre la ville et son port autour d'un projet urbain collectif.

Quel projet ville-port pour Saint-Malo 2050 ?

2. Un potentiel énergétique certain :

le Pourquoi ?

« Sans voix, il crie – sans aile, il voltige – sans dent, il mord – sans bouche, il murmure – qui est-ce ? »

La transition et l'innovation énergétiques ne pourraient-elles pas être le point de départ pour un projet ville-port d'envergure ? L'énergie semble en tout cas être une raison suffisante pour une nouvelle rencontre …

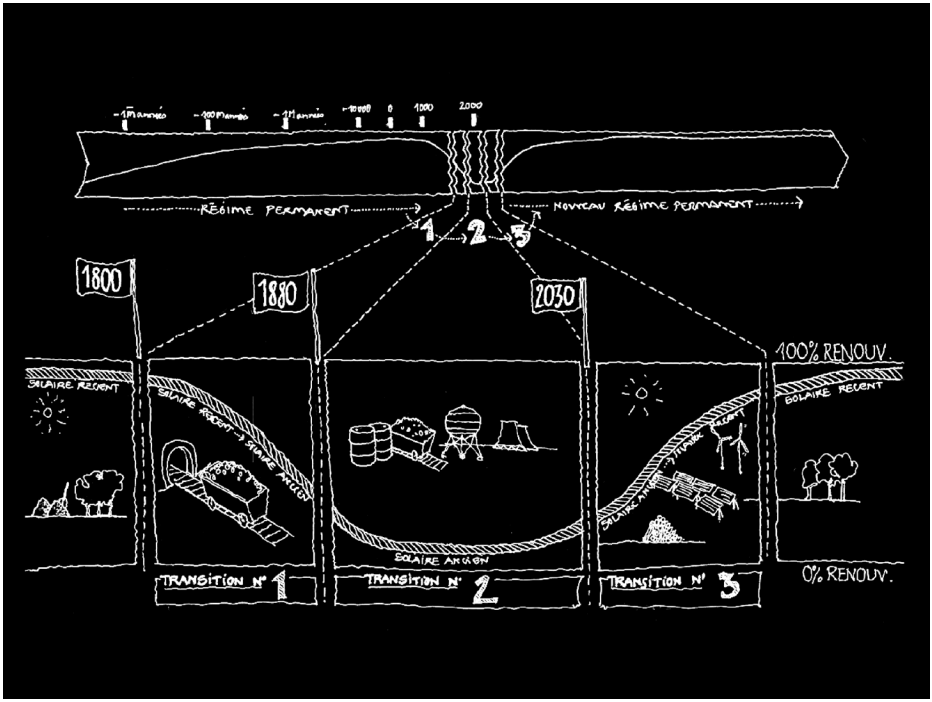
A l'aube d'une nouvelle transition énergétique pour notre planète, la ville représente l'objet d'étude le plus fascinant. En Europe, le parc immobilier constitue 40% de la consommation d'énergie finale et 36% des émissions de gaz à effet de serre, et ceci, à cause de sa forte dépendance aux énergies fossiles. L'architecte-urbaniste a donc un rôle extrêmement actif à assumer, s'il veut relever le défi des énergies renouvelables et locales dans notre vie quotidienne.

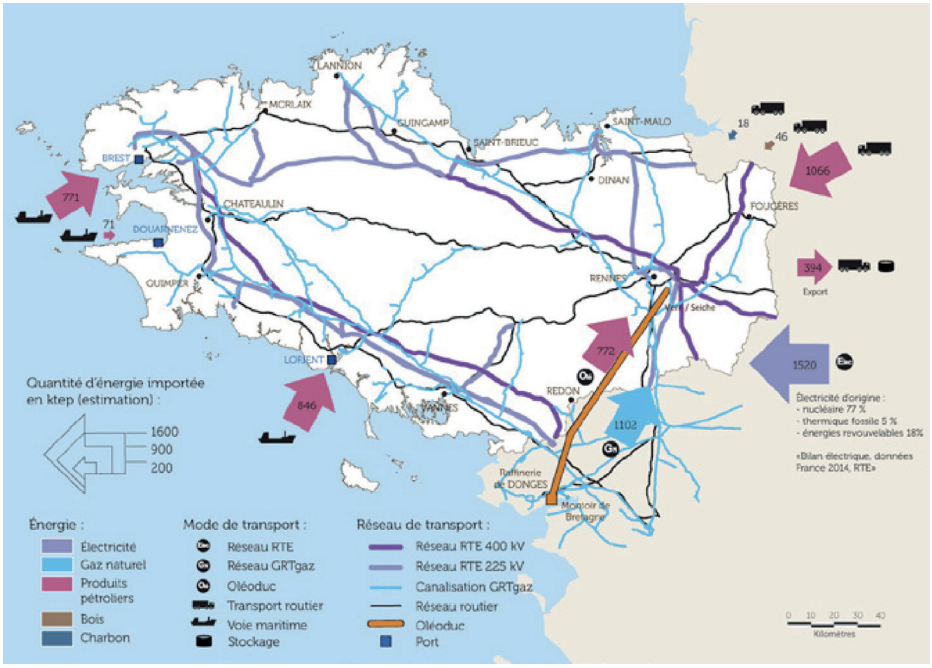
La Bretagne est aujourd'hui la région française la plus dépendante du réseau national. Sa position géographique péninsulaire, «en bout de chaîne», fragilise grandement son approvisionnement en électricité. Lors de périodes de grands froids, les pics de consommations électriques, notamment pour le chauffage, font courir un risque important de surcharge au réseau, et même de blackout à l'échelle nationale. La région ne produit aujourd'hui que 15% de ses besoins en électricité et 20% de cette production provient de la seule usine marémotrice de la Rance située à 4 km du port de Saint Malo (puissance de 240 MW et 500 GWh de moyenne annuelle, ce qui correspond sensiblement à la consommation totale d'électricité et de gaz pour Saint-Malo), dont le contrat de concession, aux mains d'EDF, prendra fin en 2043.

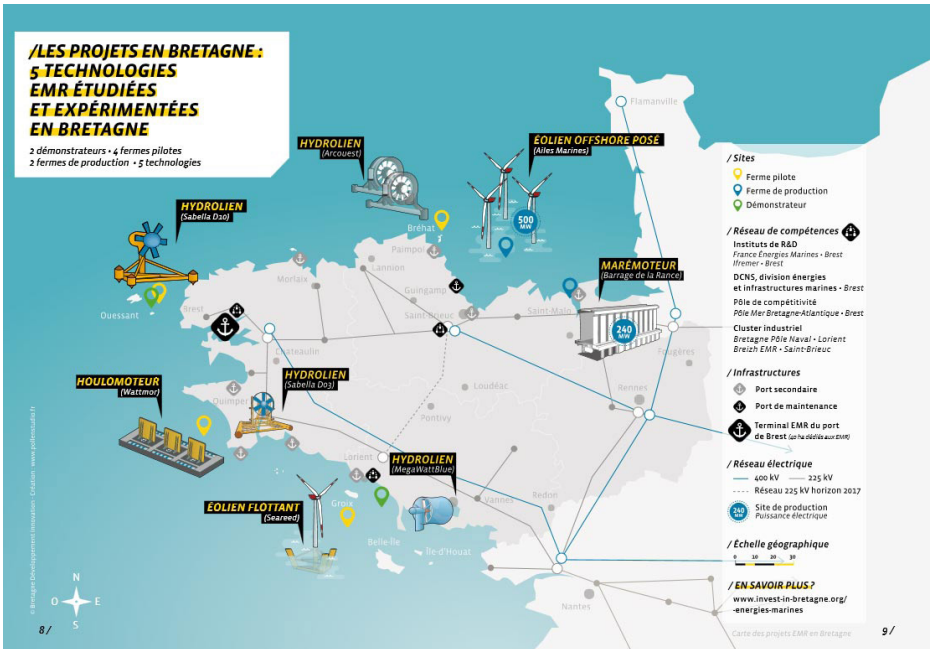
L'éolien est en pleine expansion en Bretagne avec le premier parc offshore français qui devrait voir le jour au large de Saint-Brieuc courant 2020 et qui fournira 10% de la consommation régionale. Un projet de ferme pilote d'éoliennes flottantes en liaison avec le port de Lorient sera également installé courant 2019 au large de l'île de Groix. La proximité du pays de Saint-Malo avec le Mont-Saint-Michel empêche à l'heure actuelle le développement de cette technologie localemment. La filière bois reste la filière la plus développée et constitue aujourd'hui la première source alternative de chaleur. Les technologies d'énergie solaire et de biogaz se développent également, mais peinent à s'imposer massivement, tant elles restent dépendantes des subventions. Le potentiel des énergies marines est, quant à lui, pris au sérieux et plusieurs sites en Bretagne Sud sont déjà en période de test des technologies hydroliennes et houlomotrices, notamment entre Brest et Lorient.

Tout l'enjeu pour le port et la ville de Saint-Malo aujourd'hui est de réussir à s'insérer dans le Plan Régional des Energies Renouvelables et sa logique de sites pilotes, destinés à tester des systèmes énergétiques qui pourraient ensuite être répliqués et adaptés dans les autres ports bretons et français.

C'est donc à travers le prisme énergétique que je propose un second regard sur le site malouin. Que nous offre le site en terme de ressources ? Et surtout, peut-on imaginer comment une autre façon de produire et consommer, génère le projet ville-port ?


1000
2000
RÉGIME PERMANENT
NOUVEAU RÉGIME PERMANENT
1
2
3
1800
1880
2030
100% RENOUV.
SOLAIRE RÉCENT
SOLAIRE RÉCENT + SOLAIRE ARGON
SOLAIRE ARGON
SOLAIRE ARGON
SOLAIRE RÉCENT
SOLAIRE RÉCENT
TRANSITION N° 1
TRANSITION N° 2
TRANSITION N° 3
0% RENOUV.


LANNION
MORLAIX
GUINGAMP
SAINT-BRIEUC
SAINT-MALO
BREST
DINAN
CHATEAULIN
FOUGÈRES
DOUARNENEZ
GUIMPER
RENNES
LORIENT
REDON
VANNES
Raffinerie de DONGES
Montoir de Bretagne
771
71
846
772
1102
1066
18
46
394
Export
1520
Électricité d'origine :
- nucléaire 77 %
- thermique fossile 5 %
- énergies revouvelables 18%
«Bilan électrique, données France 2014, RTE»
Quantité d'énergie importée en ktep (estimation) :
1600
900
200
Énergie :
Électricité
Gaz naturel
Produits pétroliers
Bois
Charbon
Mode de transport :
Réseau RTE
Réseau GRTgaz
Oléoduc
Transport routier
Voie maritime
Stockage
Réseau de transport :
Réseau RTE 400 kV
Réseau RTE 225 kV
Canalisation GRTgaz
Réseau routier
Oléoduc
Port
0 10 20 30 40
Kilomètres

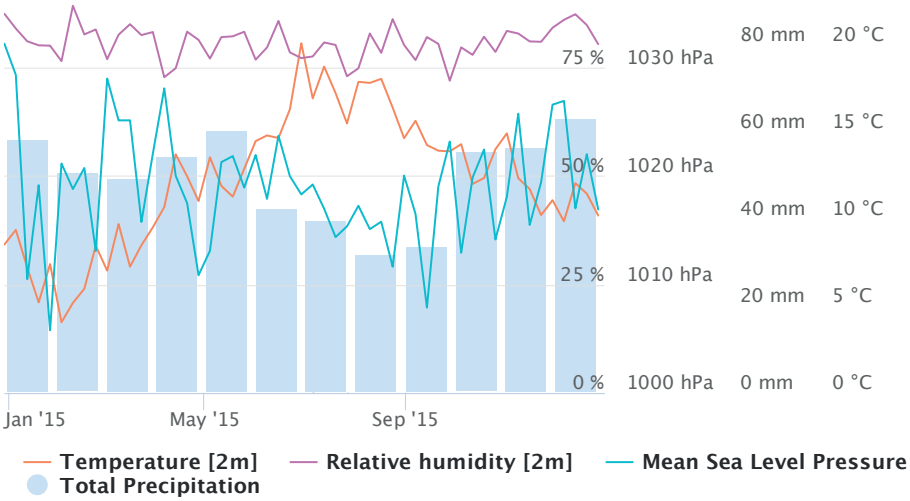

/LES PROJETS EN BRETAGNE : 5 TECHNOLOGIES EMR ÉTUDIÉES ET EXPÉRIMENTÉES EN BRETAGNE
2 démonstrateurs • 4 fermes pilotes
2 fermes de production • 5 technologies
HYDROLIEN (Arcouest)
ÉOLIEN OFFSHORE POSÉ (Alles Marines)
500 MW
HYDROLIEN (Sabella D10)
MARÉMOTEUR (Barrage de la Rance)
240 MW
HOULOMOTEUR (Wattmor)
HYDROLIEN (Sabella D03)
HYDROLIEN (MegaWattBlue)
ÉOLIEN FLOTTANT (Searead)
Flamanville
Bréhat
Paimpol
Lannion
Morlaix
Guingamp
Saint-Brieuc
Saint-Malo
Fougères
Brest
Ouessant
Steaulin
Quimper
Loudéac
Rennes
Pontivy
Lorient
Groix
Vannes
Redon
Belle-Île
Île-d'Houat
Nantes
/ Sites
Ferme pilote
Ferme de production
Démonstrateur
/ Réseau de compétences
Instituts de R&D
France Énergies Marines • Brest
Ifremer • Brest
DCNS, division énergies et infrastructures marines • Brest
Pôle de compétitivité
Pôle Mer Bretagne-Atlantique • Brest
Cluster industriel
Bretagne Pôle Naval • Lorient
Breizh EMR • Saint-Brieuc
/ Infrastructures
Port secondaire
Port de maintenance
Terminal EMR du port de Brest (en ha dédiés aux EMR)
/ Réseau électrique
400 kV
225 kV
Réseau 225 kV horizon 2017
240 MW
Site de production
Puissance électrique
/ Échelle géographique
0 10 20 30
/ EN SAVOIR PLUS ?
www.invest-in-bretagne.org/-energies-marines
N
O
E
S
© Bretagne Développement Innovation - Création : www.pollenstudio.fr
8 /
Carte des projets EMR en Bretagne
9 /

2.1 Un bassin énergétique local et varié

Tout d'abord, il faut prendre conscience que le territoire malouin est un bassin d'énergie renouvelable important. Trois grandes ressources intermittentes, mais complémentaires, s'offrent à lui pour produire de l'électricité : la marée, le vent et le soleil. En ce qui concerne la production de chaleur et de froid, il dispose également d'une grande et belle ressource, disponible en tout temps : la mer ; et peut également s'appuyer sur d'autres ressources complémentaires de manière plus décentralisée (récupération d'énergie fatale, solaire thermique et géothermie). L'exploitation raisonnée de ses ressources pourrait permettre de passer d'un système de monoculture énergétique centralisé et vertical, à une polyculture énergétique circulaire et locale. La ville et le port seraient alors les alliés parfaits pour harmoniser production et consommation.

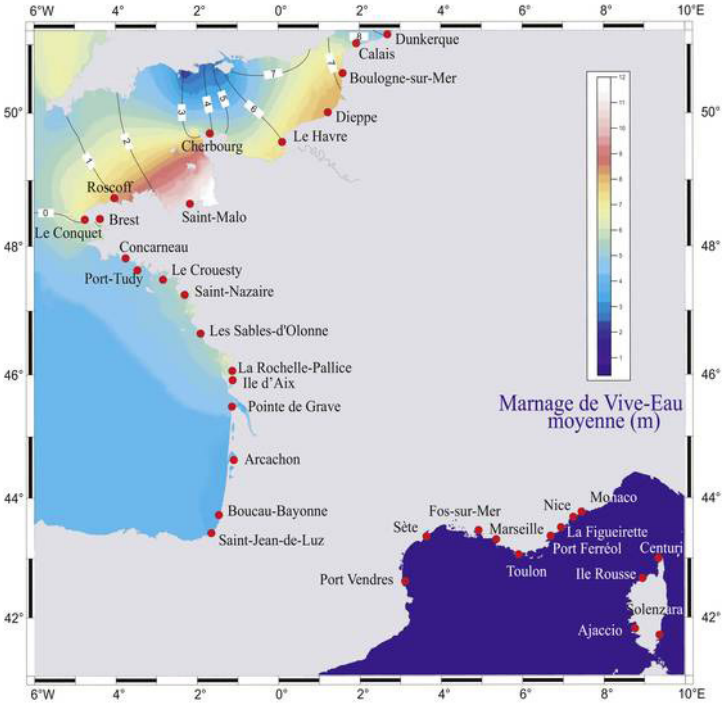
2.1.1 De l'électricité à cultiver

Le potentiel de production électrique via les ressources renouvelables que sont l'eau, le vent et le soleil dépendent en premier lieu des paramètres climatiques et de ses variations à différentes échelles de temps : pression atmosphérique, humidité relative, températures, couvertures nuageuses, précipitations… Les données climatiques sont extraites des modèles prédictifs de Meteoblue et ont été utilisées pour les analyses qui suivent.



. Les marées

Les marées, on l'a vu, font partie de l'ADN du pays malouin et très vite, on a compris qu'elles étaient également une source d'énergie importante. Depuis les premiers moulins jusqu'à l'avant-gardiste et mondialement connue usine de la Rance, beaucoup de progrès ont été faits pour transformer l'énergie des marées. Mais jusqu'à présent, cette énergie, relativement onéreuse du fait de l'entretien des infrastructures qu'elle nécessite, a toujours fortement subi la concurrence exercée par les énergies fossiles (à l'époque de sa construction, le barrage de la Rance avait revu sa puissance d'installation à la baisse, de 400 MW à 240 MW suite aux découvertes de gisements pétroliers en Afrique du Nord ; en comparaison un réacteur nucléaire se situe autour de 1100 MW). La raréfaction des énergies fossiles, couplée à la lutte contre les pollutions dont elles sont responsables, changent aujourd'hui radicalement la donne, pour les mentalités comme pour l'économie. Parallèlement à cela, on observe une évolution vers la miniaturisation de nos technologies et de leurs productions. Ainsi la microcentrale devient une échelle de production pertinente pour de plus en plus de territoires. Dans le cas de l'énergie marémotrice, elle permettrait d'alimenter des zones côtières densément peuplées, et dont la population varie énormément suivant les saisons. Le résidentiel, l'hôtellerie, la pêche, le port de plaisance, sont autant de programmes qui en bénéficieraient.



. Une microcentrale marémotrice est-elle envisageable sur le port de Saint-Malo ?

Le port est constitué de 55 ha de bassin, d'un tirant d'eau entre 6 et 9 m. Cela représente au total un volume de 4 140 000 m3 d'eau, contenu par un unique éclusage, et maintenu à un niveau constant grâce au remplissage par marée haute mais aussi avec un système complémentaire de pompage, situé sur le terre-plein du Naye (des problèmes d'étanchéité sont à relevés sur certains quais en mauvais état). Le port constitue donc, déjà à l'heure actuelle, une réserve permanente d'énergie renouvelable, non émettrice de gaz à effet de serre, intermittente mais parfaitement prédictible (car directement reliée au calendrier des marées qui lui est calculable des années à l'avance).

. Comment récupérer la houille bleue ?

D'abord, il faut poser une règle de vidange crédible et cohérente avec l'activité du port. En effet, le port de Saint-Malo est actif, et de nombreux bateaux à fort tirant d'eau font escale dans ses eaux. Il n'est donc pas possible de vider le port en dessous d'une certaine limite. Cette limite est fixée par une directive du Règlement relatif aux consignes des installations qui accorde pour des travaux une baisse de 2m maximum par rapport au niveau standard (c'est à dire 10.5 CM). Cela correspond donc à un volume effectif d'environ 1 100 000 m3 d'eau disponible au turbinage.

Ensuite, il faut disposer d'un emplacement stratégique pour placer la nouvelle installation de pompage-turbinage. Là encore, une solution est à portée de main avec l'ancienne cale de radoub, située juste à coté de l'écluse, aujourd'hui inactive et cherchant une reconversion. Son emplacement, ses dimensions et son état en font ainsi le parfait candidat pour la microcentrale.

.Quelle type d'installation mettre en place ?

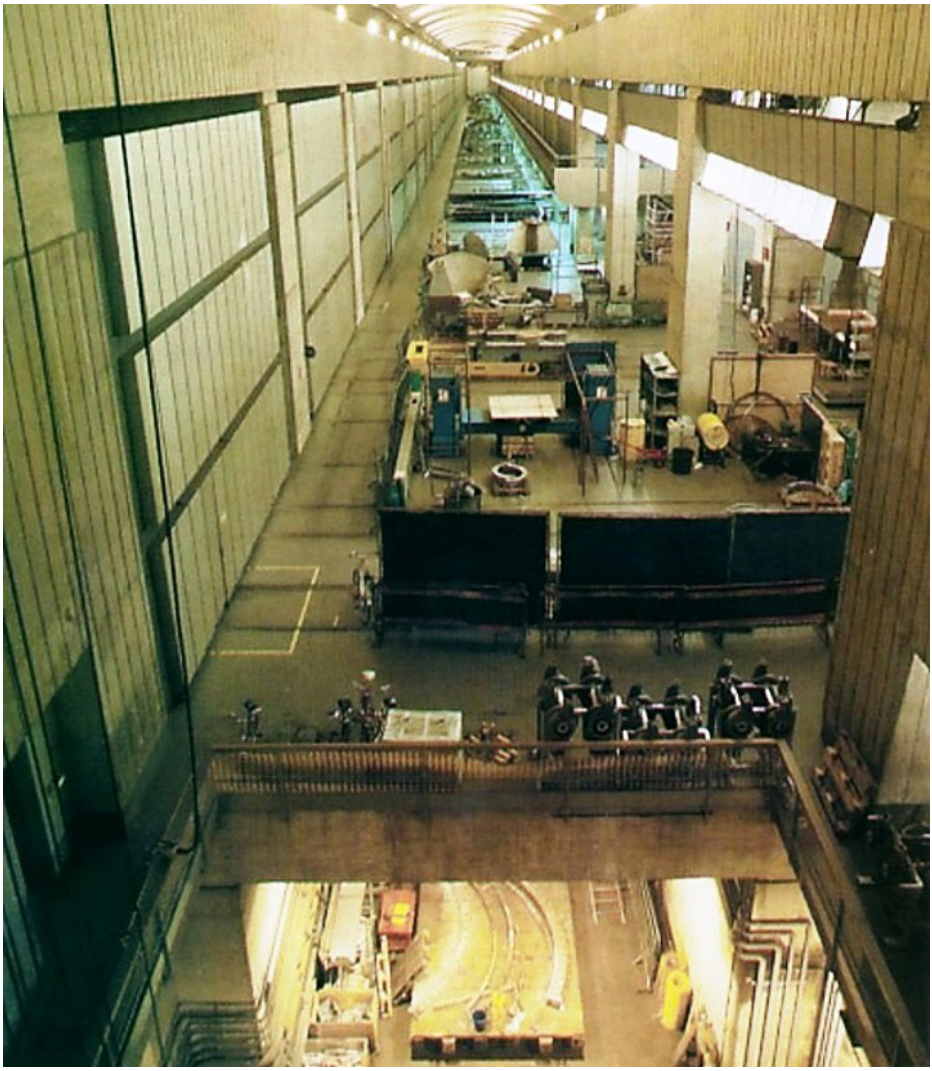
Il se trouve qu'en fouillant dans les archives de la construction du barrage de la Rance, une découverte surprenante s'est produite : le port de Saint Malo a déjà fonctionné comme microcentrale marémotrice entre 1959 et 1964 ! Un groupe expérimental avait été installé dans une ancienne écluse (détruite partiellement pendant la guerre et aujourd'hui probablement situé sous le bâtiment de la gare maritime de la Bourse) afin de développer et tester les turbines à bulbes réversibles. A l'époque, la turbine avait une puissance de 9MW pour un débit de 300 m^3/s (à ce débit le volume disponible aujourd'hui serait entièrement turbiné en 1 heure). Un rapport de performances complet datant de cette époque a été formulé et énonçait déjà des résultats intéressants, sans compter que les technologies ont aujourd'hui évoluées et permettent d'envisager une utilisation plus optimisée. Une exploitation à la moitié de la puissance disponible pendant deux heures chaque jour permettrait de produire autour de 4000 MWh, ce qui correspond à la consommation électrique de 2000 personnes en France.

. Une occasion d'architecture.

On observe aujourd'hui que des moulins à marée sont classés au niveau patrimonial et parfois même remis en état pour les faire produire à titre démonstratif ou même les transformer en écomusées. Ce type d'opérations est alors fortement relayé par les médias locaux, régionaux, voire nationaux. Les usines marémotrices ne sont rien d'autre finalement que des moulins à marées « nouvelle génération » et constituent tout autant d'occasions d'architecture. Celle de la Rance a pour sa part été dessinée par Louis Arretche, l'architecte de la reconstruction de Saint-Malo. Inaugurée en 1966, elle est loin de se limiter à la simple production d'énergie, c'est aussi un pont, un barrage et un musée. Un accès a donc été prévu pour le public afin de découvrir le fonctionnement et les espaces de cet ouvrage. Il est aujourd'hui le premier site de tourisme industriel en France.

Une microcentrale marémotrice sur le port de Saint-Malo devrait être pensée dans ce sens. Au-delà de son but productif et technique, elle serait également un lieu de tourisme, d'information, de sensibilisation, bref de culture : paramètres indispensables et indissociables de la question des énergies renouvelables et du changement climatique. Cette idée pourrait également se construire en parfaite adéquation avec le musée de l'histoire maritime prévu à quelques centaines de mètres sur les quais.

La ville et le port auraient donc conjointement intérêt à alimenter le développement et la recherche technologique de l'énergie marémotrice, afin de renforcer le statut de pionnier mondial qu'ils ont acquis dans ce domaine, grâce au barrage de la Rance.



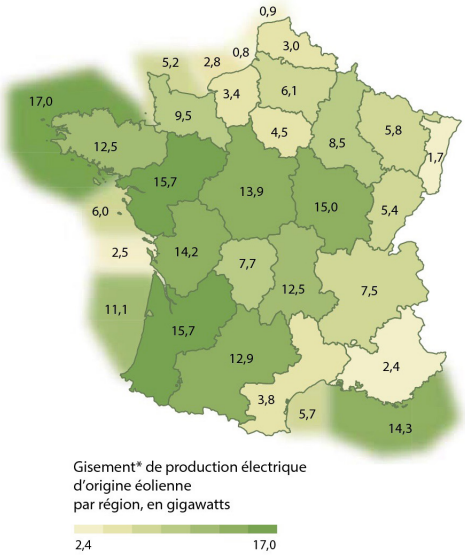
. L'éolien

Le vent a été pendant très longtemps une source d'énergie pour Saint-Malo et ses alentours. On retrouve d'ailleurs, sur beaucoup d'illustrations de la cité (du XVème siècle au XIXème), la présence de nombreux moulins à vent. Trois emplacements sont clairement identifiables : les remparts nord-ouest de l'Intra-Muros, le rocher du Naye et la chaussée du Sillon. Ces moulins rythmaient la production des nombreux minotiers du territoire corsaire. Mais depuis la révolution industrielle et l'ère de la domination fossile qui s'en suivit, le vent a disparu des activités productives et de notre panier énergétique. Pourtant, il est toujours la star qui attire et qui fascine à Saint-Malo, locaux comme étrangers, autant amateurs de voiles que romantiques. Le vent est un des fondements de Saint-Malo.

. Alors pourquoi n'y a-t-il pas déjà d'éolienne à Saint-Malo ?

En ce qui concerne un parc éolien offshore, la Bretagne constitue le gisement le plus im portant de France et Saint-Malo a déjà été l'objet d'une étude d'implantation au large de la Pointe du Groin. Mais la zone ne fut pas retenue, notamment à cause de sa proximité avec le Mont-Saint-Michel (site historique extrêmement visité et protégé) et les îles de Chausey. Un parc de 62 éoliennes a été préféré au large de Saint-Brieuc (35.4 km de St Malo) courant 2020, d'une puissance de 500 MW (ce qui correspond à un demi réacteur nucléaire).

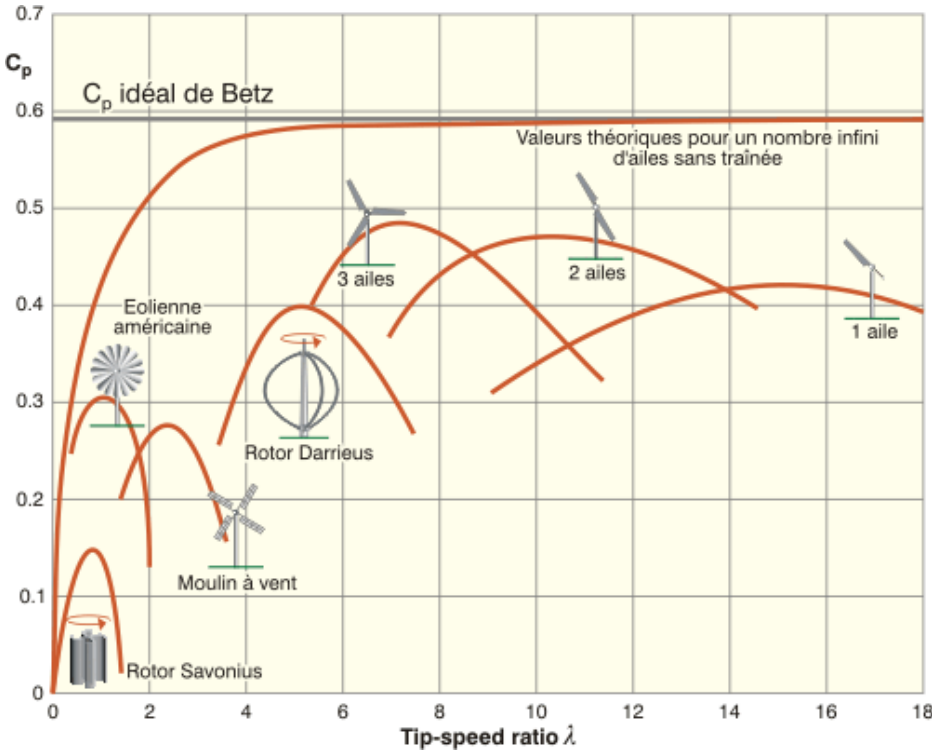
Pour l'éolien onshore, les éoliennes les plus proches sont installées à environ 40 km de Saint-Malo dans les terres. En règle général, l'écrasante majorité des projets est écartée en raison des nuisances visuelles et/ou sonores qu'ils occasionnent pour les riverains. La difficulté d'une éventuelle implantation sur le port malouin consiste donc, plus que partout ailleurs, à faire accepter à la culture locale une image perçue jusqu'à présent comme une intrusion violente dans le paysage naturel et construit.



. Comment peut-on « récolter » le vent?

Ce que cherche une éolienne, c'est convertir l'énergie cinétique du vent en énergie cinétique de rotation grâce aux pales, puis en énergie électrique grâce à une génératrice. La quantité d'énergie récoltée à la fin du processus de conversion dépend donc des paramètres techniques de l'éolienne d'une part et de la qualité de la ressource en vent d'autre part.Ainsi on peut commencer par calculer la densité de puissance disponible : DPE = 1⁄2 x ρ x v^3, avec ρ : la densité de l'air en [kg/m^3] et v : la vitesse du vent en [m/s]. Exprimée en [W/m^2], cette densité de puissance donne une description de la qualité de la ressource en vent car elle ne dépend ni du type, ni de la taille de l'éolienne mais plutôt de la température, l'humidité relative et la pression atmosphérique du site étudié. A Saint-Malo, la ressource éolienne disponible est ainsi de 445 W/m^2 en moyenne annuelle (pour un vent de 7.5 m/s en moyenne), ce qui en fait un excellent site (avec des moyennes mensuelles maximum de 800 W/m^2 en janvier et minimum de 200 W/m^2 en Juillet).

On peut dans un second temps calculer la puissance nette de production d'une éolienne définie, dans le site concerné :
P = DPE x A x Cp, avec A : la surface balayée par les pales de l'éolienne [m²] et Cp : le coefficient de performance de l'éolienne [-].
Remarquons que la puissance d'une éolienne n'est pas proportionnelle à la hauteur de l'éolienne mais à la surface balayée par ses pales (même si la hauteur est souvent liée à la surface). C'est pourquoi les petites éoliennes domestiques restent peu performantes, comparées à des éoliennes industrielles de taille moyenne ou grande. Notons également que le coefficient de performance, dû aux principes fondamentaux de la mécanique, possède une limite théorique de 0.59 (limite de Betz). Il prend ensuite en compte d'autres types de pertes (aérodynamiques, accouplement, conversion électriques, frottements) pour caractériser le rendement de la machine.



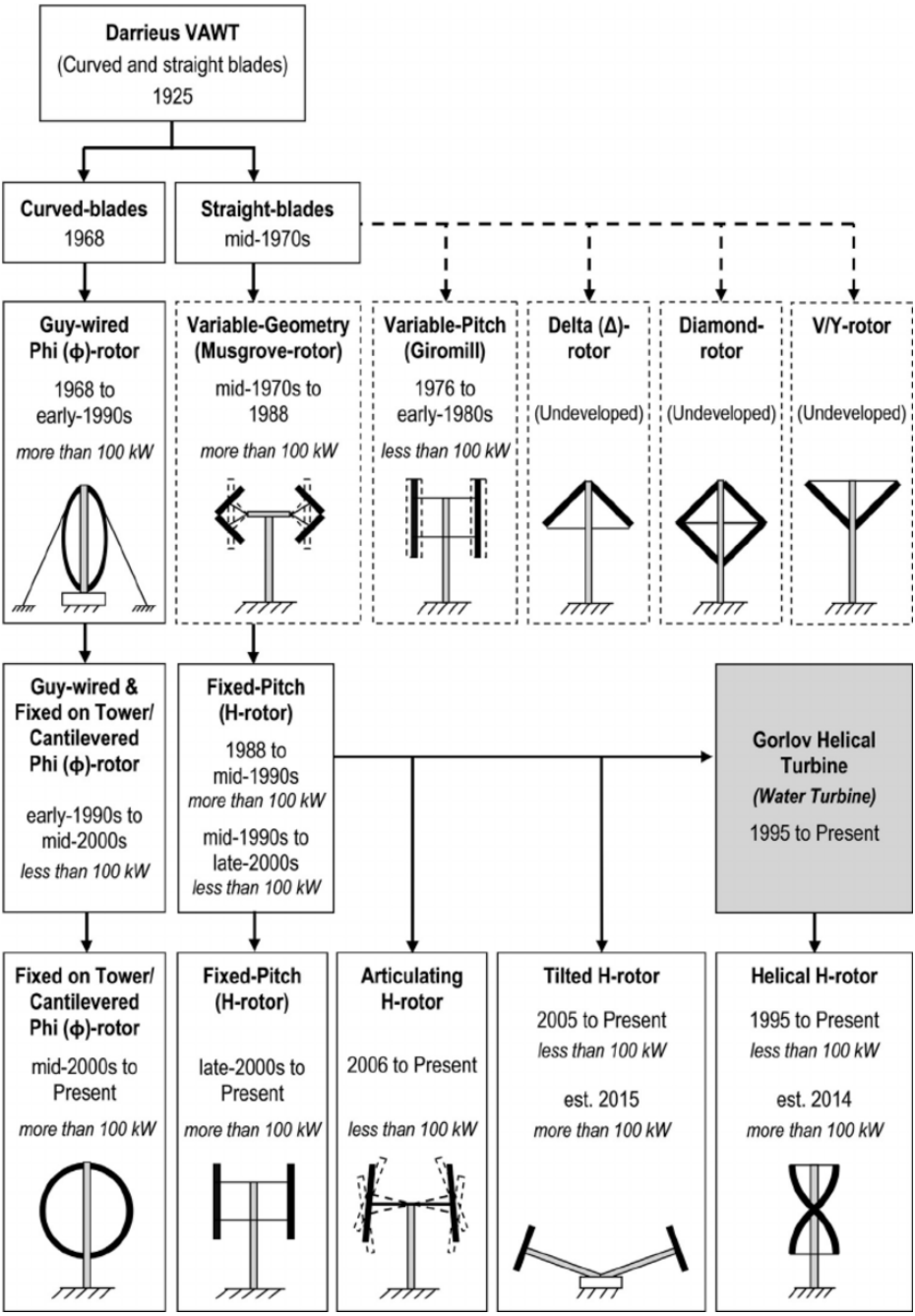
. Quel type d'éolienne pourrait s'inviter dans la skyline malouine ?

Dans l'imaginaire collectif, une éolienne évoque automatiquement la grande hélice à axe horizontal qui fleurit le long des autoroutes, en pleine mer, et même en couvertures des magazines. Pourtant, même si elles sont très efficaces, elles ne sont pas les seules capables de convertir l'énergie du vent en électricité de manière performante. L'éolienne à axe verticale, beaucoup moins courante, est pourtant une alternative crédible pour le problème qui nous est posé ici. Il en existe deux sortes : les Savonius et les Darrieus (noms de leur inventeur respectif). Elles comportent l'avantage non négligeable de pouvoir capter les vents de toutes directions, notamment les vents turbulents causés par les milieux urbains. Elles supportent également des vents plus forts (jusqu'à 40 m/s) que les éoliennes à axe horizontal et sont moins bruyantes. Enfin elles sont jugées plus esthétiques et entraînent dès lors un impact visuel moindre.

Une éolienne Darrieus d'une puissance installée d'1MW pourrait fournir une production annuelle moyenne de l'ordre de 2000 MWh, ce qui correspond à la consommation électrique de 1000 personnes en France.

. Une occasion d'architecture.

Les éoliennes à axe vertical ont la particularité de pouvoir prendre énormément de formes différentes. Elles peuvent donc être dessinées spécifiquement, et proposer une image originale et unique. Elles offrent également des possibilités typologiques permettant d'envisager à partir d'une certaine taille l'hébergement de programmes entre les pales et l'axe. Elles pourraient ainsi réconcilier l'architecture et le vent, comme le faisaient les moulins d'autrefois.

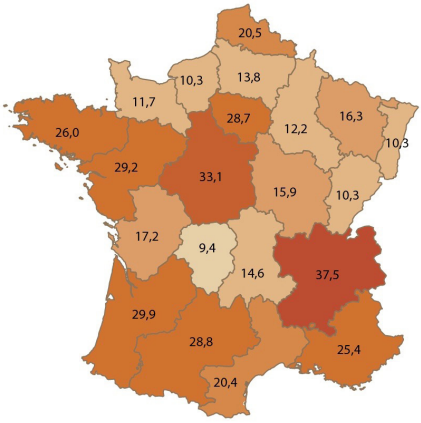

Darrieus VAWT
(Curved and straight blades)
1925
Curved-blades
1968
Straight-blades
mid-1970s
Guy-wired Phi (ϕ)-rotor
1968 to early-1990s
more than 100 kW
Variable-Geometry (Musgrove-rotor)
mid-1970s to 1988
more than 100 kW
Variable-Pitch (Giromill)
1976 to early-1980s
less than 100 kW
Delta (Δ)-rotor
(Undeveloped)
Diamond-rotor
(Undeveloped)
V/Y-rotor
(Undeveloped)
Guy-wired & Fixed on Tower/ Cantilevered Phi (ϕ)-rotor
early-1990s to mid-2000s
less than 100 kW
Fixed-Pitch (H-rotor)
1988 to mid-1990s
more than 100 kW
mid-1990s to late-2000s
less than 100 kW
Gorlov Helical Turbine
(Water Turbine)
1995 to Present
Fixed on Tower/ Cantilevered Phi (ϕ)-rotor
mid-2000s to Present
more than 100 kW
Fixed-Pitch (H-rotor)
late-2000s to Present
more than 100 kW
Articulating H-rotor
2006 to Present
less than 100 kW
Tilted H-rotor
2005 to Present
less than 100 kW
est. 2015
more than 100 kW
Helical H-rotor
1995 to Present
less than 100 kW
est. 2014
more than 100 kW

. Le solaire photovoltaïque

Le soleil est souvent mal jugé en Bretagne. Si pour certains, venir sur les côtes bretonnes signifie irrémédiablement se rapprocher de la pluie, les Bretons font preuve de plus de philosophie, et même de réalisme en déclarant : « En Bretagne, il fait beau plusieurs fois par jour ». L'énergie solaire a d'ailleurs été récoltée pendant longtemps à Saint-Malo, sous forme passive majoritairement, dans les marais salants qui entouraient la cité corsaire autrefois. Grâce à la découverte de l'effet photovoltaïque par le Français Becquerel en 1838, ainsi que les recherches d'Einstein sur l'effet photoélectrique (qui lui vaudra d'ailleurs son unique prix Nobel en 1921) beaucoup de technologies actives se sont développées afin de produire de l'électricité grâce au rayonnement solaire. Le prix très élevé de leur production les a quasi exclusivement réservées à l'industrie aérospatiale durant le XXème siècle, mais les évolutions conjoncturelles récentes sur les coûts du Watt-crête installé depuis la crise pétrolière des années 1970 (il est passé de 15 $ en 1980 à moins de 1$ en 2012 !) font de l'énergie solaire photovoltaïque un des acteurs indispensables du mix énergétique renouvelable de demain.

. Pourquoi un parc solaire a-t-il du sens à Saint-Malo ?

Le principe photovoltaïque fonctionne grâce à la luminosité et non grâce à la chaleur. C'est pourquoi les régions du Nord de la France peuvent tout à fait bénéficier de ces installations. Ainsi la densité annuelle moyenne du rayonnement solaire à Saint-Malo est de 150 W/m² (juste au-dessus de la moyenne nationale 145 W/m²). Le site dispose donc d'un gisement suffisant pour qu'une installation photovoltaïque soit productive et rentable. D'ailleurs plusieurs installations ont récemment vu le jour sur la commune : un parc de 118 kWc sur les toits du nouveau lycée professionnel maritime (1000 m²), dont 20 kWc en autoconsommation, un autre de 100 kWc au-dessus de la médiathèque (640 m² de panneau).



. Comment peut-on « cultiver » le soleil ?

Les cellules photovoltaïques permettent de convertir une partie du rayonnement solaire en énergie électrique. Concrètement, les photons de lumière qui frappent le panneau permettent de mettre en mouvement des électrons et de créer du courant. Les panneaux sont composés de cellules faites à partir de matériaux semi-conducteurs, comme le silicium. Le rendement des panneaux est ensuite le paramètre déterminant leur performance de production. Les lois de la physique élémentaire fixent une limite théorique autour de 60% pour les systèmes à concentration et autour de 45% pour les systèmes classiques. L'inclinaison des panneaux, l'appareillage électrique, le schéma de câblage, les facteurs d'ombrage ou la chaleur sont autant de facteurs qui diminueront le rendement. Typiquement les générations actuelles de panneaux disposent d'un rendement compris entre 5 et 20 %. Dans les prochaines années, on estime pouvoir atteindre des rendements situés autour de 25 à 30 % pour des panneaux produits à échelle industrielle.

Technologie / rendement électrique	**2013**	**2020**	**2035 – 2050**
Silicium monocristallin	14-20%	23%	25%
Silicium polycristallin	13-15%	19%	21%
Silicium amorphe	6-9%	12%	15%
Tellurure de cadmium (CdTe)	9-11%	14%	15%
Cuivre-indium-(gallium)-sélénium (CIS/CIGS)	10-12%	15%	18%

Les avantages du photovoltaïque sont nombreux.

La ressource solaire est gratuite et inépuisable. L'exploitation des panneaux solaires n'est pas polluante. Le silicium est présent en abondance et n'est pas toxique. Les panneaux ont une durée de vie d'environ 30 ans et sont quasi intégralement recyclables. La modularité des panneaux est très grande : les installations photovoltaïques peuvent prendre différentes formes et s'insérer dans des environnements très variés, permettant une production décentralisée à l'échelle domestique (toitures), ou bien centralisée à l'échelle industrielle (fermes solaires).

Quelques désavantages sont néanmoins à relever.

Une centrale solaire nécessite d'occuper de très grands espaces (environ 1,2 ha par MW installé). La fabrication des panneaux en silicium possède un coût énergétique: il faut entre 1 et 5 ans de fonctionnement pour rembourser cette dette. L'énergie électrique produite n'est pas directement stockable sous sa forme primaire : elle peut être convertie sous forme chimique (batterie), sous forme mécanique (volant d'inertie) ou sous forme de chaleur (power-to-heat). Les technologies les plus innovantes sont encore onéreuses.

. Quelle stratégie et quelle technologie photovoltaïques pour Saint-Malo et son port ?

Deux stratégies différentes s'offrent au territoire malouin. La première serait pour la ville de miser sur des installations classiques en toiture. En ce qui concerne le potentiel des toitures de l'Intra-Muros, il semble relativement faible au regard de la densité du bâti et des effets d'ombrage. Pour le reste des constructions de la commune, il apparaît également réduit, au vu de la surface relative de toiture disponible par habitants (pour qu'une production soit très significative, il ne faudrait pas excéder des logements de type R+2, ce qui est souvent contradictoire avec la densité de demande en logement actuellement). Cette stratégie est tout de même à prendre en considération dans une vision à long terme, elle peut au cas par cas se révéler intéressante.

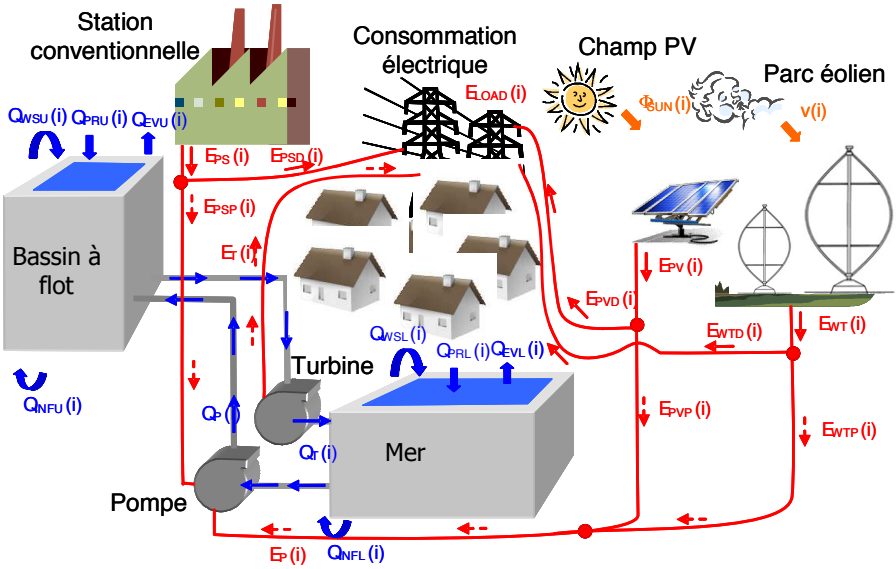
La seconde stratégie se tourne vers le port. Les magasins de stockage offrent en effet le plus gros potentiel en toiture et plusieurs milliers de m² sont potentiellement exploitables. On peut aussi remarquer que la plus grande surface disponible, protégée et dégagée, est celle des bassins (55 ha au total). Il est évident que ces derniers sont utilisés pour le trafic des bateaux, mais cette activité est très intermittente et dépend en fait des horaires d'éclusage, calés sur les horaires des marées (deux créneaux de 4 heures par jour, correspondant aux hautes mers). Bien que ces horaires varient et se décalent tout au long de l'année, les bassins restent inactifs pendant au minimum 2/3 du temps d'ensoleillement et pourraient mettre à disposition plusieurs hectares précieux pour «cultiver le soleil». Au vu des améliorations technologiques en cours dans le domaine des panneaux solaires, on ne verra certainement pas les rendements augmenter significativement, par contre, il reste beaucoup à faire dans la recherche des matériaux et la mise en forme des panneaux. Pourquoi ne pas développer un tapis photovoltaïque souple et flottant, capable de se dérouler lorsque les bassins sont ensoleillés et inactifs ? Il pourrait ensuite être enroulé à quai lorsque le trafic reprend. Un parc de 2.2 hectares (1/25ème de la surface totale de bassin) pourrait fournir une production annuelle moyenne de l'ordre de 3000 MWh, ce qui correspond à la consommation électrique de 1500 personnes en France.

. Une occasion d'architecture.

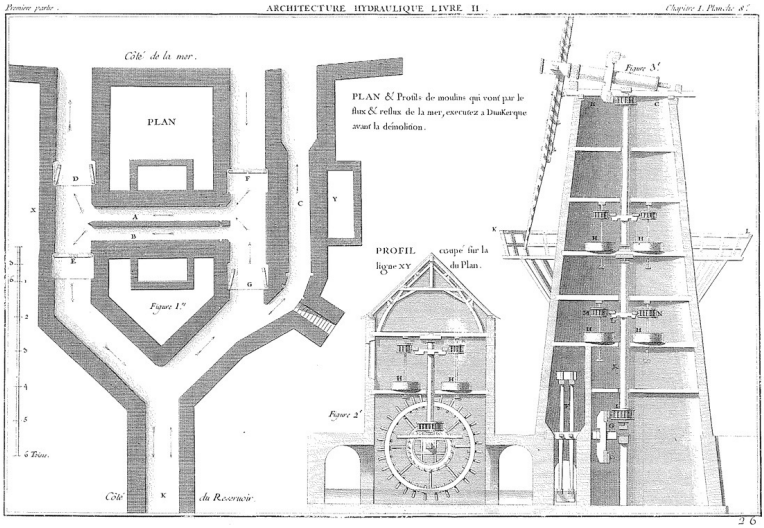
Penser un parc solaire flottant dans le port de Saint-Malo serait une occasion exceptionnelle de relier le projet urbain au projet architectural. Comme l'était les marais salants, un tel parc nécessiterait de dessiner le plan de récolte, de penser son intégration paysagère et de voir s'il pourrait générer une nouvelle façon d'habiter sur les quais.

. Complémentarité et mix énergétique

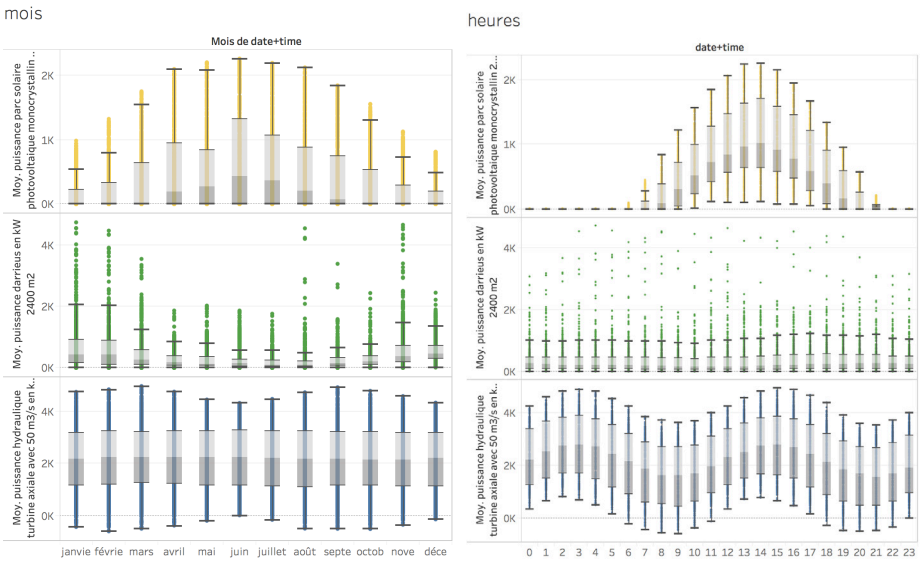
La raréfaction des ressources fossiles a permis un retour au premier plan des énergies renouvelables. Malheureusement, elles ont le désavantage d'être aléatoires et intermittentes ce qui les rend difficile à maîtriser. Il est donc nécessaire d'étudier la variation de ces ressources dans le temps afin de pouvoir anticiper la production et palier aux manques éventuels. Aussi, on constate que le couplage et la mise en réseau de plusieurs sources d'énergie diminue efficacement l'intermittence : c'est les Systèmes Hybride à Sources d'Energie Renouvelable (SHSER). La réalisation de ce type de système permet ainsi un lissage de la production, une augmentation de la fiabilité, une diminution des besoins de stockage et une réduction des coûts de production. Par contre, ils ont tendance à augmenter la complexité des systèmes et à rendre difficile une optimisation de chaque technologie. Pour mémoire, nos ancêtres utilisaient déjà l'hybridation en combinant les moulins à marée avec des moulins à vent afin de pouvoir faire tourner les meules le plus souvent et le plus longtemps possible.



Structure d'un système hybride



Dans le cas de Saint-Malo, on remarque qu'autant à l'échelle de l'année qu'à celle de la journée, les deux ressources renouvelables intermittentes, que sont le soleil et le vent, possèdent des profils de performances qui se compensent et se complémentent. Celle de la marée est intermittente mais régulière et prédictible et permettrait de proposer un première arme de stockage et de sécurisation du réseau en cas de pic. Plus que cela encore, l'hybridation du système constitue un argument supplémentaire de taille en faveur d'un projet systémique globale unique et collectif pour le port malouin et sa ville.

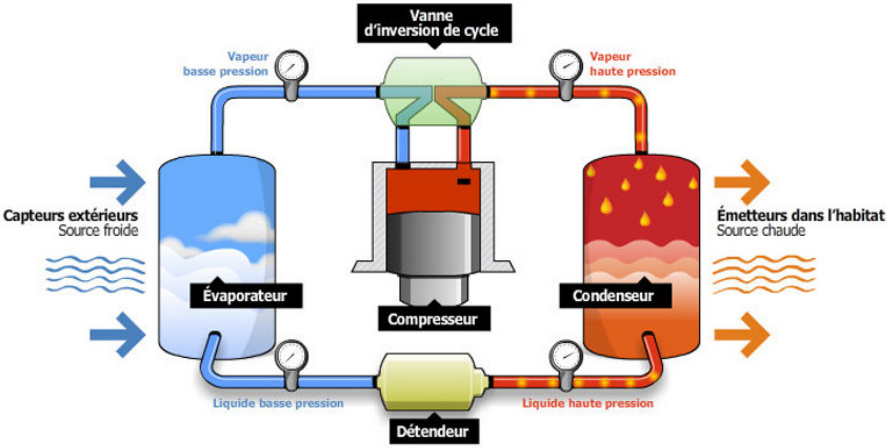


2.1.2 Des calories « à pécher »

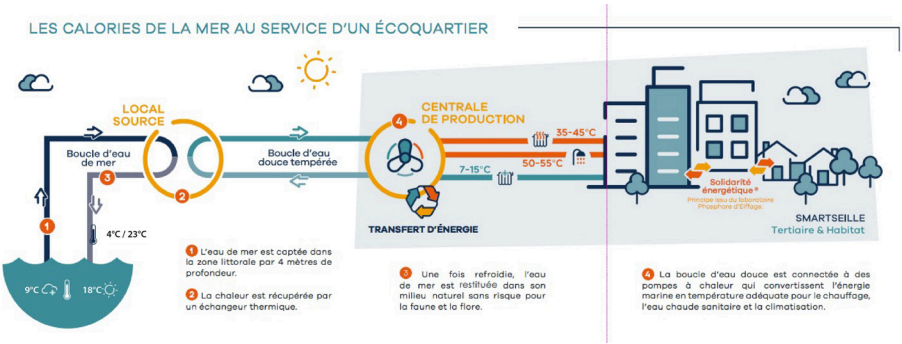
Intéressons nous maintenant aux besoins énergétiques de chaleur et de refroidissement. Il faut bien comprendre que toutes les énergies ne se valent pas. Si l'électricité est considérée comme une forme d'énergie de haute valeur (dans le sens où elle peut rendre presque tous types de services, dont certain lui sont exclusifs), la chaleur basse température (inférieur à 50°C) est plutôt de faible valeur en comparaison. Cela ne veut pas dire que sont usage n'est pas courant pour autant. Au contraire, le chauffage et le refroidissement se font majoritairement à ce type de température et constituent le premier besoin à l'échelle planétaire. Plusieurs moyens de production de chaud et de froid existent alors pour éviter d'utiliser directement l'électricité pour cette tâche. La biomasse (le bois par exemple) en est une. Elle reste d'ailleurs la filière renouvelable la plus développée en Bretagne. De plus, elle possède un bilan CO_2 considéré comme nul car la quantité de CO_2 émise lors de la combustion correspond ni plus ni moins à la quantité captée lors de la croissance de la biomasse. Malgré cela, cette énergie reste limitée localement et implique une mécanisation (pour l'exploitation comme pour le transport) fortement émettrice de CO_2, affaiblissant fortement le bilan au global. Et n'oublions pas les autres polluants, tels que les particules fines, émis par les chaudières à biomasse.Il est donc utile d'insérer dans le mix énergétique renouvelable des sources alternatives de chaleur.

. Pompe à chaleur sur eau de mer

Le principe d'une pompe à chaleur (PAC) consiste à valoriser naturellement la chaleur présente dans l'environnement (air, sol et eau). En fait, elle permet d'effectuer un transfert de calories entre une source froide et une source chaude, de manière efficace et propre. C'est donc une des solutions les plus utilisées et les plus pertinentes pour réduire la consommation énergétique d'électricité et insérer le renouvelable dans le mix, autant pour les besoins domestiques que les processus industriels. Cette technologie est capable de fournir entre 2.5 et 4 fois plus de chaleur qu'un chauffage électrique classique pour la même quantité d'électricité consommée. Pour connaître l'efficacité de l'installation, on peut calculer le coefficient de performance (COP) qui correspond au rapport entre la quantité de chaleur fournie et la quantité d'énergie consommée pour faire fonctionner le système. Il dépend à la fois des paramètres environnementaux de la source froide et des paramètres techniques de la pompe à chaleur installée. Un COP standard se situe autour de 3 : pour 1 kWh d'électricité consommée, on obtient 3 kWh de chaleur fournie. Ainsi plus le COP est élevé, plus la machine est performante.



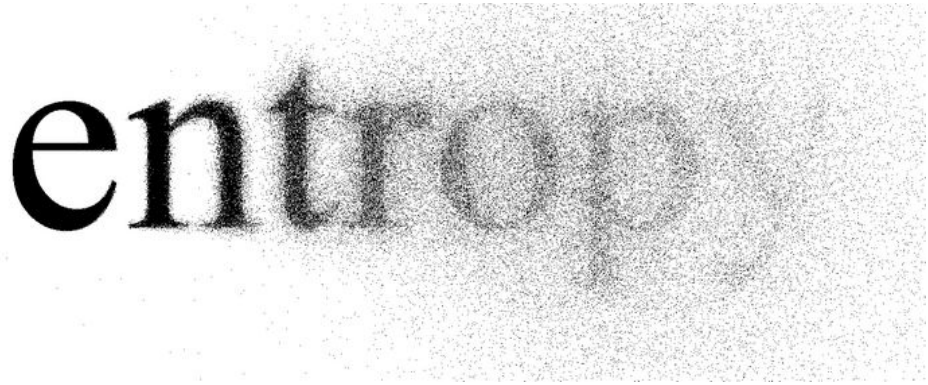
Ici, à Saint-Malo, se trouve à proximité une fabuleuse source calorifique et frigorifique : l'eau de mer. La mise en place d'un réseau de chauffage à distance (CAD), alimenté par une PAC sur eau de mer pourrait alors avoir un impact économique et écologique extrêmement bénéfique. Il permettrait de mettre en place une autonomie de production calorifique et frigorifique propre, tout en baissant la consommation et la facture (la ressource est disponible tout le temps et elle est gratuite, seule l'exploitation coûte). Le diagramme extrait du système installé à Marseille explique le fonctionnement d'une PAC sur eau de mer. Au vue des recherches menées sur le sujet, on peut espérer des systèmes avec un COP proche de 5 et un rendement exergétique proche de 50%, rendant cette solution très crédible. Un intérêt supplémentaire dans notre cas d'étude est la complémentarité de ce type d'installation avec une microcentrale marémotrice : l'eau serait pompée dans l'avant port et déversée dans le bassins à flot après le transfert thermique, contribuant ainsi au (re)remplissage de la réserve afin d'augmenter les performances et les fréquences de turbinages. Le dimensionnement de la PAC n'a de limite que le nombre d'acteurs prêts à se raccorder au réseau de chaleur, ce qui définira la puissance de la pompe à installer.



. Récupération de chaleur fatale

Selon les deux premières lois de la thermodynamique, on sait que toute transformation énergétique est à la fois soumise au principe de conservation, c'est à dire qu'il n'y a pas d'énergie créée ni d'énergie détruite mais seulement une transformation à l'intérieur du système et un échange entre ce système et le milieu extérieur (autrement dit des pertes, le plus souvent sous forme de chaleur) ; et soumises au principe d'évolution, c'est à dire qu'il existe toujours une part d'irréversibilité (un désordre entropique) qui empêche de récupérer les pertes efficacement une fois l'énergie dispersée à l'extérieur du système.

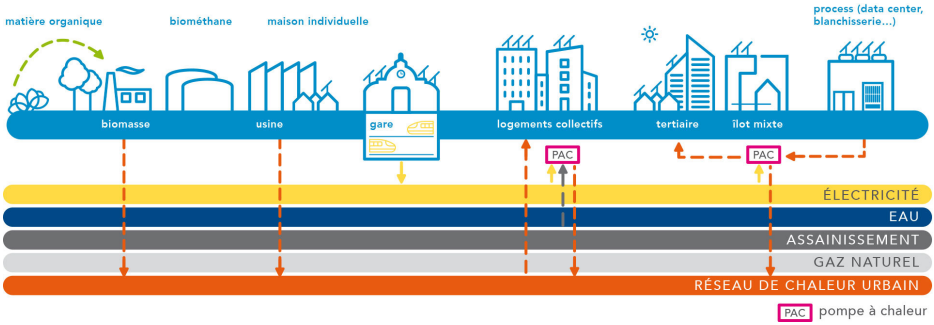
Si on comprend qu'aucun système ne peut être efficace à 100%, tout l'enjeu réside alors dans l'optimisation de nos installations afin de réduire l'entropie (à noter que la notion d'entropie est extensible à beaucoup d'autres domaines allant de l'astrophysique aux sciences sociales ou politiques : par exemple, l'économie circulaire tend à essayer de réduire le phénomène entropique dans les échanges monétaires locaux).
Si on imagine un système énergétique 100% renouvelable, par définition rien n'empêche de perpétrer le principe de croissance et de consommer plus (il n'y a ni dégagement de polluants ni raréfaction de la ressource). Mais cette hypothèse est théorique, car même si elle est nécessaire à long terme, elle passera forcément par la transformation lente et progressive de toute notre société, reposant encore majoritairement sur les énergies fossiles. Cette période de transition nous impose donc de réduire notre consommation fossile pendant que l'on augmente notre consommation renouvelable. Si l'on veut éviter une période de décroissance, dont on a du mal à anticiper les effets, augmenter l'efficacité énergétique de nos systèmes devient alors la seule solution pour réduire notre consommation énergétique fossile sans toucher à notre demande, autrement dit sans compromettre notre niveau de confort : consommer moins à qualité de service et production égales.



Comment augmenter l'efficacité de nos systèmes énergétiques ?

Deux solutions existent. La première réside dans le développement technologique, autrement dit la recherche et l'enseignement, sur lesquels il faut accepter de miser massivement pour obtenir des résultats futurs. La seconde consiste à mieux récupérer l'énergie fatale de nos installations afin de valoriser une énergie qui est jusqu'alors considérée comme une perte. C'est cette dernière option qui nous intéresse ici. Le potentiel de récupération est loin d'être négligeable. Il provient de différents secteurs : 55% des bâtiments, 30% de l'industrie, 10% des transports et 5% du service. Pour valoriser des rejets thermiques, on utilise encore une fois des pompes à chaleur. Elles sont capables par exemple de récupérer de l'énergie à partir de l'air vicié d'une ventilation ou de l'eau des égouts. Disposant d'une excellente versatilité, ces dispositifs peuvent se connecter à de nombreux systèmes, dont les réseaux de chaleur à distance, augmentant leur efficacité. Ils permettent également de faire des économies substantielles sur les coûts d'investissements (en réduisant le dimensionnement des chaudières) et sur les coûts d'exploitations (en réduisant la consommation de combustibles).

A Saint-Malo, l'hôpital, le bassin tampon d'eaux usées de Marville, et les activités industrielles portuaires, comportent tous un potentiel de récupération de chaleur à étudier et prendre en compte.



. Le solaire thermique

Aujourd'hui, la conversion énergétique qui semble la plus efficace pour produire de l'eau chaude est l'utilisation de panneaux solaires thermiques sur les toits. On expose directement l'eau au rayonnement solaire, ce qui correspond à un rendement théorique autour de 60% et un rendement effectif entre 25 et 40%. C'est en effet plus convaincant que d'utiliser des panneaux solaires photovoltaïques qui alimenteraient directement un chauffe-eau électrique (rendement de l'ordre de 16%).
Pourtant, ce n'est pas aussi simple. Les boilers d'eau chaude sont pour des raisons esthétiques et pratiques (gel) placées en sous-sol. L'eau doit donc voyager à travers tout le bâtiment au moyen de pompes, de vannes et de capteurs afin de réguler le système. Ce dernier nécessite également des dispositifs complémentaires en été pour dissiper le surplus de chaleur (qui n'est donc pas valorisé), ainsi qu'un chauffage d'appoint lorsqu'il n'y a pas assez de soleil pour répondre à la demande. Tout ceci a une répercussion sur l'efficacité et sur les coûts d'investissement (1500 et 2500 €/ m² de panneaux pour des bâtiments existants, un peu moins pour les bâtiments neufs).

Une approche alternative apparaît alors progressivement : utiliser des panneaux solaires photovoltaïques afin d'alimenter une pompe à chaleur pour produire l'eau chaude sanitaire et le chauffage des locaux. L'intérêt est de pouvoir valoriser le surplus de production estival en réinjectant l'électricité dans le réseau. Ce système hybride possède également l'avantage de proposer un rendement qui peut monter au dessus des 60% et son coût a tendance à diminuer d'année en année alors que celui du solaire thermique stagne.

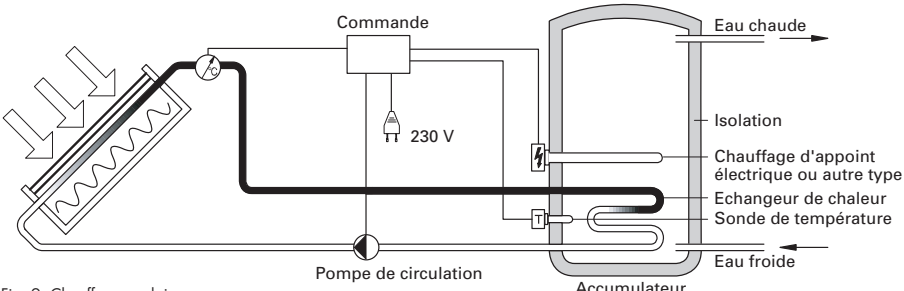
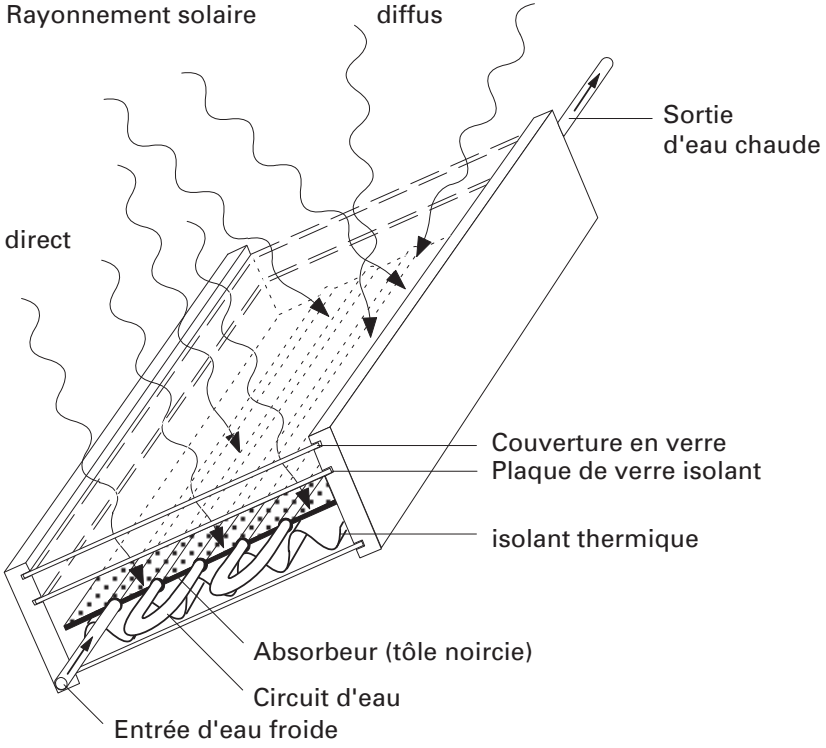


Fig. 9: Chauffe-eau solaire

A Saint-Malo, la proportion importante d'hôtels présents dans la zone crée des besoins en eau chaude sanitaire élevés (une salle de bain pour chaque chambre) et irréguliers (impact saisonnier très fort). La question de savoir comment cette eau est chauffée est donc très importante dans une perspective de mutation énergétique. L'utilisation de pompes à chaleur, alimentées par du photovoltaïque et reliées à un réseau de chaleur collectif, semble être la solution la plus pérenne pour les bâtiments existants. Pour les bâtiments neufs, l'utilisation de panneaux solaires thermiques avec comme chauffage d'appoint le réseau de chaleur à distance peut être éventuellement intéressant.



. La géothermie

L'énergie géothermique est due à deux facteurs : l'activité radioactive de la croûte terrestre d'une part et la diffusion de la chaleur du cœur de la Terre d'autre part. Pour capter cette énergie, on utilise de l'eau qui va se charger en calorie dans les profondeurs du manteau terrestre, puis remonter à la surface. En règle générale, la température à 100 m de profondeur est de 12°C, à 300 m à 20°C. A ces profondeurs, les installations nécessitent des pompes à chaleur pour rendre l'énergie géothermique exploitable. A partir de 400 m, la température devient alors suffisante pour chauffer un bâtiment sans PAC, et vers 5000 m, l'eau se transforme en vapeur et peut être turbinée pour produire de l'électricité. Cette énergie est considérée comme renouvelable, car toujours disponible et inépuisable (à notre échelle humaine de temps).

Les sondes géothermiques sont complémentaires avec d'autres systèmes de production d'énergie renouvelable, tel que le photovoltaïque par exemple, qui peut alimenter les pompes à chaleur. C'est d'ailleurs cette combinaison qui est installée au bâtiment de la Grande Passerelle à Saint-Malo. Pour autant, les sondes doivent être creusées en grand nombre et profondément, ce qui rend les coûts d'investissement très élevés et la rentabilité assez difficile. De plus, l'implantation des sondes reste très dépendante de la constitution du sous-sol, qui peut varier énormément d'un site à l'autre.

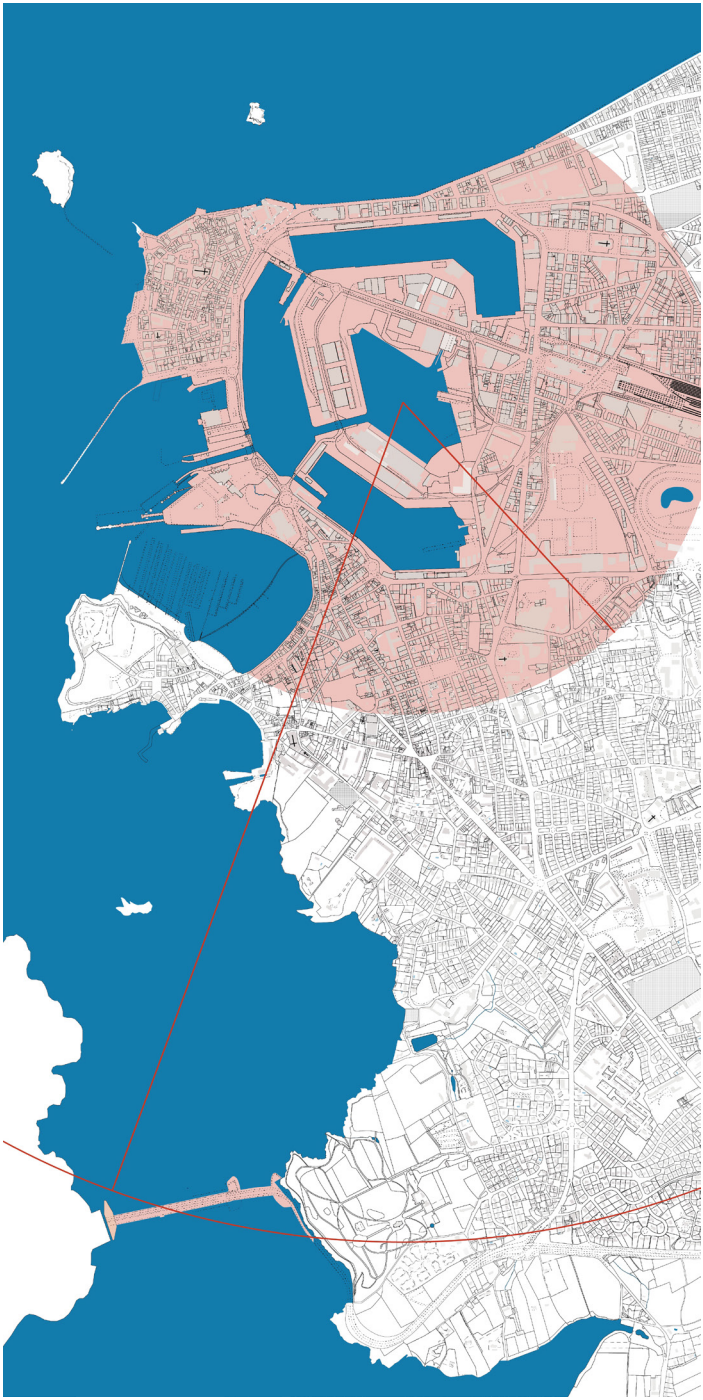
Mais la géothermie peut constituer un autre intérêt : le stockage saisonnier.

Les activités industrielles demandent de produire de la chaleur toute l'année. Or, il est facile d'imaginer une récupération et une valorisation des pertes calorifiques en hiver. Mais il devient plus compliqué de lui trouver un sens en été (mise à part l'ECS), période pendant laquelle il fait déjà chaud. Plutôt que de l'évacuer, en pure perte, on peut aujourd'hui envisager de la stocker jusqu'au retour des températures hivernales au moyen de sondes géothermiques. Le schéma inverse, c'est à dire stocker du froid en hiver pour le refroidissement en période estivale, est possible selon le même principe. Ici, ce sont les propriétés inertielles de la roche en sous-sol qui sont utilisées.
Bien que prometteur pour les décennies à venir, ce modèle reste à première vue difficilement rentable, car il impose des investissements importants pour un seul cycle de charge et de décharge par année. Pour autant, on peut observer des systèmes qui commencent à être économiquement intéressants, au Danemark ou en Allemagne par exemple, car ils combinent la géothermie avec un réseau de chauffage à distance basse température, augmentant ainsi considérablement l'efficacité globale de l'installation. Pourquoi ne pas l'imaginer dans le cas de Saint-Malo, si un réseau de chauffage à distance venait à se développer ?

2.1.3 Les consom'acteurs énergétiques

Comme on l'a vu dans la première partie, le port de Saint-Malo, tel qu'on le connaît aujourd'hui doit son édification à l'ingénieur des Ponts-et- Chaussées Girard de Caudemberg, qui en 1834 établit un projet de bassin à flot, commun aux villes de Saint-Malo et Saint-Servan. Ce projet fut préféré à celui d'un port unique pour la cité corsaire à côté du Grand Bé. Cent trente-trois ans plus tard, les deux villes fusionneront avec Paramé pour ne former plus qu'une seule et unique agglomération autour du port. Il est intéressant de se rappeler que l'infrastructure portuaire a contribué à unifier un territoire du littoral en lui offrant la chance d'apprivoiser la mer par la mutualisation des outils et des ressources. Il est essentiel d'en prendre pleinement conscience au moment de questionner l'échelle d'observation de cette étude.

Si le port veut assumer son rôle fédérateur, il devient important de dépasser la frontière politique et administrative qui le coupe de la ville, de privilégier une vision systémique et une approche transversale du problème. C'est le seul moyen d'appréhender l'ensemble des interactions et des équilibres que ville et port pourraient établir dans le cadre de la transition énergétique. L'étude des acteurs propose donc de se concentrer sur la zone ville-port, qui correspond à un rayon territorial d'1 km. Constatons seulement qu'à tout juste 3 km de là, se trouve le prochain « grand défi » territorial et énergétique des prochaines années : l'exploitation et l'adaptation du barrage de la Rance, à l'ère post EDF (fin de concession en 2043).



. Le port

La typologie du port de Saint-Malo est tout à fait spectaculaire : il est à 90% entouré par la ville. Il bénéficie d'un avant-port, en relation directe avec la mer et son marnage maximum de 13.5 m. On y trouve la gare maritime de la Bourse et le terminal ferry du Naye avec la capitainerie. Le port intérieur est composé pour sa part de 4 bassins:

. Le Bassin Vauban (15 ha, 820 ml de quais utilisables dont 385 ml en eau profonde, 9m de tirant d'eau) : 3 magasins totalisants 5500 m² actuellement utilisés pour l'activité industrielle d'engrais, un port de plaisance géré par la CCI de 196 places sous les murs de la vieille ville ;

. Le Bassin Duguay-Trouin (15 ha, 1500 ml de quais utilisables, 6m de tirant d'eau) : on y retrouve l'Espace Duguay-Trouin géré par la CCI (halls et salles polyvalentes allant de 700 à 7000 m²), les vieux gréements d'Etoile Marine, les chalutiers de la Compagnie des pêches, le pôle technique du port, une activité industrielle de nutrition animale, un silo à céréales de 65 000 quintaux à réhabiliter et 9 magasins totalisant 9500 m² ;

. Le Bassin J. Cartier (13 ha, 550 ml de quais utilisables, 9m de tirant d'eau) : il abrite le pôle de construction et réparation navale, les activités industrielles d'engrais, de bois et d'agroalimentaire, un terminal pour l'acide phosphorique, un terminal pour la soude caustique et 3 magasins totalisant 9200 m² (phosphate, sulfate, potasse ...) ;

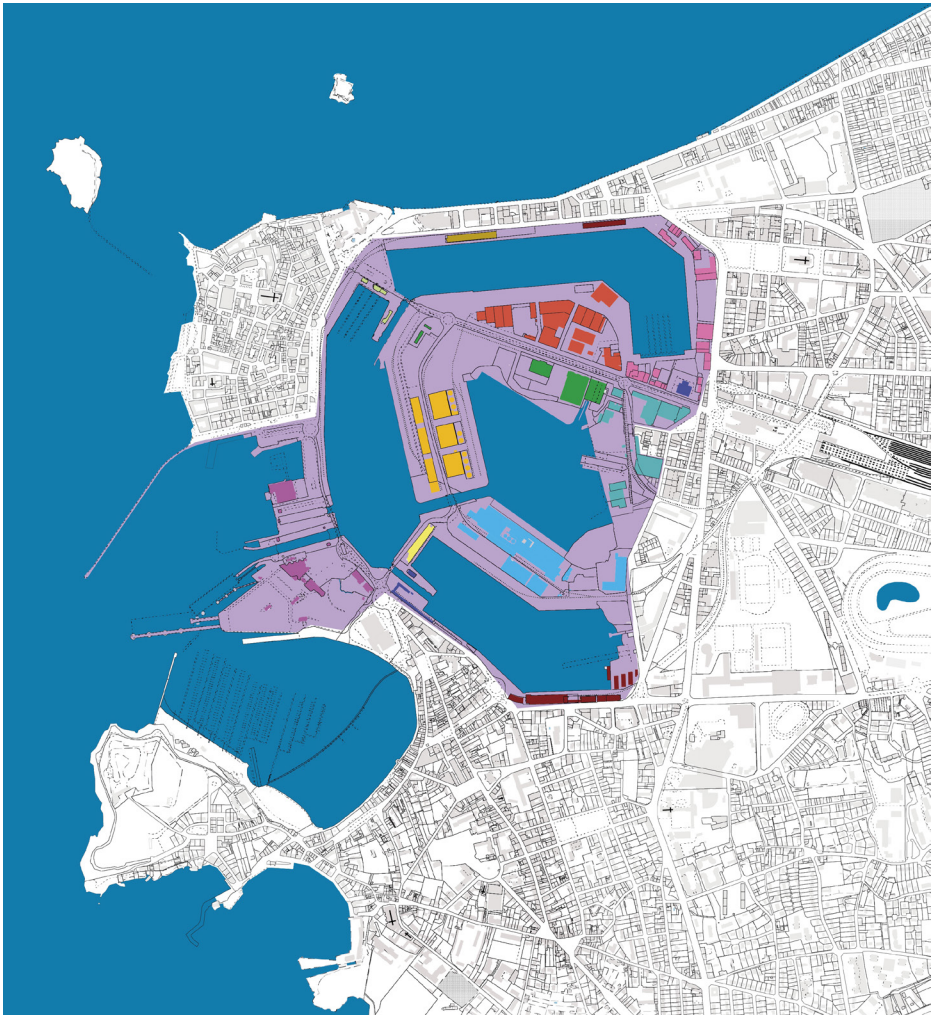
. Le Bassin Bouvet (12 ha, 650 ml de quais utilisables, 6m de tirant d'eau) : on y retrouve le port de pêche avec la criée et 15 cases à marée (1800 m²), ainsi que les bâtiments de l'industrie TIMAC, alimentés par une chaudière à biomasse ;
Le port est contrôlé par une écluse de 150 m de long et 25 m de large et 3 ponts bascules séparent les bassins. Deux bâtiments administratifs sont présents sur le port intérieur : le siège de la CCI au sud du bassin Duguay-Trouin et un petit bureau de la région Bretagne entre les bassins Vauban et Bouvet.

Le secteur pêche ne dispose pas à l'heure actuelle de fourniture de froid adaptée à ses besoins et usages. Pire encore, il utilise des groupes électrogènes au mazout sur les quais afin de palier à ce manque, entrainant des nuisances auditives et olfactives, sans parler des émissions de polluants. Pourtant la production de froid est parfaitement compatible et même complémentaire avec la production de chaud via une pompe à chaleur sur eau de mer : elle peut permettre d'augmenter l'efficacité du système et de valoriser les pertes.

Pour résumer, le port dispose avant tout d'un potentiel productif important grâce au bassin à flot : sa capacité permet l'installation d'une microcentrale marémotrice ; sa typologie crée un dégagement proposant une excellente qualité de vent pour l'implantation d'une éolienne (très peu de turbulences) ; sa superficie offre des conditions

privilégiées pour un parc solaire ; enfin son emplacement entre terre et mer est idéal pour l'optimisation d'une pompe à chaleur sur eau de mer. L'usine TIMAC qui dispose déjà d'un système énergétique assez performant, pourrait dans un premier temps se raccorder au nouveau réseau comme fournisseur d'énergie grâce à la récupération d'énergie fatale. Le futur musée de l'histoire maritime a également un rôle moteur à jouer pour devenir l'ambassadeur d'un nouveau type de «consom'action énergétique» à Saint-Malo.

Un concept de port à énergie positive est envisageable : produisant beaucoup plus qu'il ne consomme, il doit maintenant trouver suffisamment de consommateurs autour de lui pour générer un réseau d'échange énergétique local et circulaire.



. La ville

Actuellement, on trouve trois grandes zones actives et touristiques autour du port (zones pochées en vert sur le plan) :

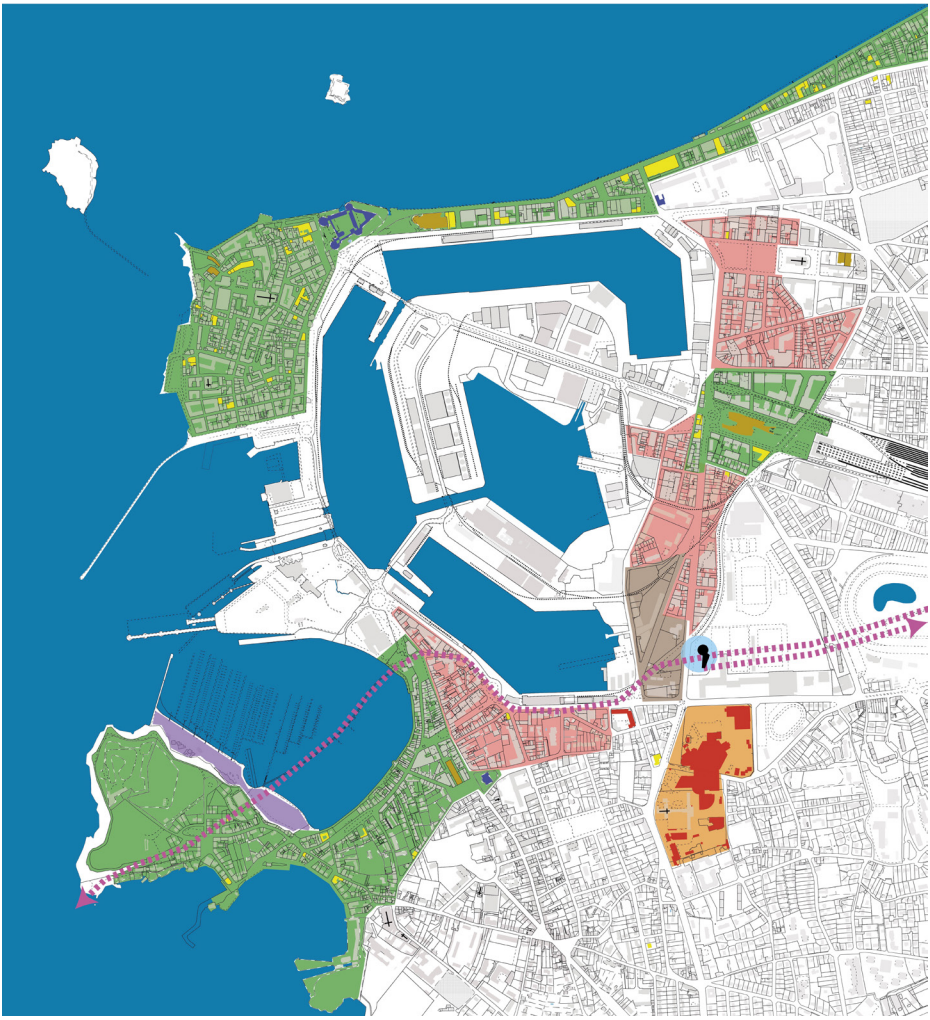
. Au nord, la grande promenade du Sillon à Intra-Muros (3 km, de Rochebonne jusqu'aux remparts de l'Intra- Muros). Sur cette promenade, on trouve une grande proportion de logements secondaires, et d'hôtels (bâtiments jaunes sur le plan) dont les Thermes Marins, ainsi que des bâtiments emblématiques tels que le Palais du Grand Large ou le château de Saint-Malo, siège de la mairie.
. Au sud, la Cité d'Aleth : elle abrite un jardin et un musée mémorial de la Seconde Guerre. Elle offre un magnifique panorama sur toute la baie et se connecte à Saint-Servan par l'anse des Sablons et l'anse Solidor, bien fournies en commerces, restaurants et bars.
. A l'est, le nouveau quartier de la gare : le recul de cette dernière en 2005 et le quartier neuf qu'elle a généré, ont lancé un nouvel élan. La Grande Passerelle, s'impose peu à peu comme l'un des bâtiments emblématiques de la ville contemporaine. Les nouveaux logements, bien qu'onéreux pour la jeune génération, rafraîchissent un parc immobilier très ancien. Trop contrasté avec l'environnement qui l'entoure, ce quartier fait néanmoins toujours figure d'exception dans le tissu urbain.

. On trouve également trois grandes zones résidentielles en mutation (zones pochées en rose sur le plan). Elles sont encore largement composées d'un bâti ancien et offre une forte capacité de mutation et de renouvellement.

. Dans le coin sud-est du port, on reconnaît le grand centre hospitalier de Saint Malo (60 000 m²), énorme consommateur énergétique (poché en orange) :
. Production de froid : deux groupes de 250 kW et 1 groupe de secours de 470 kW. La loi d'eau du réseau glacé est 8/12° C, sans comptage sur cette installation.
. Production de chaleur : 3 turbines au gaz de villeW de 3 MW avec un complément de secours au mazout. La loi d'eau du réseau primaire de chauffage est 90/70° C et chaque année la consommation de chaud (ECS inclues) s'élève à 11 GWh.
. Production électrique : elle nécessite l'utilisation du groupe 3 (470kW) durant les journées les plus chaudes de l'été en complément des 2 groupes (250kW) habituels. La consommation s'élève à 7 GWh par an.

Pour résumer, la ville dispose d'un bassin de consommation très important autour du port. Les bâtiments neufs qui vont apparaître dans les zones en transition ont l'intérêt de pouvoir appuyer le test et l'insertion d'un système énergétique innovant et peuvent aussi être de petits producteurs décentralisés afin d'échanger dans les deux sens. L'hôpital est aussi un des acteurs clefs, qui, à lui seul, pourrait justifier la mise en place du réseau de chaleur à distance : il a des besoins importants, très diversifiés et offre un important potentiel d'optimisation en terme d'efficacité et de récupération d'énergie. Le parc immobilier historique et récent, comporte des logements secondaires et des hôtels

qui ont des besoins saisonniers très particuliers, à forte variabilité (notamment pour l'ECS). Leur raccordement au CAD serait relativement simple (sans impliquer de rénovation de leurs réseaux individuels) et avantageux économiquement. D'autres bâtiments ont déjà investi récemment sur un nouveau système et doivent encore le rentabiliser. Mais rien n'empêche qu'ils se raccordent dans un second temps au réseau collectif. C'est le cas par exemple du Centre Mondial de l'Innovation (poché marron sur le plan), de la Grande Passerelle, ou du port de plaisance des Bas-Sablons (poché en violet). Enfin un bassin tampon de traitement des eaux usées (poché en bleu turquoise sur le plan), situé sur l'épine dorsale des canalisations d'assainissement (l'ex rivière du Routhouan, aujourd'hui canalisée en sous-sol) offre également un petit potentiel de récupération de chaleur pour le réseau.



. Vision systémique

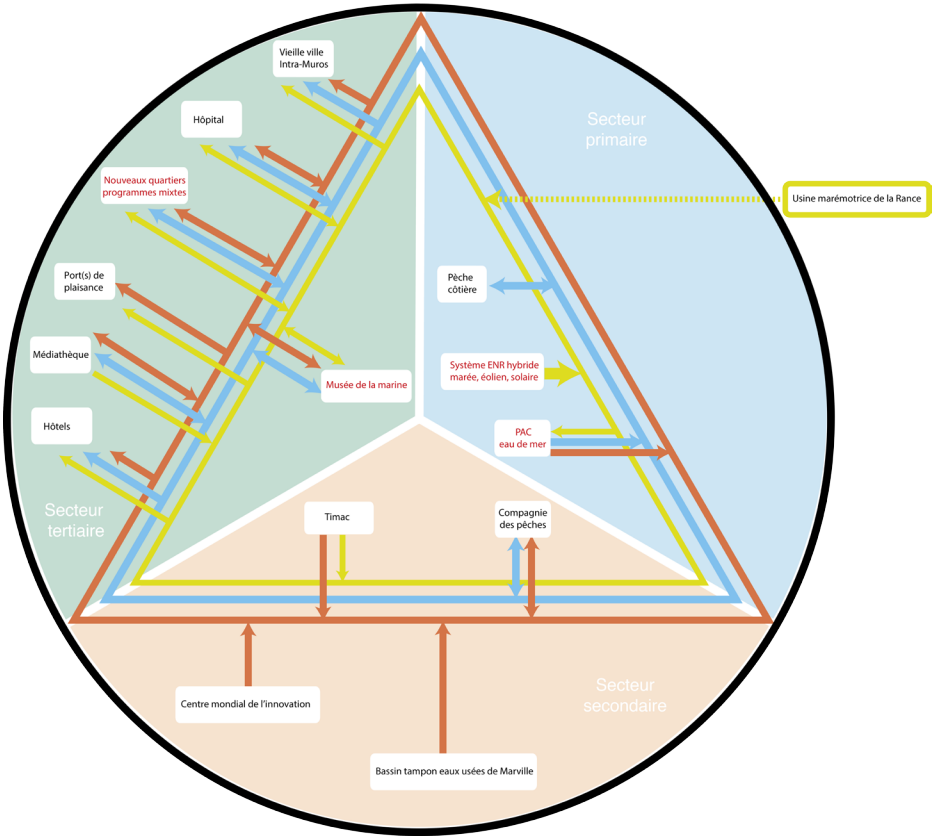
Il apparaît clairement que les capacités et ressources du port et de la ville sont complémentaires. Si, on fait un rapide bilan des systèmes décrits précédemment, on se rend compte que Saint-Malo peut raisonnablement envisager de produire 10 000 MWh électrique grâce au renouvelable, ce qui correspond par exemple à la consommation de 5000 habitants ou celle de l'hôpital. Et le potentiel est encore bien plus vaste !

	Production	Récupération	Consommation
Port	+++	++	+
Ville	+	++	+++

L'intérêt d'un projet ville-port pourrait donc prendre sa source dans la production, le transport et la consommation d'énergies renouvelables (chaud, froid et électricité). Il imposerait la conception d'un **Dénominateur Urbain Collectif** (DUC) : un réseau structurel et infrastructurel capable de faciliter les échanges entre les différents acteurs raccordés. Ce type de projet a l'avantage de pouvoir fédérer : il s'adresse aux trois secteurs de l'économie et chacun d'eux y trouve un intérêt, aussi bien du point de vue financier qu'en terme d'image. Le DUC pourrait également agir comme catalyseur de croissance, pour la population (touristique comme citadine) et pour l'activité (création d'emplois locaux, valorisation foncière etc…), en créant une plateforme d'expérimentation inédite.

Diagramme des consomm'acteurs

Orange = chaud ; bleu = froid ; jaune = électricité.
Intérieur du triangle = acteurs portuaires ; extérieur du triangle = acteurs de la ville.
Textes noirs = programmes existants ; textes rouges = nouveaux programmes.


Vieille ville
Intra-Muros
Hôpital
Nouveaux quartiers
programmes mixtes
Port(s) de
plaisance
Médiathèque
Hôtels
Musée de la marine
Secteur
tertiaire
Secteur
primaire
Usine marémotrice de la Rance
Pêche
côtière
Système ENR hybride
marée, éolien, solaire
PAC
eau de mer
Timac
Compagnie
des pêches
Centre mondial de l'innovation
Bassin tampon eaux usées de Marville
Secteur
secondaire

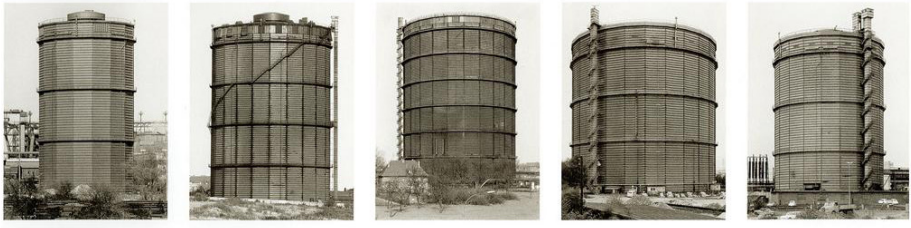
2.2 Des stratégies de stockage et de pilotage innovantes

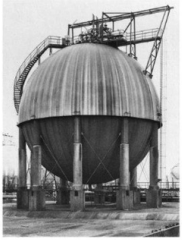
Comment peut-on construire la contre-intermittence ? Pour que le DUC puisse fonctionner, il manque une réflexion essentielle sur le stockage et la sécurisation du réseau. Le photovoltaïque et l'éolien ont des productions extrêmement variables et on ne peut donc pas choisir de les allumer ou les arrêter « à la demande » : que faire quand elles ne produisent pas ? Que faire quand elles produisent plus que nécessaire ? Peut-on transformer l'électricité sous une autre forme pour pouvoir la conserver et l'utiliser plus tard ?

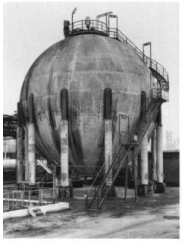
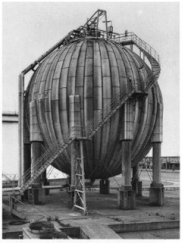
On a déjà pu effleurer le sujet avec la microcentrale marémotrice, qui est un premier moyen de stockage, à l'échelle journalière : turbiner lors d'un pic de demande, pomper lors d'un pic de production (comme une station de pompage-turbinage classique). Les sondes géothermiques en sont un autre, à l'échelle saisonnière cette fois : stocker le surplus de chaleur estivale pour l'utiliser en hiver, stocker le surplus de froid en hiver et le restituer en été. Ces solutions comportent néanmoins les désavantages d'être trop limitées et de de ne pas être assez réactives (les performances de l'une dépendent du niveau de la marée et la fréquence de l'autre dépend des saisons). Ce sont de bonnes solutions complémentaires, mais loin d'être suffisantes pour sécuriser le réseau toutes seules.

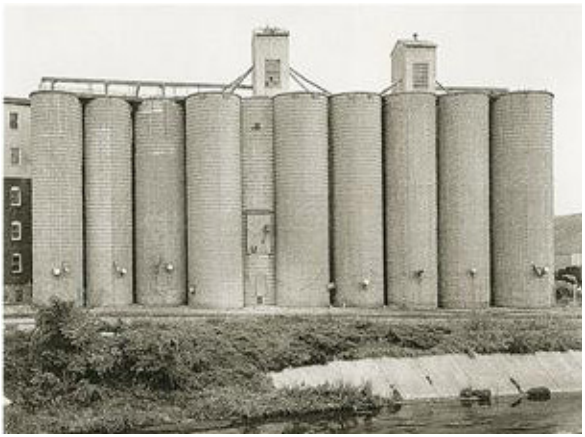
Pour bien cerner l'équation qui nous est posée, il faut également comprendre qu'un réseau électrique ne peut pas stocker de l'énergie. C'est avant tout un réseau de transport sur lequel l'offre et la demande doivent être parfaitement équilibrées en permanence, ce qui impose une synchronisation en temps réel (sous peine de blackout). Deux solutions s'offrent à nous : agir sur l'offre ou agir sur la demande. La première est une solution centralisée, et la seconde est décentralisée. La première solution stocke de l'énergie, puis fait face aux fluctuations en allumant et en arrêtant une source alimentée par la réserve d'énergie constituée. L'hydrogène et les bioénergies apportent dans ce sens des réponses prometteuses. La seconde solution repose sur la possibilité d'allumer et d'arrêter une partie de la demande. Tout repose alors sur la mise en place d'un « pilotage intelligent » du réseau et d'une mutation du parc de mobilité.

Rappelons simplement que le stockage à depuis longtemps établit un lien étroit entre l'industrie et l'architecture, en édifiant de superbes structures, qui font parfois partie du patrimoine, comme en témoignent les splendides photos de Bernd & Hilla Becher.



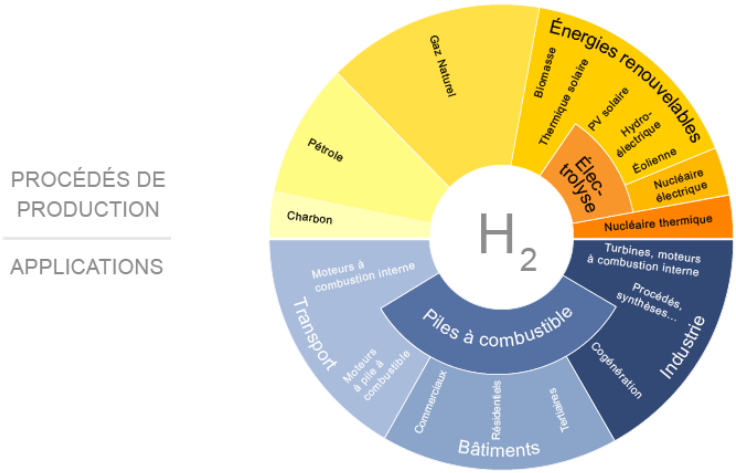




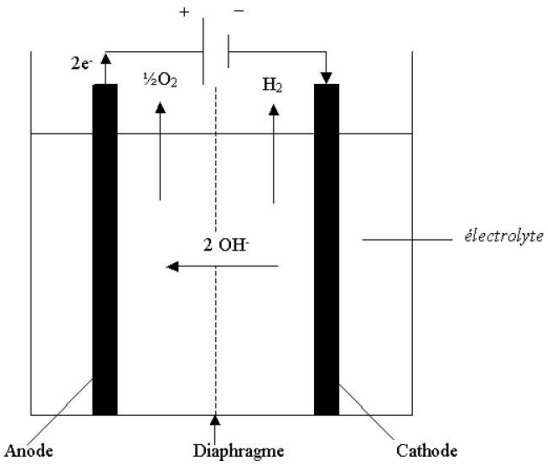
2.2.1 Le potentiel de l'hydrogène

L'hydrogène constitue aujourd'hui l'objet de toutes les attentions concernant ses capacités d'usage et de stockage électrique. Quand on dit hydrogène, c'est en réalité pour désigner la molécule de dihydrogène H_2, composé de deux atomes d'hydrogène. Elle ne se trouve pas à l'état naturel sur Terre mais on peut l'obtenir facilement par décomposition chimique d'hydrocarbures ou de l'eau. L'hydrogène est alors un excellent combustible car il peut générer 3 fois plus d'énergie que l'essence, à poids constant. Il a également l'avantage de pouvoir être mélangé au gaz naturel (jusqu'à 20%) ou bien de produire de électricité via une pile à combustible. Il se trouve donc pouvoir être le produit de la conversion de nombreux types d'énergie primaire, et en même temps être la ressource de nombreuses applications, notamment dans le transport, le bâtiment et l'industrie. L'électrolyse de l'eau de mer via l'électricité issue de l'énergie renouvelable pourrait permettre à Saint-Malo de développer la filière hydrogène : d'abord en complément du gaz naturel, puis petit à petit en substitution, grâce à son extension au cycle ammoniac.



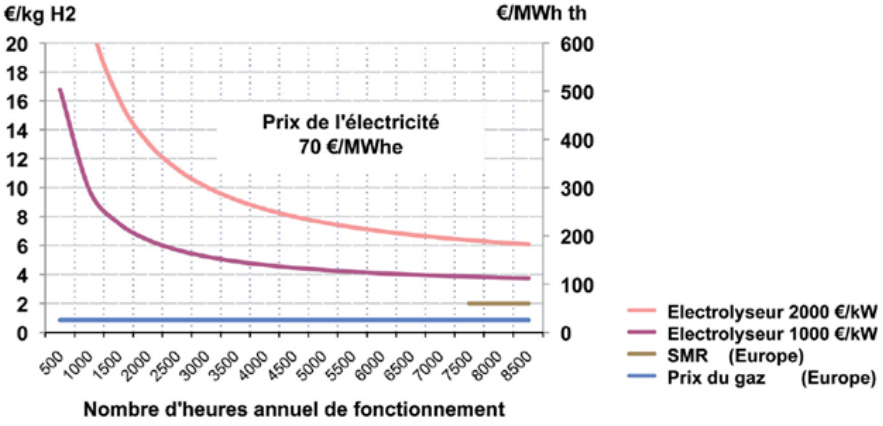
. L'électrolyse de l'eau de mer

A Saint-Malo, on se trouve en présence d'un site qui dispose d'un fort potentiel de production électrique via les énergies renouvelables et qui par ailleurs dispose de toutes la ressource en eau qu'il désire. Le contexte est alors particulièrement favorable à l'utilisation des surplus de production électriques pour effectuer une électrolyse de l'eau de mer : $2H_2O$ -> $2H_2$ + O_2 (rendement de 70 à 85%). L'hydrogène ainsi produit pourra ensuite constituer une réserve de carburant capable de palier au manque lors des pics de demande ou bien lors des creux productifs. Il est stockable sur des temps relativement longs et n'émet pas de CO_2 lors de sa combustion ($2H_2$+O_2 -> $2H_2O$). Les ports comme Saint-Malo sont donc des lieux privilégiés pour implanter ce type de technologie.



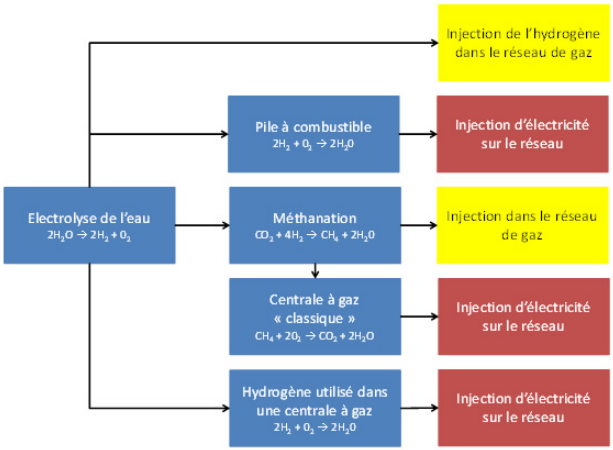
. Coût et applications

Le coût de l'hydrogène produit localement par électrolyse est avant tout lié à celui de l'électricité dont il provient. Si l'électricité est chère à produire, ce qui est encore le cas pour les énergies renouvelables, alors l'hydrogène sera également cher à produire. C'est pourquoi son prix de production est aujourd'hui significativement plus élevé que celui du gaz. L'implantation sur le marché de l'énergie de l'hydrogène semble donc difficile. Néanmoins, il faut manipuler ces chiffres avec prudence, compte tenu du faible retour d'expérience sur les performances effectives de ces installations et sur les coûts réels qui lui sont associés. Néanmoins, cette analyse économique, même partielle et préliminaire, ne permet pas de disqualifier cette filière au regard des avantages nombreux dont elle dispose et des progrès économiques qu'elle semble pouvoir réaliser avec le temps. Certaines études prospectives pour 2035/2050 laissent même entendre que l'hydrogène pourrait venir concurrencer le gaz naturel, s'il est produit et consommer sur place. Un test à petite échelle de production sur le port de Saint-Malo pourrait être très intéressant, d'autant plus qu'il se ferait le relais des études effectuées en mer par le bateau Energy Observer. Tout reste encore à développer !



L'hydrogène, une fois produit, dispose de différentes solutions de réinjection dans le réseau d'énergie. Il peut d'abord restituer de l'électricité au moyen d'une pile à combustible. Il peut également être synthétisé en méthane pour être soit réinjecter dans le réseau de gaz naturel, soit produire de l'électricité via une centrale à gaz classique. Enfin, il peut être gardé sous sa forme pure et produire de l'électricité à travers une centrale à gaz spécialement conçue pour l'hydrogène ou bien être directement mélangé à du gaz naturel (20% maximum). Le scénario le plus crédible dans un premier temps reste un mix entre hydrogène et gaz naturel car il n'impose pas d'investissements supplémentaires, et permet une transition douce, en attendant que la rentabilité de l'ensemble de la filière ne se développe. Les piles à combustible sont également très prometteuses à l'échelle domestique et des transports. Ce dernier secteur représente d'ailleurs celui au plus fort potentiel de développement vis-à-vis de la technologie hydrogène.

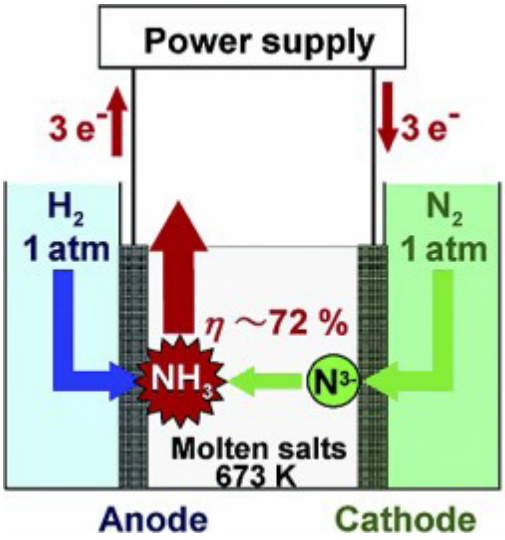
Les différentes possibilités de stockage de l'énergie grâce à l'hydrogène



En terme de sécurité, la réputation de l'hydrogène pâtit encore du souvenir de quelques accidents historiques : l'incendie du dirigeable Hindenburg en 1937 ou l'explosion de la navette Challenger en 1986. Pourtant, si l'hydrogène implique de prendre au sérieux les questions de sécurités (comme tout type d'énergie d"ailleurs), il n'est dans les faits pas plus dangereux que le gaz naturel. Or, le gaz naturel s'est imposé aujourd'hui comme la grande star du mix énergétique de nos villes et il est facile de comprendre que ses exploitants ne voient pas beaucoup d'intérêt à ce que l'hydrogène devienne un concurrent crédible à leur secteur d'activité. C'est pourquoi beaucoup de rumeurs sont encore alimenté aujourd'hui sur l'hydrogène. Il ne faut pas oublier que l'hydrogène est toujours couramment utilisé dans l'aérospatial et dans l'industrie. Si le risque de fuite et d'inflammabilité est un peu plus élevé qu'avec les autres gaz, il peut être prévenu par l'ajout de colorant dans le gaz afin de détecter les éventuels problèmes. En outre, l'hydrogène se libère verticalement et est extrêmement volatile (se dilue dans l'air 4 fois plus vite que le gaz et 12 fois plus vite que l'essence) ce qui diminue grandement le risque de nappe explosive.

. Extension au cycle ammoniac

Pour d'importants volumes, il devient assez problématique de stocker et transporter l'hydrogène en raison de sa faible densité énergétique (contient 7 fois moins d'énergie que l'essence à volume constant). Il doit de plus être comprimé à des pressions pouvant aller jusqu'à 700 bars ou liquéfier à -253°C, ce qui demande une dépense d'énergie conséquente et fait alors baisser la rentabilité du système. Il devient alors intéressant d'envisager sa transformation en ammoniac en le combinant à l'azote de l'air :
$3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$. L'ammoniac est également un carburant « dé-carboné » (sa combustion ne rejette que de l'eau et de l'azote $2NH_3 + O_2 \rightarrow N_2 + 3H_2O$). Il possède une densité énergétique seulement deux fois plus faible que l'essence et peut également être maintenu sous forme liquide à -26°C, ce qui le rend plus facile à stocker et à transporter. Son utilisation comme carburant est simple, comparable à celle du propane et du butane, couramment utilisés aujourd'hui.



	Moyen de stockage	Densité (MJ/l)
	Essence (Chimique)	34
	Propane (Chimique)	26
>	**Ammoniac** (Chimique)	**16,4**
	Hydrogène (700 bar) (Chimique)	5,6
	Batterie lithium-ion (Electro-Chim.)	0,9-2,23
	Pompage hydraulique (Mécanique)	0,001

La filière ammoniac représente deux types d'opportunités, à court et moyen terme pour l'Europe. Dans les trente prochaines années, elle va augmenter ses capacités de production via les énergies renouvelables intermittentes mais son réseau électrique restera encore un certain temps loin du niveau de saturation, ce qui lui imposera de continuer à se fournir en carburant. Face aux importations de combustibles fossiles (gaz naturel, charbon, fuel), encore peu chers mais polluants et aux ressources finies, l'ammoniac pourrait alors se positionner comme une alternative de plus en plus crédible pour fournir un carburant vert produit massivement à partir des grands gisements renouvelables. Saint-Malo en possède un sur son territoire : le barrage marémoteur de la Rance. Or, EDF semble vouloir progressivement se désengager de son exploitation, ce qui laisse une opportunité de mutation de l'infrastructure vers une production d'ammoniac.

A moyen terme, le réseau électrique européen commencera à être saturé d'énergie renouvelable et l'ammoniac pourra alors prendre le rôle de stockage à grande échelle et à long terme. Il ouvrirait alors la voie à un nouveau type d'exportation d'énergie renouvelable, par voie maritime dont le port de Saint-Malo (à seulement 3 km du barrage) serait le premier bénéficiaire, et pourquoi pas l'un des premiers leaders.

Le cycle ammoniac pourrait peut-être intéresser les usines du groupe Roullier, toujours en recherche d'optimisation de leur système énergétique (principale dépense pour leur activité). La combustion de l'ammoniac pourrait même être complémentaire avec leurs processus industriels, qui pourraient récupérer l'azote pour leurs productions d'engrais.

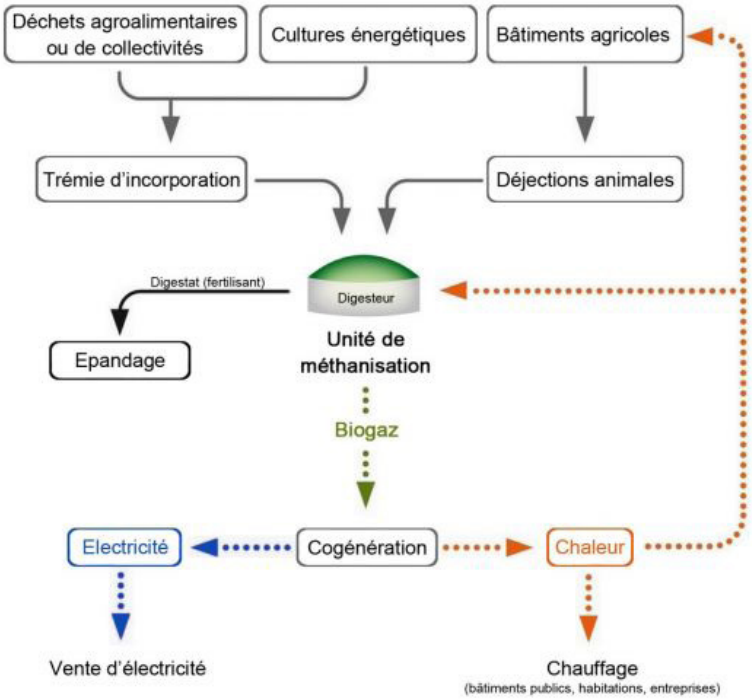
2.2.2 Les bioénergies, vecteur de valorisation et de cohésion

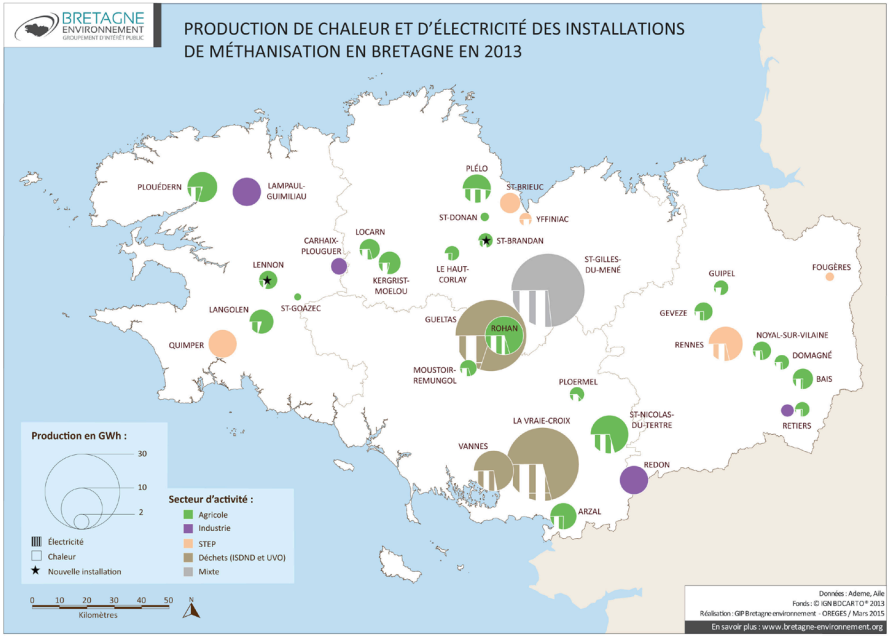
Les bioénergies sont des ressources énergétiques issues de la transformation de matières organiques (biomasse). Elles sont très prisées car leur usage est similaire à celui des combustibles fossiles alors qu'elles sont renouvelables : les biocarburants (bioéthanol et biodiesel) peuvent se substituer à l'essence et au diesel dans les moteurs, et le biogaz peut se substituer au gaz naturel dans les turbines. Tout dépend alors de la quantité et de la qualité des matières organiques à disposition. Pour Saint-Malo, la production de biogaz par méthanisation serait un excellent moyen de valoriser les déchets végétaux et animaux issus de l'hinterland, ainsi que les déchets organiques domestiques. La transformation en bioénergie des algues vertes des côtes nord bretonnes serait également une opportunité de valorisation de ce qui constitue l'un des fléaux sanitaires et écologiques des plages du foreland malouin (spécialement dans les Côtes d'Armor). Enfin, ces différentes stratégies de valorisation de déchets pourraient considérablement aider à la formalisation d'un contrat de développement ville-port.

. La méthanisation des déchets organiques

On appelle méthanisation le processus de décomposition de matières organiques putrescibles par l'action de bactéries en l'absence d'oxygène. On peut le rencontrer à l'état naturel (digestion animale, marais …) ou bien le reproduire de manière industrielle pour produire du biogaz. La méthanisation se produit essentiellement à partir de déchets végétaux et animaux : les effluents liquides (eaux usées, boues dépuration, effluents agro-alimentaires) et les déchets solides organiques (déchets industriels végétaux et animaux, déchets agricoles, déjections animales, déchets verts municipaux, déchets organiques domestiques). Le biogaz ainsi produit est composé essentiellement de méthane (50 à 70%) et de CO_2. Il peut ensuite être transformé en chaleur, en électricité et en carburant (sous sa forme primaire ou bien en le convertissant en hydrogène).

Le biogaz est une énergie renouvelable mais son processus de production, comme son utilisation, engendrent des rejets polluants. Ces derniers restent malgré tout moins importants que ceux des énergies fossiles. Ils permettent donc au global de réduire les émissions mais surtout de prendre au sérieux le traitement et la valorisation de nos déchets : en l'occurrence, à l'échelle locale le stockage des matières pourrissables (évitant odeurs et insectes). A Saint-Malo, un tri sélectif des déchets organiques domestiques pourrait être mis en place « à la source » (chez l'habitant). Cela rendrait le tri en STEP plus efficace par la suite (la matière à trier serait moins humide). Il y a un effet d'entropie même dans le traitement des déchets : si on les mélange pour les trier ensuite à la STEP, alors on perd énormément de valeur en route et on utilise beaucoup d'énergie pour le faire. Une unité de méthanisation pourrait donc s'ajouter aux processus actuels de la STEP, d'autant plus qu'aucun type d'installation de ce genre n'est présent à ce jour dans cette partie de la Bretagne. Le digestat résiduel issu de la production de biogaz pourrait alors intéresser la TIMAC pour ses processus industriels d'engrais.


Déchets agroalimentaires ou de collectivités
Cultures énergétiques
Bâtiments agricoles
Trémie d'incorporation
Déjections animales
Digestat (fertilisant)
Digesteur
Epandage
Unité de méthanisation
Biogaz
Electricité
Cogénération
Chaleur
Vente d'électricité
Chauffage
(bâtiments publics, habitations, entreprises)


BRETAGNE ENVIRONNEMENT
PRODUCTION DE CHALEUR ET D'ÉLECTRICITÉ DES INSTALLATIONS DE MÉTHANISATION EN BRETAGNE EN 2013
PLOUÉDERN
LAMPAUL-GUIMILIAU
PLÉLO
ST-BRIEUC
ST-DONAN
YFFINIAC
LOCARN
CARHAIX-PLOUGUER
ST-BRANDAN
LENNON
KERGRIST-MOELOU
LE HAUT-CORLAY
ST-GILLES-DU-MENÉ
GUIPEL
FOUGÈRES
LANGOLEN
ST-GOAZEC
GUELTAS
ROHAN
GEVEZE
QUIMPER
RENNES
NOYAL-SUR-VILAINE
DOMAGNÉ
MOUSTOIR-REMUNGOL
BAIS
PLOERMEL
LA VRAIE-CROIX
ST-NICOLAS-DU-TERTRE
RETIERS
VANNES
REDON
ARZAL
Production en GWh :
30
10
2
Électricité
Chaleur
Nouvelle installation
Secteur d'activité :
Agricole
Industrie
STEP
Déchets (ISDND et UVO)
Mixte
0 10 20 30 40 50
Kilomètres
N
Données : Ademe, Aile
Fonds : © IGN BDCARTO® 2013
Réalisation : GIP Bretagne environnement - OREGES / Mars 2015
En savoir plus : www.bretagne-environnement.org

. Le cas des algues

Une nouvelle génération de biocarburants dérivée de la culture des micro-algues apparaît depuis quelques années. Elle permet de produire un carburant d'une excellente efficacité, actuellement jusqu'à dix fois supérieure à celle des biocarburants classiques. De plus, son processus de production se base sur une revalorisation du CO_2 (possiblement issu d'autres systèmes énergétiques polluants) afin d'enrichir l'eau des cultures et faciliter la croissance des algues par photosynthèse. Le prix du litre de carburant est pour l'heure très élevé (5 à 10€) mais cela n'empêche pas les investisseurs d'affluer. Par contre, une condition limitante reste la place qu'exige ce type d'installation pour produire industriellement du carburant.

Parallèlement à cela, on assiste depuis une vingtaine d'année à la prolifération incontrôlée d'algues vertes sur les côtes bretonnes. Le phénomène, qui serait issu d'une concentration importante de nitrate dans les cours d'eau à cause de l'agriculture et de l'élevage, semble loin d'être endigué. Or, une des propriétés de ces algues est de produire de l'hydrogène lors de la photosynthèse. Si le phénomène est connu depuis longtemps, des études récentes ont trouvé le moyen d'augmenter fortement le rendement, ce qui donne l'espoir de pouvoir produire de l'hydrogène à échelle industrielle. Un autre type de valorisation de ce fléau est de l'utiliser pour la fabrication de papier : l'entreprise italienne Favini économise grâce à ce procédé 80% de bois. Ainsi, une filière de ramassage et même d'exportation est entrain de se développer en Bretagne.

Pour l'heure, la culture de micro-algues reste une solution peu crédible pour Saint-Malo. Elle nécessite beaucoup trop d'espace et reste chère au regard de son rendement. Néanmoins, les connaissances issues du développement de cette technologie gardent un intérêt particulier, en dehors des considérations de performances : ramasser et valoriser les algues vertes déjà présentes, le temps de trouver une méthode efficace d'endiguement du phénomène.

JCB

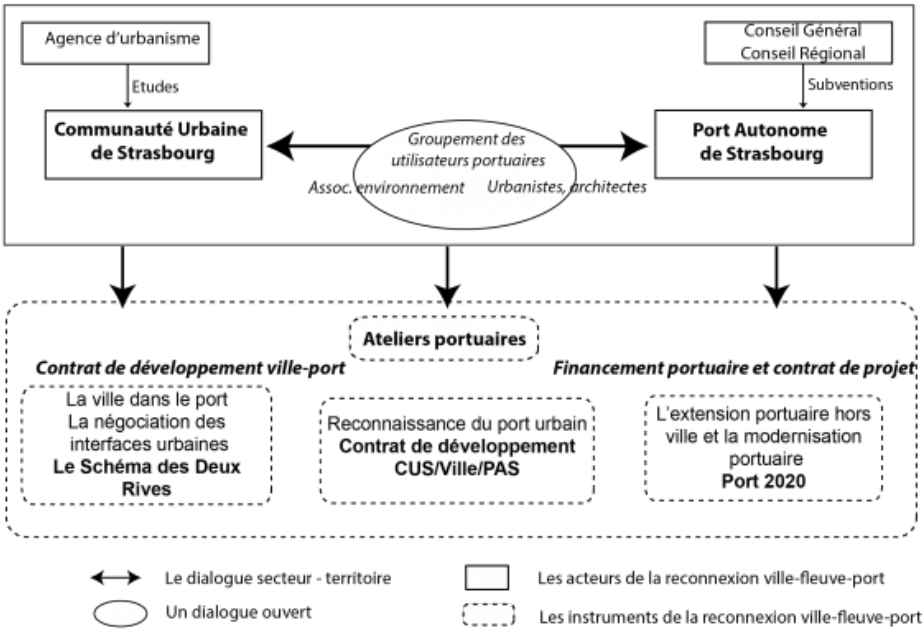
. Renforcer l'idée d'un contrat de développement ville-port

Plus encore que pour leur capacité à incarner un moyen de stockage crédible et sûr, les biocarburants semblent, dans le contexte breton et malouin, pouvoir jouer un rôle important dans la gestion des déchets générés par une activité animale et végétale intense. Ces déchets et leur gestion sont un sujet épineux, autant d'un point de vue industriel (l'image de pollueur du groupe Roullier en est un exemple fameux), que sanitaire (intoxications liées à la prolifération d'algues vertes). Mais leur valorisation sur le territoire portuaire malouin pourrait engendrer un élan politique collaboratif et volontaire entre les différents acteurs concerné par le développement territorial.

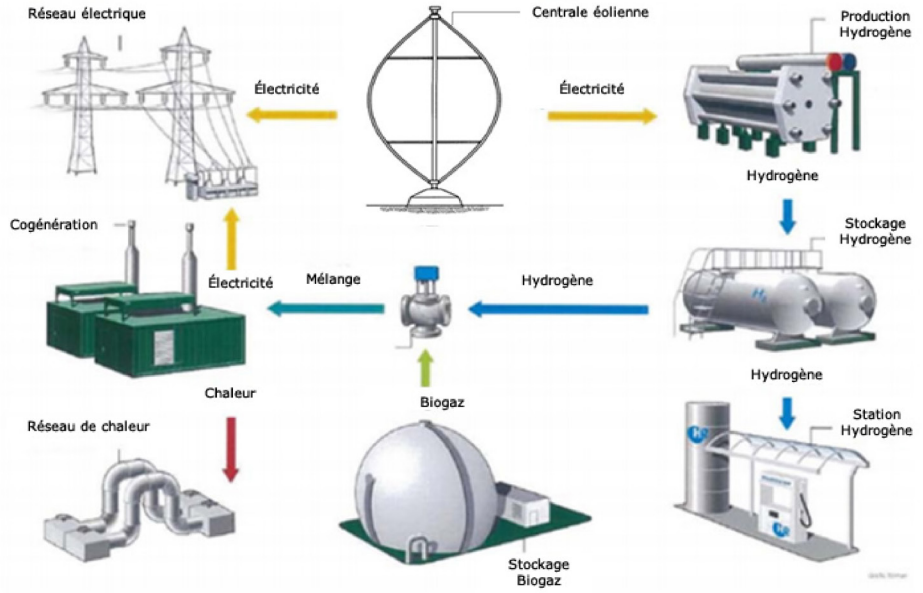
Romuald Lacoste, dans le rapport Vers une redéfinition du rôle des ports de commerce dans les territoires par le prisme de la transition énergétique ?, explique parfaitement les enjeux d'une telle situation, illustrés par l'exemple de Strasbourg, dont la particularité est d'avoir un port géré par l'Etat, situé entre la ville de Strasbourg et la ville allemande de Kiel :

« La communauté urbaine et le port autonome ont signé un contrat de développement en 2011 dont l'objectif est de promouvoir et de concilier les projets tant urbains que portuaires dont la réalisation peut bénéficier d'un double portage. C'est ainsi que la communauté urbaine souhaite profiter des potentiels qu'offre la zone portuaire et industrielle, notamment dans le domaine des échanges de chaleur et du recyclage. De même, le port autonome souhaite pérenniser ses activités dans le cadre d'une pression urbaine accrue et revaloriser son action auprès des populations riveraines. Pour la communauté urbaine, le contrat de développement doit faciliter la réalisation des objectifs du Plan climat, notamment par la concrétisation du projet d'écocité des deux-rives. Le Plan climat vise à réduire de 30 % les émissions de gaz à effet de serre et à atteindre 30 % d'utilisation d'énergie renouvelable dans le périmètre de la communauté urbaine en privilégiant par exemple les réseaux de chaleur à partir de la bio- masse, du recyclage, de la géothermie. L'écocité des deux-rives apparaît à ce titre comme un projet emblématique de la politique de la ville-port. Il vise à créer un nouveau quartier, à l'Est de la ville, ouvert sur le Rhin, à proximité de la ville allemande de Kiel, qui se trouve de l'autre côté du fleuve. Ce quartier a la particularité de s'insérer entre les zones industrielles et portuaires. La possibilité de profiter d'une source de géothermie localisée un peu plus au Nord, dans le « port aux pétroles » afin de chauffer les résidences de cette écocité traduit parfaitement la démarche initiée par le contrat de développement. Il n'y a aucune obligation pour la ville de recourir au chauffage par la géothermie et de dépendre ainsi du port. De la même façon, il n'y a pas une nécessité majeure pour le port à fournir de la chaleur aux logements urbains. C'est une démarche volontaire d'optimisation des ressources à l'échelle de la ville-port qui permet à chacun des acteurs des gains partagés et différenciés. L'engagement auprès de la communauté urbaine permet au port autonome de modifier son image vis-à-vis de la population en accentuant son acceptabilité sociale et en minorant ses externalités négatives.

Le contrat de développement trouve sa transcription dans les documents de planification urbaine et apparaît donc comme un véritable outil de la stratégie ville-port. Cette stratégie va plus loin en intégrant les entreprises industrielles à la réflexion, dans une forme cependant moins formalisée. Les usagers du port les plus concernés et les plus motivés par l'optimisation des ressources, qu'elles aient trait à l'énergie, aux matières premières ou au foncier, dialoguent avec le port autonome et la communauté urbaine en vue d'améliorer l'efficacité et la cohérence des projets en tenant compte des intérêts parfois divergents des acteurs en présence. Les questions d'affectation des terrains bord à quai, de recyclage et d'échanges matières, de partage de la voirie, de développement urbain à proximité des zones industrielles font parties des thèmes abordés lors des discussions. La logique suivie à Strasbourg est celle de l'écologie industrielle et rassemble ainsi au-delà des deux acteurs publics que sont le port et la communauté urbaine. »



En guise de résumé, la stratégie de stockage agissant sur la régulation de l'offre du DUC peut être illustrée par le schéma suivant (la centrale éolienne représentant l'ensemble de la production intermittente renouvelable). L'hydrogène et le biogaz permettraient de valoriser l'électricité renouvelable et les déchets organiques afin de progressivement diminuer l'utilisation des combustibles fossiles dans le stockage et la régulation du réseau. Leur production, issue d'une collaboration entre beaucoup d'acteurs du territoire, renforcerait alors le caractère fédérateur du DUC pour un éventuel projet ville-port.



Au moment même où l'on assiste à la destruction des derniers silos à grains sur le port malouin (pour laisser place au futur musée de l'histoire maritime), une stratégie de stockage via l'hydrogène et le biogaz impliquerait la conception et l'édification de nouveaux silos énergétiques dans le paysage industriel et portuaire malouin.

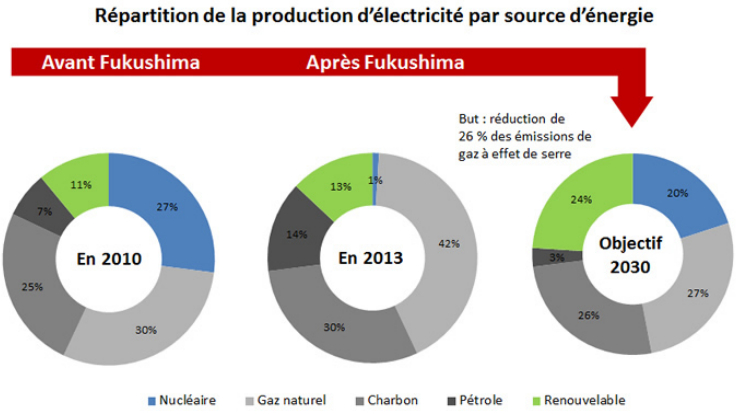
2.2.3 L'avènement de la Smart Community

S'il est vrai qu'agir sur l'offre est le premier pilier d'une stratégie de stockage efficace, agir sur la demande n'en est pas moins essentiel pour sécuriser le réseau. La mise en place d'un « pilotage intelligent » entre offre et demande sera alors primordiale dans la perspective d'une boucle énergétique ville-port.

. L'exemple japonais

L'exemple du Japon montre à quel point un événement particulier peut générer une politique énergétique innovante. Même si Fukushima a généré de nombreux bouleversements négatifs pour le pays, cet événement a eu aussi la conséquence heureuse de pousser les Japonais a une réflexion et une réaction intense en matière de transition énergétique, et peuvent maintenant se féliciter d'avoir pris un temps d'avance sur le reste du monde dans ce domaine.

L'accident de la centrale nucléaire de Fukushima en 2011 a entraîné l'arrêt de la quasi totalité du nucléaire au Japon (54 réacteurs). Les besoins n'ayant pas beaucoup diminués (-6%) et les énergies renouvelables se développant trop lentement, le pays a du palier au manque par l'importation massive d'hydrocarbures (+24%) entre 2011 et 2013, accroissant fortement la dépendance énergétique nippone. Les factures et les émissions de gaz à effet de serre sont alors montées en flèche, entraînant en 2015 la décision de remettre en service plusieurs réacteurs nucléaires (électricité actuellement la moins chère à produire pour l'archipel). Cette décision s'accompagne d'une mission claire : diminuer les factures afin de laisser le temps aux énergies renouvelables de se développer, sans augmenter les émissions pour cela. Ainsi des objectifs réalistes et ambitieux ont été formulés à l'horizon 2030 : doubler la part d'énergie renouvelable (elle dépasserait la filière nucléaire) tout en réduisant l'ensemble des combustibles fossiles afin de diminuer de 26% les émissions de gaz à effet de serre.

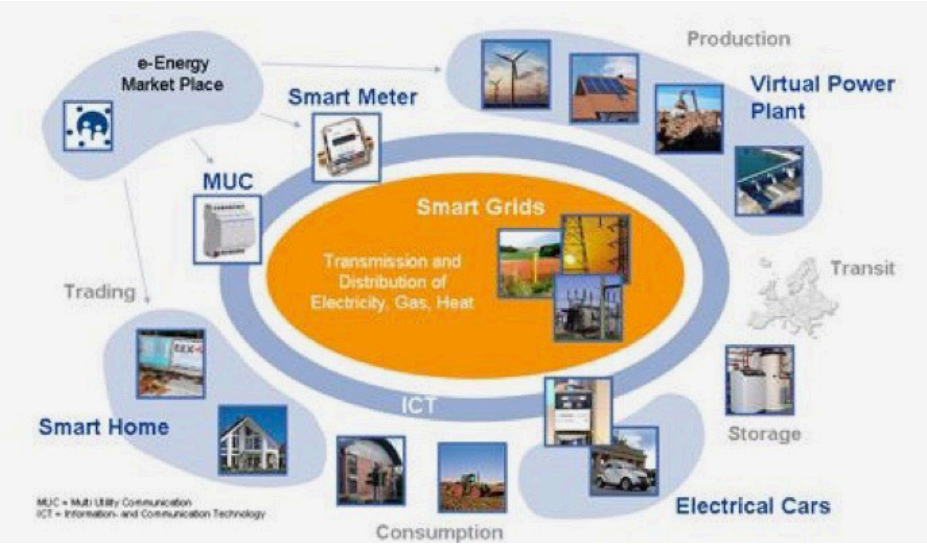


Aussi, un nouveau concept de production et de consommation à l'échelle de la ville est apparue : les Smart Communities. Il ne faut pas oublier que, parallèlement à l'évènement tragique de Fukushima et de l'évolution du contexte énergétique qu'il a généré, le Japon représente 20% du budget mondial en Recherches & Développement pour seulement 2% de la population planétaire. Cette combinaison en a fait alors naturellement le leader mondial pour le test et le développement du concept de Smart Community. Elle est définie par le Strategic Energy Plan d'avril 2014 comme « *une communauté de taille variable à laquelle différents types de consommateurs participent et qui crée un nouveau système social. Ce système social, en utilisant un nouveau système de distribution d'énergie, incluant des énergies renouvelables et de la cogénération, gère de façon complète la fourniture et la consommation de l'énergie décentralisée grâce à un système de gestion de l'énergie utilisant les technologies de l'information, une batterie de stockage et d'autres technologies afin d'optimiser l'utilisation de l'énergie. Il incorpore des services d'aide à la vie de tous les jours, incluant la fourniture de soins aux personnes âgées* ». Quatre projets de ce type ont été lancés au Japon et de nombreux partenariats à l'international ont été établis. Ils portent tout autant sur la pénétration de production d'énergie renouvelable décentralisée sur les réseaux de distribution que sur l'émergence des micro-réseaux (micro-grids), le développement des véhicules électriques et la maîtrise de la consommation d'énergie des ménages. Il devient alors primordial de remettre le consommateur final au centre de l'utilisation de l'énergie en lui permettant de s'approprier les outils techniques pour gérer de lui-même sa consommation.

. Le pilotage du réseau

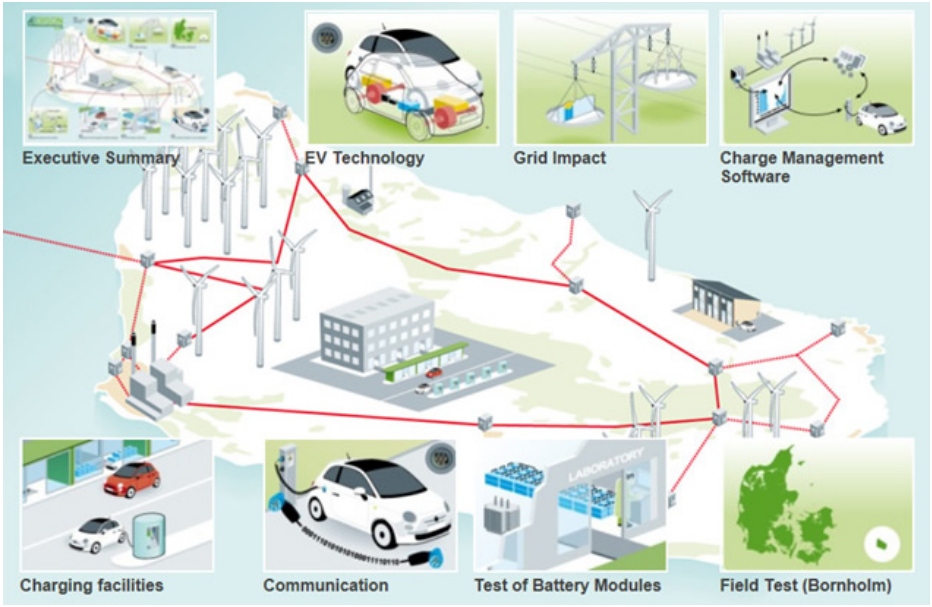
L'un des fondements de la Smart Commmunity est le pilotage du réseau à l'aide d'une Smart Grid. L'idée est de faire en sorte que les technologies du numérique (information et communication) puissent être intégrées au réseau afin de le piloter de manière plus flexible et plus réactive, autant du côté consommateurs que producteurs. Le concept de Smart Grid repose sur deux piliers : la lecture et l'injection. La lecture (smart metering) consiste en une meilleure compréhension des besoins effectifs et individuels de chaque client grâce à la saisie, le traitement et le calcul informatique de ses consommations. Cela permet alors aux producteurs d'optimiser leurs activités et aux consommateurs de choisir leur consommation (quand acheter de l'énergie ?, quels appareils consomment le plus ? …). L'injection consiste à la mise en place de capteurs et de « compteurs intelligents » afin d'activer ou désactiver automatiquement les accumulateurs de courant. Ces derniers permettent alors une meilleure accessibilité aux énergies renouvelables ainsi que des économies énergétiques et financières.

On peut alors mettre en place une gestion à la demande (ou DSM pour Demand Side Management). Elle consiste à inverser le paradigme offre/demande afin que ce ne soit plus uniquement l'offre qui suive la demande, mais également la demande qui suive l'offre. Deux moyens de contrôle sont alors à disposition : les incitations tarifaires aux différentes heures de la journée, ou bien la commande à distance des appareils reliés au réseau par les « compteurs intelligents ».

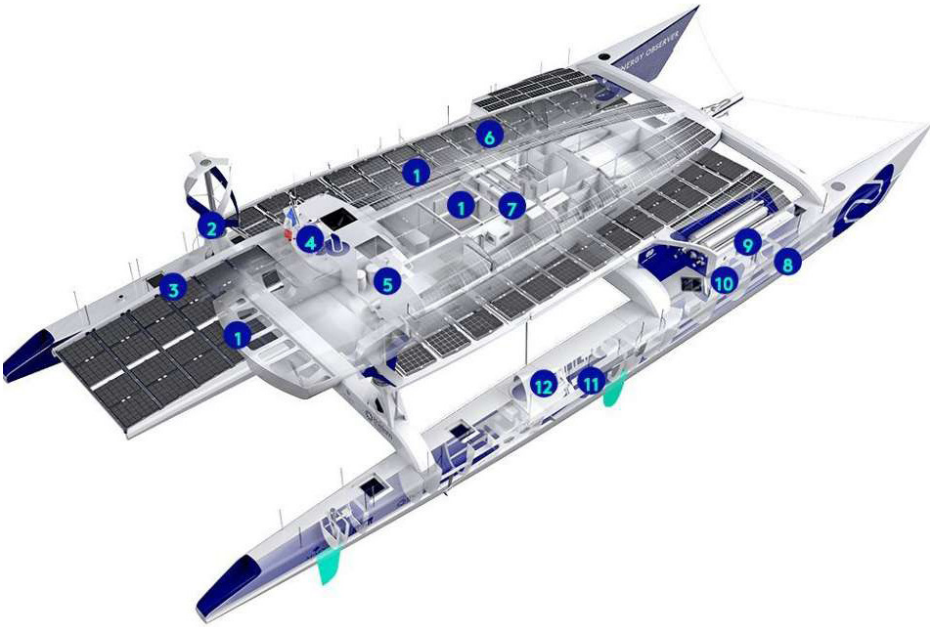


. Relier le réseau à la mobilité

L'arrivée de la voiture électrique sur le marché de la mobilité individuelle et collective apporte une opportunité nouvelle dans la gestion du « réseau intelligent ». Le premiers constat : on utilise nos voitures en moyenne 5% de leur temps de vie. Tout le reste du temps, elles sont à l'arrêt à notre domicile, sur la voie publique ou dans un garage. Second constat : les trajets quotidiens en voiture électriques n'utilisent en moyenne pas plus de 80% de la capacité des batteries. Cela signifie qu'une voiture n'a pas nécessairement besoin d'être chargée à 100% pour remplir sa fonction principale et cela veut également dire qu'une voiture n'est quasiment jamais vide lorsqu'elle se branche au réseau. Ces deux constats nous mènent alors naturellement vers un nouveau concept de stockage : celui du « vehicule-to-grid » (V2G). Il consiste à utiliser la capacité des batteries des véhicules à l'arrêt branchés au réseau pour faire du stockage mobile, c'est-à-dire charger les véhicules en heures creuses et les décharger pendant les pics de demande. Cela peut même s'étendre si besoin à la production d'hydrogène avec des piles à combustibles domestiques. Ce concept s'accompagne alors nécessairement d'une responsabilisation du consommateur pour programmer la façon dont il souhaite utiliser sa voiture au quotidien et pour anticiper et communiquer au réseau les cas d'usages exceptionnels (comme la charge de la voiture pendant la pointe de consommation domestique à 19h en hiver). Cette solution nécessiterait alors des investissements importants pour installer des « bornes de recharges intelligentes » chez les particuliers, sur la voie publique et dans les parkings. On estime pour un parc de 1000 véhicules électriques branchés, une capacité de stockage autour de 10 MWh.



A Saint-Malo, le territoire d'étude comporte tous les arguments favorables pour l'implantation d'un « réseau intelligent » : un fort potentiel de production renouvelable, couplé à des hectares de quartier domestiques à rénover, ainsi qu'une présences de « gros consommateurs » sur place (hôpital, industrie, hôtels). La zone regorge également de places de parc, privés comme public, individuelles comme collectives (quais, gare, port de plaisance …), permettant d'imaginer un stockage mobile électrique avec les voitures et les bus. Rappelons également que la cité dispose du premier port passager de Bretagne. Le trafic de ferries est déjà très important et celui des croisières se renforce d'année en année. Or ces bateaux utilisent essentiellement comme carburant du fioul lourd, qui lors de la combustion émet des gaz à effet de serre en grande quantité, même à quai. De nombreuses recherches se penchent actuellement sur le développement de ferries et de cargos 100% électriques (le premier cargo électrique construit par la Norvège devrait prendre la mer courant 2018). Si cette mutation du parc naval devait se généraliser dans la cité corsaire, il constituerait alors un bassin de stockage supplémentaire.



Conclusion intermédiaire

« Il faut cesser de se focaliser sur les avantages de chaque type d'énergie, pris indépendamment, mais considérer le problème dans sa globalité et capitaliser sur les synergies »

Daniel Favrat – directeur du Laboratoire d'Énergétique Industrielle (LENI) à l'EPFL.

Le port peut produire de l'énergie en quantité grâce aux ressources renouvelables, la ville consomme énormément et doit optimiser son fonctionnement énergétique. Et tout cela se passe dans une proximité rare, du fait de la typologie du territoire ville-port. Un projet isolé sur le port ou un autre isolé dans la communauté urbaine aurait un impact limité: c'est bel et bien d'un projet systémique dont Saint-Malo a besoin, dans lequel chaque citoyen agit en conscience et en responsabilité. En effet, beaucoup de synergies pourraient se mettre en place, ce qui permettrait d'expérimenter de meilleures façon de produire mais aussi de meilleures façons de consommer, à travers un réseau décentralisé fiable, propre et intelligent : là, réside l'âme du **Dénominateur Urbain Collectif**.

Longue vie au DUC !

3. (Infra)structurer la ville-port :

le Comment ?

« Les deux tours »

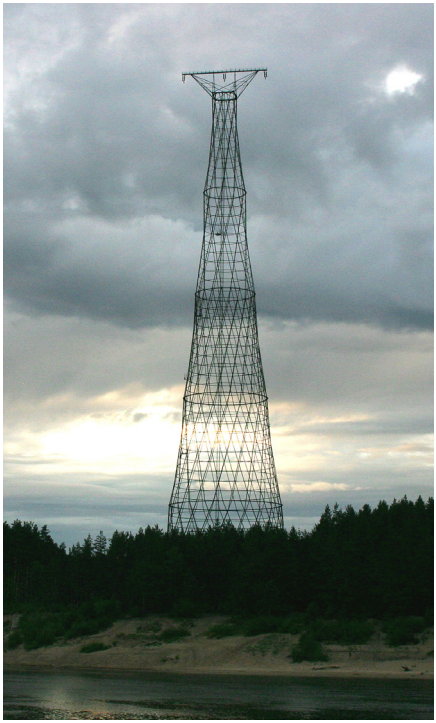
ISU + ASU = DUC

Le Dénominateur Urbain Collectif naît d'abord de l'analyse géographique, historique et humaine du territoire malouin, qui appelle aujourd'hui à un renouvellement du lien qui unit la ville et le port. Et quel meilleur lien que l'énergie pour brancher les « consom'acteurs » en réseau, autour d'un objectif de développement commun. Il reste maintenant à savoir comment construire cet horizon commun ?

Le DUC supporte autant de résolutions urbaines qu'architecturales. A terme, il se destine à créer une interconnexion d'architectures autour d'un réseau urbain de transport (énergétique et humain). Il convient donc pour l'heure d'imaginer le point de départ de la matrice. Celle-ci commence par deux projets radicaux, conjoints et complémentaires: le Tour et la Tour.

Le Tour est un projet d'Infrastructure Solaire Urbaine (ISU), au sens défini par Raphaël Ménard, c'est-à-dire « la matérialisation d'une renaissance de l'espace urbain qui maximise autoproduction et stockage d'énergie, en cohérence avec un bassin versant énergétique identifié ». Concrètement, c'est une infrastructure horizontale qui s'implante dans l'espace tampon entre la ville et le port afin d'y établir un scénario de régénération, à l'horizon 2050.

La Tour est un projet d'Architecture Solaire Urbaine (ASU), comme extension directe de la notion d'ISU, transposée à l'échelle de l'objet urbain. On pourrait dire que c'est la matérialisation d'une renaissance de l'espace architectural qui maximise autoproduction et stockage d'énergie, en cohérence avec une ressource énergétique identifiée. Concrètement, c'est une structure verticale de grande hauteur qui récolte le vent afin d'irriguer et gérer les réseaux du DUC. C'est aussi le « poisson-pilote » du scénario de régénération.



Tour Shukov, Moscou

Highline, New York

3.1 Le Tour pour réunir, distribuer et connecter

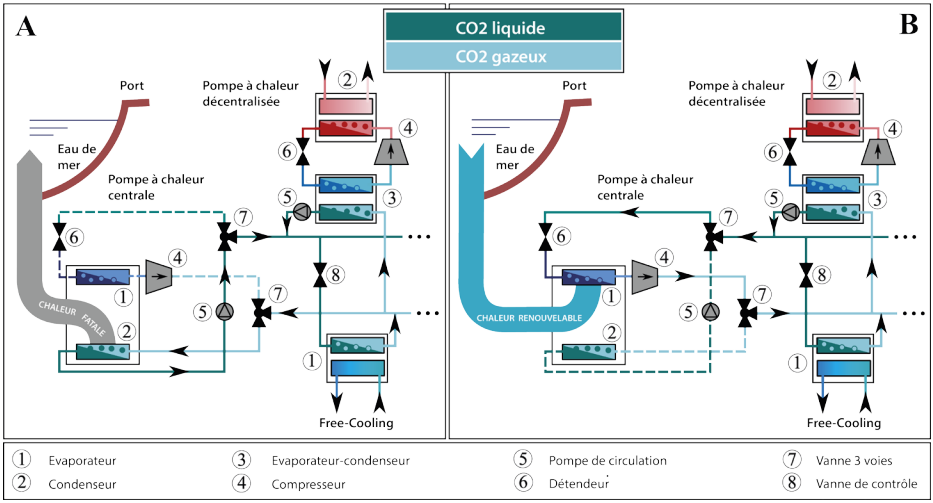
Le Tour est la réponse urbaine et infrastructurelle du DUC. Ses fonctions sont multiples: d'abord porter le réseau énergétique collectif 2050.0 ; ensuite harmoniser les questions de mobilité autour du port entre l'Intra-Muros, la gare maritime et la gare ferroviaire ; enfin définir un front de port urbain clair et actif, catalyseur des synergies ville-port.

3.1.1 Le réseau 2050.0

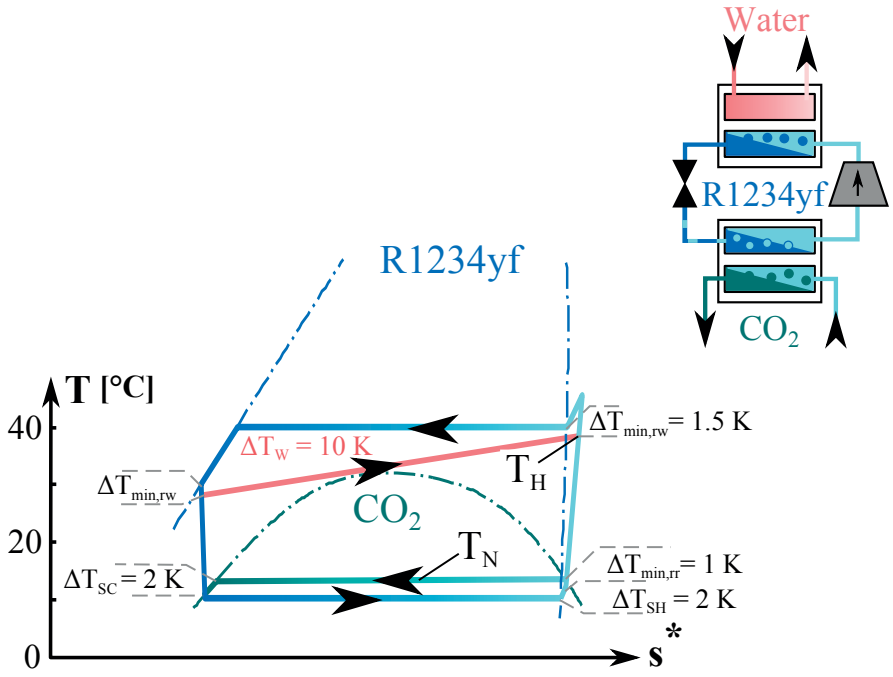
La première mission majeure du Tour consiste à transporter plusieurs types d'énergie dans un même système urbain collectif afin de pouvoir brancher en réseau et de manière décentralisée un maximum d'acteurs du territoire portuaire. Cela incitera alors tous les intervenants à miser sur les technologies renouvelables (dès le stade expérimental) en offrant un moyen efficace de stockage et de revente. Les échanges pourraient être régulés par la Monnaie Locale Citoyenne Complémentaire du Pays de Rance («La Maillette») afin d'encourager l'économie circulaire.

. Le chauffage à distance CO_2

Le réseau CO_2 est une nouvelle technologie de production et distribution d'énergie thermique, développée à Sion dans le laboratoire IPESE de l'EPFL. C'est d'abord un réseau de chaleur urbain classique, présentant un certain nombre d'avantages. Tout d'abord, il est extrêmement bien adapté aux solutions de production de chaleur décentralisée, avec une efficacité énergétique (COP > 5) et un rendement exergétique (45%) très élevés, ainsi qu'une capacité à se raccorder facilement aux sources d'énergies renouvelables locales (pompe à chaleur sur eau de mer alimentée par la production éolienne, solaire et marémotrice). Il devient alors un instrument efficace dans la diminution des émissions de gaz à effet de serre. Il peut être couplé aux technologies déjà installées, telles que la chaufferie biomasse (la TIMAC), la géothermie (la médiathèque), et aussi encourager l'installation de nouvelles technologies telles que la récupération de chaleur fatale (eaux usées, hôpital...) et la production d'hydrogène ou celle du biogaz. Il permet également de fonctionner en co-génération et produire avec les surplus de chaleur de l'électricité ré-injectable sur le réseau. Du point de vue économique, les coûts d'investissement initiaux pourraient être légèrement supérieurs aux autres infrastructures énergétiques classiques, et cela nécessiterait une analyse fine du risque économique sur une longue période. Cependant, le bilan après amortissement des installations devrait mettre en évidence un gain sur les coûts variables, et donc un bonus à terme sur la facture des consommateurs.



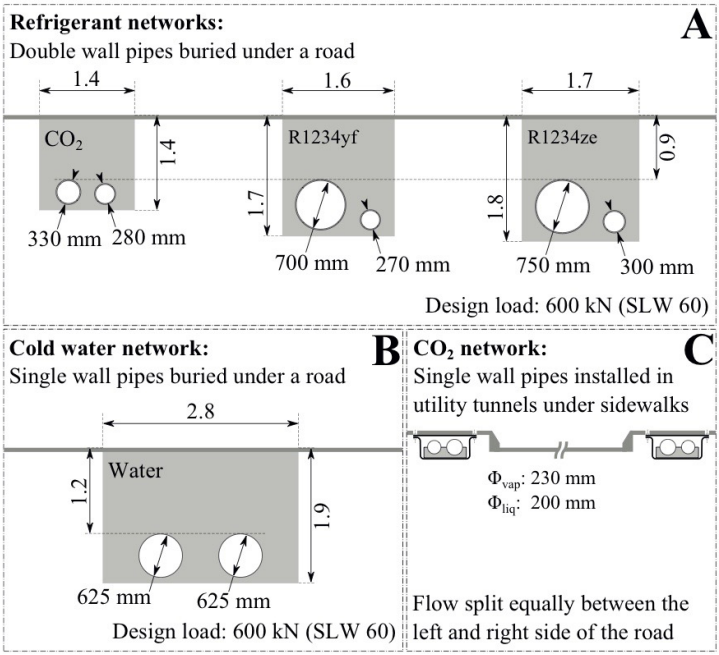
A : Opération nette de refroidissement
B : Opération nette de chauffage
Notons que le réfrigérant dans les pompes à chaleur décentralisées (H_2O) est différent de celui du réseau urbain (CO_2).



. Un avantage constructif considérable

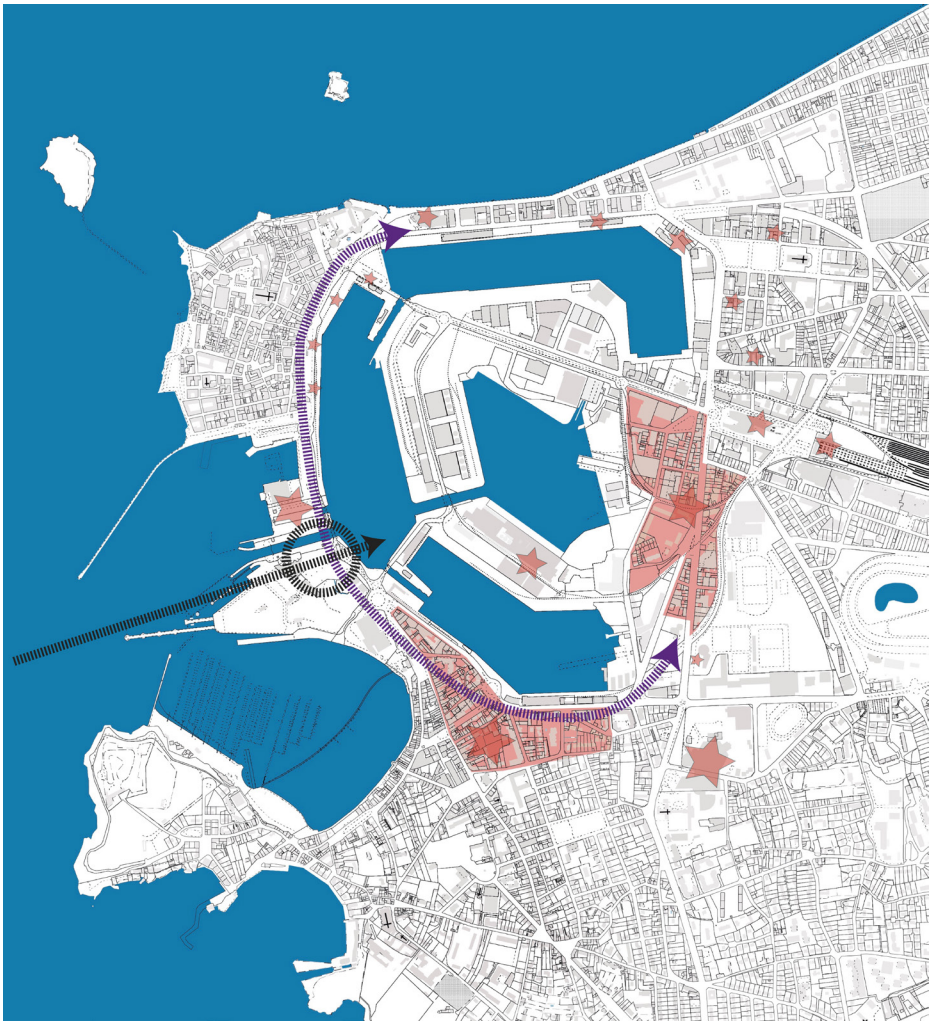
L'emploi spécifique du réfrigérant CO_2 comme fluide de transfert apporte un avantage supplémentaire, et pas des moindres : le réseau est beaucoup plus compact. D'abord, la densité du gaz carbonique est 5 fois supérieure à l'état gazeux que celle des autres fluides réfrigérants. Ensuite, le saut de pression tolérable est également 10 fois supérieur. Les tuyaux étant plus petits, ils n'ont pas besoin d'être placés profondément dans le sol et les coûts d'excavation sont alors réduits. Le réseau CO_2 fonctionne avec l'enthalpie (chaleur latente de changement d'état) captée aux sous-stations. Il agit par la variation de pression dans ses tuyaux (45-60 bars) et le fluide de transfert reste toujours dans une fourchette de températures ambiantes. C'est pourquoi les tuyaux peuvent également rester à l'air libre ou être plongés dans les bassins si besoin. Il est important de rappeler que le CO_2 est ici employé en vase clos et qu'il n'y a donc pas d'émission de polluant.

Daniel Favrat – directeur du Laboratoire d'Énergétique Industrielle (LENI) à l'EPFL et l'un des « pères » du réseau CO_2 explique les avantages de la technologie de la manière suivante : *« Les habitations ayant besoin de chaleur pourraient se fournir en vapeur dans le réseau, puis rejeter du liquide. A l'opposé, celles qui ont besoin de froid pourraient utiliser le liquide, et rejeter de la vapeur. Ce concept à moindre encombrement, et s'appuyant pour le chaud sur des pompes à chaleur décentralisées, remplacerait les doubles réseaux de chaud et de froid (quatre tuyaux) que l'on trouve déjà dans certaines villes. Cela permettrait également de faire des économies substantielles d'énergie et d'émissions.»*



. Une plus-value énergétique importante

Les îlots urbains qui bordent le boulevard des Talards et le bassin Bouvet (au Nord de Saint-Servan) sont d'excellents exemples pour illustrer l'impact que le réseau CO_2 peut avoir sur la ville. Ces zones vieillissantes, d'une dizaine d'hectares au sol chacune, représentent de très forts potentiels de renouvellement, de modernisation et de densification. Combiné au réseau CO_2 et aux nouvelles technologies renouvelables, ces quartiers pourraient rapidement devenir les témoins de la nouvelle collaboration ville-port.



A titre de comparaison, une étude a été menée concernant la faisabilité d'un réseau CO_2 pour la modernisation d'un quartier existant à Genève (18 ha au sol de programmes mixtes). Elle a démontré d'excellents résultats avec une économie d'énergie finale supérieure à 80%. Le coût d'investissement, chiffré entre 27 et 35 millions d'euros, situe le point de début de rentabilité économique entre 4 et 6 ans après la mise en service, et la valeur actuelle nette après 40 ans est estimée entre 40 et 80 millions d'euros.

L'opportunité pour Saint-Malo serait d'être la première ville à tester un système de ce type « in situ». Elle pourrait, par ce biais, facilement s'incérer dans le Plan Régional des Energies Renouvelables de Bretagne et s'affirmer sur la scène de l'expérimentation énergétique. Le phasage de propagation du réseau 2050.0 partirait du Naye (emplacement privilégié pour la pompe à chaleur sur eau de mer) et se développerait simultanément vers le nord et vers le sud. A terme, il constituerait une boucle énergétique complète autour du port.

3.1.2 De nouvelles voies de mobilité

La deuxième mission essentielle du Tour consiste à définir de nouvelles solutions pour établir une mobilité qualitative pour la ville-port. D'abord, le lien entre la gare maritime et la gare ferroviaire n'est pour le moment pas satisfaisant et demande à être (ré)inventé. Ensuite le lien à l'Intra-Muros est également démodé car il n'a pas pris en compte les changements apportées par le recule de la gare ferroviaire. Les anciennes lignes de chemin de fer offrent pourtant la possibilité d'une belle reconversion.

. <u>D'une gare à l'autre</u>

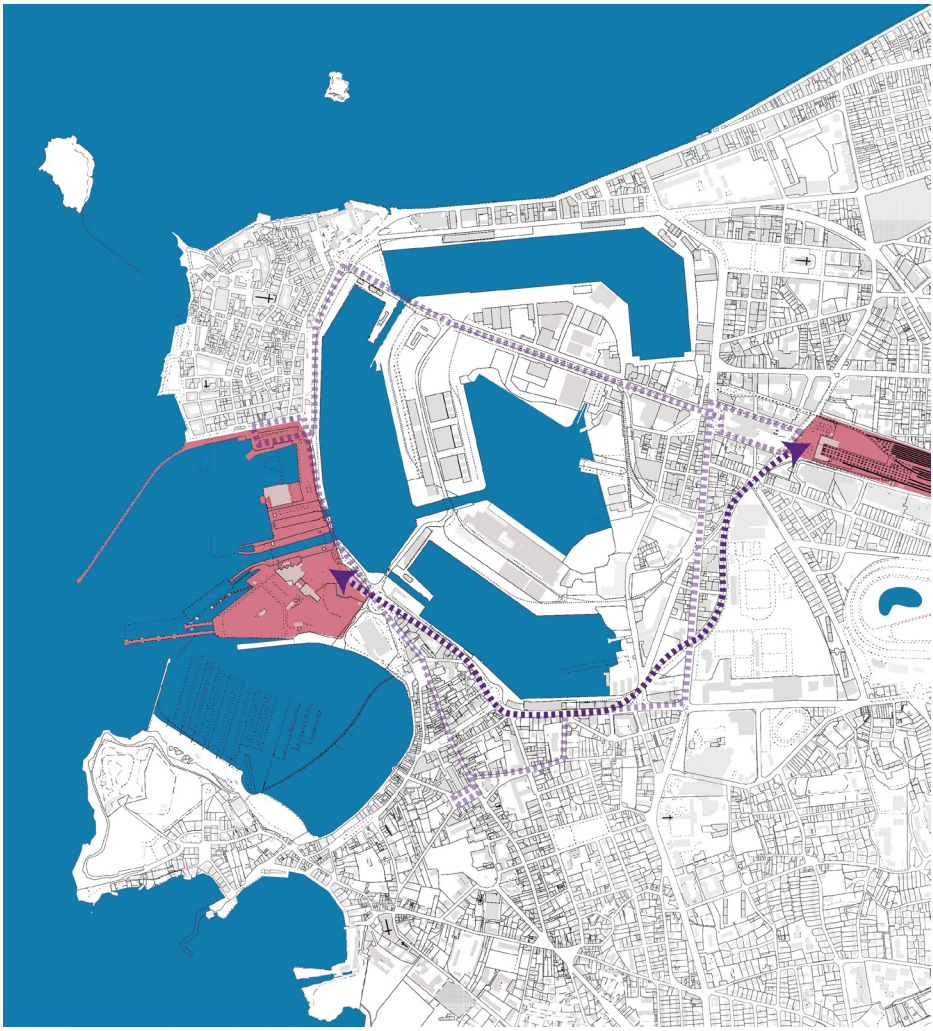
La gare ferroviaire et la gare maritime possèdent aujourd'hui sensiblement la même affluence passagers chaque année : un peu plus d'un million de personnes.

La gare maritime arrive au bout de ses capacités d'usages et nécessitera une rénovation. Elle produit actuellement une cassure importante dans le tissu urbain du fait de sa mono fonctionnalité et de l'espace considérable réservé exclusivement à la circulation et au stationnement. A l'heure de fêter l'anniversaire de l'unification de Saint-Servan et Saint-Malo, cette parcelle du port doit prendre toute la mesure du symbole qu'elle représente : la porte de Saint-Malo sur l'océan. C'est pour cela qu'elle doit continuer à intensifier ses programmes maritimes et gagnerait à s'ouvrir à la mixité des programmes de la ville (commerces, hôtels, bureaux, logements, recherche, culture) pour devenir un solide trait d'union entre Saint-Malo et Saint Servan.

La gare ferroviaire est récente. Dans les prochaines décennies, elle pourrait disposer d'une technologie de récupération d'énergie cinétique, issue de la décélération des TGV en gare. Combinée à une infrastructure de stockage d'énergie électrique, elle pourrait être utilisable pour un futur parc de mobilité électrique. Des navettes sans chauf-

feur, comme celles en test à Sion actuellement, pourraient alors se développer. Elles ont l'avantage de pouvoir circuler sur des voies piétonnes et d'utiliser un agent à bord qui ne conduit plus mais qui accueille et renseigne les usagers sur la ville.

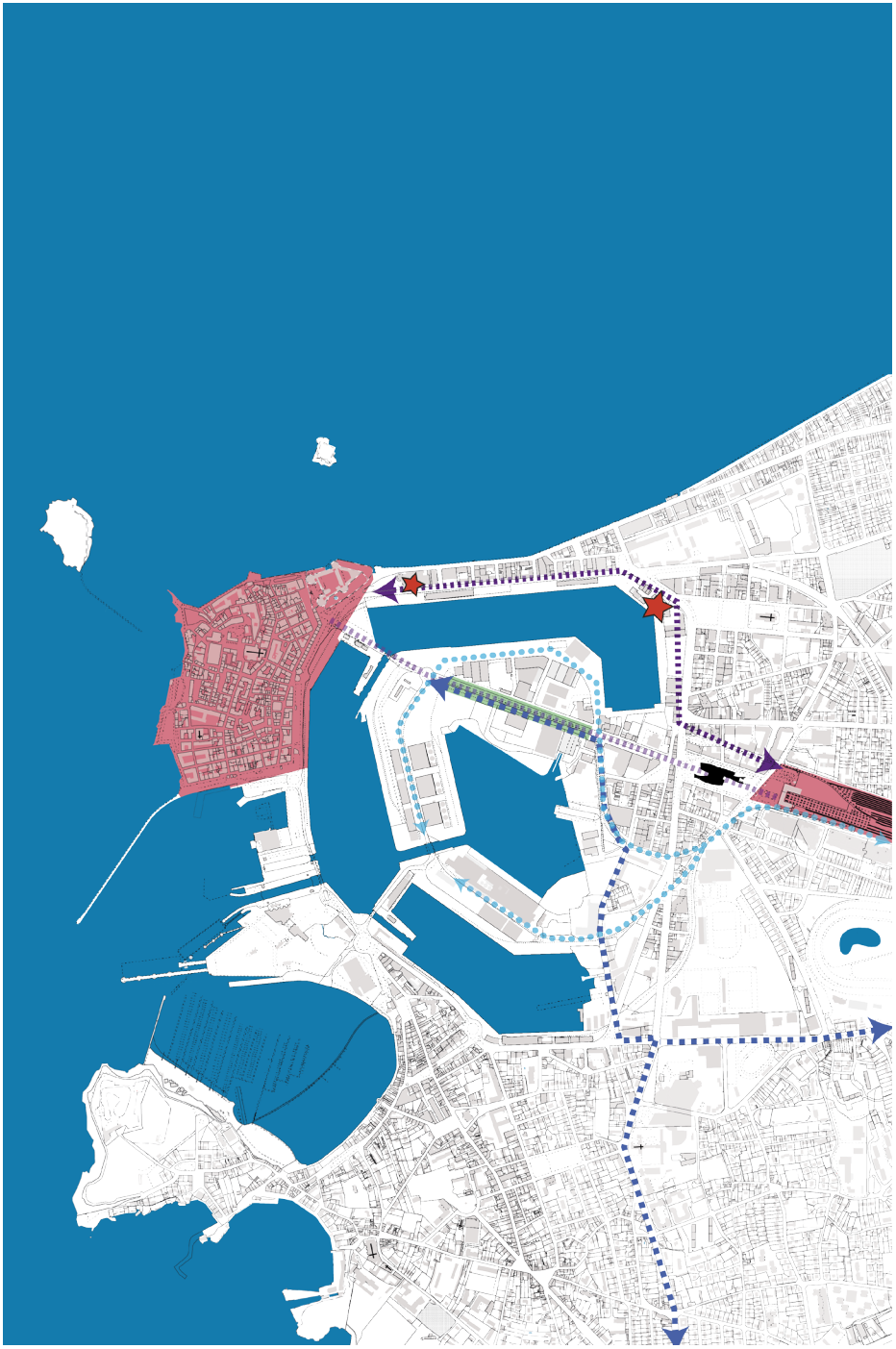
La navette «cœur de ville» est depuis 2014 la solution privilégiée pour le transfert de passagers entre les deux gares, qui subissent de plein fouet la difficulté du «dernier kilomètre» à parcourir. Un minibus toutes les 20 min effectue le parcours en circulant dans un seul sens. C'est une solution méritante mais qui est très peu fiable dans ses horaires, notamment en été lorsque le trafic est saturé. De plus, les navettes desservent peu de points stratégiques autour du port. Il est donc fréquent de voir des personnes



tirer leur valise sur les trottoirs étroits qui bordent les routes pour se rendre à pied à la gare ou à leur hôtel. Le flux de passagers devrait pourtant augmenter de manière significative avec la mise en service de la ligne à grande vitesse entre le Mans et Rennes courant 2017. Il est donc assez crucial de réfléchir à une solution plus efficace pour accompagner les ambitions malouines dans le secteur. Une voie surélevée, spécialement dédiée à la mobilité douce (vélos, piéton …) et aux navettes électriques pourrait être une bonne solution pour réussir à diviser les flux et s'affranchir des aléas de la circulation (voitures et camions), au sud du port en particulier.

. L'accès à l'Intra-Muros

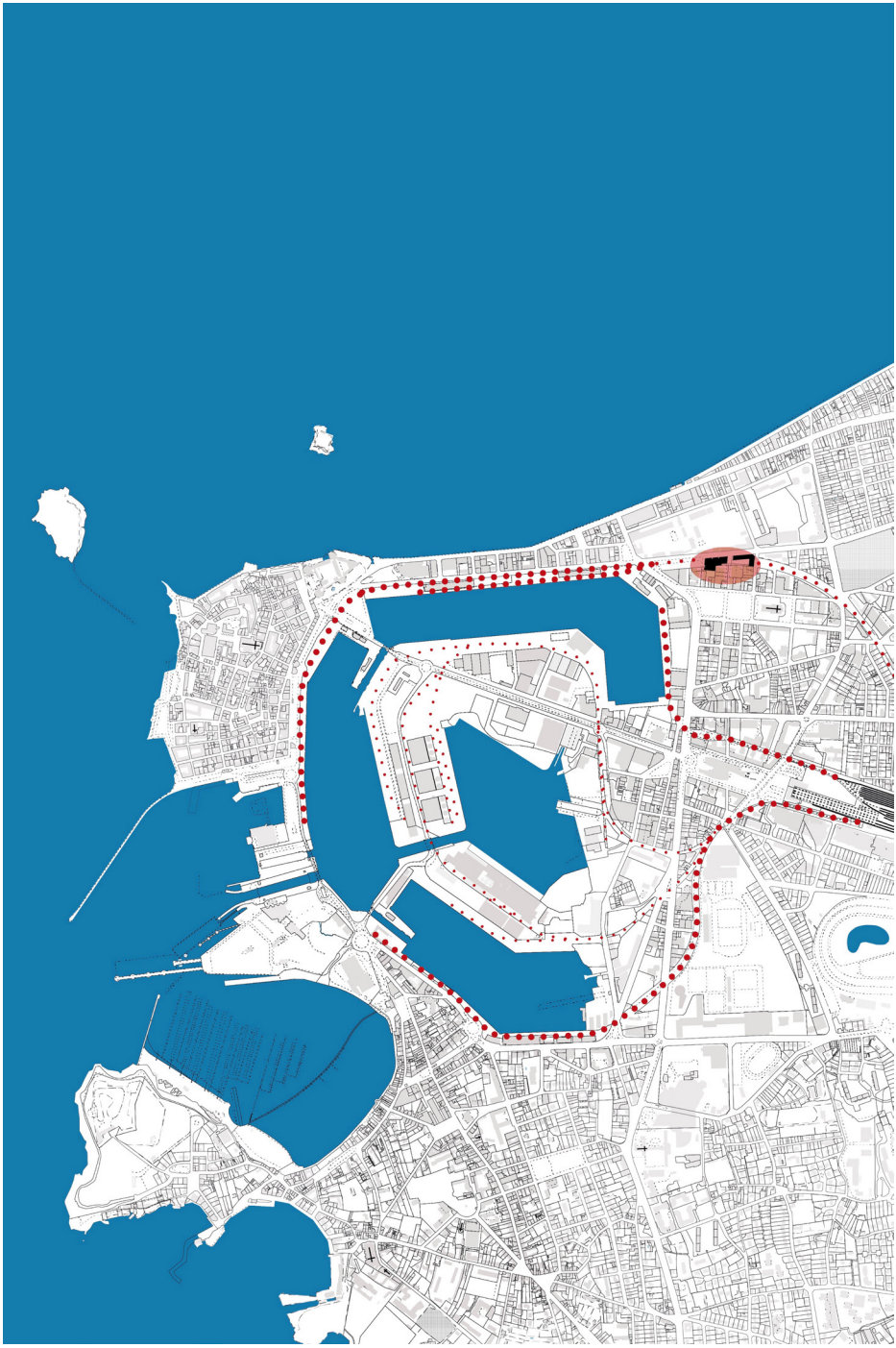
Il ne faut pas tomber dans le piège que tend l'avenue Louis Martin : malgré le fait qu'elle soit la voie la plus directe pour accéder aux remparts de la vieille ville, elle n'établit plus aucun lien tangible avec la gare et devrait être rendue à l'industrie afin de la consacrer en priorité au transport et à la sortie des marchandises du port (camion et containers sur rails). Ceci consoliderait le réaménagement global déjà engagé par la CCI et contribuerait à réduire les nuisances sensorielles, que citadins et touristes subissent dans cet endroit. Le port, qui ne dispose que de très peu de réserve foncière, pourrait aussi en profiter pour récupérer des espaces de parkings conséquents afin de développer d'autres activités. Un accès périphérique sur les quais, par le nord, serait pour l'avenir beaucoup plus judicieux. Le carrefour de Rocabey a toutes les cartes en main pour remplir cette mission et s'imposer comme une évidence. Le nouveau Musée de la Marine, qui va prochainement apparaitre sur les quais, et le Palais du Grand Large rénové en seront les activateurs principaux. L'accès à l'Intra-Muros par le Sillon permettrait également d'être indépendant de toute écluse, et serait efficace pour écouler le flux touristique de pointe.



. Les anciennes lignes de chemin de fer

Tout promeneur à Saint-Malo aura remarqué la présence de lignes de chemin de fer désaffectées autour du port, qui apparaissent et disparaissent au rythme de l'entretien des chaussées. Rappelons qu'entre 1889 et 1949, Saint-Malo était dotée d'une ligne de tramway urbain avec Saint-Servan et Paramé et d'une ligne de tramway rural qui assurait la liaison entre Cancale et les murs de l'Intra-Muros. L'industrie portuaire qui se développa parallèlement apporta également son lot de ramifications afin d'effectuer les transferts marchandises. Aujourd'hui, de nombreux tronçons ont été arrachés, notamment pour l'entretien des quais, mais leurs traces, dont on sous-estime encore le potentiel, perdurent toujours dans la structure du territoire et dans l'âme de la ville. Néanmoins, on voit apparaitre depuis peu des projets (comme les logements mis en évidence à Rocabey) qui sont dans le déni des lignes historiques et qui viennent couper la continuité de ces anciennes infrastructures. En les multipliant, ces types de projets font peser le risque de perdre la chance de réinventer une fonction à ce vide qui parcourt la ville.

Il est important de constater que ces lignes ont offert pendant longtemps le meilleur système de transport, humain et matériel, de la zone portuaire. Malgré le fait que l'ère du rail soit aujourd'hui dépassée, le dessin de cette ancienne infrastructure reste le terreau le plus fertile pour faire émerger une nouvelle infrastructure de mobilité indépendante du réseau routier, saturé lors de l'activité estivale.



3.1.3 Un front de port urbain

La troisième mission du Tour consiste à générer un front de port urbain. Si la ville semble aujourd'hui toujours tourner le dos au port (fait paradoxal vu l'histoire de la cité corsaire), les mises en place d'un espace public maritime et d'un espace portuaire urbain pourraient réactiver les synergies. Un scénario d'évolutions programmatiques pourrait alors se concrétiser au cours des 20 prochaines années, sachant qu'il est certain que tout ne pourra se faire en même temps et qu'un phasage est à prévoir : c'est l'intérêt d'un scénario de régénération 2050.

. Inverser le paradigme

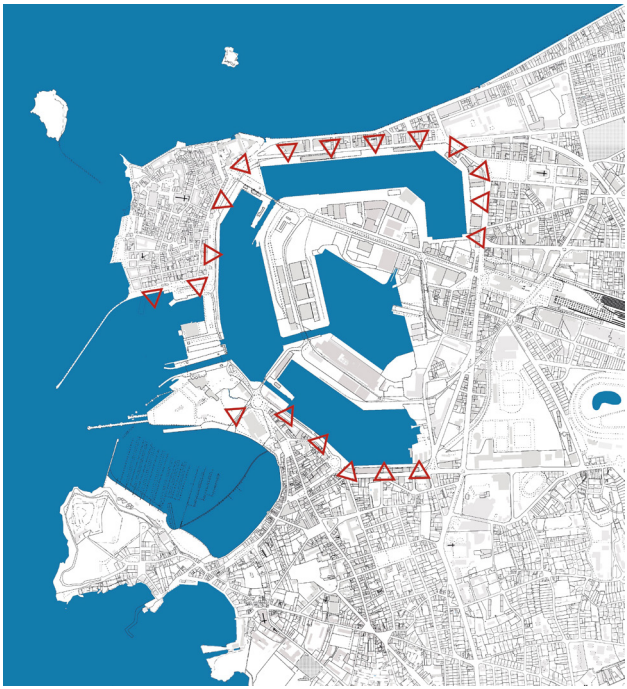
L'Intra-Muros s'abrite derrière les remparts. Il développe sa fonction touristique mais perd peu à peu sa qualification de quartier où se mélangent habitats, commerces et activités, notamment à cause des difficultés d'accès et de saturation en été.

Les quartiers de Saint-Servan, des Talards et de Rocabey tournent le dos au port en s'appuyant sur des zones mixtes vieillissantes et démontrant un faible caractère architectural. Ils sont amenés à jouer un rôle majeur dans les évolutions à venir.

Le secteur du Sillon s'affirme sur sa « façade-mer » alors que le côté-port ne semble être qu'une « arrière-cour » (mis à part le Palais du Grand Large). Le fonctionnement de l'avenue Louis Martin, comme desserte urbaine principale depuis le quartier de la gare, en est la cause principale. Elle a eu pour conséquence d'atrophier le lien historique du Sillon entre Saint-Malo et le continent.

Il est temps d'inverser la tendance.

Le Roi Janus, ou l'homme à deux visages



. L'espace publique maritime et l'espace portuaire urbain

Il n'y a pas nécessité de beaucoup restructurer le port de commerce. Ce dernier est déjà homogène et cohérent du point de vue de son fonctionnement. Les activités les plus lourdes sont isolées des flux urbains dans le noyau portuaire (hachures vertes), centré sur le Bassin Jacques Cartier. Le seul déclassement de l'avenue Louis Martin renforcera alors l'autonomie du noyau portuaire et offrira des possibilités inédites de réaffectation. Il aura également comme conséquence de réhabiliter le Sillon en tant que continuité urbaine entre la gare et l'Intra-Muros et de développer un lien plus puissant entre les deux gares par le sud (poché violet).

Le déplacement de la criée à la gare de la Bourse permettrait de dynamiser le secteur pêche. Elle accompagnerait la décision de faire mouiller les bateaux de pêche dans l'avant-port (afin de les affranchir de l'éclusage), et permettrait d'apporter tous les équipements en froid qui leur manquent actuellement. De plus, cela fournirait une belle animation aux pieds des remparts ainsi qu'une opportunité de réaffectation des Quais Trichet et du Val sur le bassin Bouvet.
Tous les quais extérieurs seraient alors disponibles pour former un **espace publique maritime** continu (hachures rouges) : balade piétonne composée de multiples activités au sein desquelles port et ville se côtoient.

Le développement du Campus Roullier au sud-est doit absolument inciter Saint-Malo à miser sur la recherche et l'enseignement dans l'interface port-ville. Une dynamique de ce type pourrait alors voir le jour dans un **espace portuaire urbain** (hachures bleues): il s'agit de toute une partie du quartier des Talards délimité par la rencontre entre le noyau portuaire, l'espace publique maritime et la voie majeure de desserte urbaine. Aujourd'hui relativement amorphe, ce quartier peut être un lieu extrêmement privilégié : son potentiel de reconversion est important et son emplacement, « à deux pas de la gare », entre terre et mer est unique.

Les réaménagements récents des quais de Bordeaux donnent une bonne idée du travail qu'il reste à acomplir à Saint-Malo , afin de dynamiser les zones d'interfaces ville-port.

. Le scénario de régénération 2050

L'interface ville-port est sous-divisée en sept parties. Toutes ont un rôle précis à jouer en terme de mutation et de renforcement programmatique afin de développer le front de port urbain.

1. **Une promenade culturelle** : elle sera le point d'attraction publique depuis la gare. Elle reliera à terme la médiathèque, le musée de l'histoire maritime, le parc des exposition et le Palais du Grand Large.

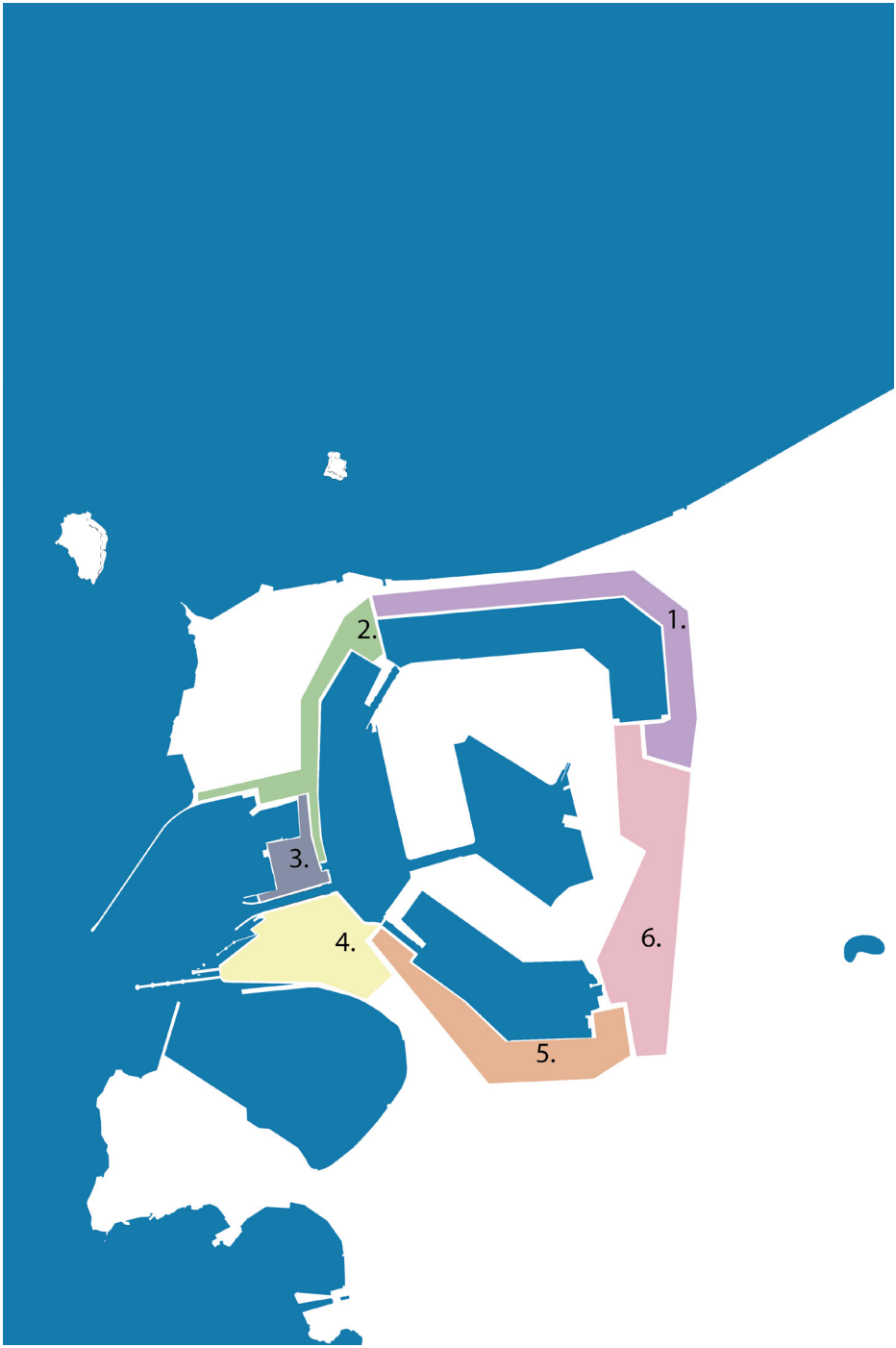
2. **Un parc arboré sous les remparts** : avec l'arrivée d'un nouveau modèle de mobilité, capable d'amener efficacement jusqu'à l'Intra-Muros le flux touristique estival, la vieille ville retrouvera son caractère piéton d'antan. Les voitures se densifieront dans des parkings relais du côté de la gare ferroviaire et les quais sous les remparts pourront être réhabilités en un joli parc arboré au bord des bassins.

3. **La Criée à la gare de la Bourse** : dotée de son marché, elle attirera touristes comme locaux pour assister au déchargement du poisson à la cale de Dinan. Elle pourra avoir une activité nocturne avec un restaurant et un bar. La transformation de l'ancien radoub en micro-central marémotrice renforcera également l'attractivité et le dynamisme de cette zone.

4. **La gare maritime comme poisson-pilote** : totalement remise au goût du jour, elle s'ouvrira davantage aux activités du quotidien citoyen en proposant une mixité programmatique tertiaire (bureaux, commerces, services, loisirs). De plus, elle rassemblera les différents sièges administratifs du développement urbain (CCI, Région et Municipalité) autour d'une même table de pilotage. Elle accueillera également l'édification d'une grande éolienne à axe verticale qui alimentera la pompe à chaleur sur eau de mer et distribuera l'énergie à tout le front de port urbain via le réseau CO_2.

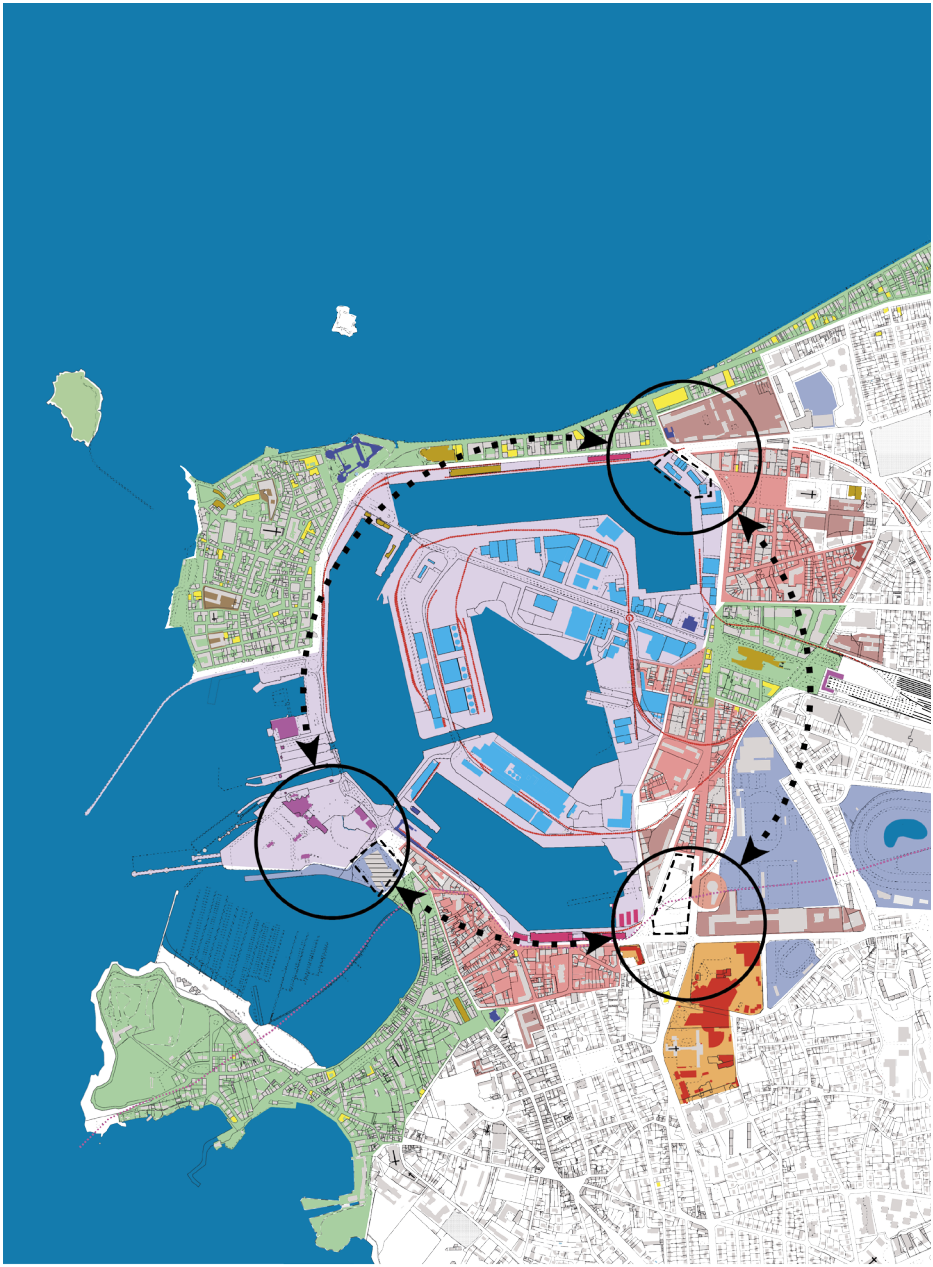
5. **L'écoquartier du bassin Bouvet** : il marquera l'arrivé du logement sur le front de port urbain. Des logements sociaux de haute qualité architecturale et thermique seront ainsi proposés à la population locale et aux étudiants. Les quais du Val et du Trichet n'étant plus utilisés pour amarrer les bateaux, ils pourront servir à développer la technologie de panneaux solaires flottants, reliées aux logements collectifs.

6. **L'université malouine** : avec l'aide des universités rennaises, Saint-Malo développera un campus universitaire de recherche en énergie marine, en sciences du vivant et en économie du numérique. Le campus Roullier sera accompagné d'un parc d'entreprises et de start-up diversifié, installant l'entreprenariat au cœur de la recherche universitaire.

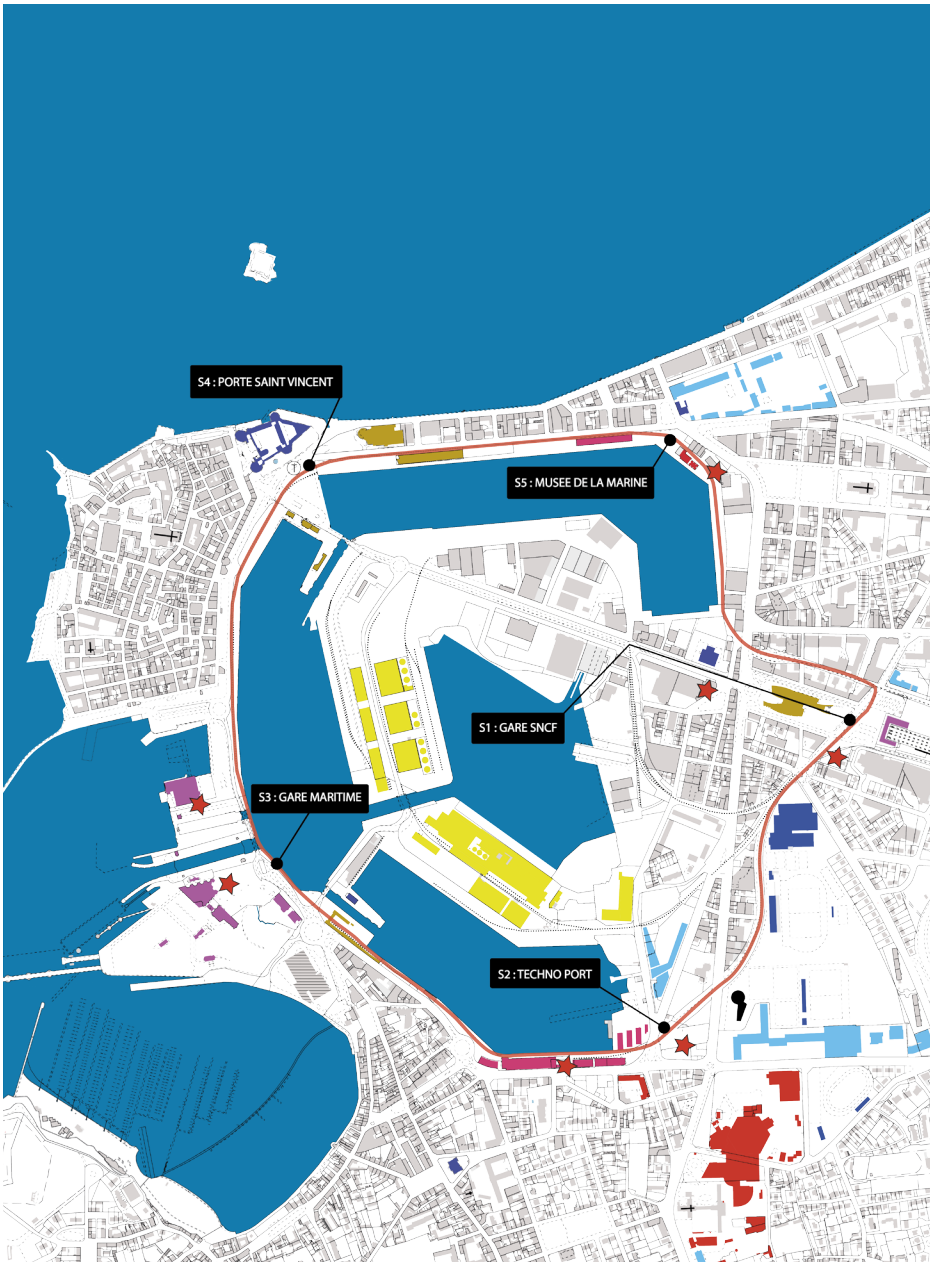

1.
2.
3.
4.
5.
6.

3.1.4 Esquisses du Tour

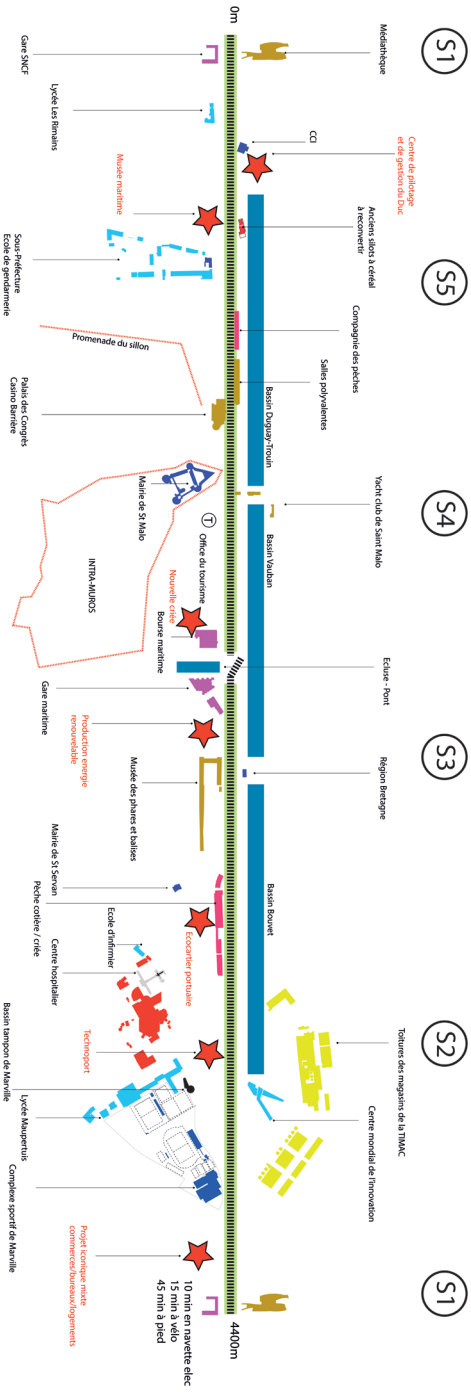
. Etat des lieux



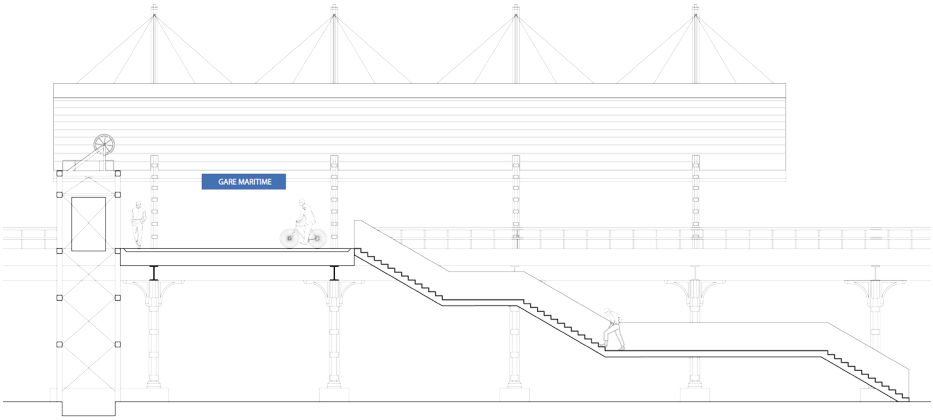
. Implantation du Tour



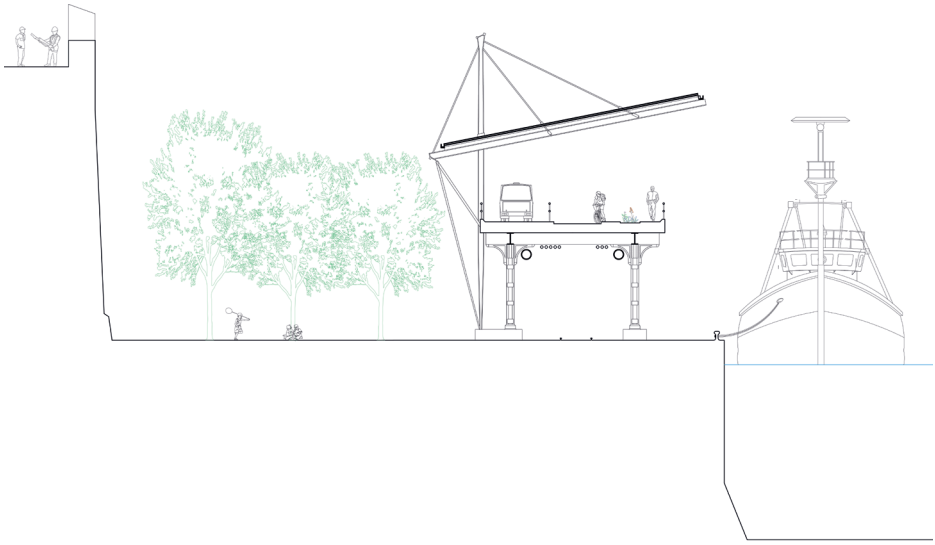
. Déroulé


S1
S5
S4
S3
S2
S1
0m
4400m
Médiathèque
Gare SNCF
Lycée Les Rimains
CCI
Centre de pilotage et de gestion du Duc
Musée maritime
Anciens silots à réinventir
Sous-Préfecture
Ecole de gendarmerie
Compagnie des pêches
Promenade du sillon
Salles polyvalentes
Palais des Congrès
Casino Barrière
Basin Duguay-Trouin
Mairie de St Malo
Yacht club de Saint Malo
Office du tourisme
Bassin Vauban
INTRA-MUROS
Nouvelle cale
Bourse maritime
Ecluse - Pont
Gare maritime
Production energie renouvelable
Région Bretagne
Musée des phares et balises
Mairie de St Servan
Bassin Bouvet
Pêche cotière / criée
Ecocartier portuaire
Ecole d'infirmier
Centre hospitalier
Toitures des magasins de la TMAC
Technoport
Centre mondial de l'innovation
Bassin tampon de Marville
Lycée Maupertuis
Complexe sportif de Marville
Projet iconique mixte commerces/bureaux/logements
10 min en navette elec
15 min à vélo
45 min à pied

. Coupe longitudinale



. Coupe transversale



3.2 La Tour pour produire, piloter et réfléchir

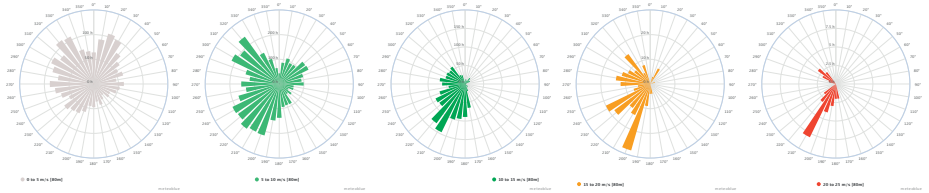
La Tour constitue l'une des réponses architecturales et structurelles du DUC. En qualité de « poisson-pilote », elle a tout de même le rôle particulier de lancer le scénario de régénération urbaine. Ses fonctions sont multiples : récolter l'énergie du vent pour alimenter le réseau, piloter la distribution des flux (humains et énergies) et porter l'étendard d'un nouveau langage architectural à Saint-Malo.

3.2.1 Construire dans le vent, pour le vent

Le site du Naye dispose de tous les atouts pour faire émerger la Tour. Il propose en effet le meilleur dégagement aux vents pour une production éolienne. Même s'il se retrouve au centre d'un système complexe et contraignant de servitudes, notamment liées à la protection patrimoniale, l'histoire du rocher entre Saint-Servan et Saint-Malo devrait appuyer la candidature d'un tel projet.

. La ressource éolienne

On a déjà vu que Saint-Malo disposait d'une ressource éolienne de qualité : une puissance disponible élevée (en moyenne 445 W/m²) et très peu de périodes sans vent (70 heures en 2015 en dessous d'1 m/s, ce qui équivaut à moins de 0.8% du temps). En terme de directions, les vents sont globalement compris entre les caps 200° SSW et 20° NNE et les vents forts dominants sont ceux de noroît (NW) et suroît (SW). Le terre-plein du Naye bénéficie donc d'une excellente exposition : largement ouvert sur la mer coté ouest. Il est bordé par l'Intra-Muros au nord et la cité d'Aleth au sud, mais ces « obstacles » ne culminent pas à plus de 30m d'altitude. Ils sont à une distance suffisante (environ 500m) et ont une surface relativement homogène en terme de rugosité pour ne pas altérer la ressource éolienne. Ainsi à 80 m de hauteur, le vent est très « pur » : en moyenne 2 m/s plus rapide qu'à 10m et plus régulier. Une légère différence de direction du vent peu également être mesurée entre 10 et 80 m d'altitude (de l'ordre de 4° en moyenne) mais elle n'a pas d'influence majeure, surtout pour les éoliennes à axe verticale qui n'ont pas besoin de s'orienter face au vent. Une éolienne de 90m de haut et d'une surface balayée de 2400 m² pourrait alors fournir suffisamment d'énergie pour autoalimenter la gare maritime, la criée et 500 habitants au quotidien (chaud, froid et électricité). Couplée à la microcentrale marémotrice et à la pompe à chaleur sur eau de mer à quelques dizaines de mètres, elle pourrait alors assurer au Duc et à ses usagers une autonomie énergétique pendant les premières années de croissance du réseau.


0 to 5 m/s [80m]
5 to 10 m/s [80m]
10 to 15 m/s [80m]
15 to 20 m/s [80m]
20 to 25 m/s [80m]

0°
10°
20°
30°
40°
50°
60°
70°
80°
90°
100°
110°
120°
130°
140°
150°
160°
170°
180°
190°
200°
210°
220°
230°
240°
250°
260°
270°
280°
290°
300°
310°
320°
330°
340°
400 h
200 h
0 h

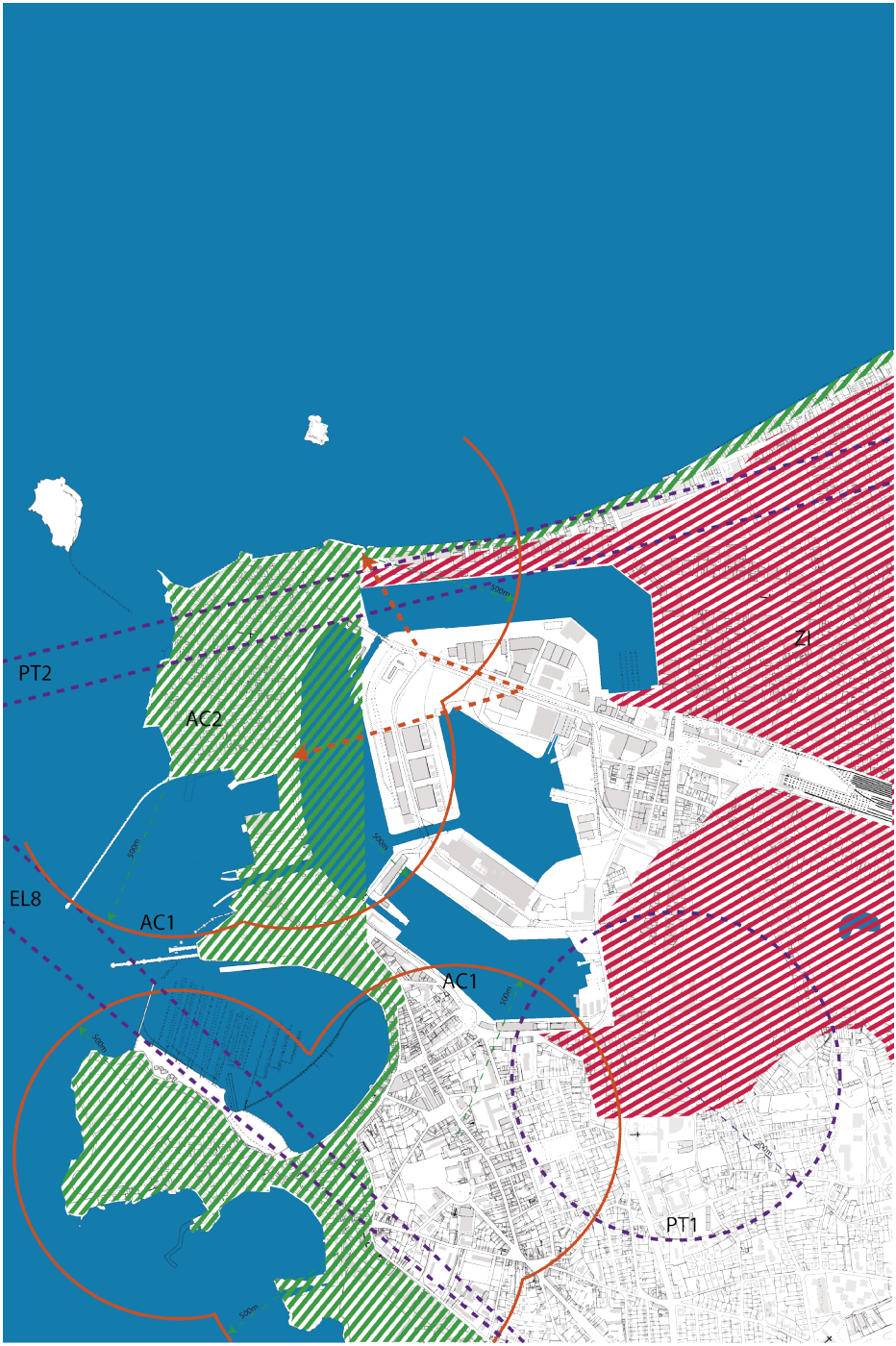
. Les servitudes et protections

Si le dégagement du site du Naye lui procure une exposition exceptionnelle en terme de vent, il en fait également l'un des sites les plus exposés visuellement. Alors, il est indispensable de tenir compte du contexte historique, géographique et humain de Saint-Malo pour que l'existence de la Tour s'impose.

. **ZI** : zones inondables (hachures rouges) : on retrouve à l'Ouest du port deux très grandes zones inondables. Il faut dire que la gestion des flux pluviaux est un sujet d'ordre majeur pour Saint-Malo, en grande partie bâtie sur d'anciens marais. 20 000 des 50 000 habitants habitent à 4 mètres en-dessous du niveau de la mer, sur de polders protégés par la digue. Malgré cela, l'action combinée de la mer rugissante et des fortes pluies lors des tempêtes d'équinoxe font toujours courir des risques d'inondations. D'ailleurs, le fait de pouvoir suspendre le réseau énergétique à la passerelle du Tour est dans ce sens un gage de sécurité supplémentaire. Le site du Naye n'est lui pas concerné par ce problème, étant construit sur un des rochers originels, émergeant de la baie.

. **EL8 , PT1, PT2** (traits tillés violets) : ce sont des servitudes techniques liées au télécom, à l'énergie et au balisage maritime. Les PT1 et PT2 sont relatives aux transmissions radioélectriques. Leur but est de protéger d'une part l'hôpital d'éventuels perturbations électromagnétiques dans une zone de 500 m autour, et de garantir d'autre part les transmissions d'ondes émissions/réceptions entre Dinard et Saint-Malo par un couloir de 100m de large où toute construction « obstacle » est proscrite. L'EL8 est quant à elle une servitude visuelle lié à l'alignement des phares du Grand Jardin, des bas Sablons et de la Balue qui signale le chenal de la Petite Porte pour les entrées/sorties du port malouin.

. **AC1, AC2** : on peut d'abord noter la servitude de point de vue à partir de l'avenue Louis Martin qui interdit toute construction dans le cœur portuaire face à la vieille ville. La déclassement de l'avenue au profit d'une desserte périphérique via le Tour pourrait changer la donne et permettre alors à l'industrie et au commerce portuaires de se réapproprier cette grande surface avec intelligence. Ensuite, les sites inscrits et classés d'Intra-Muros, du Sillon et de Saint-Servan (AC2) ainsi que la protection des monuments historiques classés ou inscrits définie par un rayon de 500m (AC1) constituent un double droit de regard, lié à la conservation du patrimoine culturel. Dans les faits, ces servitudes n'empêchent pas de construire dans les zones protégées. Elles imposent par contre de se soumettre à l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France, qui décide seul de la mise en œuvre du projet ou non.


PT2
AC2
ZI
EL8
AC1
AC1
PT1
500m
500m
500m
500m
500m
500m

. Des fondements et des fondations solides

Travaillez, prenez de la peine :
C'est le fonds qui manque le moins.
Un riche Laboureur, sentant sa mort prochaine,
Fit venir ses enfants, leur parla sans témoins.
Gardez-vous, leur dit-il, de vendre l'héritage
Que nous ont laissé nos parents.
Un trésor est caché dedans.
Je ne sais pas l'endroit ; mais un peu de courage
Vous le fera trouver, vous en viendrez à bout.
Remuez votre champ dès qu'on aura fait l'Oût.
Creusez, fouiller, bêchez ; ne laissez nulle place
Où la main ne passe et repasse.
Le père mort, les fils vous retournent le champ
Deçà, delà, partout ; si bien qu'au bout de l'an
Il en rapporta davantage.
D'argent, point de caché. Mais le père fut sage
De leur montrer avant sa mort
Que le travail est un trésor.

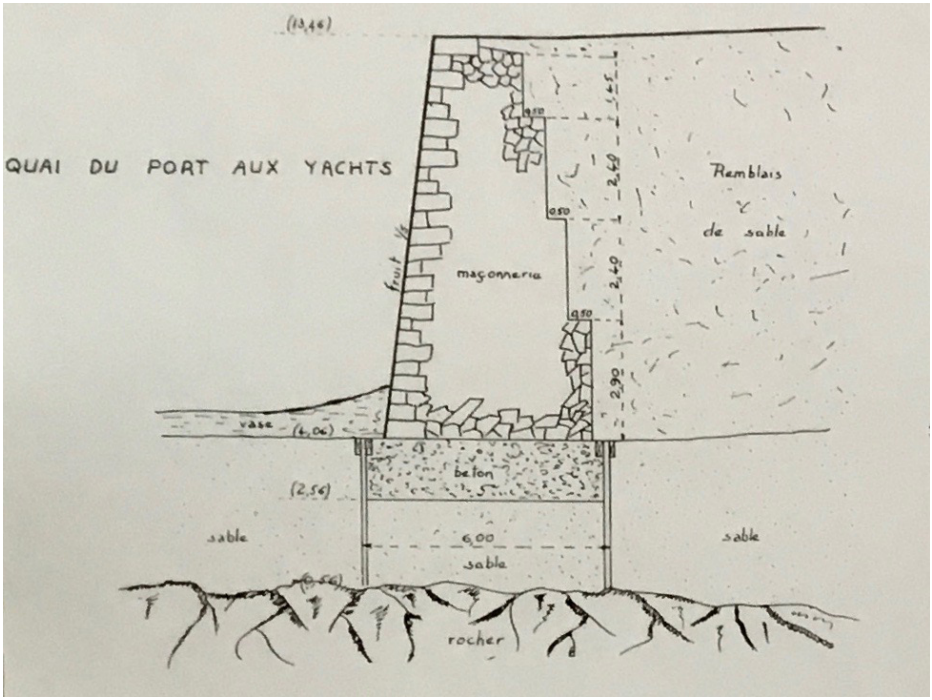
Le Laboureur et ses Enfants - Jean de La Fontaine

Recevoir un héritage appelle à la plus grande modestie afin d'en préserver l'essence et la mémoire. Cette fable nous démontre également que l'héritage impose un devoir de responsabilité, celui de l'artisan. Le trésor c'est le travail, l'action de la main, le geste. Et si la succession devait ne garder qu'un seul but, c'est bien de nous aider à travailler mieux et davantage.

La Tour se doit de faire un parcours introspectif face au patrimoine qui l'entoure et dont elle est la première héritière. Est-ce un manque de modestie que d'être grande ? Dur à dire. Par contre, ce n'est pas forcément un gage de modestie que d'être petite. La Tour n'a pas choisi d'être grande. Elle l'est parce qu'elle doit l'être : ses dimensions ne sont qu'une conséquence métabolique. Par contre, au contraire de ses demi-sœurs, que l'on croise dans les villes ici et là, elle n'est pas seulement un objet de représentation ou de densification, c'est d'abord une artisane. Elle tourne, elle récolte, elle distribue, elle vit.

Si elle est assurément un projet d'avenir, elle est aussi un projet d'héritage. En seulement cent ans, nous avons oublié le rôle qu'à tenu le rocher du Naye pendant plusieurs siècles: récolter le vent. Toutes les illustrations de cette époque en témoignent, pas une n'omet les moulins du Naye.

La Tour, sonnerait ainsi le retour des moulins sur le rocher. Le terre-plein du Naye étant également le seul à être construit sur la roche, il présente le meilleur sol de fondations pour le contreventement d'une structure de cette taille.


QUAI DU PORT AUX YACHTS
(13,46)
Remblais
de sable
fruit
maçonnerie
0,50
0,50
0,50
2,40
2,40
2,90
vase
(4,06)
(2,56)
béton
sable
6,00
sable
sable
(0,50)
rocher

3.2.2 Le pilotage des flux

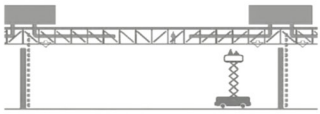
La Tour, en plus d'être productrice, est aussi organisatrice. Elle a en charge le pilotage de plusieurs types de flux : en tant que gare maritime, elle dirige les flux humains; en tant que bourse de l'énergie, elle est la garante des flux financiers ; en tant que capitainerie, elle gère les flux maritimes.

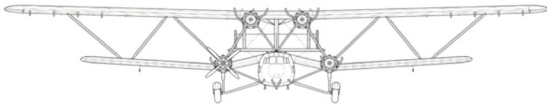
. La gare maritime

Les gares demandent aujourd'hui d'être repensées. Si elles étaient hier encore un simple lieu de transit, elles subissent aujourd'hui une réelle mutation vers un système plus complexe et interconnecté de fonctions, de flux et d'échanges. Elles sont devenues des lieux urbains où l'on s'arrête, comme les places et les marchés. Elles sont ainsi amenées à générer un tissu d'activités de plus en plus divers : commerces, hôtellerie, loisirs, afin de prolonger le séjour à l'intérieur de la gare. De plus, la fréquentation étant fortement liée aux saisons, il devient essentiel d'en faire un lieu de vie urbain, facilement accessible et fortement attractif. Un important travail sur le rôle public du rez-de-chaussée est donc à prévoir. Sa transparence et sa perméabilité seront essentielles, afin de contrer les tentations de repli et de fermeture que nous envoie le Brexit.
Libérons le sol, « less is more » !

Avec la mutation de la mobilité, une nouvelle architecture est née. Elle est basée sur l'imaginaire et la métaphore que la forme architecturale induit à l'observateur, notamment par l'expression de la structure. C'est une façon de montrer une incarnation du site : l'Opéra de Sydney construit par Hudson est une métaphore du monde de la voile du fait de sa construction « sur l'eau » (les voiles de béton semblent gonflées par le vent), alors qu'il n'abrite aucune activité marine. Une autre manière de procéder peut consister à transmettre une symbolique formelle tirée du programme. Norman Foster exprime clairement cette intention lorsqu'il compare les structures des premières aérogares avec les avions biplans, puis l'Aéroport de Stansted avec les avions modernes. A chaque fois, la légèreté qu'exprime le dessin du porte-à-faux nous ramène à l'imaginaire du vol.

Dans le cas de la gare maritime de Saint-Malo, construite là où la terre rencontre l'eau, il semble primordial de mêler à la fois l'identité maritime du site et du programme avec le langage métaphorique du vent. Plutôt que de représenter le bateau de croisière comme l'ont fait Hadid et Schumacher dans la ville des diamants, à Anvers (projet néanmoins fascinant dans son rapport au patrimoine), la Tour pourrait trouver son expression dans le monde de la course au large.





. La bourse de l'énergie

Avec la décentralisation de la production et de la consommation d'énergie, liée à l'exploitation des ressources renouvelables locales, l'idée d'une bourse de l'énergie pourrait faire son apparition au sein de la Tour. Il s'agit de se souvenir du rôle premier de la bourse. *« [Son] rôle est de financer l'économie »* explique Dominique Cerruti, directeur général de Nyse Euronext (premier groupe mondial de places boursières). Elle est l'endroit où des particuliers et des sociétés peuvent apporter des capitaux à des entreprises qui nécessitent de moyen pour développer leurs idées. C'est donc historiquement le lieu de rencontre privilégié entre investisseurs et entrepreneurs. C'est dans cet état d'esprit que sont nées les premières bourses maritimes à la Renaissance. Leur rôle fut de financer pendant plusieurs siècles les expéditions maritimes. C'est ainsi que les Vénitiens et les Hollandais propulsèrent leurs ports au sommet. Sans la bourse, jamais une telle concentration de capitaux n'aurait été possible.

Aujourd'hui, son rôle reste sensiblement le même : concentrer des capitaux de toutes provenances, tout en garantissant la transparence et l'égalité de traitement dans les échanges. Deux remarques sont à faire néanmoins. La première, c'est que la Bourse a perdu sa relation au contexte. En France par exemple, toutes les petites bourses locales ont fermé dans les années 90 et se sont effacées au profit de la Bourse de Paris. Avec l'ère de la mondialisation et du numérique, la bourse s'est progressivement dématérialisée. Elle a perdu le rapport spatial entre les échanges financiers qu'elle génère à travers toute la planète, et les conséquences territoriales concrètes que ces investissements financent. La deuxième remarque est une conséquence direct de cette déconnection entre la bourse et le territoire : les prêteurs ont pris le dessus sur les entrepreneurs. En effet, parmi les deux façons de participer à la croissance de l'économie, prêter de l'argent comporte plus de garantie et mois de risque que d'entreprendre. Et le fait d'avoir rompu le seul lien qui les réunissait (en l'occurrence : un périmètre d'action en commun), les prêteurs se sont multipliés plus vite que les entrepreneurs et un mur de verre s'est progressivement érigé entre les deux acteurs de l'économie.

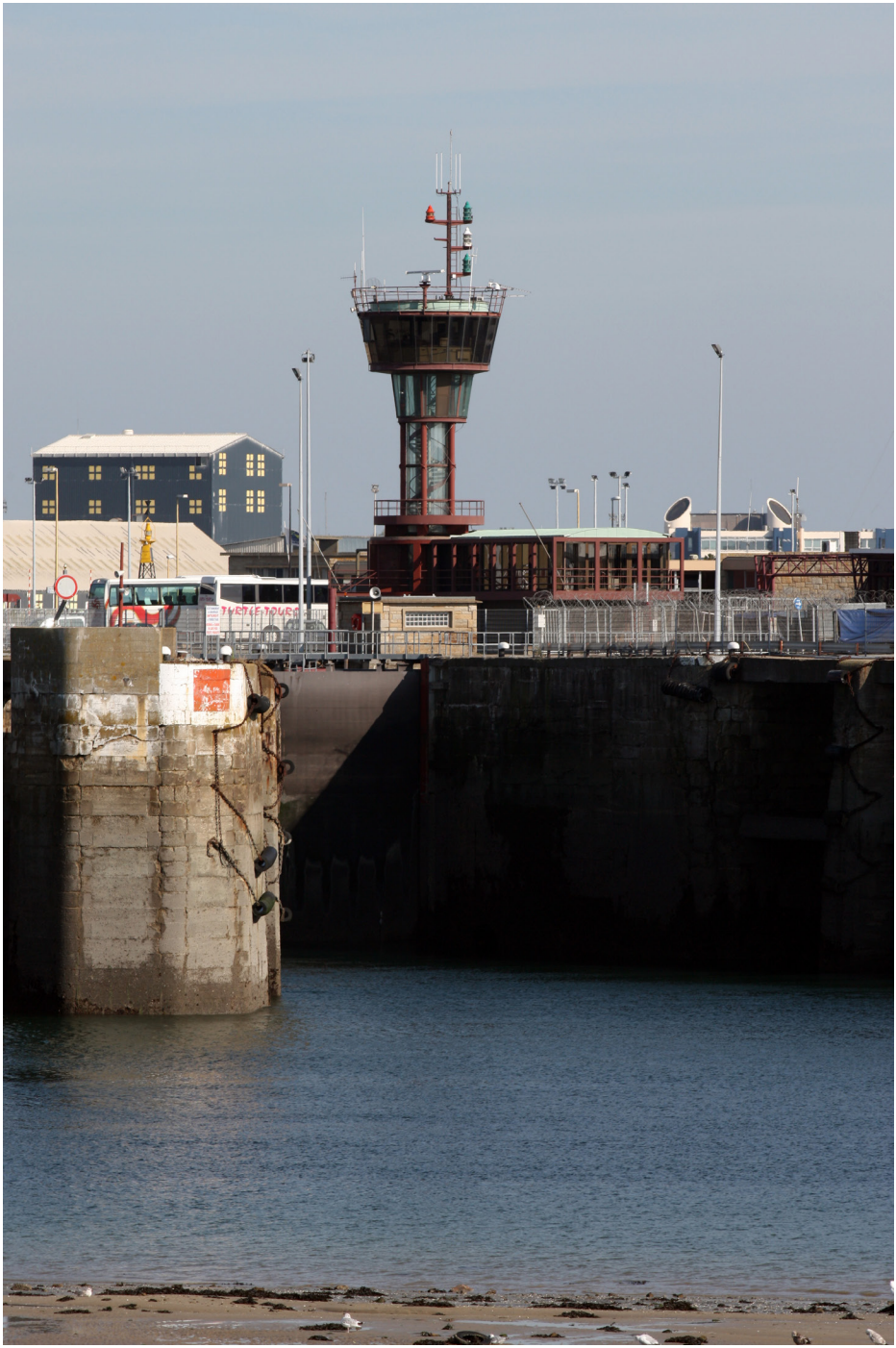
Cette évolution correspond en fait assez bien à ce qui s'est également passé dans le monde de l'énergie depuis trois siècles. L'épopée des combustibles fossiles s'est peu à peu construite sur la centralisation de nos forces productives, déconnectant complètement la consommation de la réalité territoriale. Le point d'inflexion, auquel on assiste aujourd'hui, nous pousse alors à repenser nos modèles vers une décentralisation. Mais se pose toujours la question de financement de cette grande mutation. C'est là qu'une bourse locale de l'énergie devient essentielle. Elle pourrait produire une reterritorialisation de la finance afin de soutenir des projets locaux, pour lesquels le prêteur et l'entrepreneur travaillent côte à côte, et peuvent conjointement mesurer les effets de leurs actions. Dans le cas de la Tour, cette bourse permettrait d'une part d'inciter à l'entreprenariat dans les énergies renouvelables, et d'autre part de réguler les échanges énergétiques et monétaires entre l'ensemble des producteurs et consommateurs du DUC. Cela ajouterait une symbolique supplémentaire à l'édifice, héritée de la puissance monumentale qu'exprimaient les bourses maritimes de l'époque.

BOURSE MARITIME

. La capitainerie

Les missions de la capitainerie sont nombreuses. A Saint-Malo, neuf personnes se relaient nuit et jour, toute l'année, pour coordonner les différentes activités sur le port et assurer la sécurité des lieux. Ils sont les chefs d'orchestre des mouvements portuaires: *« Sur une année, 700 cargos passent à Saint-Malo. En été, on compte 24 mouvements de gros navires par jour, sans compter le trafic lié à la plaisance. Avec une seule écluse, la régulation des mouvements est parfois difficile »* explique Bruno Lassus, commandant du port. Dans la tour de vigie, les lieutenants du port s'occupent des communications radios avec les différents bateaux. Ils fournissent les informations sur le trafic, proposent des emplacements d'attentes en cas de besoin, et coordonnent le pilote de port, le pontier de l'écluse, les lamaneurs et les grutiers pour prendre en charge l'arrivée des bateaux. Toutes les informations passent par la vigie et sont ensuite diffusées aux services concernés. La capitainerie a aussi un rôle de garant en terme de sureté et de sécurité. Elle est la police portuaire, en charge notamment de la lutte anti-pollution et de l'autorisation des travaux sur le port.

S'il est vrai que le routage maritime s'est considérablement automatisé (le dernier gardien de phare français résiste encore au Cap Fréhel, à quelques encablures de Saint-Malo) et que l'informatique à pris une place prépondérante dans le métier (avec le radar notamment), il n'en demeure pas moins essentiel de préserver ce lien naturel et direct qui nous unit avec la mer. Avec un couronnement culminant à 90 m de hauteur, la Tour offrirait un panorama exceptionnel sur tout le territoire environnant. Par temps clair, elle repousserait l'horizon jusqu'au Mont-Saint-Michel. Comme vigie, elle offrirait un excellent cadre de travail à la capitainerie. Comme tour d'observation, elle fournirait un point d'attraction touristique très spectaculaire. Un restaurant ou un bar pourrait également attirer une clientèle locale d'habitués. Enfin comme tour météorologique, elle disposerait des meilleurs atouts pour fournir les mesures et les prévisions météos indispensables à l'optimisation du système énergétique du DUC.



3.2.3 Une morphologie hybride

A la fois éolienne à axe vertical et bâtiment plurifonctionnel, la Tour témoigne d'une conception hybride de l'architecture. Si l'axe de l'éolienne génère d'abord le squelette du bâtiment, les pâles assument ensuite le rôle de peau. C'est en réalité de cette rencontre tactile, physique, entre ces deux genres que le projet d'architecture naît.

. L'axe de l'éolienne / la squelette du bâtiment

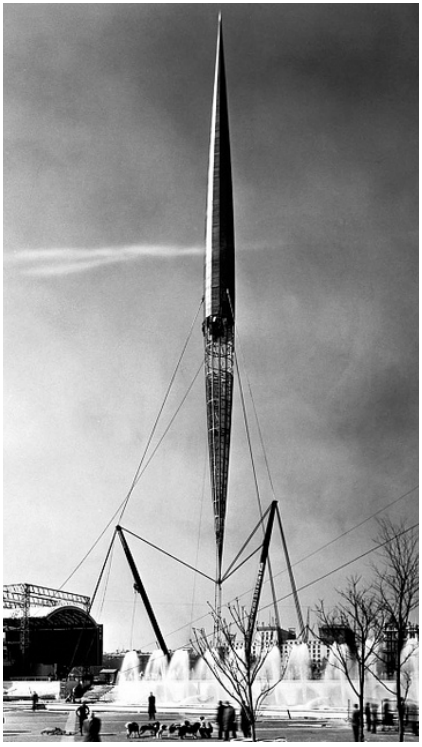
L'hybridation de la Tour commence par le dessin de la structure. Il s'agit d'élaborer un principe structurel, expressif et efficace, capable de répondre aux contraintes de poids (charges verticales) et de vent (charges horizontales). Rappelons que la Bretagne est devenue à la fin du XIXème siècle un lieu d'ouverture reconnu pour ses innovations techniques et structurelles, notamment en ce qui concerne l'utilisation du béton armé. En 1899, les frères Perret emploieront ce matériau pour la toute première fois afin de construire un des planchers du casino de Saint-Malo. Construire une bâtiment-éolienne relève aujourd'hui du même esprit d'innovation.

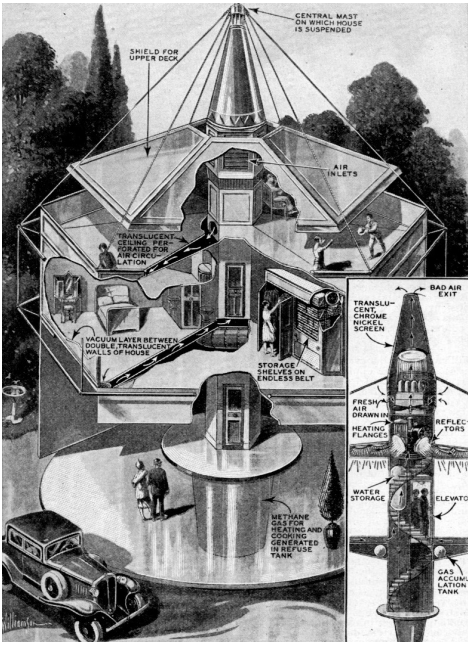
En ce qui concerne la Tour, le principe structurel reposera sur la construction d'un mât, jouant à la fois le rôle d'axe pour l'éolienne et le rôle de noyau pour le bâtiment. Deux objectifs dirigent alors la conception : contreventer le mât de la manière la plus fine et la plus compacte possible ; suspendre le mât afin de complètement libérer le niveau du sol. L'emploi des câbles et de la tension apparaît alors naturellement.

Pour le contreventement, l'idée est de s'inspirer des techniques de l'architecture navale. Sur les IMOCA de 60 pieds qui font les courses au large, on trouve un système intéressant qui utilise deux outriggers (tangons horizontaux à la base du mât) afin de décomposer le mât en une poutre de grande section avec le moins de matière et le plus de légèreté possible : le mât et les tangons fonctionnent alors en compression et les câbles périphériques en traction. Le terme « outrigger » fait d'ailleurs partie du monde de la construction des tours depuis quelques décennies. Fazlur Khan dessina en 1973 pour SOM la structure de la tour U.S. Bank Center de Milwaukee (183 m). Le concept, dit de « Core & Outrigger », est alors une transposition directe du système naval de mât à barre de flèche : «*le noyau joue le rôle de mât, duquel partent des poutres en porte-à-faux qui sont ensuite connectées par des câbles.*»

Pour la suspension du mât, l'idée est de s'inspirer des travaux d'Hidalgo Moya, Philip Powell et Felix Samuely , eux-mêmes dérivés de ceux de Buckminster Fuller. La Skylon Tower (90 m) construit par les trois architectes en 1951 pour le Festival of Britain se fait le témoin d'une vraie révolution dans le monde des structures. Pour la première fois, le public découvre la tenségrité, ou la « *compression flottante* » comme l'appellera Keneth Snelson. C'est un système structurel dans laquelle chaque membre est en compression ou en tension axiale, sans aucun moment de flexion. L'effet esthétique produit est alors spectaculaire : parfaitement stable et rigide, la structure semble voler dans les airs. D'un point de vue typologique, il s'agit de l'exacte inversion de la Dymaxion House de Buckminster Füller : ce n'est plus le bâtiment qui est suspendu au noyau, mais c'est le noyau qui est suspendu au bâtiment.

OMEGA
FRA 85
P.R.B
MACIF



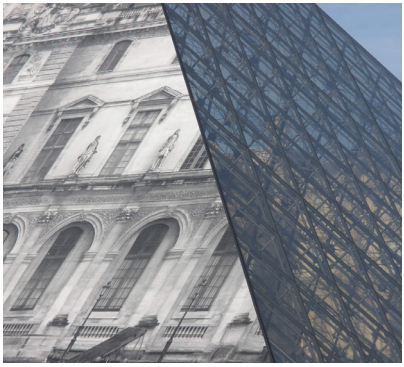

CENTRAL MAST ON WHICH HOUSE IS SUSPENDED
SHIELD FOR UPPER DECK
AIR INLETS
TRANSLUCENT CERAMIC PERFORATED FOR AIR CIRCULATION
VACUUM LAYER BETWEEN DOUBLE TRANSLUCENT WALLS OF HOUSE
STORAGE SHELVES ON ENDLESS BELT
METHANE GAS FOR HEATING AND COOKING GENERATED IN REFUSE TANK
BAD AIR EXIT
TRANSLU-CENT CHROME NICKEL SCREEN
FRESH AIR DRAWN IN
HEATING FLANGES
REFLEC-TORS
WATER STORAGE
ELEVATO
GAS ACCUM-LATION TANK

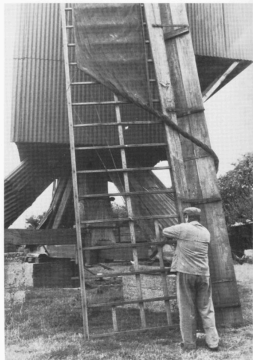
. Les pales de l'éolienne / la peau du bâtiment

L'hybridation de la Tour se poursuit avec la constitution de sa peau. Volontairement, le terme de façade ne sera pas employé ici afin de se libérer de la connotation de clôture, parfois très figée et très opaque, qu'il véhicule. La peau de la Tour, ce qui l'habille, n'est autre que le dernier filtre entre l'intérieur et l'extérieur : les pales de l'éolienne. Elles doivent refléter la fonction productive de la Tour, autant que son caractère marin.

L'idée est alors de travailler sur des pales souples et tendues, de la même manière que les voiles de bateaux. Comme sur un navire, il ne suffit que d'un mât bien contreventé (en compression) pour pouvoir gréer toutes sortes de voiles (en traction). Une fois les voiles réglées, le vent engendre alors le mouvement. Avec des années d'évolution technologique, les voiles présentent aujourd'hui beaucoup d'avantages pour la Tour. D'abord, elles permettent un gréage et un dé-gréage très rapides afin d'être capable d'ajuster les performances de l'éolienne aux conditions météo : on peut arrêter le rotor quand il y a trop de vent (ce qui n'est pas possible avec les éoliennes à axe vertical classiques à pales rigides), on peut faire varier le nombre de pales (de 1 à 4) suivant la vitesse du vent, les réparations sont beaucoup plus faciles (chaque élément peut être changé indépendamment). Ensuite, elles sont un filtre d'expériences nouvelles pour les usagers de la Tour : selon leur composition, elles laissent passer la lumière, elles peuvent se colorer ou être un support d'impression, leurs coutures peuvent aussi développées toutes sortes de motifs intéressants. Ainsi cette peau pourrait procurer, autant par ses mouvements (état de marche) que par son absence (état d'arrêt), des expériences et des reflets toujours différents de la Tour, que ce soit pour un observateur extérieur ou pour un usager intérieur. Cette condition changeante et réglable de la peau n'est pas sans rappeler les moulins à vent, qui fonctionnaient également grâce à un textile tendu sur des structures en bois. Le meunier avait alors le rôle déterminant de régler la voilure de son moulin en fonction des changements de conditions. La Tour aura, elle aussi, besoin de son meunier pour fonctionner !

La légèreté et la transparence seront des alliés importants pour que la Tour puisse trouver sa place face au patrimoine naturel et construit. Elle pourrait alors tantôt s'affirmer (voiles hautes), tantôt se mettre en retrait (voiles basses), afin d'apporter une image évolutive, capable de révéler la grandeur du site historique qui l'entoure. C'est l'incroyable défi qu'à relever Leoh Ming Pei avec la Pyramide du Louvre à Paris. Comme en témoigne l'installation anamorphique de l'artiste de rue, JR, la pyramide est aujourd'hui le Louvre, autant que le Louvre est aujourd'hui la pyramide. Tout le reste n'est qu'une question de point de vue …





. L'hybridation comme raison d'être

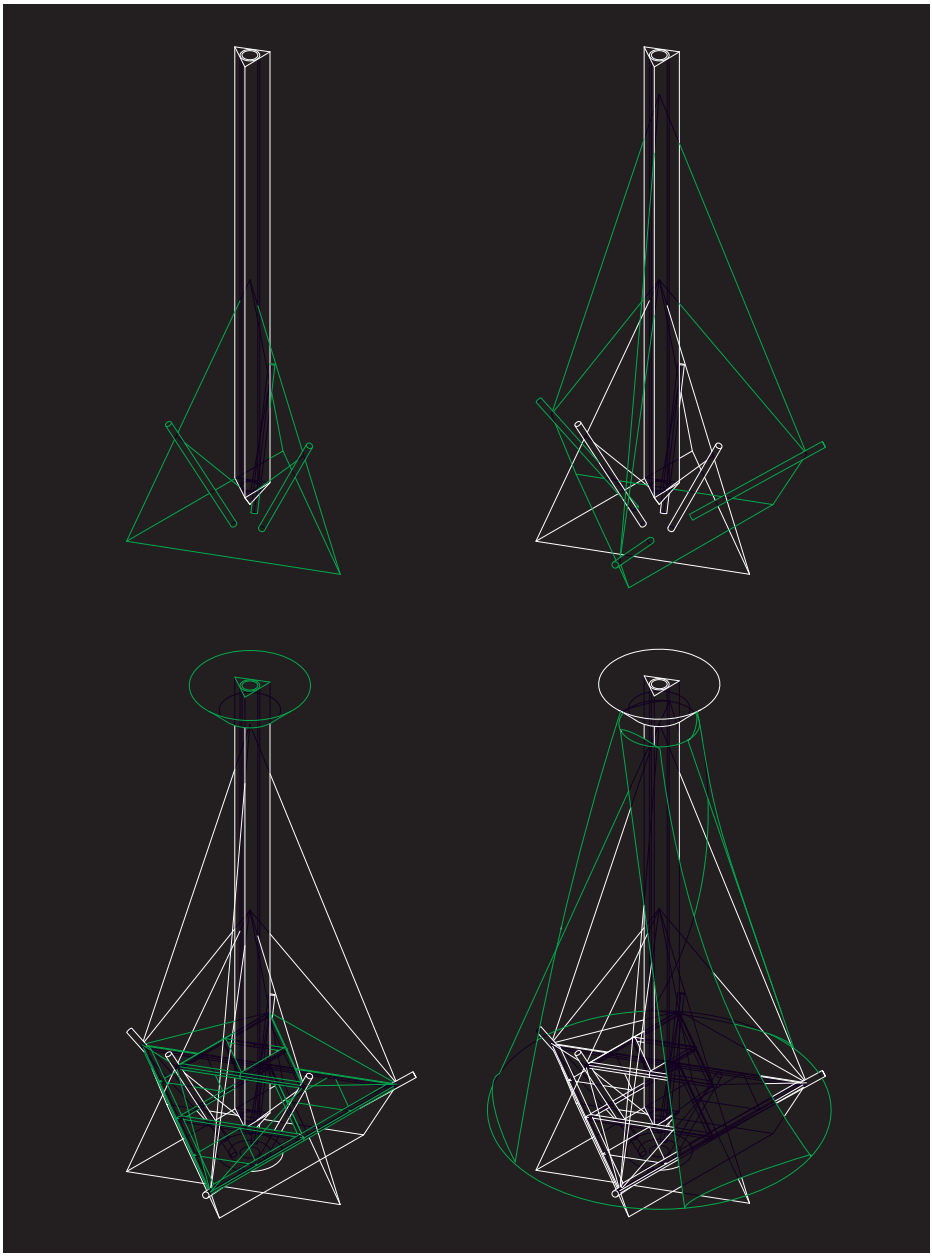
Plus qu'une simple rencontre formelle, l'hybridation est certainement la condition sine qua non du projet architectural de la Tour. En effet, il apparaît aujourd'hui très incertain qu'une éolienne de 90 m de hauteur puisse s'installer sur le rocher du Naye, ou bien qu'une tour de 30 étages puisse se dresser face aux remparts. La raison est évidente : si elles étaient construites le risque serait qu'elles créent une jurisprudence entraînant leur multiplication dans la même zone, sous forme de clones. Or, il est vrai que Saint-Malo n'a nullement besoin d'un quartier de tours classiques ou d'éoliennes génériques. Saint-Malo attend aujourd'hui un signe collectif, fort et unique, capable d'emmener dans son sillage un scénario de régénération urbaine, de transition énergétique et d'innovation architecturale.

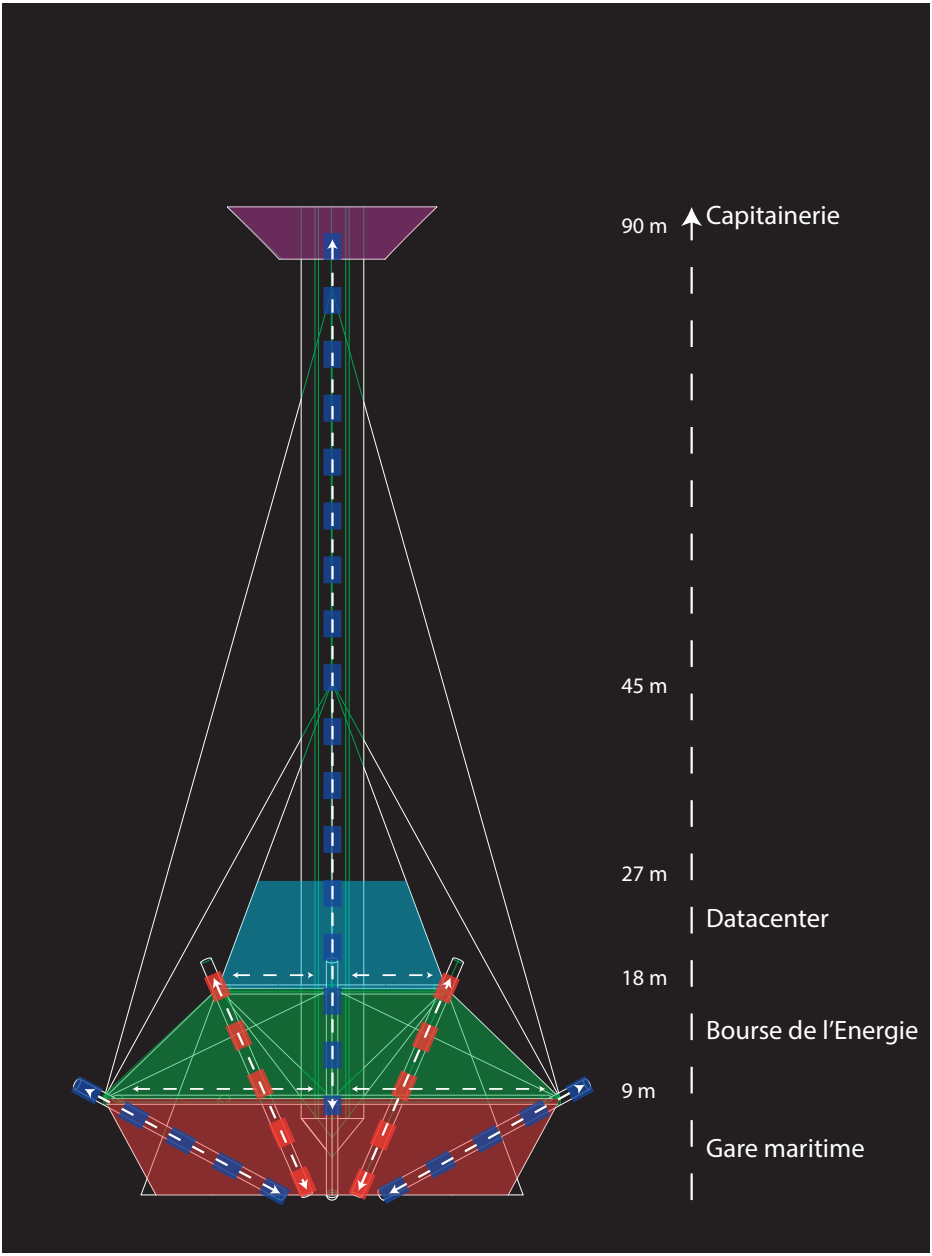
Dans ce contexte, si une tour et une éolienne autonomes n'avaient pas de sens, une tour-éolienne en a un. L'hybridation apporte localement une réponse unique et systémique, à un problème pluriel et complexe. Elle donne un sens à plusieurs entités qui n'en auraient pas séparément, en privilégiant l'esprit collectif original, aux initiatives personnelles génériques. En ce sens, Saint-Malo est elle-même une sorte d'hybridation, celle de trois villes et d'un port. Le DUC en est une aussi, celle du Tour et de la Tour. L'ensemble de cette étude relève d'hybridations successives et à toutes les échelles.

Dans un projet pour son oncle et sa tante dans le Wisconsin, Frank Lloyd Wright construit une petite tour-éolienne pour alimenter en eau une école. Il décrit la composition comme une rencontre amoureuse entre Roméo (l'éolienne, en losange) et Juliette (la tour, octogonale). Après une certaine réticence de son oncle concernant le design, il lui explique le projet comme ceci : « *Of course you had a hard time with Romeo and Juliet. But you know how troublesome they were centuries ago. The principle they represent still causes mischief in the world because it is so vital. Each is indispensible to the other... neither could stand without the other. Romeo, as you will see, will do all the work and Juliet cuddle alongside to support and exhalt him. Romeo takes the side of the blast and Juliet will entertain the school children. Let's let it go at that.* » La construction sera achevée en 1897 et fonctionnera pendant 30 ans. Puisse la Tour connaître pareil destin amoureux sur le port de Saint-Malo …

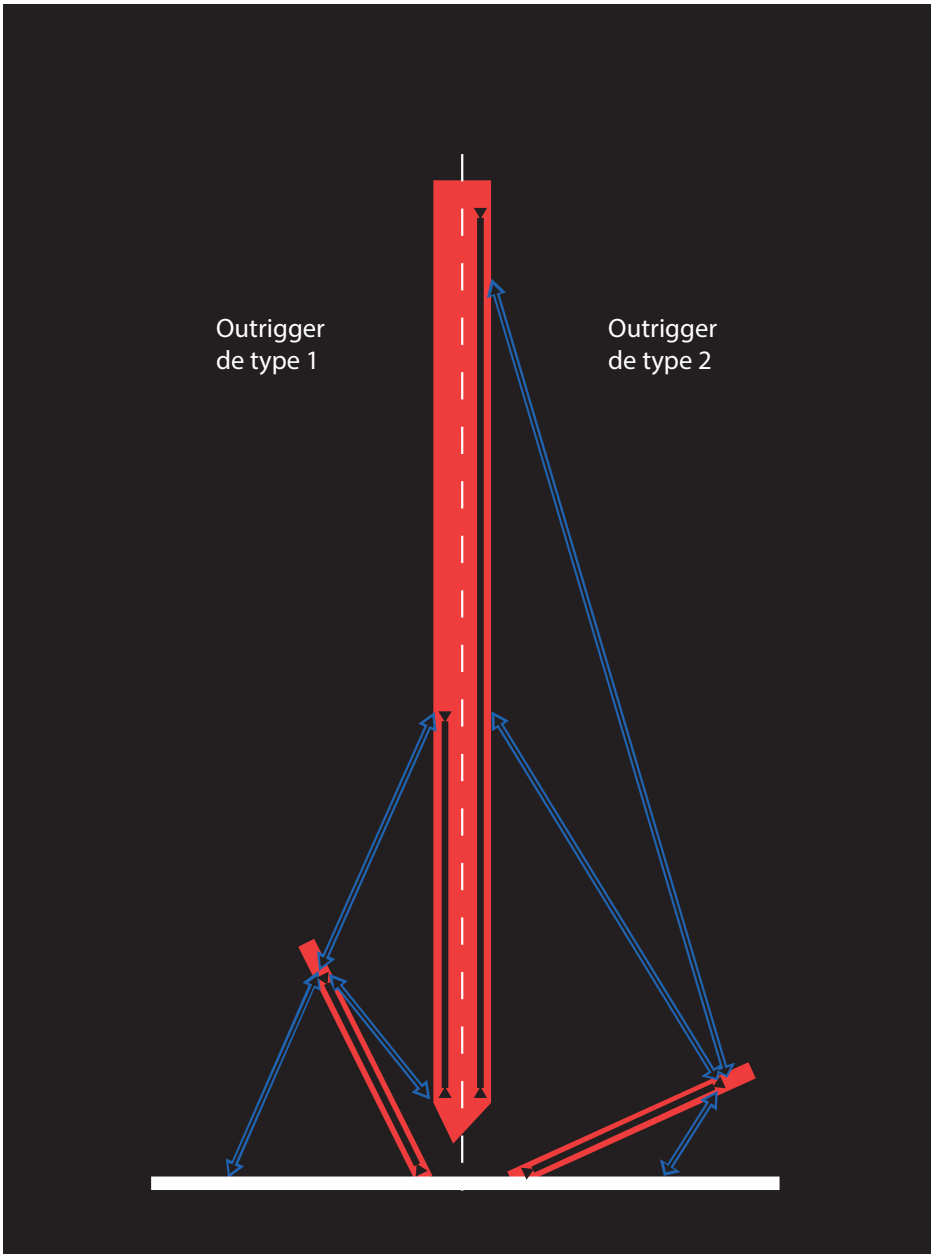
3.2.4 La Tour

. Axonométries de montage

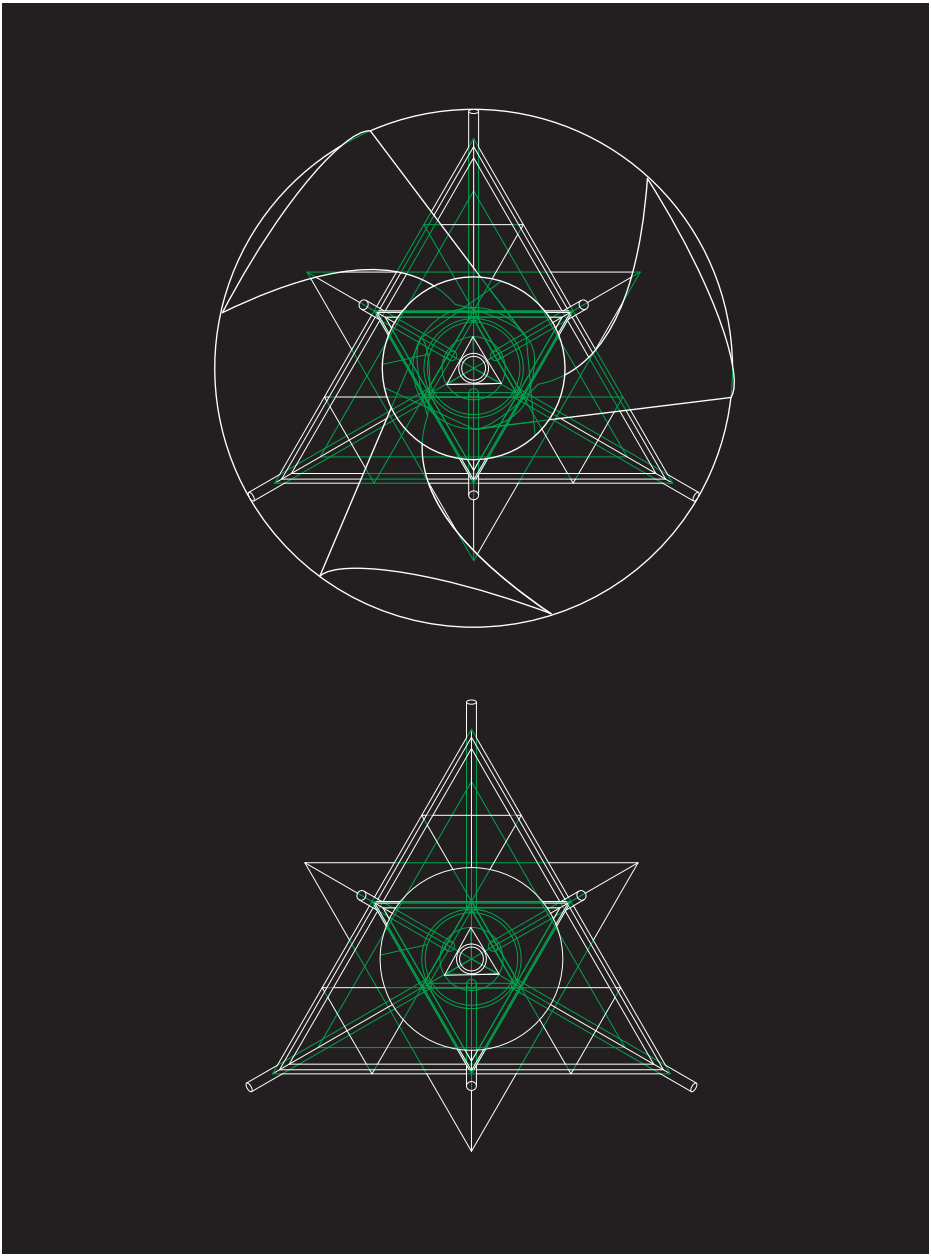



90 m
Capitainerie
45 m
27 m
Datacenter
18 m
Bourse de l'Energie
9 m
Gare maritime

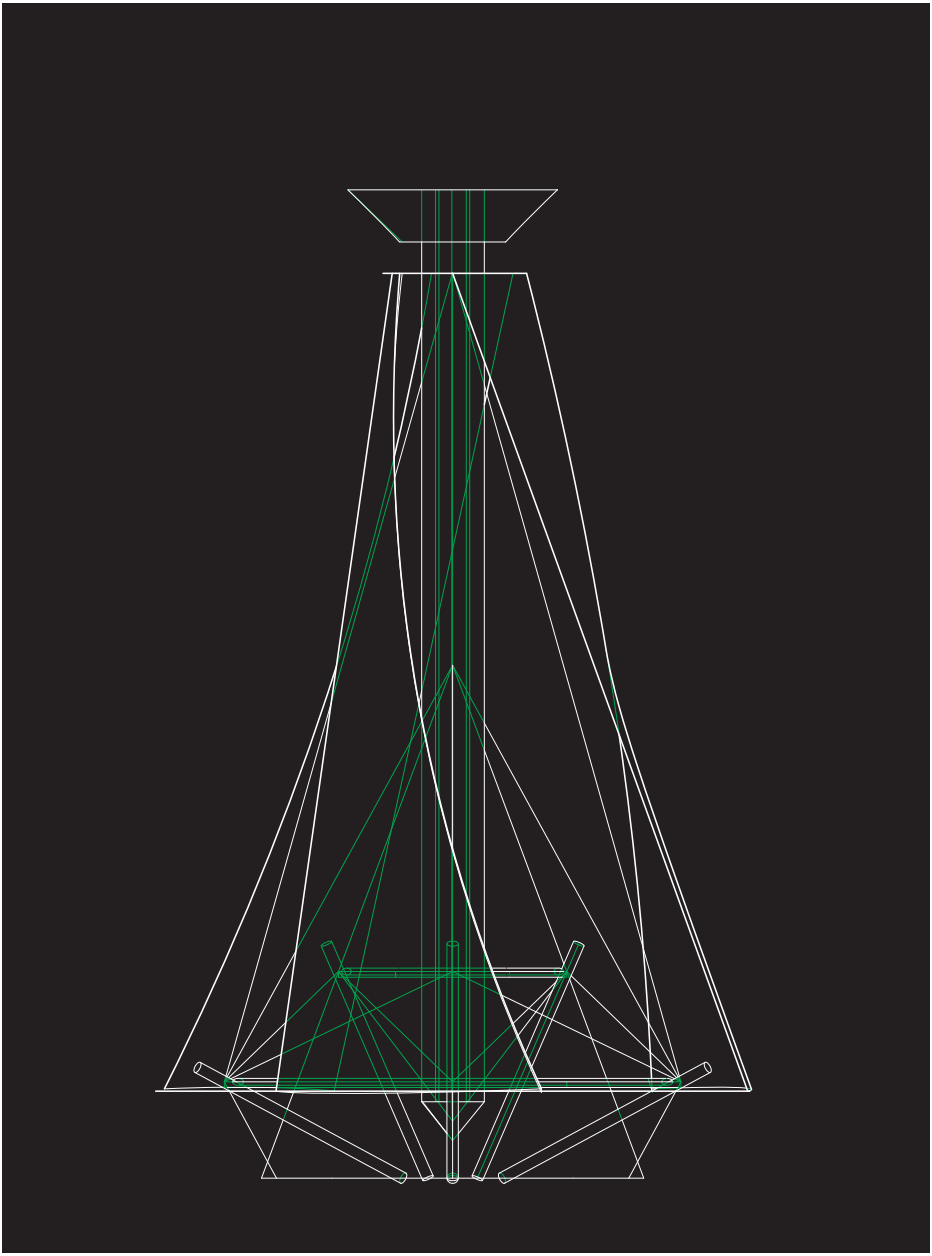
. Principe structurel

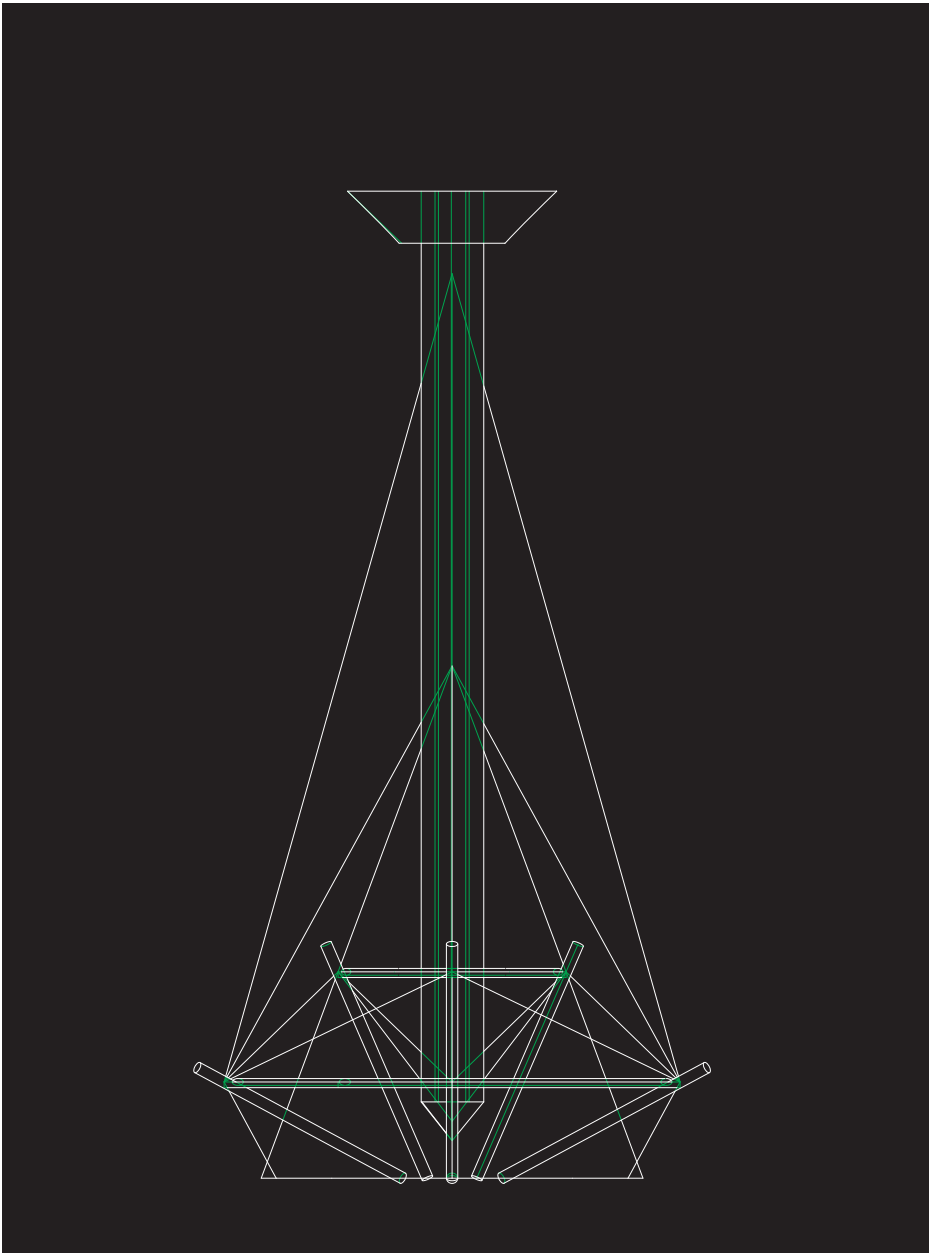


. Plans

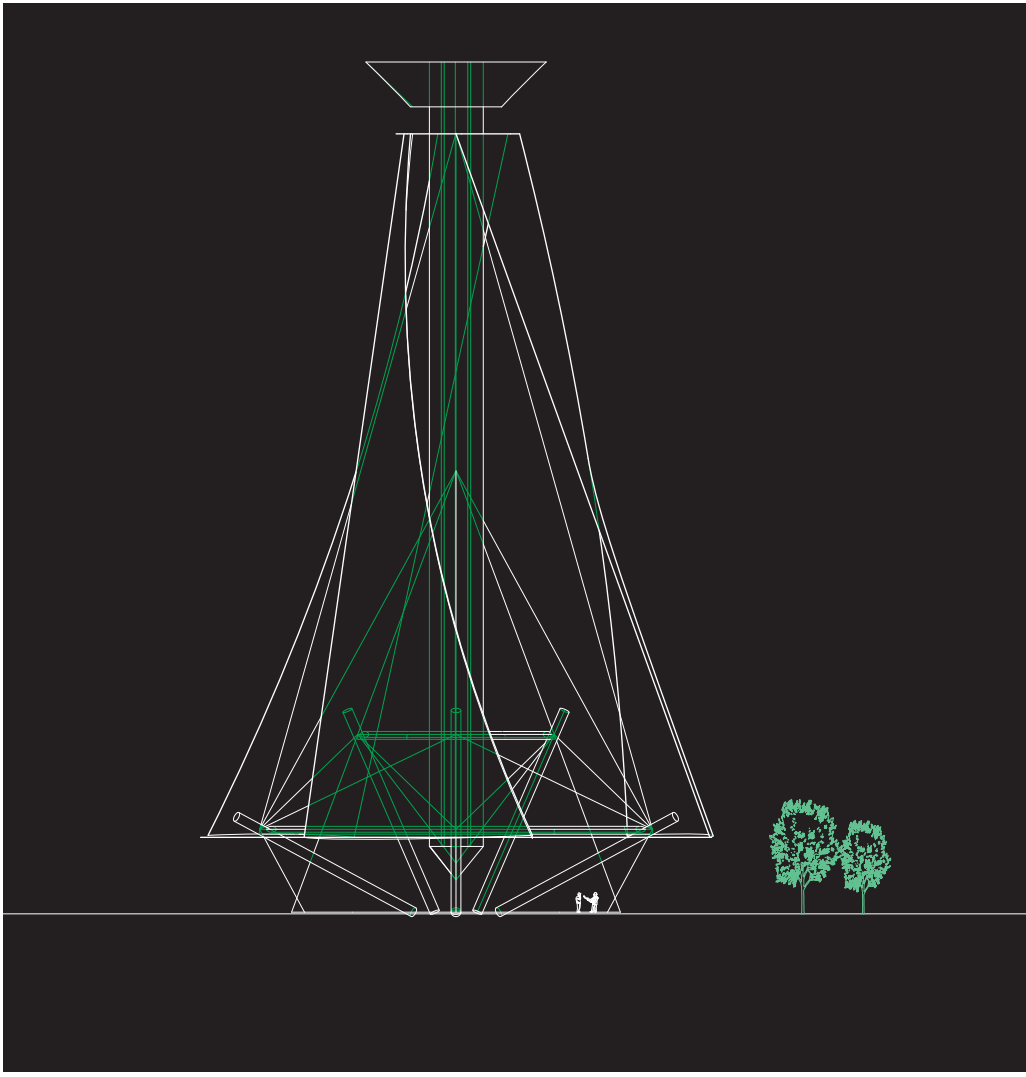


. Elévations

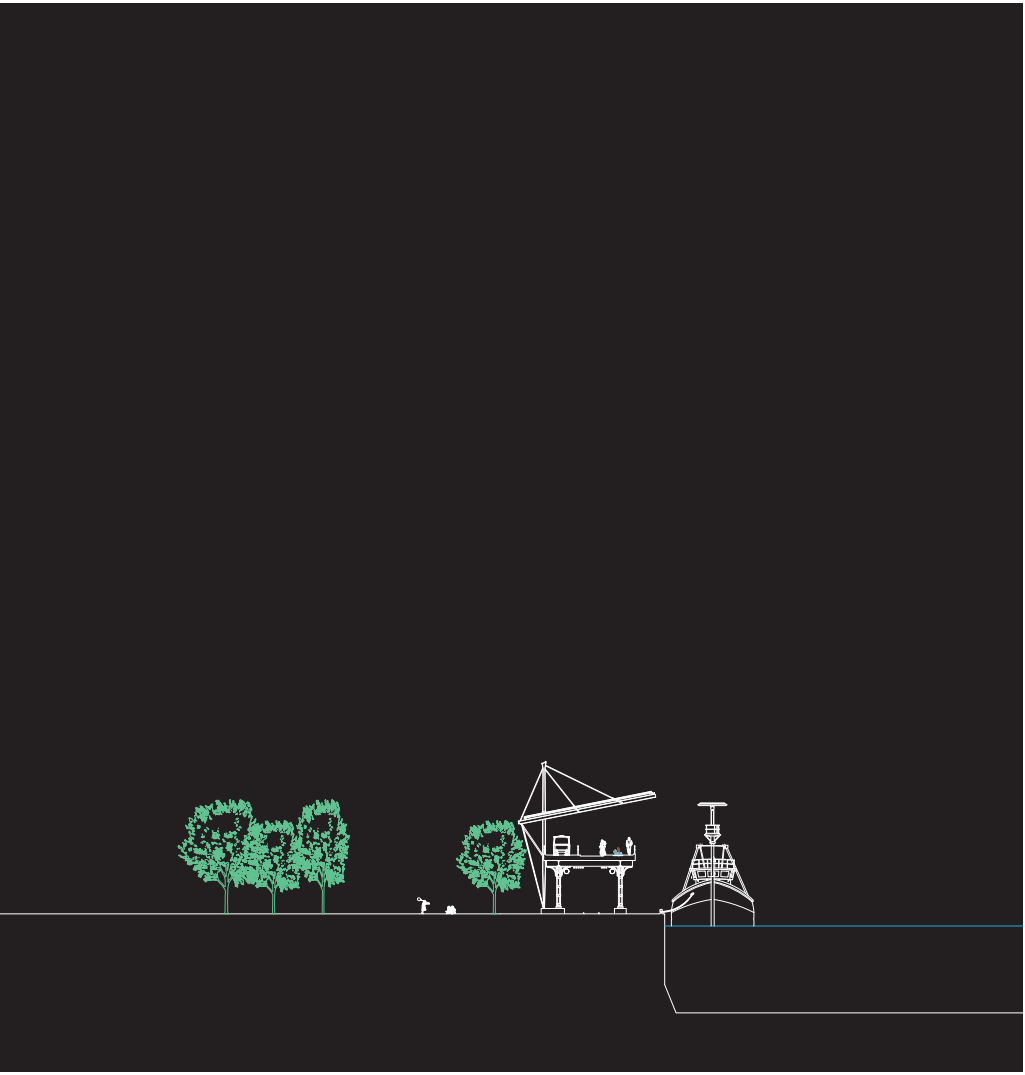




. Les deux Tours



. Skyline :



Ressources bibliographiques

Livres :

. Alexander J. ZANNOS, *Form and structure in architecture*, translated from Greek by Dimitri Gondicas, New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1987

. Henry J. COWAN, Forrest WILSON, *Structural systems*, New York : Van Nostrand Reinhold, cop. 1981

. Heinrich ENGEL, *Structure systems*, New York : Van Nostrand Reinhold, 1981

. Philippe BONNET, Daniel LE COUEDIC, *Architectures en Bretagne au XXème siècle*, Quimper : Editions Palantines, 2012

. Louis Henri SULLIVAN, *Pour un art du Gratte-ciel*, Paris : Editions Allia, 2015

. Sebastien Marot, *L'art de la mémoire, le territoire et l'architecture*, Paris : Editions de la Villette, 2010

. David JC MACKAY, *L'énergie durable - Pas que du vent !,* Cambridge : IUT, 2009

. REYNER BANHAM, *The Architecture of the Well-tempered Environment*, 1984

. Richard BUCKMINSTER FULLER, *Operating Manual for Spaceship Earth*. New York: Simon and Schuster, 1969

Sites web :

. www.armorance.free.fr
. www.carphaz.com
. www.shom.fr
. www.cndp.fr
. www.epaves.corsaires.culture.fr
. www.saint-malo-rama.com
. www.data.stmalo-agglomeration.fr
. www.energyscope.ch
. www.tramways35.e-monsite.com
. www.saint-malo-developpement.fr
. www.connaissancedesenergies.org
. www.architecture-studio.fr
. www.energystream-wavestone.com
. www.smartgrids-cre.fr
. www.energy-observer.org/fr/

Documents digitaux :

. *Présentation ports de Saint Malo*, www.port.saintmalofougeres.cci.fr,

. *Bilan d'activité 2014 des ports de commerce de Brest, Lorient et Saint Malo*, www.ports.bretagne.bzh

. *Chiffres clefs de l'énergie en Bretagne*, édition 2015, www.observatoire-energie-ges-bretagne.fr

. *Innovative green technologies for a sustainable harbour*, www.archive.northsearegion.eu

. *Lea améliorations anciennes du port de Saint Malo, surtout au XVIII siècle*, Léon Vignols, www.persee.fr

. *Institut de rechercher et développement pour la transition énergétique de la ville*, Efficacity, www.efficacity.com

. *Charte de la maillette*, www.mlc-rance.fr
. *L'usine marémotrice de la Rance*, Une production d'électricité renouvelable au rythme des marées, dossier de presse février 2014, www.energie.edf.com
. *La production d'énergie renouvelable en Bretagne par communes*, 2015, www.communes.bretagne-environnement.org
. *Potential of refrigerant based district heating and cooling networks*, thèse n°6935 2016, Samuel Henchoz, EPFL , www.infoscience.epfl.ch
. *Key Energy and Technological Aspects of Three Innovative Concepts of District Energy Net- works*, publication Proceedings of Ecos 2015, Samuel Henchoz, Patrick Chatelan, François Maréchal et Daniel Favrat, www.infoscience.epfl.ch
. *Opportunités dans le négoce international d'ammoniac*, travail de diplôme HEG-GE 2008, Nicolas Martin, www.doc.rero.ch
. *Navette coeur de ville, mode d'emploi*, www.ksma.fr, consulté le 28 Juin 2017
. *Schéma Local de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche*, Saint Malo Agglomération, www.stmalo-agglomération.fr
. *Saint Malo 2030*, Projet Urbain Stratégique, www.agencedevillers.com
. *La troisième révolution industrielle est en marche*, Réflexions énergétique du Nord-Pas de Calais, www.nordpasdecalais.fr
. *La tour en suisse, un monument vide de sens ?,* énoncé théorique de master Marcello Monti, www.infoscience.epfl.ch
. *Entre Terre et Mer, un interface maritime sur le port de Nice,*é noncé théorique de master Antoine Barc & Marilyne Perrier, www.infoscience.epfl.ch
. *Vers une redéfinition du rôle des ports de commerce dans le territoires par le prisme de la transition énergétique ?,* note et document écrit par Romuald Lacoste, www.region-developpement.univ-tln.fr

Articles :

. Michaël Hajdenberg, «*La crise du logement frappe les divorcés de plein fouet*», Mediapart - Editions du matin, 9 Mai 2017
. Nicolas Carnec, «*Ports. La nouvelle CCI de Saint-Malo entre résistance et ambitions»,* Ouest France - Entreprises, 9 Février 2017
. Nadine Paris, «*Les paquebots de luxe choissisent Saint-Malo»,* Ouest France - Entreprises, 19 Juin 2015
. Isabelle Lê, «*Saint-Malo. Le Sémaphore va s'élever près de la gare»,* Ouest France, 14 Juin 2017
. Hervé Queillé, «*LGV. Le bond en avant de la Bretagne»,* Le Télégramme, 18 Janvier 2017
. Emilie Chassevant, «*Saint-Malo. Un avant-goût du Musée d'histoire maritime d'ici 2018»,* Ouest France, 14 Juin 2017
. Ines Léraud, «*Algues vertes en Bretagne : des vérités qui dérangent»,* Franceinfo, 10 Juin 2016
. Raphaël Ménard, Extrait du catalogue «*Matière Grise. Matériaux, réemploi, architecture*», p161-168, édition : Pavillon de l'Arsenal, 2014

Alexander Pike et la maquette
de la maison autonome, 1973.