Modélisation des ports de Brest (France), Rosario et Mar del Plata (Argentine) en tant que macro-systèmes technologiques complexes : Application à la modélisation des connaissances pour l'histoire des sciences et des techniques.

Bruno Rohou

▶ **To cite this version:**

Bruno Rohou. Modélisation des ports de Brest (France), Rosario et Mar del Plata (Argentine) en tant que macro-systèmes technologiques complexes : Application à la modélisation des connaissances pour l'histoire des sciences et des techniques.. Histoire, Philosophie et Sociologie des sciences. Université de Bretagne Occidentale (UBO), 2018. Français. NNT : . tel-02106927v1

HAL Id: tel-02106927

https://theses.hal.science/tel-02106927v1

Submitted on 23 Apr 2019 (v1), last revised 28 May 2019 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE SOCIETES
BRETAGNE TEMPS
LOIRE TERRITOIRES

UBO
Université de Bretagne Occidentale

THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE
DE BRETAGNE OCCIDENTALE
COMUE UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

ECOLE DOCTORALE N° 604
Sociétés, Temps, Territoires
Spécialité : Épistémologie et histoire des sciences et des techniques

Par

Bruno ROHOU

« Modélisation des ports de Brest (France), Rosario et Mar del Plata (Argentine) en tant que macro systèmes technologiques complexes. Application à la modélisation des connaissances pour le web sémantique pour l'histoire des sciences et des techniques.»

Thèse présentée et soutenue à Brest, le 13 décembre 2018
Unité de recherche : Centre F. Viète et Lab-Sticc

Rapporteurs avant soutenance :

Mme Muriel GUEDJ	MC HDR
M. Jean CHARLET	Chercheur HDR

Composition du Jury :

M. Ronan QUERREC	Professeur, Président
Mme Muriel GUEDJ	MC HDR
M. Jean CHARLET	Chercheur HDR
M. Miguel A. DE MARCO	Professeur
M. Serge GARLATTI	Professeur, directeur de thèse
M. Sylvain LAUBE	MC

Remerciements

Je tiens à exprimer ma plus profonde reconnaissance envers mes deux directeurs de thèse, Serge Garlatti et Sylvain Laubé. Ils m'ont toujours guidé et soutenu dans mon travail de thèse qui s'est déroulé sur cinq années. Leurs judicieux conseils ont contribué à alimenter ma réflexion tant en histoire qu'en informatique. Avant de reprendre mes études universitaires, je ne connaissais que peu de choses sur l'histoire des ports ; le web sémantique était pour moi, une discipline totalement inconnue. Sylvain Laubé m'a transmis sa passion pour le port de Brest ainsi que pour l'histoire maritime et Serge Garlatti m'a accompagné en informatique et dans l'aventure de la rédaction proprement dite.

Je remercie également tous les chercheurs du Centre François Viète de l'Université de Bretagne Occidentale pour leur soutien : Delphine Acolat, Grégory Chambon, Hervé Ferrière, Lisa Rougetet, Marie Morgane Abiven et Maeva Boudjema.

Mes remerciements vont aussi à tous les chercheurs argentins que j'ai connus pendant ces cinq années de thèse. En premier lieu, je voudrais remercier José Mateo du CONICET qui m'a accueilli chez lui en 2014 pendant mon séjour de recherche à Mar del Plata. Sa gentillesse et sa disponibilité ont été déterminantes pour le démarrage de mon travail de terrain en Argentine. Ensuite, je ne peux manquer de remercier Martin Petersen dont l'aide a été précieuse dans la découverte des fonds du port de Mar del Plata, déposé à Puerto Quequen. Avec Malen, son épouse, ils m'ont reçu chez eux en 2015 et j'ai passé un mois à dépouiller les documents de la construction du port de Mar del Plata. Ensuite, je voulais remercier le directeur du Núcleo de Estudios Históricos de las Ciudades Portuarias Regionales, Miguel de Marco (h). Dès notre rencontre en 2015, il m'a accompagné et soutenu. Sa connaissance approfondie de l'histoire de Rosario a été précieuse pour comprendre l'évolution du paysage portuaire de cette ville. Je remercie également les membres du Núcleo de Estudios Históricos de las Ciudades Portuarias Regionales qui m'ont accueilli tous très chaleureusement : Gustavo Chalier (Universidad Nacional del Sur), Gustavo Alves (Universidad Nacional de Luján), Fabianna de Laurentis (USAL-UFASTA), Viviana Mettifogo (UCA), Maria Beatriz Girardi (CONICET-UCA), Beatriz Figallo (CONICET-UCA), Alicia Martin (Museo Quinquela Martin-La Boca).

Mes remerciements vont aussi à la communauté éducative du collège Notre Dame de Penhors à Pouldreuzic et notamment à Renée Le Brun et Angélique L'Hénoret (directrice du collège) qui m'ont toujours soutenu en adaptant mon emploi du temps et en me permettant d'aller à des colloques universitaires. Je remercie également Michel Le Gardien avec qui nous menons depuis plusieurs années des projets en technologie fondés sur le patrimoine portuaire ; les documents pédagogiques provenant de mes recherches.

Je remercie chaleureusement Gaëlle Lavarec et Arnaud Chanard pour le travail de relecture et de corrections qu'ils ont effectué sur l'ensemble de la thèse.

Je garde une place toute particulière à mes parents, Monique et Alain (1946-2015) et à ma sœur, Sophie qui ont toujours eu un regard positif sur ma reprise d'étude. Enfin, je tiens à remercier mes deux enfants Celeste et Santiago qui m'ont accompagné au plus près pendant ces cinq années de travail. Cette thèse leur est dédiée.

Table des matières

Table des matières v

Liste des figures vii

Liste des tableaux xiii

0 Introduction 1
- 0.1 Histoire et humanités numériques . . . 2
- 0.2 Problématique de recherche et objectifs de la thèse. . . . 3
- 0.3 Questions de recherche . . . 4
- 0.4 Contributions de la thèse . . . 4
- 0.5 Plan de la thèse . . . 6
- 0.6 Références . . . 7

I Première partie : États de l'art. 9

1 État de l'art en Histoire 13
- 1.1 Les Macro-Systèmes Technologiques. . . . 14
- 1.2 Le port en tant que macro-système technologique complexe et comme paysage culturel . . . 15
- 1.3 Comparer les ports en Histoire. . . . 17
- 1.4 Modélisation de l'évolution des ports. . . . 19
- 1.5 Conclusion . . . 24
- 1.6 Références . . . 24

2 État de l'art sur le Web sémantique 29
- 2.1 Introduction . . . 30
- 2.2 Les représentations objets. . . . 31
- 2.3 Le Web sémantique . . . 33
- 2.4 Ontologies pour l'histoire . . . 45
- 2.5 Le CIDOC-CRM . . . 49
- 2.6 Conclusion . . . 57
- 2.7 Références . . . 58

II Deuxième partie : travail de thèse 61

3 Méthodologie de conception de l'ontologie PHO 65
- 3.1 Références . . . 70

4 Le méta-modèle ANY-ARTEFACT **71**
4.1 Introduction . . . 72
4.2 Vers un modèle anthropocentré . . . 72
4.3 Le modèle ANY-ARTEFACT . . . 73
4.4 ANY-ARTEFACT, un outil générique de périodisation des macro-systèmes technologiques pour l'histoire des sciences et des techniques. . . . 78
4.5 Conclusion . . . 79
4.6 Références . . . 79

5 HST-PORT : un modèle d'évolution des ports **83**
5.1 Introduction . . . 85
5.2 Définition de l'objectif de l'ontologie à construire et choisir les ontologies à réutiliser . . . 86
5.3 Le processus de conception du modèle HST-PORT . . . 86
5.4 Cas d'étude n°1 : périodisation de l'histoire des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata. . . . 186
5.5 Cas d'étude n°2 : histoire comparée des ports de Brest, Rosario, Mar del Plata. 209
5.6 Cas d'étude n°3 : l'étude de la circulation des savoirs et des technologies. . . . 221
5.7 Conclusion . . . 233
5.8 Références . . . 234

6 Du modèle HST-PORT vers l'ontologie PHO. **239**
6.1 Introduction . . . 240
6.2 Transformation de HST-PORT en l'ontologie PHO . . . 240
6.3 Peuplement de l'ontologie PHO . . . 251
6.4 Évaluation de l'ontologie PHO . . . 254
6.5 Conclusion . . . 277
6.6 Références . . . 277

7 Conclusion et perspectives **279**
7.1 Conclusion . . . 280
7.2 Perspectives . . . 281
7.3 Références . . . 283

A Annexes **I**
A.1 Les formulaires à l'attention des historiens. . . . I
A.2 Les requêtes . . . VI
A.3 Les sources . . . X
A.4 Les publications . . . LXXIII
A.5 Inventaire des sources . . . XCVI

Liste des figures

1.1 Classification des recherches sur les études portuaires. WOO et collab. [2011] 19
1.2 Classification des recherches sur les études portuaires par disciplines. WOO et collab. [2011] . . . 19
1.3 Comparaison des dates de fin de période de développement des ports britanniques. BIRD [1963] . . . 21
1.4 Développement du port de Zanzibar. HOYLE [1968] . . . 21
1.5 Développement du port de Tanga. HOYLE [1968] . . . 21
1.6 Développement du port de Monbasa. HOYLE [1968] . . . 22
1.7 Développement du port de Dar es Salaam. HOYLE [1968] . . . 22
1.8 Schéma générique du développement d'un port. BIRD [1963] . . . 22
1.9 Any-Port, modèle spatial de l'évolution des ports (la figure est issue du livre de RODRIGUE et collab. [2009]) . . . 23

2.1 Exemple simple d'un réseau sémantique . . . 31
2.2 Un graphe d'héritage . . . 31
2.3 La pile des standards du web sémantique . . . 34
2.4 Schématisation d'un triplet RDF. . . . 36
2.5 Graphe RDF. . . . 36
2.6 Graphe RDFS. . . . 38
2.7 Utilisation de owl :ObjectProperty dans PHO . . . 39
2.8 Utilisation de owl :DatatypeProperty dans PHO . . . 39
2.9 Utilisation de owl :inverseOf dans PHO . . . 40
2.10 Requête SPARQL sur les ingénieurs centraliens. . . . 41
2.11 Résultats de la requête SPARQL sur les ingénieurs centraliens. . . . 42
2.12 Extrait d'une base de connaissance sur les ingénieurs [1]. . . . 44
2.13 Vue globale du CIDOC-CRM . . . 50
2.14 Les classes les plus générales du CIDOC-CRM et leurs sous-classes. . . . 54

3.1 Processus de conception de notre ontologie . . . 67

4.1 Le premier modèle de l'activité . . . 74
4.2 Le modèle d'activité générique Any-Artefact. . . . 76
4.3 Le cycle de vie générique d'un artefact. . . . 76
4.4 Le modèle générique d'un cycle de vie d'un LTS. . . . 77
4.5 Le modèle ANY-ARTEFACT. . . . 78
4.6 Le modèle ANY-ARTEFACT avec ses relations [2]. . . . 79

5.1 Le modèle ANY-ARTEFACT avec ses relations. . . . 87
5.2 Extrait du schéma du modèle intermédiaire de HST-PORT (v1). . . . 87

5.3 Description des travaux à réaliser dans le port de Rosario présentée dans HERSENT [1903] . . . 88
5.4 Extrait du schéma du modèle intermédiaire de HST-PORT (v2). . . . 89
5.5 Extrait du schéma du modèle intermédiaire HST-PORT (v3). . . . 90
5.6 Plan de la ville de Brest (1779) : En rouge : hypothèse de la localisation du Port Marchand selon les données du rapport Lamblardie. . . . 96
5.7 Carte de l'arsenal de Brest, 1855 En jaune : le «quai Jean Bart» ; En bleu : le «quai de la mâture» ; en rouge : le quai du port marchand du côté de Brest. . . 97
5.8 Les quais du port marchand en 1855. La profondeur de la Penfeld au niveau de ces quais est de 5m. . . . 100
5.9 Plan des travaux projetés, avant-projet pour la création d'un nouveau port de commerce, 1855, Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S sup 17 . . . 104
5.10 La coupe transversale d'un quai de grand mouillage. [3]. . . . 113
5.11 Plan d'un chaland à clapet provenant du Chantier Ernest Gouin. [4]. . . . 114
5.12 Plan de coupe d'un chaland à clapet provenant du Chantier Ernest Gouin. [5]. 114
5.13 Quais du port de Brest en 1865. . . . 116
5.14 Quais du port de Brest en 1873. . . . 117
5.15 Quais du port de Brest en 1921. . . . 117
5.16 Grue mâture du port de commerce. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S28sup, 1873. . . . 122
5.17 Port commercial de Brest-dépôt de charbon anglais-chargement par grues à vapeur. Archives départementales du Finistère, Quimper, cote 4S158bis . . 123
5.18 Grues dans le port de Brest en 1919. PAWLOWSKI [1919] . . . 125
5.19 Extrait du modèle intermédiaire HST-PORT (v4) élaboré après l'étude du port de Brest. . . . 132
5.20 Extrait du modèle intermédiaire HST-PORT (v4) centré sur le concept d'acteur. 133
5.21 Extrait du modèle intermédiaire HST-PORT (v4) centré sur le concept de rôle. 134
5.22 Les relations liant la classe Activité aux classes Acteur et Artefact. . . . 135
5.23 Les acteurs dans la nouvelle version dans le modèle HST-PORT. . . . 135
5.24 Le modèle intermédiaire de HST-PORT (v4) . . . 137
5.25 Les ports de Rosario et de Mar del Plata en Argentine. Source : OpenStreetMap 138
5.26 Muelle Castellanos vers 1890 [6] . . . 143
5.27 Muelle de Comas ; Extrait d'un plan datant 1900 environ. [7] . . . 144
5.28 Embarcadère de la compagnie "Ferrocarril Oeste Santafesino . . . 144
5.29 Plan de 1905 représentant le quai du FFCA et les quais nationaux. [8] . . . 145
5.30 Plan de 1905 représentant le quai du FFCA [9] . . . 145
5.31 Quai du FFCA [10] . . . 145
5.32 Muelle del gaz ; extrait d'un plan datant 1900 environ. [11] . . . 146
5.33 "Muelle Nacional" y "Muelles Nacionales" [12]. . . . 146
5.34 Muelle Nacional [13] . . . 147
5.35 Muelle Nacional [14] . . . 147
5.36 Quai "Muelle Nacional" et "Depositos de Santiago Pinasco . . . 148
5.37 Plan de localisation des embarcadères sur les berges du Rio Paraná [15] . . . 148
5.38 Plan de localisation des embarcadères sur les berges du Rio Paraná (détail gauche du plan 5.37). 1 : Embarcadère Arijon - 3 : Embarcadère Mantels et Cia - 5 : Embarcadère Francisco Davis [16] . . . 149

5.39 Plan de localisation des embarcadères sur les berges du Rio Paraná (détail central du plan 5.37). 9 : Embarcadero Davis - 10 : Embarcadero Coffin - 14 : Quai FFCA. [17] . . . 149
5.40 Plan de localisation des embarcadères sur les berges du Rio Paraná (détail droit du plan 5.37). 15 : Embarcadero Antwerpia et Embarcadero Victoria. Le quai "Muelle Fiscal" est le quai "Muelle Nacional". [18] . . . 149
5.41 Embarcadères et la raffinerie de sucre "Rafineria Argentina". . . . 150
5.42 Entreprise d'importation et de vente de matériels agricoles d'Adolfo Mantels y Cia [19]. . . . 150
5.43 Embarcadère Davis . . . 151
5.44 Plan du port de Rosario, 1913 [20]. L'accolade noire représente les premiers 1000m de quais mis en service en 1905. . . . 156
5.45 Détail des quais construit en 1905. . . . 157
5.47 Outillage du port de Rosario vers 1932 (voir annexe A.3.2). . . . 158
5.46 Quais d'exportation, vers 1920. . . . 158
5.48 Chargement des navires par le système des "canaletas". . . . 161
5.49 Plan de coupe de l'élévateur du port de Rosario. (voir HERSENT [1903] p.54) 163
5.50 Plan de l'élévateur du port de Rosario, lors d'un chargement de céréales dans un navire (voir HERSENT [1903] p.55) . . . 163
5.51 Dessin de l'élévateur du port de Rosario appelé "Rosario Sud", lors d'un chargement de céréales dans un navire. source : Los elevadores de granos en la Republica Argentina, Ministerio de agricultura de la Nacion, Dirección de Construcción de Elevadores de Granos, Archivos Vias Navegables, Quequen, Argentina, 1940. . . . 164
5.52 Carte du réseau d'élévateurs de céréales en Argentine (1945), d'après OLIVES [1947]. . . . 164
5.53 Extrait du modèle intermédiaire HST-PORT(v5) centré sur les artefacts . . . 166
5.54 le modèle intermédiaire HST-PORT(v5) . . . 167
5.55 Le modèle intermédiaire de HST-PORT (v5) . . . 168
5.56 Vue satellite de la ville de Mar del Plata. Source Google Map. . . . 169
5.57 Carte de la province de Buenos Aires - localisation du Rio Salado. . . . 170
5.58 Le projet de port de l'ingénieur Bragge. . . . 172
5.59 Réseau de chemins qui communiquent du port de la Laguna de los Padres avec les localités de Maipu et La Pulperia. [21] . . . 173
5.60 Le quai Luro dans les années 1880. GHYS [2012] . . . 174
5.61 Le quai Luro. [22] . . . 174
5.62 Plan du quai Lloyd Comercial en 1908. [23] . . . 175
5.63 Plan du quai Lloyd Comercial en 1908. [24] . . . 176
5.64 Plan du port de Mar del Plata en 1922. SOCIÉTÉ NATIONALE DE TRAVAUX PUBLICS [1923]. [25] . . . 181
5.65 Plan de la darse des pêcheurs (vers 1917). [26] . . . 182
5.66 Plan du port de Mar del Plata en 1922 SOCIÉTÉ NATIONALE DE TRAVAUX PUBLICS [1923]. . . . 183
5.67 Le modèle HST-PORT final. . . . 185
5.68 La première génération du cycle de vie des quais du port de commerce de Brest. . . . 186
5.69 Le cycle de vie des quais du port de commerce de Brest entre 1700 et 1873. . 187
5.70 Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest entre 1822 et 1934 . . . 188

5.71 Le cycle de vie du port de commerce de Brest entre 1859 et 1933 en prenant le quai comme indicateur. 189
5.72 Outillage du port de Brest entre 1865 et 1933. 190
5.73 Cycle de vie des engins de levage dans le port de Brest entre 1865 et 1933. . . 192
5.74 Cycle de vie du port de Brest en prenant les quais (voir figure 5.71) et les grues (voir 5.73) comme indicateurs pertinents. 193
5.75 Périodisation de l'Histoire technique du port de Brest. 194
5.76 Evolution des quais du port de Rosario entre 1854 et 1942. 197
5.77 Cycle de vie du port de Rosario en étudiant les quais comme indicateurs. . . 197
5.78 Évolution des quais en bois et en béton du port de Rosario entre 1854 et 1942. 198
5.79 Evolution des grues dans le port de Rosario entre 1854 et 1942. 199
5.80 Cycle de vie du port de Rosario en étudiant les grues comme indicateurs. . . 200
5.81 Graphique représentant les capacités cumulées des silos élévateurs de Rosario entre 1905 et 1942. 201
5.82 Cycle de vie du port de Rosario en étudiant les silos élévateurs de Rosario entre 1905 et 1942 comme indicateurs. 202
5.83 La périodisation du port de Rosario pour l'Histoire des sciences et des techniques. 203
5.84 La périodisation de l'usage du port de Rosario pour l'histoire des sciences et des techniques. 203
5.85 Evolution des profondeurs des quais du port de Mar del Plata entre 1864 et 1933. 205
5.86 Cycle de vie des quais de Mar del Plata de 1864 et 1933. 206
5.87 Cycle de vie des quais de Mar del Plata de 1864 et 1933. 207
5.88 Usages des quais et grues du port de Mar del Plata de 1864 et 1933. 207
5.89 Cycle de vie du port Mar del Plata de 1864 et 1933. 208
5.90 Typologies des cycles de vie des ports prenant compte de la célérité de la prise en compte des besoins et de leur réalisation. 210
5.91 Légende associée à la périodisation d'un port générique. 213
5.92 Cas d'un port générique 213
5.93 Périodisation de l'Histoire technique du port de Brest. 215
5.94 Périodisation de l'Histoire technique du port de Rosario. 216
5.95 Périodisation de l'Histoire technique du port de Mar del Plata. 217
5.96 Lieu de domiciliation des entreprises qui sont en lien avec le port de Brest pendant sa construction. 1 : Argenton sur Creuse - 2 : Paris - 3 : Morlaix - 4 : Périgueux - 5 : Toulouse - 6 : Nantes - 7 : Le Creusot. 226
5.97 Les travaux portuaires de l'entreprise Hersent et Fils (1860-1880). 1 : Brest - 2 : Boulogne - 3 : Fécamp - 4 : Philippeville - 5 : Bône - 6 : Anvers - 7 : Toulon 227
5.98 Les travaux portuaires de l'entreprise Hersent et Fils (1880-1902). 1 : Brest, Bordeaux, Lorient, Dunkerque - 2 : Saïgon - 3 : Lisbonne - 4 : Bizerte - 5 : Dakar 228
5.99 Les travaux portuaires des membres de la SNTP (1880-1911). 1 : Zee-Bruges - 2 : Dunkerque - 3 : Le Havre - 4 : Gandia - 5 : Leixoes - 6 : Oran - 7 : Bizerte - 8 : Marseille - 9 : Beyrouth - 10 : Montevideo - 11 : Talcahuano 229
5.100 Les ports qui ont influencé la construction du port de commerce de Brest. 1 : Rochefort - 2 : Fort Boyard - 3 : Lorient - 4 : Cherbourg - 5 : Le Havre - 6 : Les ports britaniques - 7 : Toulon - 8 : Marseille 231
5.101 Lieu de domiciliation des entreprises qui sont en contact avec le port de Brest pour livrer des grues entre 1844 et 1917. 1 : Nantes - 2 : Paris 232

5.102 Lieu de domiciliation des entreprises qui ont livré des grues au port de Brest entre 1917 et 1933. 1 : Bay City, Michigan, USA - 2 : Bath, Grande Bretagne - 3 : Le Havre - 4 : Düsseldorf - 5 : Hambourg 233

6.1 Modèle HST-PORT avec la mise en valeur des relations de généralisation / spécialisation 242
6.2 Hiérarchie des classes dans l'ontologie PHO. 244
6.3 Alignement de PHO avec le CIDOC-CRM 245
6.4 Prise en compte du temps dans PHO. 250
6.5 Représentation de l'histoire de la construction du port de Rosario 252
6.6 Représentation de l'artefact "quai de cabotage" dans PHO. 252
6.7 Représentation de l'activité "Construction du port de Rosario dans PHO" . . 253
6.8 Représentation de l'acteur Abel Pagnard dans PHO. 254
6.9 Requête SPARQL : longueur des quais de grandes profondeur du port Rosario.257
6.10 Résultats de la requête SPARQL : longueur des quais de grandes profondeur du port Rosario. 257
6.11 Tableur présentant la longueur cumulée des quais du port de Rosario. . . . 258
6.12 Tableur et courbe présentant la longueur cumulée des quais du port de Rosario. 259
6.13 Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest entre 1822 et 1934 (reproduction du tableau 5.70). 259
6.14 Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest de petites profondeurs entre 1822 et 1934. 260
6.15 Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest de moyennes profondeurs entre 1822 et 1934. 260
6.16 Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest de moyennes profondeurs entre 1822 et 1934. 261
6.17 Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest de grandes profondeurs entre 1822 et 1934. 261
6.18 Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest de grandes profondeurs entre 1822 et 1934. 262
6.19 Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest de grandes profondeurs entre 1822 et 1934. 262
6.20 Requête SPARQL : grues du port de Rosario entre 1854 et 1932. 263
6.21 Résultats de la requête SPARQL sur les grues du port de Rosario entre 1854 et 1942. 264
6.22 Les grues du port de Rosario entre 1854 et 1932. 264
6.23 Bilan de l'évolution du nombre de grues à vapeur et électriques dans le port de Rosario 265
6.24 Les acteurs de la construction du port de Rosario 267
6.25 Les acteurs de la construction du port de Rosario 267
6.26 Requêtes interrogeant PHO sur les chantiers de constructions des membres de la SNTP. 269
6.27 SNTP 269
6.28 Requêtes interrogeant PHO sur les chantiers de constructions des membres de la SNTP. 271
6.29 Résultats de la requête interrogeant PHO sur les chantiers de constructions des membres de la SNTP. 271
6.30 Formulaire à l'attention des historiens 272

6.31 Formulaire renseignant les propriétés du quai de la douane à Buenos Aires. 273
6.32 Requête SPARQL sur les longueurs et les profondeurs des quais de Buenos Aires 274
6.33 Résultats de la requête SPARQL sur les longueurs et les profondeurs des quais de Buenos Aires 274
6.34 Longueurs et profondeurs des quais du port Buenos Aires entre 1855 et 1934 275
6.35 Longueurs et profondeurs des quais du port Buenos Aires entre 1855 et 1934 275
6.36 Longueurs et profondeurs des quais du port Buenos Aires entre 1855 et 1934 276

A.1 Formulaire à l'attention des historiens I
A.2 Formulaire à l'attention des historiens II
A.3 Formulaire à l'attention des historiens III
A.4 Formulaire à l'attention des historiens IV
A.5 Formulaire à l'attention des historiens V
A.6 Requête SPARQL : quais de petites profondeurs du port de Mar del Plata . . VI
A.7 Requête SPARQL : quais de moyennes profondeurs du port de Mar del Plata VII
A.8 Requête SPARQL : quais de moyennes profondeurs du port de Mar del Plata VII
A.9 Requête SPARQL : grues manuelles du port de Brest VIII
A.10 Requête SPARQL : grues vapeurs du port de Brest IX
A.11 Requête SPARQL : grues électriques du port de Brest IX
A.12 La construction des ports argentins par les entreprises françaises au début du XXème siècle. LXXXIII
A.13 El informe Lamblardie (1822) : la genesis del puerto commercial de Brest (Francia). XCV
A.14 Extrait du livre de la SNTP sur la construction du port de Mar del Plata . . . XCV
A.15 Bâtiment de Vias Navegables à Puerto Quequen (Argentine) CIII
A.16 Archives du port de Mar del Plata et du port de Quequen CIV
A.17 Archives du port de Mar del Plata et du port de Quequen CIV

Liste des tableaux

2.1 Représentation sous forme d'un tableau d'un graphe RDF. 36

5.1 Artefacts : quais du port marchand de Brest en 1822. 97
5.2 Artefacts : Quais du port marchand de Brest en 1855. 100
5.3 Fréquentation du port marchand en 1848 et 1854. 101
5.4 Entrepreneurs en concurence pour l'adjudiction du dragage du port de Brest. 109
5.5 Les quais construits en 1865. 116
5.6 Les quais construits en 1873. 117
5.7 Les quais construits en 1921. 118
5.8 Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest entre 1822 et 1934. . . 118
5.9 Outillage du port de Brest en 1914 124
5.10 Outillage du port de Brest en 1917 125
5.11 Outillage du port de Brest en 1919 126
5.12 Outillage du port de Brest en 1923 127
5.13 Outillage du port de Brest en 1928 128
5.14 Outillage du port de Brest en 1929 129
5.15 Outillage du port de Brest en 1933. Le plan est en annexe 130
5.16 Outillage du port de Brest entre 1865 et 1933 131
5.17 Artefacts : Quais du port de Rosario entre 1854 et 1912. 151
5.18 Artefacts : Quais et grues du port de Rosario entre 1902 et 1942. 159
5.19 Artefacts : Quais du port de Rosario entre 1854 et 1942. 160
5.20 Artefacts : Quais et grues du port de Rosario entre 1854 et 1942. 160
5.21 Mouvement des exportations du port de Rosario en tonnes 161
5.22 Capacités cumulées des silos élévateurs de Rosario entre 1905 et 1942. . . . 165
5.23 Artefacts : Quais et grues du port de Mar del Plata entre 1864 et 1933. 183
5.24 Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest entre 1822 et 1934. . . 187
5.25 Outillage du port de Brest entre 1865 et 1933 190
5.26 Artefacts : Quais et grues du port de Rosario entre 1854 et 1942. 195
5.27 Artefacts : Quais du port de Rosario entre 1854 et 1942. 196
5.28 Capacités cumulées des silos élévateurs de Rosario entre 1905 et 1942. . . . 201
5.29 Artefacts : quais et grues du port de Mar del Plata entre 1864 et 1933. 205
5.30 Typologies des cycles de vie des ports prenant compte de la célérité de la prise en compte des besoins et de leur réalisation. 209
5.31 Durée rapide de la phase d'émergence des besoins. 211
5.32 Durée lente de la phase d'émergence des besoins. 211
5.33 Durée rapide de la phase de proposition de solution technologique 212
5.34 Durée lente de la phase de proposition de solution technologique 212
5.35 Les ingénieurs ayant participé à la conception du Port Napoléon. 222

5.36 Les ingénieurs ayant participé à la conception et la construction du Port de Rosario. . . . 223
5.37 Les ingénieurs ayant participé à la conception et la construction du Port de Mar del Plata. . . . 224
5.38 Les entrepreneurs qui ont participé aux soumissions des travaux du Port Napoléon. . . . 225
5.39 Les chantiers portuaires des entreprises Hersent et Schneider (1860-1902) . 227
5.40 Les chantiers portuaires exécutés par les membres de la SNTP. . . . 229
5.41 Les ports qui ont influencé la construction du port Napoléon . . . 230
5.42 Constructeurs des grues en lien commercial avec le port de Brest. . . . 232

6.1 L'organisation de l'ontologie informelle HST-PORT . . . 244
6.2 Les relations prises dans le CIDOC-CRM. . . . 248
6.3 Relations propres à PHO . . . 249
6.4 Artefacts : Quais du port de Rosario entre 1854 et 1942. . . . 256
6.5 Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest entre 1822 et 1934 (reproduction du tableau 5.24). . . . 259
6.6 Grues du port de Rosario entre 1854 et 1932. . . . 263
6.7 Les ingénieurs ayant participé à la conception et la construction du Port de Rosario. . . . 266
6.8 Les chantiers portuaires exécutés par les membres de la SNTP. . . . 268
6.9 Constructeurs des grues en lien commercial avec le port de Brest. . . . 270

A.1 Artefacts : quais et grues du port de Mar del Plata entre 1864 et 1933. . . . VI
A.2 Outillage du port de Brest entre 1865 et 1933 . . . VIII

Chapitre 0

Introduction

Sommaire

0.1 Histoire et humanités numériques 2
0.2 Problématique de recherche et objectifs de la thèse. 3
0.3 Questions de recherche 4
0.4 Contributions de la thèse 4
0.4.1 En Histoire des sciences et des techniques 5
0.4.2 En humanités numériques et ingénierie des connaissances 5
0.5 Plan de la thèse 6
0.6 Références 7

0.1 Histoire et humanités numériques

L'usage de l'outil informatique dans le travail de l'historien est aujourd'hui complètement accepté : traitement de texte, consultation de base de données numérisées, traitements de données statistiques, etc. Pour GENET [1986], même si la masse des informations contenues dans l'ordinateur constitue un système clos [1], l'informatique apporte des possibilités d'exploitation, d'investigation, de modélisation et de simulation. Selon l'auteur, pour retirer un avantage à l'usage de l'informatique, l'historien doit fournir à l'ordinateur ce qui va former pour lui un système d'information que l'auteur désigne comme une "métasource". Nous nous inscrivons dans cette démarche en créant un métamodèle [2] pour modéliser les informations historiques afin de les transformer dans un langage formel.

Les premières utilisations de l'informatique en histoire remonte à la fin des années 1950 avec l'étude d'un trafic portuaire à l'aide de la méthode mécanographique [3]. L'objectif de l'utilisation de la mécanographie selon DELUMEAU [1961] était d'abréger et de simplifier un travail de synthèse statistique souvent long et fastidieux. En effet, le travail des historiens s'est peu à peu étendu à toutes les activités des sociétés humaines : celle des gens ordinaires [...] comme les citoyens d'une colonie romaine, les marchands médiévaux, les paysans du XVII^{e} siècle ou encore les banquiers et les chefs d'entreprise de la monarchie de juillet. Leur travail, leurs conflits, leurs relations familiales et professionnelles, leurs maladies, ainsi que leurs croyances nous intéressent désormais plus que les biographies des hommes illustres. On passe donc d'une certaine façon d'une histoire des héros et des grandes figures, à une histoire qui s'intéresse à d'autres types d'acteurs de la société et aux relations qu'ils entretiennent. Cette ouverture de l'histoire vers la société tout entière a provoqué un grand changement dans le métier d'historien; ses recherches se sont dirigées vers des masses importantes de documents comme les registres d'État civil, les cadastres. "La manipulation et le dépouillement de ces sources ont nécessité l'acquisition de techniques complètement étrangères au savoir-faire traditionnel de l'historien" ZYSBERG [1987].

Selon DREYFUS-ARMAND [2006], l'ordinateur a été utile pour entreprendre le traitement des séries numériques ou des données démographiques. L'introduction de l'informatique en sciences sociales a accentué ou facilité des directions de recherche, mais elle n'a pas provoqué de rupture épistémologique. Mais aujourd'hui on assiste à une rupture car l'informatique impose de nouvelles méthodes de travail en histoire pour la consultation des sources ainsi que dans le travail d'analyse de celles-ci.

> *"L'informatique ne connaît pas les frontières disciplinaires! Au contraire, elle nous offre une voie royale vers la pluridisciplinarité, puisqu'elle met à la disposition des historiens les outils qui sont ceux des philologues, des linguistes, des sociologues, des anthropologues, etc. qui introduisent, en même temps à des méthodes, à des points de vue, à des approches diverses qui ne peuvent qu'enrichir l'historien... La machine, ici comme ailleurs, n'est rien sans l'homme. Tout doit être pensé en fonction de la relation entre l'homme et la machine, c'est-*

1. Le système est clos dans le sens où "le traitement des données contenues dans le système peut être assuré en totalité, mais il exclut ce qui ne figure pas dans le système" GENET [1986].

2. voir chapitre 4

3. La mécanographie regroupe un ensemble de techniques mécaniques ou électro-mécaniques permettant le calcul, le traitement et la publication de l'information. La mécanographie permettait la réalisation de travaux de comptabilité, de gestion, de statistique, en utilisant généralement, comme support d'entrée des données, des cartes perforées(d'après Wikipedia). Voir également COUTURIER [1966] sur la méthodologie mécanographique.

> *à-dire en tenant compte des aptitudes, des compétences et des intentions de l'homme, ici, en l'occurrence de l'historien."* GENET *et* ZORZI *[2011]*

Au croisement de l'informatique et des sciences humaines et sociales (SHS), nous trouvons aujourd'hui les humanités numériques dont la littérature offre plusieurs définitions. Les humanités numériques sont appréhendées comme un champ composite et intrinsèquement pluridisciplinaire BOUZIDI et BOULESNANE [2017]. L'origine du terme humanités numériques ou Digital humanities en anglais, est attribuée à Susan Schreibman, Ray Siemens et John Unsworth dans un ouvrage intitulé "A companion to digital humanities" SCHREIBMAN et collab. [2004]. En France, le manifeste des *Digital Humanities* considère que les humanités numériques concernent l'ensemble des Sciences humaines et sociales, des Arts et des Lettres. Elles ne font pas table rase du passé mais se fondent sur l'ensemble des savoir-faire et connaissances propres à ces disciplines, tout en mobilisant les outils et les perspectives du champ du numérique. Les humanités numériques désignent une transdiscipline [4], porteuse des méthodes, des dispositifs liés au numérique dans le domaine SHS DACOS [2010]. Les recherches en humanités numériques sont basées sur l'enrichissement mutuel entre les recherches en SHS et en informatique car " il n'y a pas d'interdisciplinarité sans engagement des chercheurs des deux disciplines (ou plus), pas d'interdisciplinarité réussie sans enrichissement mutuel" [BÉNEL, 2014]. Notre travail s'inscrit parfaitement dans l'enrichissement mutuel décrit par Benel ; comme historien, nous nous sommes formés à la conception d'ontologie en langage OWL2 afin d'en produire une pour l'histoire des sciences et des techniques. Nous présentons maintenant la problématique de recherche et les objectifs de la thèse qui s'inscrivent autant en histoire des sciences et des techniques qu'en informatique.

0.2 Problématique de recherche et objectifs de la thèse.

Notre travail de recherche s'insère dans le programme du Centre F. Viète "Histoire comparée des paysages culturels portuaires" et porte sur la compréhension de l'évolution scientifique et technologique des ports de Brest (France), Mar del Plata et Rosario en Argentine à l'époque contemporaine [5]. L'hypothèse de recherche est de considérer un port comme un macro-système technologique complexe dont l'évolution spatio-temporelle en tant qu'artefact s'inscrit dans une histoire des sciences et des techniques.

Les travaux menés par LAUBÉ [2009] ont montré l'intérêt d'introduire un modèle d'évolution des ports et qu'à partir d'une étude de cas, portant sur les grues du port-Arsenal de Brest de la fin du XVII^{e} siècle (la grue à mâter) et au début du XX^{e} (la grue électrique de 160 tonnes), les engins de levage, en tant qu'éléments du paysage industriel portuaire, constituent de bons indices pour caractériser un cycle d'évolution spatio-temporelle d'un port-arsenal (en tant que lieu de construction navale militaire) sur une longue période. Cette évolution spatio-temporelle peut être considérée comme multi-échelle tant sur l'espace que le temps. Le port est lui-même constitué d'artefacts en interaction (à diffé-

4. Dans son manifeste, DACOS [2010] ne donne pas une définition de ce qu'est une transdiscipline. Notre travail est clairement interdisciplinaire et sans nul doute transdiciplinaire DUPUY. Il est interdisciplinaire en croisant les démarches scientifiques de l'histoire et de l'informatique en vue d'étudier un seul objet, dans notre cas l'histoire technique des ports, dans une perspective globale. Il est transdisciplinaire en voulant dépasser les champs disciplinaires afin de prendre notre objet d'étude dans sa complexité et surtout dans son caractère absolu (tel un système). Si notre méthodologie croise l'histoire des sciences et des techniques ainsi que l'informatique, elle intéresse également les historiens économiques dont DE MARCO qui a repris lors d'une conférence, le principe du métamodèle ANY-ARTEFACT que nous avons développé.

5. voir http://brmdp.hypotheses.org/

rents niveaux de granularité) comme les quais, les ouvrages de protection (jetées, digues, môles...), les espaces de stockage (entrepôts, silos élévateurs...) ou encore des unités de productions industrielles (forges, corderies, etc.). Ces artefacts sont considérés comme indicateurs signifiants de cette évolution. Périodiser et comparer les ports nécessitent de caractériser des moments de ruptures liés aux évolutions de ces artefacts et d'identifier des périodes plus ou moins longues où le système est stable entre deux ruptures. Dans le champ des SHS, nous avons développé un modèle d'évolution des ports, appelé HST-PORT. Ce modèle considère l'activité humaine caractérisée par ses rapports entre artefacts, acteurs et savoirs. [6]

Notre objectif est de bâtir une histoire comparée sur un grand nombre de ports, ce qui implique de construire et de valider de nouvelles méthodes de travail en humanités numériques. Il s'agit de concevoir de nouveaux systèmes d'information fondés sur des ontologies et le web sémantique. Ces systèmes ont notamment pour objet d'indexer, de publier et d'interroger des sources historiques afin de produire cette histoire comparée.

0.3 Questions de recherche

Dans une approche systémique et historique considérant le port comme un macro-système technologique complexe, il s'agit :

1. dans le champ de l'histoire des sciences et des techniques de :
    - déterminer (et justifier) l'ensemble des descripteurs pertinents (grue, quai, ouvrage de protection, espace de stockage, etc.) permettant de proposer un modèle d'évolution spatio-temporelle du port d'un point de vue scientifique et technologique (savoirs de références, énergie, matériaux, systèmes d'artefacts,etc.) appelé HST-PORT. Il est élaboré à partir de l'histoire des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario.
    - d'établir et de comparer le cycle d'évolution des trois ports précédents sur la période concernée (1850-1942).
    - des cas d'étude du modèle pour les historiens.
    - d'établir un inventaire des sources concernant les ports de Brest, Mar del Plata et Rosario.
2. dans le champ de la recherche sur les humanités numériques et l'ingénierie des connaissances pour l'histoire des sciences et des techniques :
    - élaborer une ontologie de référence caractérisant l'évolution spatio-temporelle des ports.
    - proposer des cas d'étude de l'ontologie de référence pour les historiens.

Ces questions de recherche dans le champ de l'histoire des sciences et des techniques et dans le champ des humanités numériques ont fait l'objet de travaux pendant les cinq années de thèse et dont voici les contributions.

0.4 Contributions de la thèse

Afin de répondre aux questions de recherches relatives à l'histoire des sciences et des techniques, nous proposons quatre contributions.

6. voir http://brmdp.hypotheses.org/269

0.4.1 En Histoire des sciences et des techniques

1. Un méta-modèle ANY-ARTEFACT fondé sur une modélisation des activités humaines et des rapports entretenus entre acteurs, savoirs et artefacts et associé à un cycle d'évolution des artefacts dans le temps. Il considère que l'activité humaine implique un ou des acteurs (individu ou groupe social), un artefact (ou un système d'artefacts) ainsi que des savoirs spécifiques que nous étudions du point de vue de l'Histoire des Sciences et Techniques.
2. Une histoire comparée des ports de Brest (France), Mar del Plata, Rosario (Argentine). Ce travail en histoire est initié par un relèvement des sources relatives aux ports étudiés : des archives de Brest, Mar del Plata et Rosario. Si pour le port de Brest, l'ensemble des fonds sont présents sur le territoire national (Archives départementales du Finistère, Archives municipales de la ville de Brest, Service Historique de la Défense à Brest(SHD), Archives Nationales de Pierrefites sur Seine), les archives des ports de Mar del Plata et de Rosario se situent à la fois en France (Archives du Monde du Travail de Roubaix, Centre des Archives Diplomatiques de Nantes) et en Argentine (fond d'archives de Vias Navegables à Puerto Quequen, fond d'archives de l'ENAPRO à Rosario, Archivos General de la Nación).
3. Un modèle d'évolution des ports pour l'histoire des sciences et des techniques. Ce modèle appelé, "HST-PORT", est une déclinaison d'ANY-ARTEFACT pour les ports. HST-PORT permet, à partir des différentes sources, de fournir des données de comparaison de l'évolution des ports. Successivement, les quais, les engins de levage et les bâtiments de stockage, serviront d'indicateurs de périodisation et de classes pour notre ontologie.
4. Etude de la circulation des savoirs et des technologies. Nous nous intéresserons à la formation initiale des acteurs, à la circulation des savoirs dans la construction portuaire et à l'acquisition de savoirs par le biais de l'expérience dans la construction portuaire.
5. Création d'une collaboration entre le Centre F. Viète et le groupe de recherche argentin "Núcleo de Estudios Históricos de las Ciudades Portuarias Regionales", du CONICET. Cette collaboration s'est traduite par plusieurs communications, par l'organisation de trois colloques sur le patrimoine portuaire ainsi que le dépôt d'un dossier ECOS-SUD.

Afin de répondre aux questions de recherches relatives aux humanités numériques, nous proposons trois contributions.

0.4.2 En humanités numériques et ingénierie des connaissances

1. une méthodologie de conception d'une ontologie de référence à l'attention de l'historien, fondée sur le méta-modèle ANY-ARTEFACT, le modèle HST-PORT et la réutilisation du CIDOC-CRM. A partir de l'environnement CMAP Tools, la phase d'élicitation des connaissances a permis de produire le modèle HST-PORT comme modèle informel de l'ontologie de référence. En d'autres termes, ce modèle HST-PORT est un modèle pivot entre les SHS et l'ingénierie des connaissances qui est suffisamment informel pour les SHS, tout en étant proche des ontologies.
2. une ontologie PHO (Port History Ontology) permettant de décrire l'évolution spatio-temporelle des ports au travers d'artefacts (grue, quai, espace de stockage, etc.) et de leurs propriétés pertinentes. Ces derniers nous permettent ensuite de sélectionner les activités, les savoirs et les acteurs correspondants.

3. Une évaluation de l'ontologie PHO portant sur la périodisation de l'histoire des ports de Brest, Rosario, Mar del Plata ainsi que celui de Buenos Aires et sur la circulation des savoirs et des technologies.

0.5 Plan de la thèse

Le reste de ce document est structuré en deux grandes parties. La première propose un état de l'art en Histoire et en Informatique et la deuxième, présente les contributions de la thèse.

La partie 1 présente le contexte et l'état de l'art en Histoire des sciences et des techniques et en informatique.

Chapitre 1 : État de l'art en Histoire. Ce chapitre présente l'état de l'art en Histoire des sciences et des techniques. Une première section s'intéresse aux définitions du port comme étant d'une part un macro-système technique et comme une interface entre la mer et la terre. Nous en déduirons notre propre définition du port. Une autre section présente la modélisation dans les recherches comparatives relatives aux ports. Nous interrogerons le modèle AnyPort des géographes britanniques Bird et Hoyle. Ce chapitre se termine par la présentation des études comparées des ports en Histoire.

Chapitre 2 : État de l'art sur le Web sémantique. L'objectif de ce chapitre est de faire l'état de l'art en informatique. Dans un premier temps, on propose quelques éléments de compréhension du web sémantique et du langage OWL2 utilisé dans notre ontologie PHO. Dans un deuxième temps, on présente l'ontologie CIDOC-CRM que nous avons utilisée pour la conception de PHO.

La partie 2 expose les différentes contributions de la thèse.

Chapitre 3 : Introduction. Ce chapitre est l'introduction de la partie 2 présentant les contributions de la thèse. Cette introduction présente la méthodologie de conception de l'ontologie PHO comme un processus en cinq étapes, les relations entre ces étapes et les différents chapitres de la seconde partie ainsi qu'un résumé de chaque chapitre.

chapitre 4 : Le méta-modèle ANY-ARTEFACT. Ce chapitre décrit l'élaboration du méta-modèle Any-Artefact à partir d'une approche anthropocentrée, qui place l'homme et ses activités au centre de la problématique de recherche. Nous analysons successivement les quatre concepts fondamentaux de ce modèle : l'activité, l'acteur, le savoir et l'artefact. Nous décrirons également le cycle de vie d'un artefact. Nous montrerons que le méta-modèle ANY-ARTEFACT associé au cycle de vie d'un artefact produit une périodisation pour l'histoire.

Chapitre 5 : HST-PORT : un modèle d'évolution des ports. Ce chapitre présente la conception du modèle HST-PORT, application du méta-modèle ANY-ARTEFACT pour les ports. La conception du modèle s'appuie sur les sources issues des ports de Brest (France), Mar del Plata et Rosario (Argentine). Ce chapitre s'achève par une présentation du modèle HST-PORT de description de l'activité humaine dans un port pour les Sciences humaines et sociales (SHS).

Chapitre 6 : Du modèle HST-PORT vers l'ontologie PHO. Ce chapitre décrit le passage du modèle HST-PORT vers l'ontologie "Port History Ontology" (PHO). Il s'agit de présenter la méthode pour passer d'un modèle SHS vers un modèle informatique en OWL. Ce chapitre se termine par des requêtes SPARQL qui répondent à des cas d'étude à l'attention des historiens.

Chapitre 7 : Conclusion et perspectives Ce chapitre reprend les principales contributions de la thèse et dresse les perspectives.

0.6 Références

BÉNEL, A. 2014, «Quelle interdisciplinarité pour les «humanités numériques»?», *Les Cahiers du numérique*, vol. 10, n° 4, p. 103–132. 3

BOUZIDI, L. et S. BOULESNANE. 2017, «Les humanités numériques», *Les Cahiers du numérique*, vol. 13, n° 3, p. 19–38. 3

COUTURIER, M. 1966, «Vers une nouvelle méthodologie mécanographique. la préparation des données», dans *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, vol. 21, Cambridge University Press, p. 769–778. 2

DACOS, M. 2010, «Manifeste des digital humanities», URL https://tcp.hypotheses.org/318. 3

DE MARCO, M. «Cónsules y Empresarios Extranjeros en la dinámica regional de una ciudad Portuaria. Rosario, 1852-1942.», dans XVI^e *Jornadas Interescuelas Mar del Plata*. URL https://ciudadport.hypotheses.org/123. 3

DELUMEAU, J. 1961, «Méthode mécanographique et trafic maritime : les terre-neuviers malouins à la fin du XVII^e siècle», dans *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, vol. 16, Cambridge University Press, p. 665–685. 2

DREYFUS-ARMAND, G. 2006, «De la moissonneuse-batteuse au micro-ordinateur relié au monde entier», *Matériaux pour l'histoire de notre temps*, , n° 2, p. 80–81. 2

DUPUY, L. «Co, multi, inter, ou trans-disciplinarité», *La confusion des genres...-«Arts et Culture» au Centre National de Documentation Pédagogique de Pau*. URL http://pagesperso-orange.fr/jules-verne/La%20confusion%20des%20genres.pdf. 3

GENET, J.-P. 1986, «Histoire, informatique, mesure», *Histoire & mesure*, p. 7–18. 2

GENET, J.-P. et A. ZORZI. 2011, «Les historiens et l'informatique : un métier à réinventer», . 3

LAUBÉ, S. 2009, «Modélisation des documents numériques pour l'histoire des techniques : une perspective de recherche», *Documents pour l'histoire des techniques. Nouvelle série*, , n° 18, p. 37–41. 3

SCHREIBMAN, S., R. SIEMENS et J. UNSWORTH. 2004, «A companion to digital humanities», . 3

ZYSBERG, A. 1987, «Impact de l'informatique sur la recherche historique», *Matériaux pour l'histoire de notre temps*, vol. 10, n° 1, p. 35–37. 2

Première partie

Première partie : États de l’art.

Cette première partie est constituée de deux chapitres :

- Le premier présente un état de l'art en histoire des sciences et techniques en introduisant notamment les notions de macro-système technologique complexe, de paysage culturel pour caractériser les ports, l'histoire comparée des ports et la modélisation de leur évolution.
- Le second chapitre propose un état de l'art sur l'ingénierie des connaissances, le web sémantique et les ontologies. Il présente aussi une comparaison de différentes ontologies pour l'histoire. L'ontologie CIDOC-CRM dédiée au patrimoine culturel est décrite plus en détail puisqu'elle a été réutilisée dans nos travaux de recherche.

Chapitre 1

État de l'art en Histoire

Sommaire

1.1 Les Macro-Systèmes Technologiques. 14
1.2 Le port en tant que macro-système technologique complexe et comme paysage culturel 15
1.2.1 Le port-arsenal selon l'Encyclopédie de Marine. 15
1.2.2 Une définition du port à l'époque de la navigation à vapeur 16
1.2.3 Le port, une interface des réseaux terrestres et maritimes. 16
1.2.4 Notre définition du port. 17
1.3 Comparer les ports en Histoire. 17
1.4 Modélisation de l'évolution des ports. 19
1.4.1 Les différents modèles de ports. 19
1.4.2 Modéliser pour comparer l'évolution des paysages portuaires. . . . 20
1.5 Conclusion 24
1.6 Références 24

1.1 Les Macro-Systèmes Technologiques.

L'étude des Macro-Systèmes Technologiques ou Large technical System (LTS) vient de l'histoire de la technologie. Selon GILLE, "la seule façon sensée d'étudier l'organisation est de la traiter comme un système". LEMONNIER [1983] qualifie de "système" telle ou telle partie de la réalité sociale, arbitrairement isolée pour les besoins de l'étude et MAUSS [1926] parle de système technique comme "l'ensemble : techniques, industries et métiers [...] d'une société". C'est Thomas P. Hughes qui a développé le concept de "Macro-Système Technologique" dans son ouvrage "Networks of Power : Electrification in Western Society 1880-1930" (voir HUGHES [1983]). Dans ce livre, il décrit le début de l'histoire des réseaux électriques et de leurs expansions ; de la première ampoule à la création des réseaux nationaux et internationaux. Il écrit également sur les changements technologiques importants ainsi que les changements institutionnels dans le domaine des réseaux électriques. Pour HUGHES et COUTARD [1996], la recherche sur les Macro-Systèmes Technologiques est transdisciplinaire.

Selon DAVIES [1996] un système est constitué d'un certain nombre de composants qui sont des artefacts pour HUGHES et collab. [1987], reliés par une structure, ou un réseau, pour former un système complexe. En ce sens, HUGHES [1998] parle de système sociotechniques comportant à la fois des artefacts et une organisation. Les éléments étant en relation les uns avec les autres, toute évolution de l'un provoque une révolution de l'ensemble et que toute modification de l'ensemble réagit sur chacun des éléments écrit ELLUL [1977]. Une composante de contrôle est utilisée pour optimiser l'efficacité de l'ensemble du système et pour orienter le système vers la réalisation des objectifs.

Un Macro-Système Technologique est un système complexe. Pour GRAS [1997] il combine un objet industriel au sens large, une organisation de la distribution des flux et une entreprise de gestion commerciale pour relier l'offre et la demande. EWERTSSON et INGELSTAM [2004] affine la définition d'un Macro-Système Technologique ; celui-ci prend en compte un flux de matière et d'individus qui développent, utilisent, gouvernent et contrôlent le fonctionnement du système ; les auteurs ajoutent une structure organisationnelle, un savoir-faire professionnel spécialisé, ainsi que les utilisateurs du système.

Pour HUGHES [1983], un Macro-Système Technologique est constitué de nombreux sous-systèmes et composants techniques. Les Macro-Systèmes Technologiques sont donc des entités complexes composées d'objets techniques (que nous appellerons artefacts), de savoirs et d'acteurs. D'une manière générale, les éléments du système doivent être coordonnés pour interagir harmonieusement avec les autres. Les grands systèmes technologiques subissent des changements même s'ils possèdent de longues périodes de stabilité. La croissance du Macro-Système Technologique s'accomplit parfois à travers des transformations qui modifient partiellement la nature du système, sans toucher à son essence GRAS [1997]. Il est intéressant de se concentrer sur la manière dont "vit" le système.

Les exemples de systèmes qui ont été étudiés avec succès, dans le domaine très varié des études historiques sont les systèmes d'infrastructures classiques dans les transports, l'énergie et les communications (chemins de fer, systèmes routiers, réseaux électriques et systèmes de télécommunications comme les téléphones), ainsi que les compagnies aériennes, l'industrie de la défense, les systèmes de chauffage urbain et les systèmes informatiques.

A notre connaissance, les ports n'ont pas été étudiés comme Macro-Système Technologique. Nous allons montrer que le port est constitué de nombreux éléments reliés par une structure pour former un système complexe et que le port est également un objet

industriel au sens large doté d'une organisation des flux de matières. [1]

1.2 Le port en tant que macro-système technologique complexe et comme paysage culturel

Dans un premier temps, on donnera trois définitions du port provenant du XVIII^e, du XIX^e et du XX^e siècles. L'analyse de cette bibliographie nous permettra de donner notre propre définition du port en le reconsidérant comme un Macro-Système Technologique complexe. Dans la thèse, les ports étudiés sont ceux de Mar del Plata et Rosario en Argentine ainsi que le port-arsenal de Brest en France.

1.2.1 Le port-arsenal selon l'Encyclopédie de Marine.

Selon l'Encyclopédie Méthodique de Marine de 1783, *"une rivière, un petit bras de mer, une anse défendue par l'art ou par la nature contre l'impétuosité des vents et celle des flots, et contre l'attaque des ennemis, où l'on peut faire en sûreté toutes les opérations relatives à l'armement, au désarmement, à la construction et aux radoubs des vaisseaux, forment un port ou un havre. On distingue des ports de trois espèces différentes; les uns sont destinés uniquement aux opérations de la marine militaire : ils s'appellent grands ports où ports du Roi; les autres ne recèlent que des navires du commerce, et ils sont appelés ports marchands; enfin ceux qui remplissent à la fois cette double destination, sont désignés par la qualification de ports mixtes"*. Cette définition situe le port dans un lieu précis, choisi pour ses qualités naturelles à recevoir des navires.
Elle s'ajoute à celle de l'arsenal étant entendu que c'est d'abord sous la forme d'un arsenal que le port de Brest a vu le jour, en 1662, par la volonté du roi Louis XIV. En prenant la définition de la même l'Encyclopédie Méthodique de Marine, un arsenal est décrit comme étant *"un enclos où est compris un port de mer appartenant au gouvernement, où il tient ses vaisseaux et tout ce qui est propre à les construire, à les conserver à les armer, les désarmer, les radouber. Il y a, dans un arsenal, un magasin général qui, avec ses dépendances, contient tous les effets du Roi : ses dépendances sont un magasin particulier de cordage, des emplacements pour y conserver les bois de construction ou de mâture, soit sous l'eau, soit sous des hangars, une salle d'armes etc. Il y a des ateliers, telles que voileries, garnitures, corderies, tonnelleries, forges grandes et petites, manufactures de toiles à voiles, menuiseries, sculpteries, peintureries. On y trouve des bassins ou des formes pour les constructions, refontes, radoubs, carénages des vaisseaux; des cales, aussi pour construction des vaisseaux, ou des chaloupes, canaux, pontons, chalands, etc. pour assemblage de mâtures"*. Nous pouvons donc souligner les éléments marquants de cette définition :

- Le port-arsenal est un système fermé (enclos).
- Il est composé de plus petits artefacts en relations les uns avec les autres qui occupent tous une fonction bien précise dans le port-arsenal.
- Il existe une organisation du flux de la matière.

L'Encyclopédie Méthodique de Marine décrit donc le port comme un Macro-Système Technologique (voir 1.1).

1. Dans le cas des ports, la matière peut être par exemple, du minerai, du poisson ou des céréales

1.2.2 Une définition du port à l'époque de la navigation à vapeur

"Ports Maritimes" est un ouvrage de référence rédigé par LAROCHE [1893]. Pour l'auteur, le port est essentiellement une gare de transbordement, composé de :

- voies d'accès par terre
- voies d'accès par mer
- jetées
- quais
- ports d'échouage
- bassins à flot
- ouvrages et appareils pour la réparation des navires
- appareils élévateurs

Le port doit être aménagé de façon à permettre, dans les meilleurs conditions de sécurité, de rapidité et d'économie, l'arrivage, la manutention, le stationnement et l'expédition de tout ce qui constitue son trafic à l'entrée et à la sortie. Un port est donc une enceinte fermée qui contrôle tout ce qui la franchit. Pour que la navigation à vapeur soit rentable, un port doit être relié par des voies d'accès nombreuses, faciles et économiques. Toute immobilisation inutile d'un navire entraîne une perte sèche d'argent, par conséquent, il faut activer les mouvements et les opérations des navires. En résumé, un port est une enceinte fermée, composé d'éléments qui font système, au service d'une organisation de flux qui optimise la rentabilité.

L'économiste LEMARCHAND [1999], dans un article consacré au système portuaire, écrit que les ports constituent des nœuds d'un système à partir du XIXe siècle, depuis que la circulation des marchandises est devenue internationale. Il considère le port comme un système échangeur de marchandises et de services. On aboutit donc à une notion d'interface entre la terre et la mer où auront lieu les échanges et donc les flux de matières.

1.2.3 Le port, une interface des réseaux terrestres et maritimes.

BROCARD [1994] considère qu'un port est un *"nœud de circulation à l'interface des réseaux maritimes et terrestres"* et qu'il est le lieu de rupture de charge entre la mer et la terre où se développe des activités en lien avec le chargement et le déchargement des marchandises. VIGARIÉ [1979a] étudie le port avant la généralisation de la conteneurisation dans les années 1970. Son analyse en géographie économique est construite autour du triptyque portuaire VIGARIÉ [1979b] :

- *l'arrière-pays* ou *hinterland* est la zone d'influence économique d'un port. C'est de l'hinterland que le port capte les marchandises qu'il charge sur les navires. Un hinterland peut posséder plusieurs ports qui seront alors en concurrence VIGARIÉ [1979c] .
- *l'avant-pays* ou *foreland* est une notion océanique VIGARIÉ [1979d] qui désigne la zone d'influence ainsi que les relations commerciales d'un port avec d'autres ports. Le foreland est constitué également par "les armateurs et négociants et leurs organisations professionnelles, les administrations douanières".
- *le port* est le nœud de ce triptyque en étant l'interface entre l'hinterland et le foreland.

Selon NOTTEBOOM [1998] cette trilogie a longtemps fait référence car elle est parvenue à modéliser simplement les relations qu'entretient le port avec son hinterland et son foreland. Pour DUBREUIL [2005], cette modélisation place le port au centre du dispositif : *"le port est l'interface physique entre la dimension terrestre et la dimension océanique mais également une interface dans l'organisation de la production de transport"*. Nous considérons également que les voies de chemin de fer et les routes se dirigeant vers le port ainsi que les navires le fréquentant, font partie du système technologique "port". D'une part, les voies de chemin de fer et les routes vont permettre d'acheminer des marchandises et les passagers vers celui-ci ; les voies de communication vont permettre de définir l'hinterland. D'autre part, CHALIER [2017] situent les autres ports à l'autre bout de la route maritime ainsi que les navires effectuant cette route font pour nous partie intégrante du système "port" ; toutes les voies maritimes permettent de dessiner le foreland. Le port est donc un artefact qui est un point central de la circulation des flux de matières. En ce sens, cette définition du port se rapporte à celle d'un macro-système technologie que nous avons développé dans le paragraphe 1.1

1.2.4 Notre définition du port.

De ces différents travaux, nous reprenons trois points qui nous paraissent essentiels :

1. Le port répond à la définition de système complexe : c'est un système fermé, en relation avec son hinterland et son foreland. Le port est constitué de petits systèmes techniques, organisés en réseau, afin de gérer des flux de matières, de marchandises, d'énergie.
2. Brest, Rosario et Mar del Plata sont des macro-systèmes complexes. Georges Hersent, constructeur du port de Rosario en 1902, considère un port comme une usine qui ferait de la manutention. [2] Ils sont constitués de quais, d'engins de levage, d'espaces de stockage, de formes, d'ouvrages de protection, ainsi que de voies de communication. Nous n'allons cependant prendre en compte que les trois premiers actefacts. Les formes, les ouvrages de protections et les voies de communications pourront faire l'objet d'une étude ultérieure.
3. Du fait de la complexité et d'une approche en histoire comparée, la question est posée de la méthodologie à retenir.

Notre thèse consistera à comparer l'histoire des ports. Nous présentons donc un ensemble de travaux concernant la comparaison des ports en histoire.

1.3 Comparer les ports en Histoire.

Pour comparer les ports en Histoire, les auteurs choisissent des indicateurs et définissent des typologies de ports. Nous allons passer en revue les indicateurs et les typologies proposées. Notre étude a pour ambition d'enrichir les typologies existantes.

2. "L'aménagement général du port, en vue d'une exploitation facile avec des moyens de manutention puissants et permettant une plus grande rapidité dans les opérations, est devenu, (...) l'objet principal des ingénieurs. La disposition des quais, des entrepôts et de tout l'outillage devient le facteur principal du succès de telle ou telle installation maritime. Le mode d'exploitation des différentes parties d'un port doit donc être envisagé, avant sa construction, comme on le ferait pour une usine qui ne ferait que de la manutention." HERSENT [1930]

Nous allons reprendre un article de POLÓNIA [2008] qui propose une étude de la bibliographie associée à la comparaison des ports en Histoire. JACKSON [2007] suggère de classer les ports selon le trafic commercial. Il distingue les ports majeurs en majorité des ports commerciaux recevant de nombreux navires avec une grande capacité de cargaison; ces ports sont en relation avec d'autres ports situés sur d'autres continents. Généralement ces ports majeurs sont peu nombreux mais ont un poids économique important dans la région où ils sont implantés. Il distingue aussi les ports moyens recevant des navires de petite ou moyenne capacité de transport. Ces ports sont impliqués dans des circuits régionaux ou locaux mais peuvent être acteurs dans quelques circuits internationaux. Il dégage enfin les petits ports qui ont un hinterland pauvre et limité et peu de relations avec l'extérieur. Ces ports n'ont pas de magasins capables d'entreposer un stock significatif de marchandises. L'industrie est peu développée et la population réduite .

JARVIS [1999] ne s'intéresse pas aux hiérarchies mais plutôt aux différentes typologies portuaires. Selon l'auteur un port peut être classé d'abord par les principaux types de trafics, le modèle de l'administration portuaire, la nature du commerce (commerce d'importation, d'exportation,...), les indicateurs démographiques, le tonnage des navires accédant au port et enfin la quantité de capital mobilisée. POLÓNIA [2008] fait remarquer cependant que la position relative d'un port par rapport à un autre évolue diachroniquement selon l'évolution du contexte économique, politique, logistique. Lorsque les ports sont classés dans leurs catégories respectives comme par exemple petit, moyen et grand, l'historien peut envisager une étude comparative de ces ports selon le groupe auquel ils appartiennent (voir les travaux de COMTOIS et collab. [1993], POLÓNIA [2008] et SAUPIN [2016]). Les études comparatives des ports portent également sur des collections d'études de cas à l'échelle continentale et le critère de classement qui permet de sélectionner les ports est dans ce cas géographique. On peut citer les études de BROEZE [1989] sur les ports asiatiques , de SALVUCCI et collab. [1991] sur les ports de l'Atlantique , de HOYLE et PINDER [1992] sur les ports européens. Des études à l'échelle nationale sont également réalisées : SERONDE [1964] sur les ports italiens ou argentins avec le travail de référence d' ORTIZ [1943].

Selon la bibliographie proposée par POLÓNIA [2008], c'est surtout les indicateurs liés aux échanges commerciaux qui permettent de classer les ports. Aujourd'hui, le port de Brest peut être considéré comme un petit port du fait de son hinterland pauvre et limité, alors que celui de Rosario est au centre d'un gigantesque hinterland est donc peut-être classé comme un grand port. L'étude comparative selon le critère des échanges commerciaux entre Brest et Rosario ne nous semble donc pas pertinent car ils n'appartiennent pas au même type de ports. Il en va de même avec le critère géographique; il semble bien évidemment difficile de comparer les ports de Brest d'une part et Rosario, Mar del Plata d'autre part étant donné qu'ils sont situés sur deux continents différents et qu'il n'existe à notre connaissance aucun lien entre eux.

Notre étude a deux ambitions :

1. montrer que sur une durée longue, la comparaison des évolutions des ports est possible en choisissant des indicateurs liés à l'activité.
2. dégager de nouvelles typologies de ports

Afin de situer notre travail sur la modélisation de l'évolution des ports pour l'histoire des sciences et des techniques, nous allons passer en revue l'ensemble des travaux concernant les études sur les ports en nous appuyant sur l'article de WOO et collab. [2011].

Nous nous intéresserons ensuite particulièrement à la modélisation que proposent les géographes.

1.4 Modélisation de l'évolution des ports.

Nous présentons d'abord les différents modèles de ports présents dans la littérature. Notre thèse se focalisant sur l'évolution des paysages portuaires, nous étudierons les modèles de périodisation de l'histoire des ports proposés par les géographes.

1.4.1 Les différents modèles de ports.

Selon l'article WOO et collab. [2011], quelques travaux se sont intéressés à la modélisation portuaire. On peut cependant citer STOCK [1997] et STENTOFT ARLBJØRN et HALLDORSSON [2002] qui se sont intéressés à la modélisation de la logistique portuaire. À notre connaissance, aucuns travaux ne se sont intéressés à la modélisation des ports pour l'histoire.

Table 1
Classification framework.

Classification	Categories	References
Research paradigm	Functionalist/Interpretivist/ Radical structuralist/Radical humanist	Burrell and Morgan (1979), Chua (1986), Goles and Hirschheim (2000)
Research strategy	Analytical: conceptual/mathematical/statistical Empirical: experimental/statistical/case study	Wacker (1998), Burgess et al. (2006)
Discipline base	Disciplines on which papers are based or to which papers are related	Burgess et al. (2006), Harland et al. (2006)
Theory, model and concept	Theories or theoretical models on which papers are based where discernable	Stock (1997), Amundson (1998), Arlbjorn and Halldorsson (2002), Krugman (1998, 1999), Winston (1985)
Research methods	Survey, Interview, Math modelling, Economic Modelling, Simulation, Case studies, etc.	Mentzer and Kahn (1995), Sachan and Datta (2005), Min and Zhou (2002)
Data analysis techniques	Data analysis techniques used in paper where discernable	Mentzer and Kahn (1995), Sachan and Datta (2005)

FIGURE 1.1 – Classification des recherches sur les études portuaires. WOO et collab. [2011]

Quand on analyse plus précisément les travaux de modélisation par discipline, on trouve une forte représentation des modèles économiques.

Table 5
Theories, models and concepts used in port research.

Disciplines	1980s	1990s	2000s
Economics	Benefit-cost analysis (2) Input–output analysis (7) Demand–supply (1) Welfare theory (1) Production theory (4)	Agency theory (1) Economic rents (1) Collective bargaining (1) Game theory (1) Input–output analysis (5) Price differentiation (1) Production theory (6) Demand–supply (1) Externality (1)	Cournot model (2) Contestable markets theory (3) Coase theorem (1) Consumer theory (1) Economic base analysis (2) Game theory (5) Input–output analysis (3) Marginal cost pricing (5) Price differentiation (3) Price-cap regulation (2) Production theory (53) Transaction cost theory (1) Utility theory (12) Value added (1) Worlds of production (1)
Geography	Hayuth model (2) Hinterland concept (2) Port-city model (2) Site and situation (1)	Centrality, intermediacy (1) Hayuth model (4) Site and situation (4)	Hayuth model (1) Port-city model (3) Rimmer model (1) Site and situation (2) TMG (1)
Operations Research	Queuing theory (2)	Queuing theory (1)	Inventory theory (3) Queuing theory (3)
Management		Learning curve (1) Life-cycle theory (1) Strike model (3)	Agility (1) Competitive advantage (3) Co-opetition (1) E-markets model (1) ERP (1) Leanness (2),

FIGURE 1.2 – Classification des recherches sur les études portuaires par disciplines. WOO et collab. [2011]

TAAFFE et collab. [1963] font remarquer que les géographes ont travaillé sur la modélisation du transport maritime et produit des modèles notamment sur la conteneurisation (voir les travaux de HAYUT [1981], NOTTEBOOM [1997]). Notre étude concerne l'évolution des ports pour l'histoire des sciences et des techniques sur de longues périodes, du XVII^{e} jusqu'à la moitié du XX^{e}. La conteneurisation étant un phénomène trop récent, il ne peut pas véritablement nous intéresser. L'étude des réseaux de ports est trop restrictive et met en évidence les relations qui se développent entre les ports sans regarder dans le détail la structure des ports en tant que telle. Les travaux des géographes BIRD [1963] et HOYLE et PINDER [1992] qui ont étudié l'évolution spatiale des ports et les relations entre la ville et le port vont particulièrement nous intéresser.

1.4.2 Modéliser pour comparer l'évolution des paysages portuaires.

Notre travail de recherche concerne l'histoire comparée des paysages culturels portuaires. [3] Afin de rendre les études comparatives possibles, il faut définir au préalable des indicateurs qui fourniront des objets d'étude pertinents pour la comparaison. Dans ce travail en histoire des sciences et techniques, nous avons choisi comme objets d'étude les quais, les espaces de stockage et les engins de levage. Notre réflexion a été amorcée par les travaux des géographes BIRD [1963] et HOYLE [1968] sur l'évolution des infrastructures portuaires. Ils font l'hypothèse que l'évolution de ces infrastructures permettent de périodiser l'évolution des ports.

Bird : Le modèle ANY-PORT

Le modèle de BIRD [1963] est fondé sur des études de cas des ports britanniques, et HOYLE [1968] reprend le modèle ANY-PORT pour les ports de l'Est de l'Afrique. Il ne s'agit pas d'un modèle prédictif de l'évolution des ports mais plutôt un outil permettant de comparer le développement des ports actuels. Même si, localement, chaque port est différent, il est possible de trouver suffisamment de similitudes pour faire de Any-Port un modèle décrivant l'évolution de la morphologie des ports dont nous présentons les principales périodes pour les ports anglais puis pour les ports de l'Afrique de l'Est.

Etudes sur l'évolution morphologie des ports britanniques et Est-Africains. Les tableaux suivants reprennent les travaux de BIRD [1963] et de HOYLE [1968] et leur ont permis de construire un modèle générique d'évolution de la morphologie des ports.

3. L'UNESCO propose une définition des paysages culturels et affirme que « les paysages culturels sont des biens culturels et représentent les "œuvres combinées de la nature et de l'homme [...]. Ils illustrent l'évolution de la société humaine et de l'habitat au fil du temps, sous l'influence des contraintes physiques et/ou des opportunités présentées par leur environnement naturel et des forces sociales, économiques et culturelles successives, tant externes qu'internes." (http ://whc.unesco.org)

TABLE 7
Comparison of Dates of the Termination of Port Development Eras at Major and Other Ports

Ports with MAJOR PORTS *in Capitals*	*End of Primitive Era*	*End of Marginal Quay Extension Era*	*End of Marginal Quay Elaboration Era*	*End of Dock Elaboration Era*
NEWCASTLE	1707	1857	--	1924
Sunderland	1822	1837	1850	1909
Middlesbrough	1769	1830	1842	1962
GLASGOW	1792	1867	--	1931
Greenock	1809	1809	1878	--
BELFAST	1714	1849	1849	1963
HULL	1778	1778	--	1962
Grimsby	1801	1852	--	--
SOUTHAMPTON	1411	1803	1842	1895
BRISTOL	1248	1809	1877	1894
SWANSEA	1597	1852	--	--
Port Talbot	1839	1837	1898	--
Cardiff	1794	1839	--	1907
Newport	1842	1842	--	1914
DOVER	1495	1583	1844	1909*
HARWICH	1863	1883	--	--
MANCHESTER	--	--	--	1905
LIVERPOOL	1561	1635	1715	1927
LONDON	200	899	1802	1921

FIGURE 1.3 – Comparaison des dates de fin de période de développement des ports britanniques. BIRD [1963]

TABLE III

The Development of the Port of Zanzibar

	Era	*Terminated by*	*Present-day symbols*
I	Dhow traffic	Various early landing steps	Beaches around Ras Shangani
II	Primitive	Opening of Customs Quay in 1892	
III	Marginal quay extension		
	(a) Customs Quay, 1892–1929	Opening of new wharf in 1929	People's Gardens
	(b) The Wharf, 1929		Present port area

FIGURE 1.4 – Développement du port de Zanzibar. HOYLE [1968]

TABLE IV

The Development of the Port of Tanga

	Era	*Terminated by*	*Present-day symbols*
I	Dhow traffic	Construction of a primitive jetty to unload railway materials, 1892	
II	Primitive: jetty for the unloading of railway materials	Construction of a lighterage quay, 1914	Lighterage quay
III	Marginal quay extension: lighterage quay, 1914; extended 1954		Lighterage quay

FIGURE 1.5 – Développement du port de Tanga. HOYLE [1968]

TABLE V

The Development of the Port of Mombasa

	Era	*Terminated by*	*Present-day symbols*
I	Dhow traffic: largely confined to Mombasa harbour	Construction of first port facilities at Kilindini: Mbaraki jetty, 1896	Continuing (though slight) dhow traffic in Mombasa harbour; landing place
II	Primitive: Mbaraki jetty	Construction of first lighterage quay, 1907	Slipways south of Ras Kilindini
III	Marginal quay extension: lighterage quays	Opening of first deep-water berths, 1926	Lighterage quays south of Ras Kilindini
IV	Simple lineal quayage: deep-water berths	Opening of Kipevu oil terminal, 1963	Deep-water berths Nos. 1–5, 7–14; 16–19 under construction
V	Specialized quayage: oil terminal facilities		Kipevu oil terminal (jetty and facilities)

FIGURE 1.6 – Développement du port de Monbasa. HOYLE [1968]

TABLE VI

The Development of the Port of Dar es Salaam

	Era	*Terminated by*	*Present-day symbols*
I	Dhow traffic: the open roadstead port of Bagamoyo; Seyyid Majid's attempts to develop Dar es Salaam	Construction of first port facilities at Dar es Salaam, 1900	Beach at Bagamoyo; no present port activity
II	Primitive: masonry stairways and shoots, 1900; railway contractors' jetty, 1905	Opening of first lighterage quay, 1907	Town Quay
III	Marginal quay extension: lighterage quay, 1907; extended 1929, 1933	Opening of deep-water berths, 1956	Town Quay
IV	Simple lineal quayage: Main Quay (deep-water berths)	The provision of modern facilities for the reception of crude oil, 1966	Main Quay; additional deep-water berths under construction
V	Specialized quayage: Kigamboni jetty for the reception of crude oil for refining near-by		Kigamboni jetty and associated oil refinery

FIGURE 1.7 – Développement du port de Dar es Salaam. HOYLE [1968]

Tous ces travaux ont permis de construire un modèle de périodisation des ports pour la géographie historique. Ce modèle d'évolution peut-être résumé dans le tableau 1.8.

Era	*Terminated by the Epoch of . . .*
I *Primitive*	the overflowing of the port function from the *primitive* nucleus of the port or the change in location of the dominant port function
II *Marginal Quay Extension*	the change from a simple continuous line of quays
III *Marginal Quay Elaboration*	the opening of a dock or the expansion of the harbour
IV *Dock Elaboration*	the opening of a dock with *simple lineal quayage*
V *Simple Lineal Quayage*	the provision of oil berths in deep water
VI *Specialized Quayage*	the occupation of all waterside sites between the port nucleus and the open sea

FIGURE 1.8 – Schéma générique du développement d'un port. BIRD [1963]

ANY-PORT : un modèle générique pour l'étude comparée de la morphologie des ports. Des travaux plus récents comme celui de LÓPEZ [2004], DUCRUET [2004] et de VIEIRA [2011a], ont rendu le modèle ANY-PORT applicable de manière générique à tous les ports dans le but de comparer leurs stades de développement de leurs morphologie. Des cinq étapes élaborées par HOYLE [1968], nous en tirons trois (voir figure 1.9) :

- **L'établissement ou l'ancrage** (de la fondation du port jusqu'en 1860). Dans l'Antiquité selon LÓPEZ [2004], l'emplacement du port profite des conditions naturelles de la côte et les premières activités portuaires ont lieu directement sur les plages ou sur des petits quais latéraux. Des petits embarcadères sont construits plus tard permettant d'intensifier les échanges. DUCRUET [2004] écrit que *"jusqu'à la révolution industrielle, l'organisation des ports reste donc assez simple, focalisée autour de quelques bassins pour la pêche ou le commerce, et accompagnée d'activités situées dans le quartier marin."*
- **L'expansion** (de 1860 jusqu'en 1970). LÓPEZ [2004] écrit qu'elle est la conséquence de la révolution industrielle appliquée aux moyens de transport terrestre (chemin de fer) et maritime (navires) qui imposent au port de sévères mutations. Le chemin de fer aboutit sur le port ce qui permet à celui-ci d'être relié directement à un vaste hinterland dont la conséquence est l'augmentation du trafic maritime. Pour l'absorber, on observe une augmentation de la taille des navires et des quais nécessaires pour leur manutention. Des activités nouvelles comme la construction navale apparaissent.
- **La spécialisation**. Dans les années 1970, la généralisation de l'utilisation de containers nécessite de grands espaces aux abords immédiats des quais. On assiste alors à un déplacement des ports vers leur estuaire où l'on trouve des réserves foncières disponibles. Ce déplacement rend inutile les sites portuaires d'origine, proche des centres-villes. Ces quais,bassins et hangars sont progressivement abandonnés. On assiste alors à une reconquête par la ville des espaces portuaires délaissés (lire les travaux VIEIRA [2011b] sur la réhabilitation de Puerto Madero à Buenos Aires).

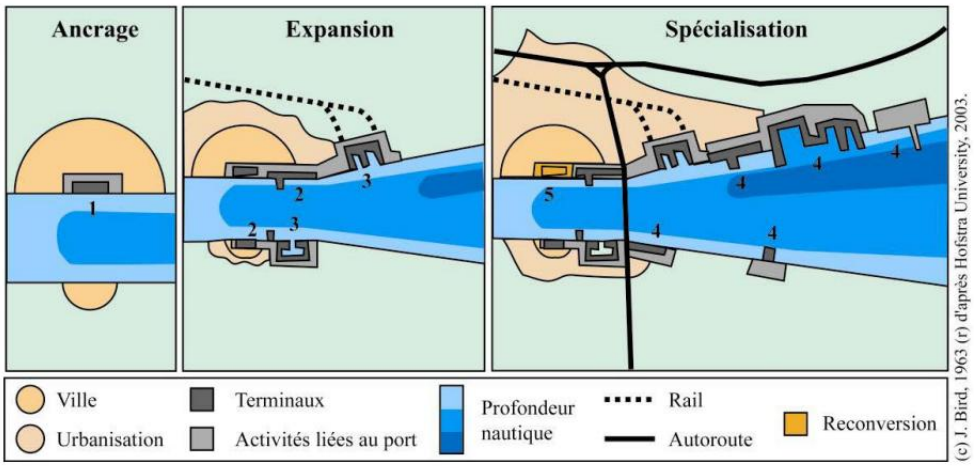


FIGURE 1.9 – Any-Port, modèle spatial de l'évolution des ports (la figure est issue du livre de RODRIGUE et collab. [2009])

Les travaux de Bird et Hoyle ont montré que l'on pouvait périodiser la morphologie des ports en étudiant l'évolution des infrastructures portuaires sur de longues périodes. Les quais, les bassins, les entrepôts sont de bons indicateurs pour l'évolution du développement des ports. Nous reprenons ces travaux pour notre étude en ajoutant d'autres indicateurs qui nous paraissent pertinents pour l'histoire des sciences et techniques. En effet, lorsque nous étudierons le quai nous serons attentifs à l'évolution des longueurs et des profondeurs associées à celui-ci. La profondeur est directement associée à la capacité d'un port à recevoir certains types de bateaux. Les géographes ne prennent pas en compte

les activités humaines qui se déroulent dans les ports. Nous montrerons que ces activités effectuées par des acteurs utilisant un artefact et des savoirs associés à l'usage de celui-ci, permettent de produire une périodisation pour l'histoire des sciences et techniques. Les artefacts, les activités, les acteurs ainsi que les savoirs seront les classes de notre ontologie. [4]

Conclusion sur la modélisation des ports.

Les travaux de Bird sur le modèle ANY-PORT étudient les infrastructures des ports avec pour objectif de comparer le développement des ports actuels. Notre travail constitue un développement de ANY-PORT : c'est le modèle d'évolution spatio-temporel fondé sur l'étude des artefacts qui est caractéristique de la mobilité et qui fait système ensemble (quai, grue, moyen de transport, zone de stockage). Les problématiques présentes chez Bird et dans la thèse sont très différentes et les modèles qui en sont issus également. Nous montrerons que les périodisations obtenues dans notre étude sont les mêmes que celles d'ANY-PORT lorsque que l'on regarde l'évolution des infrastructures mais diffèrent lorsque l'on s'intéresse à l'évolution dans le temps des artefacts liés à la mobilité. Nous produirons donc une périodisation des ports propre à l'histoire des sciences et des techniques qui nous permettra de proposer une histoire comparée des ports. Le modèle HST-PORT que nous allons proposer dans le chapitre 5 n'est pas une simple extension du modèle ANY-PORT mais il englobe ce dernier.

1.5 Conclusion

Le travail bibliographique a permis de relever trois conclusions :

1. Un port peut être considéré comme un macro-système complexe : c'est une enceinte, constituée d'artefacts organisés en système afin de gérer les flux. Les ports sont des réseaux avec leurs hinterlands et leurs forelands. Les ports de Brest, Rosario et Mar del Plata sont des macro-systèmes complexes.
2. Afin de rendre compte de la complexité du macro-système, il est nécessaire de modéliser l'évolution du port. Nous allons dans les chapitres de la partie 2 décrire et expliciter la méthodologie de construction du modèle HST-PORT issue du méta-modèle ANY-ARTEFACT.
3. Enfin, il s'agira de montrer que sur une durée longue, la comparaison des évolutions de tous les ports est possible. Les ports de Brest, Rosario et Mar del Plata sont très différents mais l'étude de leurs évolutions permet de les classer dans de nouvelles typologies de ports.

1.6 Références

BIRD, J. H. 1963, *The major seaports of the United Kingdom*, Hutchinson. vii, 20, 21, 22

BROCARD, M. 1994, «Deux villes frontières portuaires : Le Havre et Southampton», *La Revue d'Ici*, vol. 11, p. 8–12. 16

BROEZE, F. 1989, *Brides of the Sea : Port Cities of Asia from the Sixteenth to the Twentieth Centuries*, vol. 1, University of Hawaii Press. 18

4. voir contribution sur les classes de HST Port.

CHALIER, G. 2017, «Competencias entre hinterlands ferroportuarios en el sudoeste bonaerense : el caso del puerto de Arroyo Pareja.», dans XVI*e* *Jornadas Interescuelas Mar del Plata*. 17

COMTOIS, C., L. LAGIMONIÈRE, B. SLACK et D. VALLÉE. 1993, «Le rôle et la fonction des ports de petite et moyenne taille dans le système Saint-Laurent», *Cahiers de géographie du Québec*, vol. 37, n° 100, p. 17–33. 18

DAVIES, A. 1996, «Innovation in large technical systems : the case of telecommunications», *Industrial and Corporate Change*, vol. 5, n° 4, p. 1143–1180. 14

DUBREUIL, D. 2005, «Le triptyque portuaire est-il toujours pertinent?», *Flux*, , n° 1, p. 46–58. 17

DUCRUET, C. 2004, *Les villes-ports, laboratoires de la mondialisation*, thèse de doctorat, Université du Havre. 22, 23

ELLUL, J. 1977, «Le système technicien», *Calmann-Lévy Paris*. 14

EWERTSSON, L. et L. INGELSTAM. 2004, «Large technical systems : A multidisciplinary research tradition», dans *Systems Approaches and Their Application*, Springer, p. 291–309. 14

GILLE, B. «La notion de"système technique"(essai d'épistémologie technique)», . 14

GRAS, A. 1997, *Les macro-systèmes techniques*, Que sais-je?, PUF. 14

HAYUT, Y. 1981, «Containerization and the load center concept», *Economic geography*, vol. 57, n° 2, p. 160–176. 20

HERSENT, G. 1930, *Les progrès réalisés dans la construction et l'exploitation des ports maritimes depuis cinquante ans*, Le Génie Civil. 17

HOYLE, B. S. 1968, «East african seaports : An application of the concept of'anyport'», *Transactions of the Institute of British Geographers*, p. 163–183. vii, 20, 21, 22

HOYLE, B. S. et D. PINDER. 1992, *European port cities in transition*, Halsted Press. 18, 20

HUGHES, T. et O. COUTARD. 1996, «Quinze ans de recherches historiques et sociales sur les grands systèmes techniques. un entretien avec thomas hughes», *Flux*, vol. 12, n° 25, p. 40–43. 14

HUGHES, T. P. 1983, *Networks of power : electrification in Western society, 1880-1930*, Baltimore : Johns Hopkins Press. 14

HUGHES, T. P. 1998, «L'histoire comme systèmes en évolution», dans *Annales. Histoire, Sciences sociales*, vol. 53, Cambridge University Press, p. 839–857. 14

HUGHES, T. P. et collab.. 1987, «The evolution of large technological systems», *The social construction of technological systems : New directions in the sociology and history of technology*, vol. 82. 14

JACKSON, G. 2007, «Early modern european seaports studies : Highlights and guidelines», *European Seaport Systems in the Early Modern Age*, p. 8. 18

JARVIS, A. 1999, «Port history : some thoughts on where it came from and where it might be going», *Harbours and Havens : Essays in Port History in Honour of Gordon Jackson*, p. 13–34. 18

LAROCHE, F. 1893, *Ports maritimes. Volume 2*, Encyclopédie des travaux publics, 353–355 p.. 16

LEMARCHAND, A. 1999, «Un essai de caractérisation des systèmes portuaires"», *Les Ports Normands : un Modèle ?*, p. 231–238. 16

LEMONNIER, P. 1983, «L'étude des systèmes techniques, une urgence en technologie culturelle», *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, , nº 1. 14

LÓPEZ, C. A. 2004, *Integración urbana de los espacios portuarios*, Instituto Universitario de Estudios Marítimos, Universidad de Coruña. 22, 23

MAUSS, M. 1926, «Manuel d'ethnographie», *Paris : Payot*. 14

NOTTEBOOM, T. 1998, «Land access to seaports : Spatial and functional integration of container port systems and hinterland networks in europe. 113 round table on transport economics. paris», *Economic Research Centre ECMT-OECD*. 17

NOTTEBOOM, T. E. 1997, «Concentration and load centre development in the european container port system», *Journal of transport geography*, vol. 5, nº 2, p. 99–115. 20

ORTIZ, R. M. 1943, «Valor económico de los puertos argentinos», . 18

POLÓNIA, A. 2008, «Les petits ports dans le système portuaire européen a l'âge moderne (XVIe - XVIIIe»», *Revista da Faculdade de Letras : História, 09, 2008, p. 27-52*. 18

RODRIGUE, J.-P., C. COMTOIS et B. SLACK. 2009, *The geography of transport systems*, Routledge. vii, 23

SALVUCCI, L. K., F. W. KNIGHT et P. K. LISS. 1991, «Atlantic port cities : Economy, culture, and society in the atlantic world, 1650–1850», . 18

SAUPIN, G. 2016, «Mondialisation et modification des hiérarchies des grands ports de commerce, mi XVIIe–mi XIXe siècle : une comparaison entre l'Espagne, la France et la Grande Bretagne», *Nuevo Mundo Mundos Nuevos. Nouveaux mondes mondes nouveaux-Novo Mundo Mundos Novos-New world New worlds*. 18

SERONDE, A.-M. 1964, «Les grands ports de commerce italiens en 1962», *L'information géographique*, vol. 28, nº 3, p. 93–101. 18

STENTOFT ARLBJØRN, J. et A. HALLDORSSON. 2002, «Logistics knowledge creation : reflections on content, context and processes», *International journal of physical distribution & logistics management*, vol. 32, nº 1, p. 22–40. 19

STOCK, J. R. 1997, «Applying theories from other disciplines to logistics», *International journal of physical distribution & logistics management*, vol. 27, nº 9/10, p. 515–539. 19

TAAFFE, E. J., R. L. MORRILL et P. R. GOULD. 1963, «Transport expansion in underdeveloped countries : a comparative analysis», *Geographical review*, vol. 53, nº 4, p. 503–529. 20

VIEIRA, A. D. 2011a, *Revilatizacion de dos espacios portuarios en Puerto madero*, Universidad Federal Do Rio Grande Do Sul, 312 p.. URL http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/55621/000826759.pdf?sequence=1. 22

VIEIRA, O. A. D. 2011b, «As revitalizações dos espaços portuários de puerto madero-buenos aires-e do cais mauá-porto alegre : e suas relações com o entorno. por uma análise de aproximação», . 23

VIGARIÉ, A. 1979a, *Ports de commerce et vie littorale*, Hachette. 16

VIGARIÉ, A. 1979b, *Ports de commerce et vie littorale*, Hachette, 70 p.. 16

VIGARIÉ, A. 1979c, *Ports de commerce et vie littorale*, Hachette, 71 p.. 16

VIGARIÉ, A. 1979d, *Ports de commerce et vie littorale*, Hachette, 79 p.. 16

WOO, S.-H., S. J. PETTIT, D.-W. KWAK et A. K. BERESFORD. 2011, «Seaport research : A structured literature review on methodological issues since the 1980s», *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, vol. 45, n° 7, p. 667–685. vii, 18, 19

Chapitre 2

État de l'art sur le Web sémantique

Sommaire

2.1 Introduction 30
2.2 Les représentations objets. 31
2.2.1 Les réseaux sémantiques 31
2.2.2 Les logiques de description 32
2.3 Le Web sémantique 33
2.3.1 Introduction 33
2.3.2 La pile des standards du web sémantique 34
2.3.3 Les ontologies pour le web sémantique 42
2.3.4 Les bases de connaissances 43
2.3.5 Le web des données 44
2.4 Ontologies pour l'histoire 45
2.5 Le CIDOC-CRM 49
2.5.1 Les principes du CIDOC-CRM 50
2.5.2 Les extensions du CIDOC-CRM 56
2.6 Conclusion 57
2.7 Références 58

2.1 Introduction

Le Web sémantique est une extension du World Wide Web, notamment au travers des standards du World Wide Web Consortium (W3C) [1]. Selon GRUBER [1993] pour le W3C, le Web sémantique fournit un cadre commun qui permet de partager et de réutiliser les données au-delà des périmètres des applications, des entreprises et des communautés, en se fondant sur l'héritage des travaux de recherche en représentation des connaissances.

Nous allons définir les notions de données, d'informations et de connaissances, qui sont d'une part sujettes à différentes interprétations et d'autre part au cœur du World Wide Web et plus particulièrement du web sémantique. Nous reprenons ici les définitions des travaux de PRADEL [2013] et AMARGER [2015].

- Donnée : une donnée est une valeur obtenue grâce à un capteur, une base de données, une interaction avec un utilisateur, etc. Une donnée peut être stockée, transmise et analysée. Elle ne véhicule aucune signification. Nous pouvons prendre l'exemple de la donnée : "quai". C'est une chaîne de caractères.
- Information : une information est porteuse de sens - elle a une sémantique liée à un contexte d'usage. En d'autres termes, c'est une donnée associée à un contexte d'usage. Ce dernier permet d'interpréter la donnée pour en déterminer un sens unique. Dans le contexte des études portuaires, la donnée "quai" prend un sens bien particulier car il s'agit d'un artefact permettant l'accostage des navires.
- Connaissance : une connaissance est la formalisation d'une information dans un langage de représentation des connaissances. Cette formalisation, associée à d'autres connaissances, permet d'interpréter des données pour produire des informations ; mais aussi déduire de nouvelles connaissances. Ces dernières viennent enrichir l'ensemble des connaissances et permettent d'autres déductions. Si nous lisons dans une archive la donnée suivante : "les quais du port de Rosario ont une profondeur de 6m" ; nous interprétons cette donnée de la manière suivante : les "quais du port de Rosario" appartiennent à la classe des quais car le contexte est celui des ports. De plus, nous en déduisons que les quais ont une propriété particulière qui s'appelle la profondeur. Nous pouvons interpréter cette donnée pour produire une information parce que nous avons des connaissances liées au contexte d'usage.

D'après PRADEL [2013] dans le domaine de l'Intelligence Artificielle (IA) et des représentations objets, les connaissances sont de deux types : les connaissances assertionnelles et les connaissances ontologiques. Les connaissances assertionnelles ou factuelles décrivent des faits précis (par exemple, les quais de Rosario ont une profondeur de 6 m ou les quais de Rosario font partie du port de Rosario). Les connaissances ontologiques décrivent les connaissances à un plus haut niveau d'abstraction (par exemple, un quai a une profondeur exprimée en mètres et un quai est un élément d'un port).

Le chapitre s'organise de la manière suivante. Dans un premier temps, nous allons présenter les représentations objets et plus particulièrement l'une d'entre elles, les logiques de description. Puis, nous allons expliciter les principes du web sémantiques, certains de ces standards : RDF, RDFS, OWL 2, RIF, SWRL et SPARQL, les ontologies, les bases de connaissances et le web des données. Nous présenterons enfin une ontologie particulière, dédiée au patrimoine culturel, qui est le CIDOC-CRM.

1. Le World Wide Web Consortium (W3C), est un organisme fondé en octobre 1994 chargé de promouvoir la compatibilité des technologies du World Wide Web. Il fonctionne comme un consortium international.

2.2 Les représentations objets.

La représentation des connaissances a débuté avec les travaux des psychologues COLLINS et QUILLIAN [1972] qui ont proposé une structure hiérarchique pour l'étude de la mémorisation ; ils ont proposé un mécanisme général d'association pour représenter le sens des mots en modélisant l'usage de la taxonomie [2].

2.2.1 Les réseaux sémantiques

Ce mécanisme d'association produit un ensemble de nœuds et d'arcs entre ces nœuds qui forment un graphe orienté sans circuit dont les nœuds et les arcs sont étiquetés. Les nœuds peuvent représenter des classes ou des individus. Les arcs représentent des relations entre classes ou individus. Ces graphes ont été appelés "réseaux sémantiques".

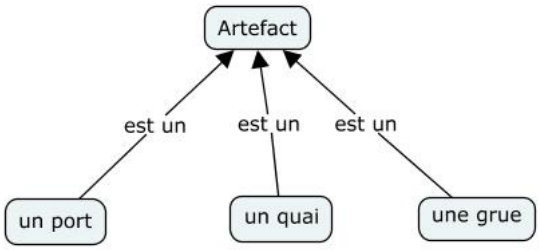


FIGURE 2.1 – Exemple simple d'un réseau sémantique

Dans ces réseaux sémantiques, le graphe d'héritage est formé des classes structurées par une relation de généralisation-spécialisation - ou relation d'héritage. La relation d'héritage induit la notion d'héritage qui permet à une classe d'hériter de toutes les propriétés de ses classes plus générales - super-classes. Dans l'exemple précédent, la classe "Artefact" possède une propriété "a pour fonction", toutes ses sous classes hériteront de cette propriété. On pourra aussi dire que la classe "Artefact" est une généralisation de la classe "Port" ; la classe "Port" est alors une spécialisation de la classe "Artefact".

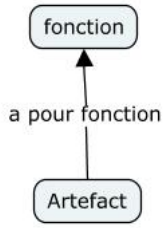


FIGURE 2.2 – Un graphe d'héritage

Cependant, dans ces réseaux, les arcs et les nœuds avaient de très nombreux niveaux de représentations non distingués - non explicités - (des faits, des pointeurs, le sens de phrases, des propositions, des actions, des événements, des propriétés, des assertions, des prédicats, des objets, des classes, des ensembles, des relations sémantiques, des relations linguistiques, des relations conceptuelles et arbitraires, etc.). Il y avait donc une

2. La taxonomie est une branche de la biologie qui propose de décrire les êtres vivants suivant leurs propriétés afin de pouvoir les classer.

confusion de notation et des difficultés pour expliquer le fonctionnement des interpréteurs.

2.2.2 Les logiques de description

Pour palier ces imprécisions, de nouvelles approches ont été développées - Logiques de description, graphes conceptuels et frames logiques. On présentera ici brièvement les logiques de description. Les Logiques de Description : BRACHMAN et SCHMOLZE [1985] ont proposé un autre modèle à mi-chemin entre les réseaux sémantiques et les Frames de Minsky dont le premier représentant s'appelle KL-ONE. Les logiques de description peuvent être utilisées pour représenter les connaissances d'un domaine d'application d'une façon structurée et formelle. D'une part ces langages peuvent être utilisés pour décrire les concepts pertinents d'un domaine. D'autre part, ils possèdent une sémantique formelle. L'un des standards du web sémantique, appelé OWL - pour Ontology Web Language - est fondé sur les logiques de descriptions.

Une logique de description est constituée deux catégories de connaissances :

- La T-box ou connaissances terminologiques - ontologiques - décrit les connaissances générales d'un domaine et définit un ensembles de classes et de rôles (relations binaires entre classes). Les classes peuvent être atomiques ou complexes, construits avec des constructeurs de classes. La relation de subsomption - généralisation/spécialisation - organise les classes et les rôles en hiérarchies

  Il existe deux types de classes : i) Des classes primitives définies par des conditions nécessaires d'appartenance à la classe; ii) Des classes primitives définies par des conditions nécessaires et suffisantes d'appartenance à la classe. Les rôles peuvent être atomiques ou complexes, construits avec des constructeurs de rôles.
- La A-box – connaissances assertionnelles - décrit les individus en les nommant et en spécifiant leur classes et attributs (en termes de concepts et de rôles) et spécifie des assertions portant sur ces individus nommés. En d'autres termes, elle contient un ensemble d'assertions sur les individus : i) des assertions d'appartenance à des classes; ii) des assertions de rôle. Chaque ABox doit être associée à une TBox, car les assertions s'expriment au travers des concepts et des rôles de la TBox.
- Mécanismes d'inférences et raisonnements : D'une manière générale, l'inférence peut être caractérisée par la déduction de nouvelles connaissances ontologiques ou assertionnelles.
  - Au niveau de la T-box, le mécanisme principal d'inférence - qui réalise des raisonnements - est le classificateur. Ce dernier permet de déterminer pour toutes classes de la T-box que deux classes A et B sont en relation de subsomption. En d'autres termes si la classe A est plus générale ou plus spécifique que la classe B ou si elles sont incomparables dans l'ordre du graphe induit par la relation de subsomption. Le classificateur ne peut classer que par rapport à des classes définies.
  - Au niveau de la A-box, il s'agit principalement de vérifications d'instance - un individu est instance d'une classe - et de rôle - une relation binaire est vérifiée entre deux classes.

  Ces mécanismes d'inférence ne sont pas suffisants pour traiter nos problématiques. En effet, il est nécessaire d'ajouter d'autres formes de connaissances, à savoir des règles "logiques" - ou clauses de Horn - et de raisonner sur ces clauses.

Dans ces représentations objets, chaque classe et chaque rôle possède une sémantique unique. C'est ce que propose le web sémantique avec l'idée d'une sémantique formelle dans le monde du Web (point de vue logico-linguistique). Nous allons maintenant présenter et décrire les concepts fondamentaux du Web Sémantique et quelques-uns de ces standards.

2.3 Le Web sémantique

Dans le web sémantique, pour une représentation donnée, chaque classe et chaque propriété a un sens unique qui permet la description des ressources avec une sémantique unique [3]. Cette sémantique unique permet d'offrir les fonctionnalités suivantes : la description, la recherche, le partage et la réutilisation automatique ou semi-automatique (par la machine) de ressources multimédias hétérogènes. Ces dernières peuvent être réparties dans différentes sources culturelles et patrimoniales (musées, archives, bibliothèques, ouvrages...) tout en conservant ces fonctionnalités.

Les historiens sont de plus en plus confrontés à des données numériques hétérogènes provenant d'archives, de journaux, de revues ; ils ont de plus en plus de difficultés à décrire, rechercher, partager et réutiliser ces masses importantes de données. Notre travail propose de fournir pour les historiens des modèles informatiques capables de produire, grâce à ces fonctionnalités des comparaisons de l'évolution des ports pour l'histoire des sciences et des techniques.

Nous allons d'abord présenter les standards utilisés pour le Web sémantique (RDF, RDFS, OWL2) puis nous donnerons une définition du concept d'ontologie utilisé pour le web sémantique. Enfin, nous donnerons quelques éléments de compréhension du "Web des données" ou "Linked Data".

2.3.1 Introduction

Le world wide web dans sa forme d'origine était constitué d'un ensemble de pages web écrite en HTML [4], reliées les unes aux autres par des liens hypertextes. Un site Web est un ensemble de pages Web atteignable depuis une adresse [5] donnée. Le site Web est alors consultable à l'aide d'un navigateur Web ; il suffit d'y écrire l'adresse du site à visiter. Pour consulter un site, il faut connaître son adresse, ce qui limite grandement la découverte de nouveaux sites et donc de nouvelles informations. Pour résumer, le Web est un espace d'information dans lequel les ressources sont identifiées par des identificateurs globaux appelés Uniform Resource Identifiers (URI). Un URI permet de désigner de manière unique une ressource.

Le Web possédait à ses débuts un nombre restreint de sites ; des annuaires Web qui sont des sites Web proposant des liens vers d'autres sites en les classant en catégorie, ce qui permettait à l'utilisateur de s'orienter vers les sites Web représentant ses centres d'intérêt. L'augmentation exponentielle du nombre de sites Internet dans les années 2000 a rendu cette méthode d'accès à la connaissance inadaptée. Pour palier cette difficulté, les

3. On entend par "sémantique unique", le fait que la "représentation de connaissances" évite la polysémie des mots.

4. Le HTML (Hypertext Markup Language) est un langage de balisage utilisé pour représenter des pages web.

5. Les documents en HTML utilise la notation des adresses de type URI (Uniform Resource Identifier) pour référencer les pages web.

"moteurs de recherche" ont été inventés, fondés sur une recherche par mots clés. Les moteurs de recherche ont permis de rendre accessibles les informations sur le Web. Ils sont encore aujourd'hui le moyen le plus utilisé pour rechercher des informations sur Internet. Cependant, les moteurs de recherche ne traitent pas la polysémie des mots [6] ; une recherche peut produire plusieurs centaines de milliers de résultats. Soit on ne trouve pas l'information recherchée, soit on obtient trop de résultats. Par conséquent, il est quasi impossible de partager et de réutiliser les résultats produits par un moteur de recherche. Le Web sémantique dont l'expression est attribuée à BERNERS-LEE et collab. [2001] est une évolution du Web qui a pour objectif de traiter ces problèmes en associant aux ressources des descriptions ayant une sémantique unique et précise grâce à ces représentations objets.

BERNERS-LEE et FISCHETTI [2001] présente sa vision de ce que devait être le Web sémantique :

> *I have a dream for the Web [in which computers] become capable of analyzing all the data on the Web – the content, links, and transactions between people and computers. A "Semantic Web", which should make this possible, has yet to emerge, but when it does, the day-to-day mechanisms of trade, bureaucracy and our daily lives will be handled by machines talking to machines. The "intelligent agents" people have touted for ages will finally materialize.*

Les informations - ressources - présentes sur le Web pourront être retrouvées, partagées et réutilisées automatiquement. Pour cela, le Web sémantique propose des standards pour définir les ontologies, la description des ressources et leur interrogation.

2.3.2 La pile des standards du web sémantique

L'architecture du Web Sémantique est souvent illustrée par le schéma de la figure 2.3 que l'on appelle "la pile des standards du web sémantique". Cette pile représente la hiérarchisation des standards qui constituent le Web sémantique.

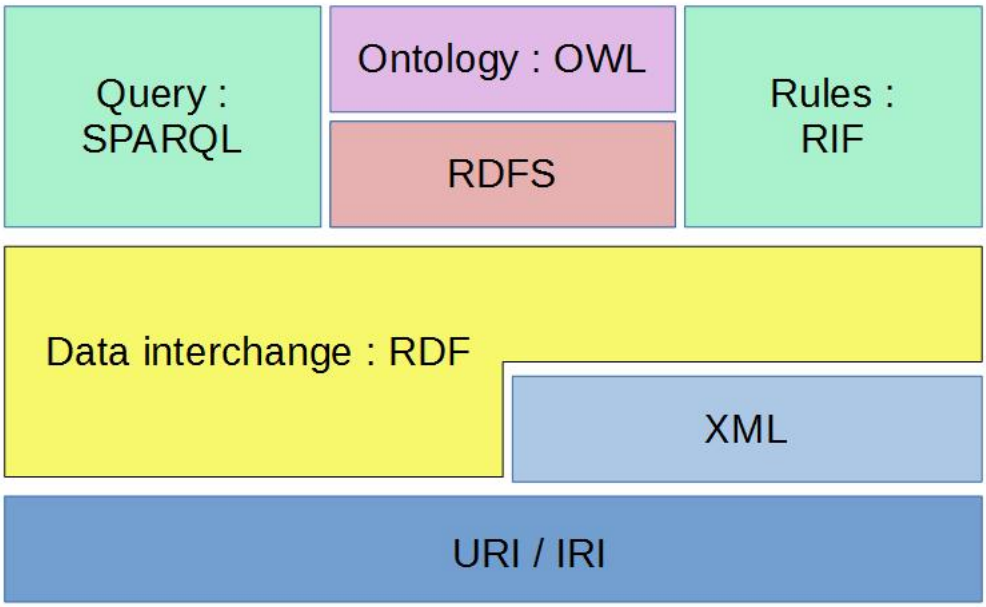


FIGURE 2.3 – La pile des standards du web sémantique

6. Un moteur de recherche ne fait pas de différence entre une souris (l'animal), une souris (un correcteur) ou une souris (l'accessoire de l'ordinateur)

En analysant cette pile, il est possible d'après ST-GERMAIN [2017] d'en repérer quatre groupes différents ayant des fonctions distinctes :

- Adressage des ressources, fonction d'identification : URI, IRI
- Description des ressources : XML, RDF
- Représentation de connaissance, fonction de logique : OWL, RDFS, RIF
- Interrogation des ressources, fonction de requêtes : SPARQL

Nous allons donc décrire les quatre groupes de cette pile qui sont nécessaires pour élaborer des services et des applications pour le web des données selon BAKER et collab. [2011].

Identification

Un URI (Uniform Resource Identifier) est un identifiant ; c'est-à-dire une chaîne de caractères dont la syntaxe est normalisée par le W3C. Il permet sur un réseau donné d'identifier de manière unique une ressource (par exemple une ressource Web). L'URI est le standard de base du World Wide Web. Les utilisateurs du Web connaissent déjà les URI car ils utilisent fréquemment des URL qui sont des types d'URI. Une URL permet l'identification et l'accès aux ressources sur le Web (exemple : http ://univ-brest.fr).

Description

Les langages XML et RDF permettent de décrire les ressources, mais pas de la même manière : i) XML pour la structure syntaxique d'une ressource ; ii) RDF pour la description sémantique des ressources.

Le langage XML. Le langage XML (Extensible Markup Language) permet de décrire la structure d'un document ou ressource - sous la forme d'un arbre syntaxique - qui peut être décrit par un modèle appelé DTD (Document Type Description). A partir d'une DTD, on peut vérifier la conformité d'un document pour ensuite le réutiliser. On peut ainsi assurer l'interopérabilité de ces derniers.

Le langage RDF. Le modèle RDF est un modèle de données pour les ressources - données - et leurs relations. En d'autres termes, c'est un format de données de graphe orienté et étiqueté pour représenter des informations dans le Web. Le W3C a développé ce modèle RDF, *Resource Description Framework*, pour assurer l'interopérabilité des données - ressources. Ce standard est fondé sur un modèle relationnel qui est représenté par des triplets : (sujet, prédicat, objet) dans la figure 2.4. Un triplet représente une relation binaire dont le prédicat est la relation, le sujet et l'objet sont des objets ("ressources"). L'une des syntaxes utilisées pour RDF est la syntaxe XLM/RDF que l'on exemplifie en 2.3.2. RDF est un modèle de données pour les objets ("ressources") et les relations entre eux, fournit une sémantique simple pour ce modèle de données, et ces modèles de données peuvent être représentés dans une syntaxe XML.

FIGURE 2.4 – Schématisation d'un triplet RDF.

Tous les éléments du triplet sont identifiés par une URI. Nous avons dans un premier temps représenté dans un tableau des triplets RDF issus de nos travaux sur les ports [7].

Sujet	Prédicat	Objet
<!– http :www.pho.owl Caubios_Jean	rdf :type	http://www.pho.owl# ingenieur_centralien
<!– http :www.pho.owl Caubios_Jean	cidoc :P11i_participated_in	http://www.pho.owl# construction_mdp_port_nouveau
<!– http :www.pho.owl Caubios_Jean	pho :a_pour_role [8]	http://www.pho.owl# représentant_SNTP_en_Argentine

TABLEAU 2.1 – Représentation sous forme d'un tableau d'un graphe RDF.

Dans un deuxième temps, nous avons réalisé le graphe RDF.

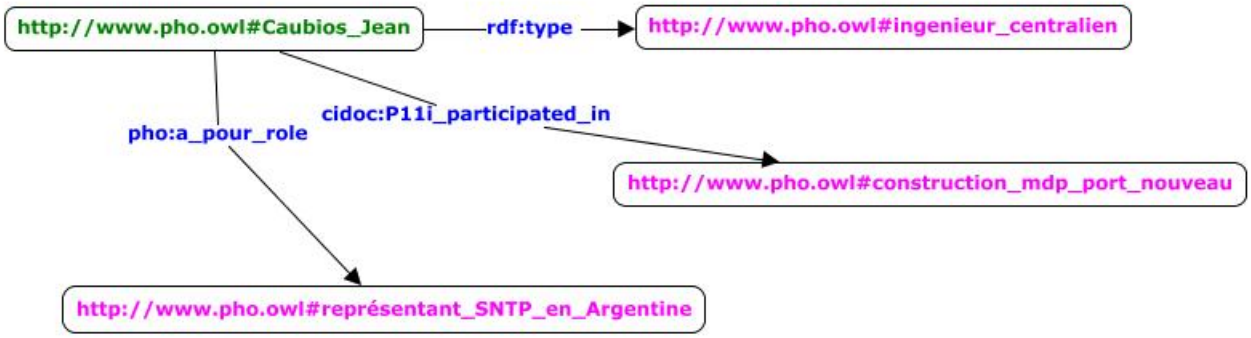


FIGURE 2.5 – Graphe RDF.

Les triplets RDF donnent les informations suivantes : Caubios Jean dont l'URI est http://www.pho.owl#Caubios_Jean est ingénieur centralien [9]. Il a participé à la construction du port nouveau de Mar del Plata (Mdp). Il a pour rôle d'être le représentant de la SNTP [10] en Argentine. Pour que ce graphe soit utilisable par un ordinateur, il faut l'encoder. La syntaxe utilisée est le RDF/XML qui est le standard préconisé pour RDF :

7. PHO pour "Port History Ontology" est l'ontologie que nous avons créé pour cette thèse. La partie 2 de ce livre présente la conception de l'ontologie PHO

8. "pho :" est le préfixe de http :www.pho.owl#; l'URI "http :www.pho.owl#Caubios_Jean s'écrit également de manière plus synthétique : pho :Caubios_Jean

9. Ingénieur issu de l'Ecole Centrale de Paris; cette école était aussi appelée "Ecole Centrale des Arts et Manufactures"

10. "Société Nationale de Travaux Publics" ou SNTP est l'entreprise constructrice du port de Mar del Plata.

```
<NamedIndividual rdf :about="http :www.pho.owl#Caubios_Jean">
<rdf :type rdf :resource="http://www.pho.owl#ingenieur_centralien"/>
<cidoc :P11i_participated_in rdf :resource="http://www.pho.owl#construction_mdp_
port_nouveau"/>
<pho :a_pour_role rdf :resource="http://www.pho.owl#représentant_SNTP_en_Argentine"/>
</NamedIndividual>
```

Dans cet extrait de l'ontologie PHO, nous avons utilisé des éléments de la syntaxe RDF/XML :

rdf :about désigne le sujet du triplet.

rdf :resource désigne l'objet du triplet.

rdf :type précise la classe à laquelle appartient un individu.

C'est par la propriété rdf :type, que l'on définit la classe d'appartenance d'un individu. Les classes et les relations associées sont définies dans une représentation de connaissances objets ou ontologie à partir de standards tels que RDFS et/ou OWL2.

Représentation de connaissances objets

Dans le cadre du Web sémantique, nous présentons deux standards particuliers : RDFS et OWL2. RDFS a été créé en premier mais il a un pouvoir d'expression limité en comparaison d'OWL, pour Ontology Web Language. OWL, qui est une extension de RDFS a été conçu par la suite puis étendu pour donner OWL 2.

Langage RDFS : Le langage RDFS ou RDF Schema est un vocabulaire pour décrire les propriétés et les classes des ressources RDF, avec une sémantique pour les hiérarchies de généralisation/spécialisation de ces propriétés et classes. En d'autres termes, c'est une représentation de connaissances objets. Il fournit des mécanismes pour décrire des classes et des relations entre ces classes. RDF Schema est écrit en RDF dont les principales caractéristiques sont présentées ci dessous.

Classes et sous-classes

- rdfs :Class est la classe des ressources qui sont des RDF classes.
- rdfs :subClassOf permet de définir des hiérarchies de classes.
- Exemple :

```
<Class rdf :about="http :www.pho.owl#ingenieur_centralien">
  <rdfs :subClassOf rdf :resource="http://www.pho.owl#ingenieur"/>
    <rdfs :subClassOf rdf :resource="http://www.pho.owl#acteur_individuel"/>
      <rdfs :subClassOf rdf :resource="http://www.pho.owl#acteur"/>
```

La classe "ingenieur_centralien" est une sous-classe de la classe "ingenieur". C'est-à-dire que l'ingénieur centralien est un ingénieur. Un "ingénieur" est une sous classe d'"acteur_individuel" et acteur_individuel" est sous classe d'"acteur". La classe "ingénieur_centralien" va donc hériter des propriétés des classes "ingenieur", "acteur_individuel", "acteur".

Propriétés RDFS précise la notion de propriété - ou prédicat/relation - en permettant d'attribuer une classe au sujet et une classe ou un littéral à l'objet d'un triplet. Pour se faire, RDFS défini deux propriétés particulières qui sont rdfs :domain et de rdfs :range :

- rdfs :domain précise la classe qui définit une propriété. Par exemple, si on prend la propriété "pho :a_etudie". Cette propriété est définie dans "pho :acteur".
- rdfs :range définit le domaine de valeur d'une propriété. En reprenant l'exemple précédant, le domaine de valeur de cette propriété est "pho :ecole"

Les propriétés définies par rdfs :domain et rdfs :range sont héritées par les sous-classes de la classe désignée par le rdfs :domain. Nous avons représenté dans la figure 2.6 une hiérarchie de la classe pho :acteur.

FIGURE 2.6 – Graphe RDFS.

La classe "pho :acteur" définit la propriété "pho :a_etudie". Donc, toutes les sous-classes de "pho :acteur" vont hériter de cette propriété.

Le langage OWL2 - Ontology Web Language : Le langage OWL 2 est une évolution de OWL qui est une extension de RDFS dont il reprend les concepts fondamentaux : Ex : Class, rdfs :subClassOf, rdf :Property, rdfs :subPropertyOf, rdfs :domain, rdfs :range, Individual. Par rapport à RDFS, OWL ajoute du vocabulaire pour décrire les propriétés et les classes : entre autres, les relations entre classes (par exemple, la disjonction), la cardinalité (par exemple, "exactement une"), l'égalité, une typographie plus riche des propriétés, les caractéristiques des propriétés (par exemple, la symétrie), et les classes énumérées. OWL 2 ajoute de nouvelles fonctionnalités par rapport à OWL. Certaines offrent une nouvelle expressivité,comme par exemple : les clés, les chaînes de propriétés, des types de données plus riches, des domaines de valeurs, des restrictions relatives à la cardinalité qualifiée, des propriétés asymétriques, réflexives et disjointes et des capacités d'annotation améliorées. OWL 2 offre donc un plus grand pouvoir d'expression que RDFS et OWL [11]. Nous allons en décrire ici quelques unes, sans être exhaustif :

- Les égalités/inégalités de classes : plusieurs propriétés sont présentes dans OWL2 pour les exprimer :

11. Dans la mesure du possible, on explicitera le langage OWL 2 avec des exemples issus de l'ontologie PHO que nous avons conçue.

1. owl :equivalentClass : deux classes peuvent être considérées comme équivalentes, ce qui sera très utile pour relier des classes exprimées dans des schémas différents. C'est le principe du linked data qui sera développé dans le paragraphe 2.3.5.
2. owl :equivalentProperty : deux propriétés peuvent être déclarées équivalentes ce qui peut être utilisé pour créer des propriétés synonymes dans des schémas différents.
3. owl :sameAs : deux instances peuvent être déclarées identiques.
4. owl :differentFrom : une instance peut être déclarée différente d'autres instances.

- Les caractéristiques des propriétés :

1. owl :ObjectProperty met en relation deux instances de deux classes.

```
<!-- http://www.pho.owl#a_pour_energie -->

<ObjectProperty rdf:about="http://www.pho.owl#a_pour_energie">
    <rdfs:domain rdf:resource="http://www.pho.owl#grue"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.pho.owl#energie"/>
</ObjectProperty>
```

FIGURE 2.7 – Utilisation de owl :ObjectProperty dans PHO

La propriété owl :a_pour_energie relie les instances de la classe des grues (owl :grue) à celle de la classe énergie (owl :energie). Chaque grue présente dans l'ontologie possède une énergie (manuelle, électrique, etc.)

2. owl :DatatypeProperty met en relation une instance d'une classe soit avec des types de données XML Schema (entier, décimaux, etc) soit avec un rdfs :litteral (sous forme d'une chaîne de caractère). L'exemple que nous avons pris concerne l'expression de la longueur des quais avec la propriété pho :longueur ; cette propriété met en relation une instance de quai avec sa longueur déclarée comme un entier.

```
<!-- http://www.pho.owl#longueur -->

<DatatypeProperty rdf:about="http://www.pho.owl#longueur">
    <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="http://www.pho.owl#dimension"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="http://www.pho.owl#quai"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer"/>
    <rdfs:comment>en metre</rdfs:comment>
</DatatypeProperty>
```

FIGURE 2.8 – Utilisation de owl :DatatypeProperty dans PHO

3. owl :inverseOf : une propriété peut être définie comme étant l'inverse d'une autre propriété. La propriété owl :a_pour_energie possède une propriété inverse qui est owl :est_energie_de.

```
<!-- http://www.pho.owl#a_pour_energie -->

<ObjectProperty rdf:about="http://www.pho.owl#a_pour_energie">
    <inverseOf rdf:resource="http://www.pho.owl#est_energie_de"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="http://www.pho.owl#grue"/>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.pho.owl#energie"/>
</ObjectProperty>
```

FIGURE 2.9 – Utilisation de owl :inverseOf dans PHO

Il existe d'autres propriétés comme les "property restrictions" (Restriction, onProperty, allValuesFrom, someValuesFrom) ainsi que les "Restricted Cardinality" (minCardinality, maxCardinality, cardinality) que nous ne présenterons pas ici.

OWL 2 est le langage de représentation de connaissances que nous utiliserons pour la création de notre ontologie car il nous permet d'une part de réutiliser les concepts de RDF/RDFS (classe, sous-classe, etc.) mais également des concepts nouveaux qui vont nous permettre de décrire nos ressources - données - (owl :ObjetProperty, owl :Datatype-Property, etc).

RIF pour "Rule Interchange Format" et les règles : RIF ou Rule Interchange Format est un format d'échange de règles entre les systèmes de règles, en particulier entre les moteurs de règles Web. RIF s'est concentré sur l'échange plutôt que sur un langage de règles unique. En effet, il est impossible de définir un langage unique qui satisferait tous les besoins des nombreux paradigmes populaires pour l'utilisation de règles dans la représentation des connaissances. RIF se concentre sur deux paradigmes de règles, celui fondé sur la logique et celui fondé sur des règles d'actions.

Dans le cadre de nos travaux de recherche, nous n'avons pas utilisé RIF, puisque nous n'avons pas besoin d'échanger des règles entre différents systèmes. Par contre, nous avons utilisé des règles de type HORN - clauses de HORN fondées sur le calcul des prédicats - pour représenter d'autres types de connaissances. Pour cela, nous avons utilisé le langage SWRL pour Semantic Web Rule Language. SWRL est un langage de règles du Web sémantique fondé sur une combinaison des sous-langues OWL DL et OWL Lite du langage OWL avec les sous-langages Unary/Binary Datalog RuleML RuleML du Rule Markup Language. SWRL élargit l'ensemble des axiomes OWL pour y inclure des règles de type Horn - Clauses de HORN fondées sur la logique. Ce langage permet de combiner des règles de type Horn avec une base de connaissances OWL. Une syntaxe abstraite de haut niveau est fournie qui étend la syntaxe abstraite OWL décrite dans le document OWL Semantics and Abstract Syntax. Une extension de la sémantique théorique du modèle OWL est également donnée pour donner une signification formelle aux ontologies OWL, y compris les règles écrites dans cette syntaxe abstraite. Les règles proposées ont la forme d'une implication entre un antécédent (corps) et un conséquent (tête). La signification voulue peut être lue comme suit : chaque fois que les conditions spécifiées dans l'antécédent s'appliquent, alors les conditions spécifiées dans le conséquent doivent également s'appliquer. L'exemple suivant permet d'illustrer SWRL avec une syntaxe concrète - utilisée par Protégé, Pellet, STARDOG, etc. :

$$Rule$$
$$pho:Ecole_ingenieur(?:y),$$
$$cidoc:P107i_is_current_or_former_member_of(?:x,?:y),$$

$cidoc : \text{E39_Actor}(? : x)$

$-> pho : ingenieur(? : x)$

Cela signifie que si "y" est une école d'ingénieur, et "x" est un acteur et "x" est un acteur, a été membre de "y", une école d'ingénieur, alors "x" est un ingénieur.

Le standard SPARQL : SPARQL est un langage de requête et un protocole d'accès qui permet de rechercher des triplets RDF dans une base de triplets, notamment via un SPARQL Endpoint. La plupart des formes d'interrogation SPARQL contiennent un ensemble de motifs de triplet (triple patterns), encore appelé un motif de graphe élémentaire (basic graph pattern). Un motif de triplet, c'est comme un triplet RDF sauf que chaque sujet, prédicat et objet peut être une variable. Un motif de graphe élémentaire peut correspondre à un sous-graphe de données RDF qui constitue le résultat d'une requête SPARQL.

Une requête SPARQL est au moins constituée d'une déclaration de préfixes, d'une liste de variables précisant les résultats attendus, un motif de graphe élémentaire. Il peut aussi contenir un filtre qui permet de limiter le nombre de résultats ou de classer les résultats par ordre alphabétique, ou etc.

La figure 2.10 montre un exemple de requête que nous allons commenter par la suite.

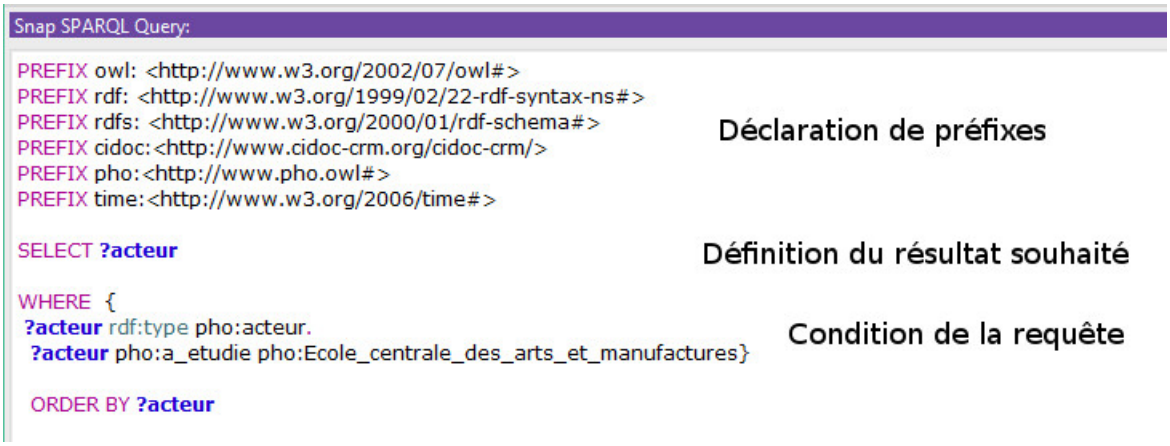


FIGURE 2.10 – Requête SPARQL sur les ingénieurs centraliens.

La requête de la figure 2.10 est constituée des éléments suivants :

- PREFIX indique quelles ontologies seront utilisées par la requête :
  1. cidoc : Préfixe qui désigne une ontologie appelée CIDOC-CRM que nous aborderons dans la section suivante.
  2. time : Préfixe de l'ontologie Time, qui sera décrite dans la section
  3. pho : Préfixe de l'ontologie PHO pour PORT HISTORY ONTOLOGY ; c'est l'ontologie PHO qui contient les données relatives à l'histoire des ports.
- La clause SELECT indique la liste des variables qui seront utilisées dans la requête. Dans l'exemple, la variable déclarée est ?acteur ; le résultat sera donc un ?acteur.
- la clause WHERE fournit un ensemble de motifs de triplet - encore appelé un motif de graphe élémentaire - à comparer avec la base de triplets RDF - ou graphe(s) RDF. Un motif de triplet, c'est comme un triplet RDF sauf que chaque sujet, prédicat et objet peut être une variable. Dans l'exemple ci-dessus, on précise que la variable ?acteur est de type pho :acteur ; cela signifie que la variable ?acteur est une instance de la classe pho :acteur. On précise également que cet individu a étudié à l'Ecole Centrale.

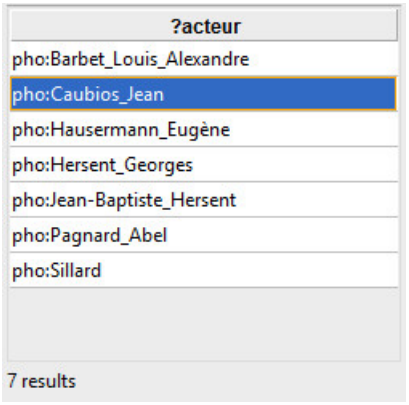


FIGURE 2.11 – Résultats de la requête SPARQL sur les ingénieurs centraliens.

Les résultats représentent donc des acteurs qui ont étudié à l'Ecole centrale et qui sont donc des ingénieurs centraliens. Parmi les résultats, nous retrouvons Jean Caubios qui est comme nous l'avons vu un ingénieur centralien.

Depuis la version 1.1 de SPARQL, il est possible de faire des requêtes fédérées - requêtes SPARQL adressant plusieurs bases de triplets RDF ou SPARQL Endpoints. Le web peut donc être vu comme une immense et unique base de données, grâce à la présence de liens inter-bases - interlinking - dans les bases de triplets. Toutes ces fonctionnalités sont rendues possibles grâce à l'utilisation d'ontologies et de réseaux d'ontologies.

2.3.3 Les ontologies pour le web sémantique

A l'origine, le terme "ontologie" vient de la philosophie où il est employé pour décrire l'existence des êtres dans le monde. En Intelligence Artificielle (IA), le terme "ontologie " désigne une représentation de ce qui existe dans un formalisme permettant des traitements informatiques.

De manière plus précise, nous avons choisi l'une des définitions d'ontologie qui fait référence dans la communauté de l'ingénierie des connaissances GRUBER [1993] et BORST [1997] : *"une ontologie est une spécification formelle explicite d'une conceptualisation partagée d'un domaine donné"*.

Pour expliquer cette définition, nous reprenons les travaux de STUDER et collab. [1998] et AMARGER [2015] :

- *formelle* se réfère au fait que l'ontologie devrait être interprétable par une machine.
- *explicite* signifie que les types des concepts et les contraintes sur leur utilisation sont explicitement définis.
- *conceptualisation* se réfère à un modèle abstrait d'un phénomène en ayant identifié les concepts pertinents de ce phénomène.
- *partagée* se rapporte à la notion selon laquelle une ontologie décrit la connaissance consensuelle, qui n'est pas propre à un individu mais validée par un groupe.

Il existe différentes catégories d'ontologies. On peut notamment citer les deux grandes catégories suivantes [12] :

12. Il existe d'autres catégories d'ontologies comme les core ontologies, task ontologies que nous ne présentons pas ici

- Les ontologies de haut niveau (Top Level Ontology) présentent un fort niveau d'abstraction. Ce sont des modèles des relations communes et des objets qui sont généralement applicables dans un large éventail d'ontologies de domaines. Il utilise habituellement un glossaire de base qui contient les termes et les descriptions d'objets associés tels qu'ils sont utilisés dans les ontologies de divers domaines pertinents. Les ontologies supérieures standardisées disponibles pour l'utilisation incluent BFO, la méthode BORO, Dublin Core, GFO, OpenCyc/ResearchCyc, SUMO, UMBEL, l'Ontologie Fondamentale Unifiée (UFO),[16] et DOLCE [13]. WordNet a été considéré comme une ontologie supérieure par certains et a été utilisé comme un outil linguistique pour les ontologies du domaine d'apprentissage.

- Les ontologies de domaine représentent des concepts qui appartiennent à une partie du monde, comme la biologie ou la politique. Chaque ontologie de domaine propose des définitions de termes spécifiques à un domaine et donc souvent non réutilisable dans d'autres domaines et/ou pour d'autres objectifs. On peut par exemple citer une ontologie sur les vins, les bières, la musique, le football, les pathologies des poumons, etc.

De nos jours pour assurer un certain niveau d'interopérabilité, la conception d'une ontologie nécessite bien souvent de réutiliser des ontologies préexistantes dont il faut analyser la pertinence par rapport aux objectifs visés. Dans le cadre de nos travaux, nous avons principalement utiliser l'ontologie CIDOC-CRM, mais aussi OWL-TIME et WGS84. On en arrive donc à la conception de réseaux d'ontologies qui assurent cette interopérabilité et qui nous permettent de mettre en œuvre le web des données.

2.3.4 Les bases de connaissances

Nous allons commencer par définir la notion de base de connaissances :

> *"La spécification d'un domaine au travers d'une ontologie et d'un ensemble de données relatives à cette ontologie constitue ce que l'on appelle une base de connaissances dirigée par une ontologie. Une base de connaissances cible généralement un domaine donné"* PRADEL [2013].

La figure 2.12 représente un extrait d'une base de connaissance sur les ingénieurs. La partie inférieure exprime des connaissances assertionnelles ou factuelles. La partie supérieure décrit des connaissances ontologiques. Elle exprime qu'un ingénieur centralien, au même titre qu'un ingénieur polytechnicien est de type ingénieur. Elle exprime aussi qu'une école est de type institution. Le fragment d'ontologie exprime aussi une propriété (pho :a_etudie) entre des instances et une classe.

13. http://www.loa.istc.cnr.it/old/DOLCE.html

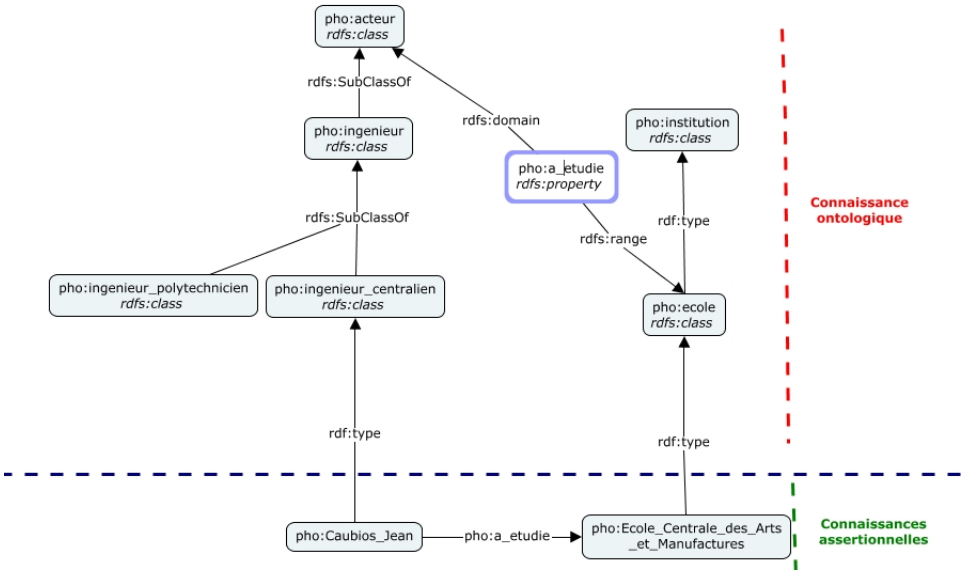


FIGURE 2.12 – Extrait d'une base de connaissance sur les ingénieurs [14].

Une base de connaissances regroupe la partie ontologique et de la partie assertionnelle. Selon AMARGER [2015], la partie ontologique se compose d'un ensemble de classes et de propriétés qui peuvent être utilisées dans la partie assertionnelle. Cette partie assertionnelle est constituée d'individus et de relations définies avec les classes et les propriétés de la partie ontologique. En d'autres termes, une base de connaissance est une ontologie peuplée d'individus.

L'ontologie PHO peuplée par les connaissances issues des trois ports étudiés constitue une base de connaissance sur les ports. Une fois qu'elle sera opérationnelle et disponible en ligne, il sera possible de rechercher / réutiliser et croiser des données provenant de d'autres bases en lien avec l'histoire des ports grâce à l'utilisation de l'ontologie CIDOC-CRM dédiée au patrimoine culturel. C'est un des objectifs du Web des données.

2.3.5 Le web des données

Le web de données ou linked data permet de diffuser et d'encourager la réutilisation de données structurées sur le web en les reliant entre elles pour constituer un réseau global d'informations. Les ressources sont généralement stockées sous la forme de silos de données isolés les uns des autres. Le web des données offre l'accessibilité et l'interopérabilité des données sur le web par l'usage de standard et par l'adoption de quatre grands principes du web des données proposés par BERNERS-LEE [2011] et le W3C :

- Nommer les ressources avec des URI pour identifier chaque ressource de manière unique (voir paragraphe 2.3.2.
- Utiliser des URI http qui existent sur le web (URL) de façon à ce qu'on puisse utiliser ces URI pour accéder à des informations sur les ressources. Les URL offrent la possibilité d'identifier chaque ressource de manière unique sur l'ensemble du Web.
- Fournir à travers l'URI des renseignements exploitables, lisibles à la fois par les humains et les machines, en utilisant des formats comme RDF, RDFS ou OWL2. RDF décrit les ressources sous forme de triplets et fournit une sémantique simple pour

14. Notre figure est adaptée à partir d'un exemple développé par PRADEL [2013]

ce type de ressource (voir paragraphe 2.3.2). RDFS permet de décrire les classes et les relations entre les classes et OWL2 offre un pouvoir d'expression supplémentaire avec l'utilisation des propriétés d'égalités/inégalités de classes, par exemple.

- Se relier avec d'autres URI pour créer un réseau de liens.

Dans un article intitulé "Comprendre les standards du web de données", MENON [2016] utilise une métaphore linguistique pour expliquer la réalité du web des données :

> *"(...) le projet du web des données vise à faciliter la formulation des données en vue de leur partage et de leur échange à travers le Web. En cela et vu dans sa globalité, il s'agit bien d'un système d'expression et de communication. Les URIs/IRIs en sont les mots et les ontologies conçues en RDF Schema ou en OWL sont les dictionnaires qui permettent d'en élucider la sémantique. RDF, qui régit la construction des assertions, en est la syntaxe. Et XML est l'un des systèmes d'écriture avec lesquels cette langue peut être notée. Les jeux de données RDF sont les textes ou les ouvrages de référence rédigés dans cette langue, que SPARQL permet de consulter et de compiler.*

Le respect des quatre principes édictés par le W3C permet sortir les données des silos et les rendre accessibles en ligne. Le Web des données concourt à réaliser un des objectifs du Web sémantique qui est de sortir les données des silos afin de permettre une exploitation par des machines. C'est justement dans ce but que le consorcium "Data for history" [15] auquel nous participons a été créé. Il s'agit :

> *"d'établir une méthode commune de modélisation, de conservation et de gestion des données en recherche historique. Une telle méthode permettrait d'apporter un soutien fondamental aux projets de recherche historique qui adopteraient un cadre de production et d'investigation concertée, cumulative et interopérable de données scientifiques. L'objectif du consortium est de constituer une communauté internationale d'historiens et d'informaticiens afin de développer puis de maintenir un modèle ontologique commun qui permettrait une intégration et une interopérabilité des données sémantiquement rigoureuses et spécifiques à chaque domaine."*

Le projet vise à construire ce modèle ontologique en tant qu'extension du CIDOC-CRM. Dans le paragraphe suivant, nous abordons cette ontologie dédiée au patrimoine culturelle, le CIDOC-CRM.

2.4 Ontologies pour l'histoire

Dans le domaine des humanités numériques, de nombreux travaux de recherche ont abordé la conception d'ontologies pour l'indexation - métadonnées sémantiques - des sources primaires et secondaires, la recherche de ces sources et leur restitution à différents publics, sous forme par exemple de musées ou d'expositions virtuelles. Dans le domaine du patrimoine culturel et plus particulièrement en histoire, la notion d'événement est un des concepts majeurs à modéliser pour représenter les faits historiques et leur chronologie. La modélisation et la représentation d'événements, souvent définies comme des personnes exerçant une activité dans un lieu donné et à un temps donné, a fait l'objet de beaucoup d'attention dans le développement des ontologies en histoire. La plupart des travaux montrent que le concept d'événement est au cœur de la modélisation

15. voir le site du consortium : http://dataforhistory.org/

des connaissances historiques. Dans ce paragraphe, nous allons donc présenter quelques ontologies "dédiées" à l'histoire et nous citerons d'autres ontologies dédiées à la modélisation d'événements. Nous ne traiterons pas dans ce paragraphe des ontologies dédiées à l'histoire et la géographie. Une analyse plus complète des technologies "sémantiques" pour la recherche en histoire a été abordée dans l'article de MERONO et collab. [2015]

Les différentes ontologies abordées dans la suite sont principalement des ontologies qui offrent un vue diachronique de l'histoire, à savoir l'évolution / le changement d'entités à travers le temps en modélisant notamment des événements. Une seule ontologie propose une vue synchronique et diachronique - Le projet "FDR/Pearl Harbour Project". Les différentes ontologies sont classées de la manière suivante :

- Celles indépendantes d'un domaine : HEML, SEM, LODE, SYMOGIH, CIDOC-CRM. Toutes les ontologies dédiées aux événements qui sont citées sont indépendantes d'un domaine.
- Celles dépendantes d'un domaine : FDR/Pearl Harbour Project et Papyrus Project

Les ontologies indépendantes d'un domaine sont les suivantes :

- Le projet HEML - Historical Event Markup and Linking project - a sans doute été le premier projet ayant pour objectif de créer un "réseau sémantique" pour l'histoire. Commencé en 2001, il a, dans un premier temps, exploré le langage XML pour la description des sources. Dans un second temps, le projet a utilisé le langage RDF pour la description des sources et la recherche de ces dernières ROBERTSON [2009]. Le modèle de données de HEML prend en compte les concepts d'événements dans un intervalle de temps au travers du concept de chronologie, de localisation, de personnes impliquées dans un événement, de rôle joué par une personne pour un événement. Dans cet article les auteurs précisent que leur modèle de données pourrait être une spécialisation de celui du CIDOC-CRM et ainsi assurer l'interopérabilité avec ce modèle.
- Le "Simple Event Model" (SEM) a été créé pour modéliser les événements dans des domaines tels que l'histoire, le patrimoine culturel, le multimédia et la géographie, sans faire d'hypothèses sur le vocabulaire spécifique au domaine utilisé VAN HAGE et collab. [2011]. Ce modèle d'événements doit être capable de prendre en compte les données en web, en général. Il ne doit donc pas s'engager sur une définition spécifique d'un événement. Les événements, selon SEM, englobent "tout", même des événements fictifs. Les classes principales de SEM sont les suivantes : les événements, les lieux associés, les acteurs impliqués, le temps de l'événement - validité temporelle d'un événement. A cela s'ajoutent les rôles joués par des acteurs ou par des lieux dans un événement.
- LODE (Linking Open Descriptions of Events) propose une ontologie des événements (Linked Data Event Model) permettant de relier des descriptions d'événements disponibles sur internet SHAW et collab. [2009]. L'objectif de LODE est de publier des événements historiques sous forme de données liées. Pour cela, une analyse fine des modèles d'événements existants pour représenter des événements historiques a été réalisée. En effet, le but de LODE n'est pas de proposer une nouvelle ontologie, mais plutôt de construire un modèle "interlingua" qui résout un problème d'interopérabilité en fournissant un ensemble d'axiomes exprimant des correspondances entre des événements existants. Les modèles étudiés sont les sui-

vants : CIDOC-CRM [16], ABC Ontology [17], Event Ontology [18], EventsM-G2 [19], DOLCE + DnS Ultralite [20], F [21] et OpenCYC Ontology [22]. Un modèle minimal, appelé "Linked Data Event Model", a été proposé, encapsulant les propriétés les plus utiles des ontologies analysées pour assurer l'interopérabilité des événements historiques. Les propriétés pouvant catégoriser les événements sont exclues ainsi que les relations entre événements de type "partie-de" ou causales.

- L'ontologie du projet SyMoGIH (Système modulaire de gestion de l'information historique) a été conçue pour la production de données historiques BERETTA et LETRICOT [2017]. Elle doit permettre l'interopérabilité entre données produites par différents projets de recherche provenant de différentes approches disciplinaires (histoire sociale, économique, intellectuelle, religieuse, etc.). Ce modèle est principalement fondé sur le concept d'objet qui participe à une unité de connaissance et qui joue un rôle, appartenant à cette unité de connaissance - en effet, un rôle indique comment un objet participe à une unité de connaissance. A ces concepts sont aussi associés des types de rôle, des types d'unité de connaissances et des sourçages. La classe "Sourçage" a pour fonction d'associer à chaque unité de connaissance un ou plusieurs objets susceptibles de faire fonction de source et qui appartient à la classe "SourcedEntity". Il est possible de caractériser la qualité de la source grâce à deux propriétés : 1) Type de sourçage (littéral, déduction directe et déduction indirecte) ; 2) Degré de fiabilité du sourçage (certain, probable et incertain). Seules les unités de connaissances peuvent être datées. La temporalité de la connaissance est traitée non par une date mais par une datation, c'est-à-dire par une ou plusieurs instances de la classe "Datation" qui précise la date de l'unité de connaissance ou la période concernée. De plus, l'unité de connaissance n'est pas vraiment équivalente aux "Perdurants" de DOLCE - phénomènes qui se déroulent dans le temps. La classe "Unité de connaissance" de SyMoGIH représente les assertions de l'historien décrivant les "Perdurants". Les unités de connaissances ne sont donc pas les phénomènes temporels eux-mêmes mais expriment une construction linguistique qui les décrit. En conclusion, on ne peut pas vraiment parler ici d'un modèle événementiel.
- Le CIDOC-CRM est un modèle événementiel dédié au domaine du patrimoine culturel (musées, archéologues, historiens, etc.). Il fait l'objet d'une analyse approfondie dans le paragraphe suivant puisque nous avons réutilisé cette ontologie pour définir notre ontologie PHO.

Les ontologies dépendantes d'un domaine sont les suivantes :

- Le projet "FDR / Pearl Harbour Project" a développé un environnement de recherche et d'extraction de documents de la librairie "Franklin D. Roosevelt Presidential Library" IDE et WOOLNER [2007]. Ces derniers forment une collection de situations et d'événements sur une période de dix ans qui précèdent la bombardement de Pearl Harbour. Les connaissances pertinentes (classes et relations entre classes) évoluent au cours du temps. L'ontologie doit donc être temporellement contextualisée. Pour répondre à ces exigences, le modèle d'ontologies historiques proposé offre deux

16. CIDOC-CRM http://cidoc.ics.forth.gr/OWL/cidoc_v4.2.owl
17. http://metadata.net/harmony/ABC/ABC.owl
18. http://purl.org/NET/c4dm/event.owl
19. http://www.iptc.org/EventsML/
20. http://www.loa-cnr.it/ontologies/DUL.owl
21. http://events.semantic-multimedia.org/ontology/2008/12/15/model.owl
22. http://www.opencyc.org/

vues du domaine : une vue synchronique, représentant l'état du monde pendant une période donnée et une vue diachronique qui retrace les changements dans le domaine au fil du temps. La vue synchronique est fournie par une série d'ontologies instantanées qui sont linéairement ordonnées sur une période de temps englobant la période concernée - de dix ans. Chacune d'elles fournit un instantané du monde pendant un sous-intervalle temporel. La vue diachronique est fournie par une vue unique : une ontologie des événements et du temps qui couvre la totalité de la période couverte par la série d'ontologies instantanées. Les événements historiques entraînent des modifications dans l'ontologie et sont liés à des intervalles de temps : les "keyEvents" et ceux qui n'induisent pas de changement dans l'ontologie : les "InformationalEvents". Une classe "OntologyChangeEvents" permet d'expliciter les changements entre les instances des séries d'ontologies temporelles. Le modèle d'ontologies historiques proposé dans ce projet propose une vue synchronique et diachronique, bien évidement directement liée aux exigences de projet. Les autres travaux en histoire ne proposent que la vue diachronique.

- Papyrus est un projet européen de recherche interdisciplinaire. Les différents membres du projet se composent d'historiens des sciences et de la technologie qui étudient l'histoire des médias et de journalistes et des informaticiens qui analysent l'informatique pour le stockage et l'accès aux archives de médias. Une ontologie a été développée pour répondre aux différents besoins du projet. Cette dernière est une spécialisation de l'ontologie CIDOC-CRM. Elle en reprend donc tous les concepts fondamentaux, notamment ceux dédiés aux événements, acteurs, lieux, temps, entités conceptuelles et physiques. Tous les concepts du domaine sont des sous-classe de la classe "E55 Types" - cf. paragraphe suivant. Le concept de "rôle" est également introduit dans cette ontologie comme sous-classe de "E2 tempotal-Entity" afin de décrire les rôles joués par des acteurs dans des événements. Un description approfondie du CIDOC-CRM est proposée dans le paragraphe suivant.

Dans le cadre de nos travaux de recherche, un modèle diachronique des événements est suffisant pour décrire nos sources et pour effectuer une histoire comparée des ports. Nous n'avons pas à prendre en compte des classes et des relations qui changent au cours du temps comme dans le projet "FDR / Pearl Harbour Project". En effet, nous devons analyser l'évolution des ports au travers de celui de ces artefacts qui sont stables en termes de description au cours du temps. Parmi toutes les ontologies présentées, l'ontologie CIDOC-CRM est celle que nous avons retenue car : i) Elle est fondée sur un modèle événementiel ; ii) Elle est dédiée au patrimoine culturel ; iii) Elle est la plus utilisée aujourd'hui pour la description des sources patrimoniales. Cette ontologie est donc une excellente candidate pour la modélisation de l'histoire et pour assurer l'interopérabilité avec ce type de sources hétérogènes. Nous allons maintenant décrire plus en détails cette ontologie. Dans notre cadre méthodologique, l'histoire comparée des ports est fondée sur métamodèle ANY-ARTEFACT composé des quatre concepts fondamentaux : Artefact, Activité, Acteur et Savoir, ainsi que des différentes phases d'évolution des artefacts. Il est nécessaire de s'assurer que le sens que nous donnons à ces concepts soit sémantiquement compatible avec les "classes correspondantes" du CIDOC-CRM. C'est ce que nous allons montrer dans le paragraphe suivant.

2.5 Le CIDOC-CRM

Les informations provenant du patrimoine culturel touche un très vaste domaine où il existe différents types d'informations provenant de différents sous-domaines. Les informations sont générées par différentes communautés au sein du domaine du patrimoine culturel (musées, archéologues, historiens, etc.). Ces communautés ont des ensembles de données hétérogènes qui devraient être interopérables.

Les objectifs du CIDOC-CRM

Selon AALBERG et collab. [2015], le CIDOC-CRM a donc été pensé pour promouvoir l'échange de contenus culturels numériques hétérogènes[23] provenant de musées, de bibliothèques, d'archives, etc. Il vise à fournir les définitions sémantiques et les clarifications nécessaires pour transformer des sources d'information disparates et localisées en une ressource cohérente, que ce soit au sein d'une institution plus grande, ou sur Internet, dépassant les institutions et les contextes locaux spécifiques et permettra donc l'interopérabilité. En effet, le fait d'utiliser le CIDOC-CRM pour décrire ses propres informations, permet de mettre en correspondance d'autres informations provenant des autres acteurs qui utilisent également le CIDOC-CRM comme modèle conceptuel de référence. GILL [2004] pense que le CIDOC-CRM peut être une ontologie universelle grâce à laquelle toute donnée de source culturelle peut être décrite, avec un minimum ou aucune perte de précision sémantique[24].

Selon AALBERG et collab. [2015] les objectifs du CIDOC-CRM sont :

- Servir de langage commun aux experts du domaine et aux développeurs informatiques pour satisfaire le traitement correct des contenus culturels.
- Servir de langage formel pour l'identification de contenus d'information communs dans différents formats de données (un exemple).
- Donner la possibilité de faire des requêtes sur les ressources présentes dans l'ontologie grâce à une hiérarchie de classe et de relation.

Les terminologies des différents domaines qui utilisent le CIDOC-CRM ne sont pas représentés dans ce dernier. Par contre, les classes les plus générales et leurs relations caractéristiques seront réutilisées par ces domaines. Il ne vise pas à représenter les connaissances de domaines. Il explicite certains principes et les concepts nécessaires à la description des contenus culturels numériques et permet ainsi d'assurer l'interopérabilité

23. Par contenu hétérogène, nous entendons les métadonnées décrivant potentiellement tout type d'objet culturel, y compris les artefacts, photos, peintures, vidéos, folklores, sites culturels, descriptions de processus culturels, biographies, histoire, etc.)

24. Le projet finlandais "CULTURESAMPO" est un exemple d'utilisation du CIDOC-CRM pour le patrimoine des musées. Le projet "CULTURESAMPO" inclu dans un projet plus vaste de portail numérique appelé "MuseumFinland, Finnish Museums on the Semantic Web" a pour objet d'étudier comment fournir à l'utilisateur final du portail MuseumFinland" (https://www.ldf.fi/dataset/mufi/index.html) des services de recherche et de navigation intelligents basés sur le web sémantique provenant de différents types d'institutions culturelles HYVÖNEN et collab. [2006]. L'auteur prend exemple d'une peinture sur le thème de la guerre ; comment cette œuvre d'art pourrait être liée à d'autres peintures et des photos, avec le thème de la guerre dans les musées d'art, avec les armes et accessoires dans les musées culturels. Un des problèmes rencontrés a été que le lieu et la date de création de la peinture étaient dans un schéma de métadonnées et que la date et le lieu de naissance du peintre était dans un autre schéma de métadonnées. Une solution pour résoudre ce problème d'interopérabilité est d'utiliser l'ontologie CRM du CIDOC : il fournit des définitions et une structure formelle pour décrire les concepts implicites et explicites tels qu'un lieu ou une date.

sémantique [25].

Notre travail utilise également des informations hétérogènes provenant de différents acteurs comme les archives, la BNF [26] ; l'utilisation du CIDOC-CRM comme ontologie de référence permet les échanges d'information entre les diverses sources d'information du patrimoine portuaire.

2.5.1 Les principes du CIDOC-CRM

Le CIDOC-CRM contient 86 classes et 137 propriétés, c'est-à-dire qu'il y a donc 86 concepts identifiés par les acteurs et 137 façons différentes de les relier les uns aux autres. Selon STEAD [2008], le CIDOC-CRM est une ontologie relativement réduite comparativement aux ontologies de la chimie ou de la pharmacie qui peuvent avoir plusieurs centaines de milliers de classes et autant de relations. Le CIDOC-CRM décrit les ressources avec une sémantique unique. A partir des différentes structures de documentation [27], utilisées par les différents acteurs, une analyse a été effectuée pour comprendre ce qui était commun à toutes ces structures. Tous les concepts communs et les relations qu'ils entretenaient entre eux, sont devenus les classes et les relations de l'ontologie du CIDOC-CRM.

Nous allons présenter les principes fondateurs du CIDOC-CRM ainsi les principales classes et les relations. Le CIDOC-CRM est composé de classes de haut niveau présentées dans la figure 2.13.

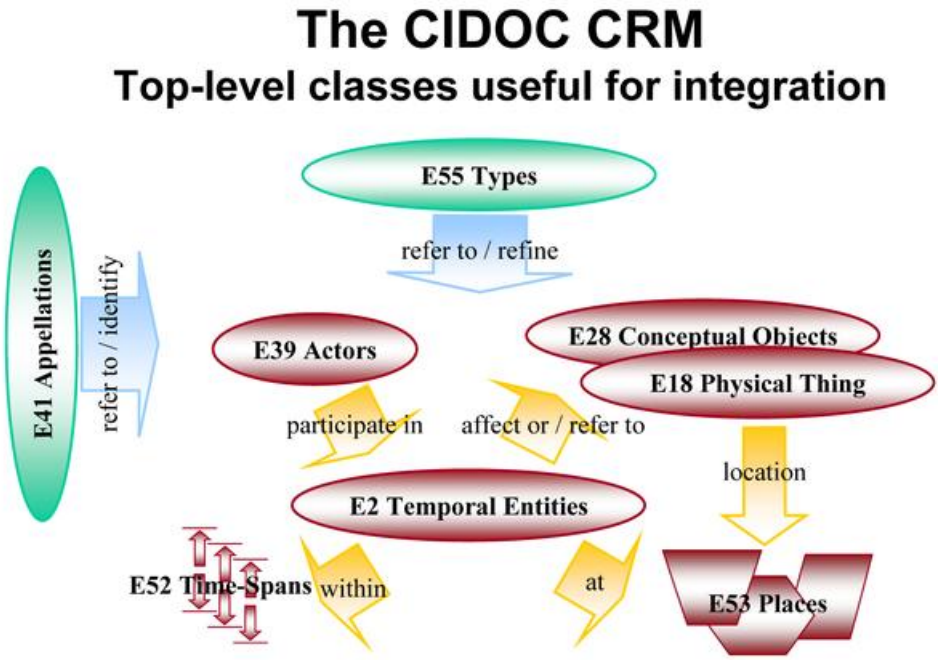


FIGURE 2.13 – Vue globale du CIDOC-CRM

Le CIDOC-CRM est un modèle événementiel. En effet la classe centrale est la "E2 : temporal Entities" qui représente des événements, des faits qui se sont passées - c'est

25. Un musée va documenter des peintures, des statues, etc ; une bibliothèque se focaliser sur des ouvrages, des revues ; une archive va référencer des documents, rapports, photos, etc. Le CIDOC-CRM ne rentre pas dans le détail des éléments à décrire ; il possède une classe objet (E70 Thing) qui englobe tous les objets présents dans les ressources. Le CIDOC-CRM s'attachera à décrire les liens qui existent entre les objets, les acteurs, les lieux, etc.

26. La BNF possède un grand nombre de livres et de revues du génie civil ; ces informations sont essentielles pour décrire l'histoire des ports.

27. Archives, bibliothèque, musées, etc.)

en effet le point commun à tous les acteurs du patrimoine[28]. Les événements sont au centre du modèle CIDOC-CRM[29] ce sont des sous-classes de la classe la plus générale "E2 : temporal Entities".

Définition de certaines classes du CIDOC-CRM.

Le CIDOC-CRM est composé de classes de haut niveau présentées dans la figure 2.13. Nous allons reprendre ici les définitions de certaines classes du CIDOC-CRM (dernière version 6.23) pour s'assurer de la "compatibilité sémantique" de celles-ci par rapport à nos quatre concepts fondamentaux. Nous avons choisi de sélectionner les définitions des classes pertinentes pour "représenter" les concepts d'activité, d'acteur, d'artefact et de savoirs, c'est-à-dire les classes "E7 Activity","E39 Actor", "E71 Man-Made Thing" et "E28 conceptual Object", ainsi que leurs classes plus générales et la classe "E55 Places". Ces définitions seront le cas échéant commentées afin d'indiquer ou préciser en quoi elles sont compatibles avec les concepts développés dans cette thèse, notamment en lien avec le méta-modèle en histoire ANY-ARTEFACT qui sera développé au chapitre 3 :

- **classe "E1 CRM Entity" :** *Superclass of E2 Temporal Entity, E52 Time-Span, E53 Place, E54 Dimension, E77 Persistent Item, E92 Spacetime Volume ;*
  Scope note : This class comprises all things in the universe of discourse of the CIDOC Conceptual Reference Model.
- **La classe "E2 Temporal Entities" :** *Subclass of E1 CRM Entity, Superclass of E3 Condition State and E4 Period.*
  Scope note : This class comprises all phenomena, such as the instances of E4 Periods, E5 Events and states, which happen over a limited extent in time. This extent in time must be contiguous, i.e., without gaps. In case the defining kinds of phenomena for an instance of E2 Temporal Entity cease to happen, and occur later again at another time, we regard that the former E2 Temporal Entity has ended and a new instance has come into existence. In more intuitive terms, the same event cannot happen twice. In some contexts, these are also called perdurants. This class is disjoint from E77 Persistent Item. This is an abstract class and has no direct instances. E2 Temporal Entity is specialized into E4 Period, which applies to a particular geographic area (defined with a greater or lesser degree of precision), and E3 Condition State, which applies to instances of E18 Physical Thing.

  Cette classe "E2 Temporal Entity" comprend tous les phénomènes temporels en considérant qu'ils ne peuvent se produire qu'une seule fois. Du point de vue historique, effectivemment, chaque phénomène réel est situé dans l'espace et le temps dans une chronologie humaine. Cette approche est valide pour des événements non répétifs (et donc uniques) comme la construction effective d'un quai ou sa destruction. Cependant, les travaux menés dans le cadre de l'équipe "histoire culturelle des paysages culturels industriels et humanités numériques" portent aussi sur la

28. Un musée possède des informations sur la création d'une œuvre ; une bibliothèque a des informations sur le moment où un livre a rejoint sa collection ; les archéologues ont les informations sur le moment de la découverte d'objets lors d'une fouille.

29. Parfois, les ressources ne parlent pas explicitement des événements ; les événements sont "contenus" dans les données. Si une ressource concerne un tableau, il n'y a pas de représentation explicite de l'événement de la création de l'œuvre. Il peut y avoir une date associée à la peinture, mais c'est la date à laquelle la peinture a été réalisée par un artiste. Nous pouvons avoir des informations sur l'artiste et sur l'œuvre sans avoir d'information sur la réalisation de cette dernière. Cependant, l'événement de création a bien eu lieu car l'œuvre existe.

restitution des procédures industrielles et des gestes associés, comme par exemple la procédure de chargement de marchandises sur un bateau par une grue située sur un quai dans un port donné. Dans ce cas, il s'agit de décrire des formes temporelles répétitives, des "pattern", qui ont existé pendant une période donnée. Ce cas n'est pas traité de manière explicite dans le cadre de CIDOC-CRM, ce modèle correspondant aux pratiques et concepts ayant lieu dans le domaine du patrimoine culturel dans une approche matérielle. Ce point sera discuté dans le chapitre 3.

- **La classe "E5 Event" :** *Subclass of E4 Period, Superclass of E7 Activity, E63 Beginning of Existence, E64 End of Existence.*
  Scope note : This class comprises changes of states in cultural, social or physical systems, regardless of scale, brought about by a series or group of coherent physical, cultural, technological or legal phenomena. Such changes of state will affect instances of E77 Persistent Item or its subclasses. The distinction between an E5 Event and an E4 Period is partly a question of the scale of observation. Viewed at a coarse level of detail, an E5 Event is an 'instantaneous' change of state. At a fine level, the E5 Event can be analysed into its component phenomena within a space and time frame, and as such can be seen as an E4 Period. The reverse is not necessarily the case : not all instances of E4 Period give rise to a noteworthy change of state.
- **La classe "E7 Activity" :** *Subclass of E5 Event Superclass of E8 Acquisition, E9 Move, E10 Transfer of Custody, E11 Modification, E13 Attribute Assignment, E65 Creation, E66 Formation, E85 Joining, E86 Leaving, E87 Curation Activity.*
  Scope note : This class comprises actions intentionally carried out by instances of E39 Actor that result in changes of state in the cultural, social, or physical systems documented. This notion includes complex, composite and long-lasting actions such as the building of a settlement or a war, as well as simple, short-lived actions such as the opening of a door.
- **La classe "E39 Actor" :** *Subclass of : E77 Persistent Item, Superclass of : E21 Person and E74 Group.*
  Scope note : This class comprises people, either individually or in groups, who have the potential to perform intentional actions of kinds for which someone may be held responsible. The CRM does not attempt to model the inadvertent actions of such actors. Individual people should be documented as instances of E21 Person, whereas groups should be documented as instances of either E74 Group or its subclass E40 Legal Body.

La classe "E39 actor" est la super classe de "E74 Group" qui est définie comme suit "This class comprises any gatherings or organizations of E39 Actors that act collectively or in a similar way due to any form of unifying relationship. In the wider sense this class also comprises official positions which used to be regarded in certain contexts as one actor, independent of the current holder of the office, such as the president of a country. In such cases, it may happen that the Group never had more than one member. A joint pseudonym (i.e., a name that seems indicative of an individual but that is actually used as a persona by two or more people) is a particular case of E74 Group". La sous-classe "E21 person" indique "This class comprises real persons who live or are assumed to have lived."
De notre point de vue, considérer une position comme le président d'un état en tant que "E74 group" c'est-à-dire comme un collectif nous pose problème. En effet, dans notre approche, un Etat est effectivement un "E74 group" qui est constitué d'une organisation humaine qui sont eux aussi des "E74 group" (gouvernement, parlement,

etc.).Au sein de cette organisation, ces "E74 group" sont constitués d'individus (des positions) comme par exemple Président de la République Française, un Premier Ministre, des députés, etc. Ces positions, pérennes pendant une période donnée, sont incarnées par des "E21 person". Ce point sera discuté au chapitre 3. Dans cette thèse, on considérera qu'une entreprise sera un "E74 group" et qu'une "E21 person" agira au sein de l'entreprise en tenant un rôle.

- **La Classe "E70 Thing"** *Subclass of E77 Persistent Item, Superclass of E71 Man-Made Thing, E72 Legal Object.*
  Scope note : This general class comprises discrete, identifiable, instances of E77 Persistent Item that are documented as single units, that either consist of matter or depend on being carried by matter and are characterized by relative stability. They may be intellectual products or physical things. They may for instance have a solid physical form, an electronic encoding, or they may be a logical concept or structure.

- **La classe "E53-Place"** *Subclass of E1 CRM Entity.*
  Scope note : This class comprises extents in space, in particular on the surface of the earth, in the pure sense of physics : independent from temporal phenomena and matter. The instances of E53 Place are usually determined by reference to the position of "immobile" objects such as buildings, cities, mountains, rivers, or dedicated geodetic marks. A Place can be determined by combining a frame of reference and a location with respect to this frame. It may be identified by one or more instances of E44 Place Appellation. It is sometimes argued that instances of E53 Place are best identified by global coordinates or absolute reference systems. However, relative references are often more relevant in the context of cultural documentation and tend to be more precise. In particular, we are often interested in position in relation to large, mobile objects, such as ships. For example, the Place at which Nelson died is known with reference to a large mobile object – H.M.S Victory. A resolution of this Place in terms of absolute coordinates would require knowledge of the movements of the vessel and the precise time of death, either of which may be revised, and the result would lack historical and cultural relevance. Any object can serve as a frame of reference for E53 Place determination. The model foresees the notion of a "section" of an E19 Physical Object as a valid E53 Place determination.

- **La classe "E71 Man-Made Thing"** *Subclass of E70 Thing; Superclass of E24 Physical Man-Made Thing, E28 Conceptual Object.*
  Scope note : This class comprises discrete, identifiable man-made items that are documented as single units. These items are either intellectual products or man-made physical things, and are characterized by relative stability. They may for instance have a solid physical form, an electronic encoding, or they may be logical concepts or structures.

- **La classe "E28 Conceptual Object" :** *Subclass of E71 Man-Made Thing, Superclass of E55 Type, E89 Propositional Object, E90 Symbolic Object.*
  Scope note : This class comprises non-material products of our minds and other human produced data that have become objects of a discourse about their identity, circumstances of creation or historical implication. The production of such information may have been supported by the use of technical devices such as cameras or computers. Characteristically, instances of this class are created, invented or thought by someone, and then may be documented or communicated between persons. Instances of E28 Conceptual Object have the ability to exist on more than one particular carrier at the same time, such as paper, electronic signals, marks, audio media, paintings,

photos, human memories, etc. They cannot be destroyed. They exist as long as they can be found on at least one carrier or in at least one human memory. Their existence ends when the last carrier and the last memory are lost.

On retrouve ici le concept de "savoir" qui sera introduit dans le chapitre 3. De manière plus précise, il correspond au concept de "savoir explicite" qui s'appuie sur au moins un support matériel. Nous introduirons par ailleurs la notion de "savoir implicite" inhérent à une procédure ou un geste technique. Dans ce dernier cas, l'objectif de l'historien sera de "traduire" par l'interprétation des sources ou une méthodologie spécifique (un entretien dans le cas d'acteurs encore vivants, une étude sur des activités proches encore vivantes).

- **La classe "E24 Physical Man-Made Thing" :** *Subclass of : E18 Physical Thing, E71 Man-Made Thing, Superclass of : E22 Man-Made Object, E25 Man-Made Feature, E78 Collection*
  Scope note : This class comprises all persistent physical items that are purposely created by human activity.

  Cette classe recouvre le concept d'"artefact" qui sera défini et discuté au chapitre 3 dans le cadre du méta-modèle ANY-ARTEFACT.

Nous reprendrons dans notre travail les classes "E39 Actor", "E70 Thing", "E2 : temporal Entities", "E53 Place". Dans la figure 2.14, nous représentons les spécialisations des classes du CIDOC-CRM.

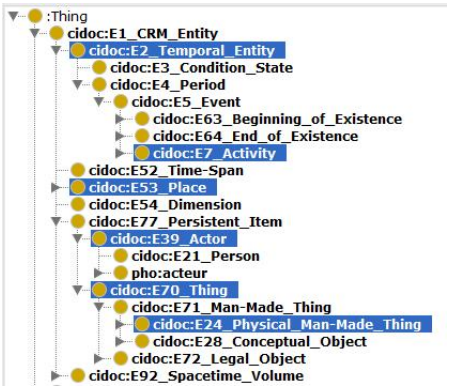


FIGURE 2.14 – Les classes les plus générales du CIDOC-CRM et leurs sous-classes.

Nous utiliserons des classes moins abstraites du CIDOC-CRM dans notre ontologie comme "E7 Activity", "E24 Physical Man Made Thing". Le développement de ces spécialisations sera étudié en 6.2.2. Les classes que nous venons de présenter sont liées entre elles par des relations.

Les relations dans le CIDOC-CRM

Dans le CIDOC-CRM, il existe des relations entre les classes.

- Les relations d'identification : en général, les objets du monde réel sont identifiés par des noms du monde réel; la relation la plus générale pour identifier une entité est : (E1 CRM Entities) "P1 is identified by" (E41 Appellation)
- Les relations de classification : toutes les entités du monde réel peuvent être classées en utilisant la relation (E1 CRM Entities) P2 has type (E55 Type)

- Les relations de composition et de décomposition : les groupes sont formés d'acteurs, les objets sont composés d'autres objets (un port est composé de jetées, de quais, de grues, etc), un lieu se décompose en plusieurs lieux (La France est composé de régions). Voici quelques relations de composition : (E53 Place) "P89 falls within" (E53 Place) ; (E79 Part Addition) "P110 augmented" (E24 Physical Man Made Thing), (E74 Group) "P107 has current or former member" (E39 Actor)
- Les relations de participation : un élément persistant [30] peut participer aux événements temporels. Les éléments persistants (E77 Persistent Item) se répartissent en deux sous-classes : les objets (E70 Thing) et les acteurs (E39 Actors). En utilisant cette relation de participation, on peut faire de l'histoire. Un acteur participe à un événement, un objet utilisé par un acteur y participe également. La relation la plus générale rendant compte de la participation d'une personne ou d'un objet à un événement est : (E5 Event) "P12 occurred in the presence of" (E77 Persistent Item).
- Les relations de localisation d'une période dans un espace - temps et un objet dans un espace.
- Les relations d'influence : un événement, comme la création d'un objet peut avoir lieu dans un but précis (pour une fonction, un usage,etc).
- Les relations de référence : les objets d'information peuvent se référer à n'importe quelle classe du CIDOC-CRM (objet persistant, acteur, activité, etc)

Nous présentons l'ensemble des relations du CIDOC-CRM que nous avons utilisé pour décrire nos ressources :

- Les relations de participation :
  - P11 had participant
  - P108i was produced by
  - P13i was destroyed by
  - P14 carried out by
  - P107i is current or former member of
  - P22i acquired title through (artefact)
  - P16 used specific object
- Les relations de composition :
  - p110 augmented
- Les relations d'influence :
  - P17 was motivated by
  - P19i was made for
  - P16i was used for
- Les relations de localisation
  - P74 has current or former residence
  - P53 has former or current location
- Les relations de référence :
  - P70i is documented in

30. Un élément persistant est endurant dans le temps

Cette dernière réutilise le CIDOC-CRM et reprend les principes fondamentaux. Par ailleurs, il existe déjà des extensions du CIDOC-CRM pour couvrir les besoins des géographes, archéologues, des architectes, des scientifiques. Mais nous travaillons avec le DATA FOR HISTORY pour produire une extension pour l'Histoire. C'est la conception de PHO qui nous permet de nous inscrire dans la démarche de conception d'extension.

2.5.2 Les extensions du CIDOC-CRM

Il existe neuf extensions du CIDOC CRM : FRBRoo, PRESSoo, CRMinf, CRMarchaeo, CRMsci, CRMgeo, CRMdig, CRMba, CRMtex Nous analysons les extensions du CIDOC-CRM dans les domaines de la géographie (CRMgeo), des sciences (CRMsci), de archéologique (CRMarchaeo).

Le CRMgeo

CRMgeo [31] est une ontologie formelle pour l'intégration des propriétés spatio-temporelles des entités temporelles et des objets persistants. Son but principal est de fournir un schéma cohérent avec le CIDOC-CRM pour intégrer l'information géographique en utilisant les conceptualisations, les définitions formelles, les normes de codage et les relations topologiques définies par l'Open Geospatial Consortium (OGC). Pour ce faire, il relie le CIDOC-CRM à l'ontologie topologique associée à GeoSPARQL [32]. CRMgeo permet d'affiner les classes et propriétés spatiales et temporelles du CIDOC-CRM. D'après BATTLE et KOLAS [2012], il les met en relation avec les classes et les relations topologiques fournis par GeoSPARQL . Les données spatiales et temporelles utilisées dans les systèmes SIG fournissent une abondance d'informations qui peuvent être très utiles pour la documentation des objets et phénomènes culturels. Cette extension du CIDOC-CRM est donc tout à fait pertinente pour l'histoire des sciences et techniques et plus particulièrement pour la périodisation des ports .

Le CRMsci

Le **Sci**entific Observation Model(CRM**sci**) est une ontologie formelle destinée à intégrer les métadonnées sur l'observation scientifique, les mesures et les données traitées dans les sciences telles que la biodiversité, la géologie, la géographie, l'archéologie, la conservation du patrimoine culturel et les bibliothèques de données de recherche. Son

31. http://www.cidoc-crm.org/crmgeo/

32. GeoSPARQL propose : i) une interface de requête SPARQL utilisant un ensemble de fonctions d'extension topologique SPARQL pour le raisonnement quantitatif, et un ensemble de règles d'inférence de base du format d'échange de règles (RIF) pour la transformation et l'interprétation des requêtes ; ii) une ontologie topologique en OWL pour la représentation de connaissances géo-spatiales en utilisant le langage de balisage géographique (GML) et les "well-known text (WKT)" littéraux, et les vocabulaires de relations topologiques et les ontologies pour le raisonnement qualitatif Simple Features, RCC8, et DE-9IM (alias Clementini, Egenhofer). Le langage de balisage géographique (GML) est une grammaire XML définie par l'Open Geospatial Consortium (OGC) pour exprimer les caractéristiques géographiques. Le "well-known text" (WKT) est un langage de balisage textuel pour représenter des objets à géométrie vectorielle sur une carte, des systèmes de référence spatiale d'objets spatiaux et des transformations entre systèmes de référence spatiale. "Simple Features" (officiellement Simple Feature Access) est une norme ISO 19125 à la fois de l'Open Geospatial Consortium (OGC) et de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) qui spécifie un modèle commun de stockage et d'accès pour la plupart des géométries bidimensionnelles. Le "Region Connection Calculus" (RCC) permet la représentation et le raisonnement spatial qualitatif. Le "Dimensionally Extended nine-Intersection Model" (DE-9IM) est un modèle topologique et un standard utilisé pour décrire les relations spatiales de deux régions.

but premier est de faciliter la gestion, l'intégration, la médiation, l'échange et l'accès aux données de recherche par la description des relations sémantiques. Le CRMsci n'est cependant pas un modèle de traitement de données.

Les mesures que nous avons sont relativement limitées : longueur, largeur, puissance, etc. Ces mesures proviennent d'artefacts (quais, grues, etc) qui sont bien décrites dans le CIDOC-CRM. Le CRMsci n'apportant pas une plus value sur le traitement de ces données, l'usage de l'extension CRMsci ne se justifie donc pas.

Le CRMarchaeo

CRMarchaeo est une extension de CIDOC-CRM créée pour soutenir le processus de fouilles archéologiques et toutes les différentes activités qui s'y rapportent. Le modèle a été produit à partir de normes et de modèles déjà utilisés par les institutions nationales et internationales du patrimoine culturel ainsi que par l'utilisation des métadonnées existantes à partir de la documentation issues des fouilles sur le terrain. L'amélioration du modèle a profité d'une collaboration étroite avec diverses communautés d'archéologues de différents pays. De plus, il utilise plusieurs concepts fournis par CRMsci. CRMarchaeo est destiné à fournir tous les outils nécessaires pour gérer et intégrer la documentation existante afin de formaliser les connaissances extraites des observations faites par les archéologues, enregistrées de différentes manières selon différents standards. Le but de CRMarchaeo est de faciliter le codage sémantique, l'échange, l'interopérabilité et l'accès à la documentation archéologique existante. Par rapport au CIDOC-CRM, le CRMarcheo apporte des normes pour décrire des couches géologiques et stratigraphiques. Il est spécialisé sur ces descriptions qui sont assez lointaines de nos préoccupations.

2.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les représentations de connaissances Objet qui ont notamment permis l'avènement du web sémantique. Nous avons aussi explicité les concepts fondamentaux du web sémantique et du web des données, ainsi qu'un certain nombre de ces standards. Nos travaux de recherche s'inscrivent complètement dans ce domaine et nous en reprenons les principes. En termes de standards, nous avons utilisé RDF, RDFS, OWL 2 et SWRL pour concevoir notre ontologie PHO. Le choix s'est porté sur OWL 2 au lieu de OWL car c'est d'une part le nouveau standard et d'autre part le langage ayant le plus grand pouvoir d'expression. En termes d'inférences, le classifieur associé aux logiques de description n'a pas été suffisant pour couvrir nos besoins. Nous avons été amenés à utiliser aussi SWRL - règles fondées sur des clauses de Horn - et le raisonnement par déduction associé. Pour l'interrogation des ressources, nous avons utilisé SPARQL pour interroger et réutiliser les triplets RDF. Dans le cadre de nos travaux, la version SPARQL 1.0 a été suffisante, mais l'accès à d'autres sources nécessitera d'utiliser SPARQL 1.1.

De nos jours, une ontologie n'est plus conçue sans en réutiliser d'autres ; on est donc amené à concevoir un réseau d'ontologies qu'une ontologie "unique" et isolée. Dans un tel cadre, le CIDOC-CRM est une ontologie pertinente à réutiliser. En effet, elle est dédiée aux acteurs du patrimoine ; c'est un modèle événementiel et c'est "quasiment un standard" dans le domaine. Une discussion plus fouillée sur la réutilisation du CIDOC-CRM sera présentée dans le chapitre 6. Quant à son extension CRMgeo, il sera nécessaire d'en étudier la compatibilité avec les dernières version du CIDOC-CRM. L'ontologie PHO que

nous avons conçue est fondée sur CIDOC-CRM et OWL-time. SPARQL nous a permis d'interroger les sources de données pour effectuer une partie du travail de l'historien et ainsi reproduire ses résultats en termes d'histoire comparée des différents ports étudiés.

2.7 Références

AALBERG, C. T., D. BALZER, C. BEKIARI, L. BOUDOURI, N. CROFTS, Ø. EIDE, T. GILL, G. GOERZ, M. HAGEDORN, G. HIEBEL, J. INKARI, D. IORIZZO, J. KOTIPELTO, S. KRAUSE, K. H. LAMPE, J. LINDENTHAL, M. NYMAN, P. RIVA, L. ROLD, R. SMIRAGLIA, R. STEIN, M. STIFF et M. ŽUMER. 2015, «Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model Documentation Standards Group V6», vol. voir page. URL http://www.cidoc-crm.org/docs/cidoc{_}crm{_}version{_}6.0.pdf. 49

AMARGER, F. 2015, *Vers un système intelligent de capitalisation de connaissances pour l'agriculture durable : construction d'ontologies agricoles par transformation de sources existantes*, thèse de doctorat, Université Toulouse le Mirail-Toulouse II. 30, 42, 44

BAKER, T., E. BERMÈS, K. COYLE, G. DUNSIRE, A. ISAAC, P. MURRAY et M. ZENG. 2011, «Library linked data incubator group final report», *report, W3C Incubator Group, October*, vol. 25. 35

BATTLE, R. et D. KOLAS. 2012, «Enabling the geospatial semantic web with parliament and geosparql», *Semantic Web*, vol. 3, nº 4, p. 355–370. 56

BERETTA, F. et R. LETRICOT. 2017, «Le portail XML du projet symogih.org : un projet d'edition numerique collaborative de sources et d'informations historiques», dans *Humanités numériques et construction des savoirs*, édité par G. K. et Evelyne Broudoux, ISTE Editions, p. 125–143. URL https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01505619. 47

BERNERS-LEE, T. 2011, «Design issues : Linked data (2006)», *URL http ://www. w3. org/DesignIssues/LinkedData. html*. 44

BERNERS-LEE, T. et M. FISCHETTI. 2001, *Weaving the Web : The original design and ultimate destiny of the World Wide Web by its inventor*, DIANE Publishing Company. 34

BERNERS-LEE, T., J. HENDLER et O. LASSILA. 2001, «The semantic web», *Scientific american*, vol. 284, nº 5, p. 34–43. 34

BORST, W. N. 1997, *Construction of engineering ontologies for knowledge sharing and reuse*, thèse de doctorat, University of Twente, Netherlands. 42

BRACHMAN, R. et J. G. SCHMOLZE. 1985, «An overview of the kl-one knowledge representation system», *COGNITIVE SCIENCE*, vol. 9, p. 171–216. 32

COLLINS, A. M. et M. R. QUILLIAN. 1972, «Experiments on semantic memory and language comprehension.», . 31

GILL, T. 2004, «Building semantic bridges between museums, libraries and archives : The cidoc conceptual reference model», *First Monday*, vol. 9, nº 5. 49

GRUBER, T. R. 1993, «A translation approach to portable ontology specifications», *Knowledge acquisition*, vol. 5, nº 2, p. 199–220. 30, 42

VAN HAGE, W. R., V. MALAISÉ, R. SEGERS, L. HOLLINK et G. SCHREIBER. 2011, «Design and use of the simple event model (sem)», *Web Semantics : Science, Services and Agents on the World Wide Web*, vol. 9, nº 2, doi :https://doi.org/10.1016/j.websem.2011.03.003, p. 128 – 136, ISSN 1570-8268. URL http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570826811000199, provenance in the Semantic Web. 46

HYVÖNEN, E., T. RUOTSALO, T. HÄGGSTRÖM, M. SALMINEN, M. JUNNILA, M. VIRKKILÄ, M. HAARAMO, E. MÄKELÄ, T. KAUPPINEN et K. VILJANEN. 2006, «Culturesampo–finnish culture on the semantic web : The vision and first results», *Information Technology for the Virtual Museum*, p. 25–36. 49

IDE, N. et D. WOOLNER. 2007, *Historical Ontologies*, Springer Netherlands, Dordrecht, p. 137–152, doi :10.1007/1-4020-5833-0_7. URL https://doi.org/10.1007/1-4020-5833-0_7. 47

MENON, B. 2016, «Comprendre les standards du web de données», *I2D–Information, données & documents*, vol. 53, nº 2, p. 32–34. 45

MERONO, A., A. ASHKPOUR, M. VAN ERP, K. MANDEMAKERS, L. BREURE, A. SCHARNHORST, K. SCHLOBACH et F. VAN HARMELEN. 2015, «Semantic technologies for historical research : A survey», *Semantic Web*, vol. 6, nº 6, p. 539–564, ISSN 1570-0844. 46

PRADEL, C. 2013, *D'un langage de haut niveau à des requêtes graphes permettant d'interroger le web sémantique*, thèse de doctorat, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier. 30, 43, 44

ROBERTSON, B. 2009, «Exploring historical rdf with heml», *Digital Humanities Quarterly*, vol. 3, nº 1. 46

SHAW, R., R. TRONCY et L. HARDMAN. 2009, «Lode : Linking open descriptions of events», dans *The Semantic Web*, édité par A. Gómez-Pérez, Y. Yu et Y. Ding, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, ISBN 978-3-642-10871-6, p. 153–167. 46

ST-GERMAIN, M. 2017, «Le web de données et le web sémantique à bibliothèque et archives nationales du québec : constats et recommandations fondés sur l'initiative de la bibliothèque nationale de france», . 35

STEAD, S. 2008, «The cidoc-crm, a standard for the integration of cultural information», CIDOC Conceptual Reference Model Special Interest Group, ICS-FORTH, Crete, Greece. 50

STUDER, R., V. R. BENJAMINS et D. FENSEL. 1998, «Knowledge engineering : principles and methods», *Data & knowledge engineering*, vol. 25, nº 1-2, p. 161–197. 42

Deuxième partie

Deuxième partie : travail de thèse

La deuxième partie de ce rapport décrit nos travaux de thèse et les résultats associés :

- Produire une périodisation des ports pour l'Histoire des Sciences et des Techniques.
- Proposer une méthodologie de conception d'une ontologie de référence pour la périodisation des ports pour des chercheurs en histoire des sciences et techniques.
- Concevoir une ontologie de référence, appelée PHO, Port History Ontology, adaptée à une histoire comparée des ports - ou du moins d'un très grand nombre.

Cette seconde partie s'organise autour de quatre chapitres :

- Le premier (le chapitre 3) présente la méthodologie de conception de l'ontologie PHO comme un processus en cinq étapes, les relations entre ces différentes étapes et l'articulation de ces dernières au travers des trois chapitres suivants. Un résumé de ces trois chapitres est proposé afin de bien comprendre leur articulation ;
- Le chapitre 4 présente le méta-modèle ANY-ARTEFACT, fondé sur une modélisation des activités humaines et des relations qu'elles entretiennent avec les acteurs qui les exercent, les artefacts utilisés et les savoirs mis en œuvre pour réaliser ces activités avec les artefacts ;
- Le chapitre 5 décrit la conception du modèle HST-PORT comme instanciation du méta-modèle ANY-ARTEFACT pour rendre compte de l'évolution des ports en Histoire des Sciences et des Techniques.
- Le chapitre 6 présente le passage du modèle HST-PORT vers l'ontologie PHO, ainsi que son évaluation.

Chapitre 3

Méthodologie de conception de l'ontologie PHO

Sommaire

3.1 Références 70

A l'heure des Humanités numériques, les chercheurs en SHS se doivent de relever le défi de l'interdisciplinarité qui ne peut être réalisé sans un engagement vers l'ingénierie des connaissances d'après BÉNEL [2014]. Notre travail repose sur une méthodologie de conception d'une ontologie à l'attention des chercheurs en histoire des sciences et techniques. Cette méthodologie développée à partir de l'étude du cas de l'histoire des ports est généralisable à d'autres études de cas tels que par exemple les mines d'ATACAMA [1].

En termes de méthodologie de conception d'ontologies, il existe de nombreuses approches et propositions. On pourra, notamment, trouver un état de l'art dans le chapitre 3 du livre intitulé : "Ontological Engineering : with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web" FERNANDEZ-LOPEZ et CORCHO [2010] ou dans cet article de la revue "The Knowledge Engineering Review" FERNÁNDEZ-LÓPEZ et GÓMEZ-PÉREZ [2002]. Parmi les différentes méthodologies proposées, nous nous intéressons plus particulièrement à celles qui proposent des représentations intermédiaires avant de passer à l'étape de formalisation et de codage dans le langage cible. En effet, elles ont notamment pour effet de favoriser une compréhension mutuelle entre historiens et informaticiens. Parmi ces approches, nous n'allons citer que trois :

- "MEHTONTOLOGY" FERNÁNDEZ-LÓPEZ et collab. [1997] propose de concevoir l'ontologie au niveau connaissance en utilisant un ensemble de représentations intermédiaires lors de la phase de conceptualisation (un arbre de classifications des termes, tables des classes, tables des instances, arbre de classifications des attributs, etc.). Cette méthodologie n'oblige pas l'ontologiste à expliciter le sens des classes. C'est ce que propose la méthodologie proiopsé par B. Bachimont.
- La méthodologie développée par B. Bachimont est fondée sur trois étapes BACHIMONT [2000]; BACHIMONT et collab. [2002]. Ces dernières correspondent à trois engagements : un engagement sémantique, fixant le sens linguistique des concepts, un engagement ontologique fixant leur sens formel et enfin un engagement computationnel déterminant leur exploitation effective. L'engagement sémantique consiste à produire une normalisation sémantique des termes associés à l'ontologie, fondée sur le langage naturel. Il s'agit de définir précisément le sens de ces termes en définissant une "ontologie différentielle". Il s'agit de définir les similitudes et les différences entre deux termes qui peuvent être respectivement des "Parents - Enfants" ou des "Frères - Soeurs". Il en résulte donc une taxonomie ou chaque terme possède une sémantique en lien avec les autres termes.
- La troisième méthodologie est fondée sur l'utilisation de cartes conceptuelles et d'un outil associé, appelé CmapTools développé par le IHMC (Institute for Human and Machine Cognition). Ce dernier s'appuie sur des travaux de recherche concernant les cartes conceptuelles qui constituent un moyen efficace de représenter de manière informelle des connaissances CAÑAS et collab. [2004]. En effet, les efforts de recherche sur les cartes conceptuelle ont deux racines distinctes. La première trouve son origine dans l'utilisation de carte conceptuelle pour l'acquisition de connaissances avec l'émergence du projet ICONKAT.La deuxième racine remonte au projet

1. Le projet concernant l'étude historique des mines d'ATACAMA regroupe des chercheurs et doctorants du LIA MINES ATACAMA et le groupe de recherche en histoire des techniques, modélisation et réalité virtuelle structuré à Brest autour du CFV – Centre François Viète d'Histoire des Sciences et Techniques (EA 1161) et du CERV – Centre de recherche scientifique sur les technologies et les usages de la réalité virtuelle dépendant de l'ENIB – Ecole Nationale d'Ingénieurs de Brest. Le projet explore les possibilités qu'offrent la modélisation des systèmes techniques et la réalité virtuelle dans le contexte de l'histoire minière du Désert d'ATACAMA, de préparer des projets de recherche conjoints et de motiver des parcours de formation (voir https://liamines.hypotheses.org/)

Quorum, un partenariat entre IHMC et IBM Amérique latine (Cañas, Ford, Hill et al., 1995). Pendant le déroulement de ce projet, les chercheurs se sont rendus compte du manque de logiciels facilitant la collaboration entre les étudiants. L'emploi de cartes conceptuelles pour l'acquisition des connaissances et la volonté de faciliter leurs réalisations ont abouti à la création d'un logiciel de cartographie conceptuelle appelé CMapTools. Lors de sa conception, les objectifs étaient triples : i) une prise en main facile tout en ayant des possibilités étendues ; ii) une représentation d'un domaine de connaissances quelque soit l'utilisateur (enfant, enseignant, chercheur...) ; iii) la collaboration et le partage des connaissances. L'usage du logiciel CMapTools est au cœur de notre méthodologie de conception d'une ontologie en SHS.

Parmi ces trois méthodes, la dernière a été choisie, non pas parce qu'elle est la meilleure, mais parce qu'elle est celle utilisée par les historiens du Centre François Viète et par les étudiants du Master de recherche associé à la formation doctorale. De plus, notre méthodologie de conception est proche de celle des travaux de CASTRO et collab. [2006] qui utilisent également l'outil CmapTools comme étape intermédiaire de conception d'une ontologie. Le schéma de la figure 3.1 présente les cinq étapes de notre processus de conception. Pour chaque étape, les typologies d'acteurs (historiens et ingénieurs des connaissances) impliqués et les outils informatiques éventuellement utilisés sont précisés.

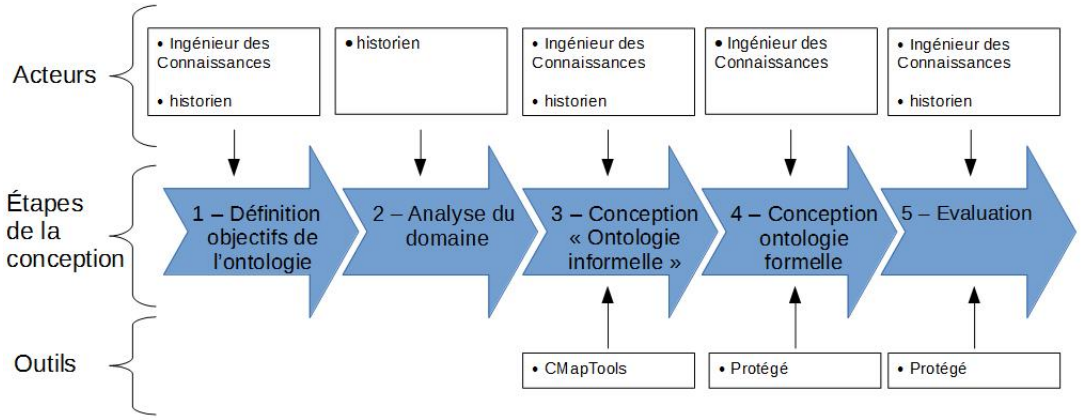


FIGURE 3.1 – Processus de conception de notre ontologie

Une description plus précise de ces cinq étapes sont fournies ci-dessous :

- **Etape 1 : Définir l'objectif de l'ontologie à construire et choisir les ontologies à réutiliser :** Il s'agit de concevoir une ontologie permettant de décrire l'évolution spatio-temporelle des ports pour en produire une histoire comparée de ces ports. En termes d'exigences, cette ontologie doit nous permettre de décrire des sources historiques et/ou d'en réutiliser. L'ontologie la plus utilisée pour la description de sources patrimoniales est CIDOC-CRM. C'est un modèle événementiel permettant d'échanger des contenus culturels numériques sur le patrimoine matérielle et immatériel des musées (voir 6.2.2). Cette dernière est donc une excellente candidate pour assurer l'interopérabilité entre les sources dans le cadre de nos travaux de recherche. De plus, une analyse des principes fondamentaux de cette dernière nous a permis de vérifier son adéquation partielle à la problématique de l'évolution spatio-temporelle des ports. Nous avons donc décidé de réutiliser le CIDOC-CRM.

- **Etape 2 : Analyse du domaine et élicitation des connaissances :** Cette étape a pour objet principal d'analyser les sources, au travers d'un méta-modèle ANY-ARTEFACT (SHS) qui définit le cycle de vie des artefacts à rechercher dans les sources et les concepts-racines (artefacts, activités, acteurs, savoirs). Il s'agit d'identifier des artefacts et leurs propriétés pertinentes pour la périodisation des ports (selon le cycle de vie des artefacts), ainsi que les savoirs, acteurs et activités qui leurs sont reliées. Les activités sont d'ailleurs au centre du CIDOC-CRM.
- **Etape 3 : Conception d'une "ontologie" informelle fondée sur le modèle événementiel de l'ontologie CIDOC-CRM :** Cette "ontologie informelle" - carte conceptuelle - a été créée à l'aide de CMapTools. Elle a pour objet "d'être proche" d'une ontologie formelle mais sans en avoir les contraintes. Il s'agit en effet de construire un graphe constitué de nœuds représentant des classes, reliés par des arcs représentant des relations entre les classes. Ces classes et leurs relations sont extraites des sources. Cette étape produit une carte conceptuelle comme "ontologie informelle".
- **Etape 4 : Formalisation et peuplement de l'ontologie :** L'étape de formalisation consiste à transformer "l'ontologie informelle" en une ontologie formelle réutilisant notamment l'ontologie CIDOC-CRM et à la peupler (voir 6). Cela implique l'utilisation d'un éditeur d'ontologie comme PROTEGE.
- **Etape 5 : Evaluation de l'ontologie PHO :** La conception de l'ontologie est validée par la mise en œuvre des cas d'étude historiques et par la périodisation d'un nouveau port, Buenos Aires avec l'ontologie PHO. Ces cas d'étude sont de la responsabilité de l'historien car ils sont issus des résultats produits par le travail historique. Ils se traduisent par des requêtes SPARQL, associées à des raisonnements. Lorsque l'ontologie sera peuplée à partir de sources issues d'autres ports, les requêtes déjà écrites permettront à l'utilisateur d'obtenir des résultats en termes de périodisation et de circulation des savoirs pour ces ports. (voir 6.4)

Les étapes 3 et 4 se déroulent de manière itérative en fonction de l'analyse des sources collectées et du travail de l'historien (Voir 5). Le processus de conception se répartit dans les trois chapitres de la manière suivante :

- Chapitre 4 : Le méta-modèle ANY-ARTEFACT
- Chapitre 5 : Les objectifs de l'ontologie et de celles à réutiliser, l'analyse du domaine, l'élicitation des connaissances et la conception d'une "ontologie" informelle : le modèle d'évolution des ports HST-PORT.
- Chapitre 6 : La formalisation, le peuplement et la validation de l'ontologie PHO.

Nous allons maintenant présenter un résumé des trois chapitres suivants en soulignant les liens qu'ils entretiennent entre eux.

Dans la méthodologie de conception, les chapitres 3 et 4 concernent l'expert du domaine en SHS, dans notre cas il s'agit d'histoire des sciences, où nous analysons le domaine et construisons le modèle semi-formel.

Le **Chapitre 4** présente le méta-modèle ANY-ARTEFACT, fondé sur une modélisation des activités humaines et des relations qu'elles entretiennent avec les acteurs qui les exercent, les artefacts utilisés et les savoirs mis en œuvre pour réaliser ces activités avec les artefacts. En Histoire des sciences et des techniques, nous recherchons la nature des rapports qui existent entre les acteurs, les artefacts et les savoirs pour réaliser une activité. Cette activité se déroule pendant une certaine durée et nous étudierons donc les rapports entre artefact, acteur, savoir et activité sur la durée de vie de l'artefact. Nous montrerons que

celui-ci possède un "cycle de vie" qui commence par une émergence d'un besoin ; celui-ci est traduit par une solution technologique qui sera mise en œuvre lors de la construction d'un artefact. Cet artefact sera alors utilisé, réparé puis ne sera plus utilisé et parfois même détruit. Nous montrerons que l'analyse des rapports entre les quatre concepts précités, étudiés sur le cycle de vie d'un artefact, permet de générer une périodisation de l'Histoire d'un artefact dans le domaine des sciences et techniques. A la fin du 4, nous présenterons le méta-modèle ANY-ARTEFACT sous une forme informelle - carte conceptuelle ou les classes et les relations entre celles-ci sont décrites. La conception du méta-modèle ANY-ARTEFACT est un résultat en SHS (Sciences Humaines et Sociale). Ce méta-modèle ne décrit pas un domaine particulier en Histoire des Sciences et des Techniques. Le **chapitre 5** présente l'application de ce méta-modèle aux ports pour concevoir le modèle HST-PORT.

Dans le **chapitre 5**, nous nous intéressons au port considéré comme un Macro-système technologique en précisant la conception du modèle HST-PORT comme étant une instanciation du méta-modèle ANY-ARTEFACT pour rendre compte de l'évolution des ports en Histoire des Sciences et des Techniques. Ce modèle que l'on peut caractériser "d'ontologie informelle" a bien pour objet de permettre d'éliciter plus facilement des connaissances proche d'une ontologie formelle. Le processus de conception est mixte : à la fois descendant (top - down) et ascendant (bottom - up). La conception est descendante car nous partons du modèle ANY-ARTEFACT et nous spécifions les quatre classes les plus générales (artefact, acteur, savoir et activité) jusqu'à un certain niveau de généralité à partir des études d'experts en construction portuaire. Elle est ascendante car nous partons de l'analyse des sources historiques des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata pour déterminer les artefacts pertinents pour la périodisation qui constitueront les classes les moins abstraites du modèle. Nous les raccrochons aux classes déjà identifiées et/ou à des classes plus abstraites acquises à partir de l'étude historique. À la fin du **chapitre 5**, nous proposerons une version aboutie du modèle HST-PORT, qui rend compte de l'évolution des ports dans le temps, pour l'histoire des sciences et techniques, permettant ainsi leurs comparaisons. Il s'agit d'un modèle en sciences humaines et sociales (SHS) qui est aussi proche d'un modèle informatique. En effet, la construction du modèle HST-PORT qui cherche à représenter l'évolution des ports dans le temps, reprend le modèle événementiel du CIDOC-CRM. Dès le début de nos recherches, nous avons testé sa validité pour nos questions de modélisation historique. Nous considérons que HST-PORT est un modèle pivot entre l'histoire et l'informatique sans avoir toute la complexité d'une ontologie formelle. Pour une histoire comparée des ports, des cas d'étude répondant aux besoins des historiens sont proposés au fur et à mesure de l'analyse des sources pour concevoir HST-PORT. C'est donc partir du modèle pivot HST-PORT, que l'on a conçu l'ontologie PHO exprimée dans le langage OWL2 ; le processus de construction de PHO est l'objet du **chapitre 6**.

Le **chapitre 6** présente le passage du modèle HST-PORT vers l'ontologie PHO. L'objectif de ce travail est de produire un outil permettant de comparer l'évolution d'un grand nombre de ports et pour ce faire, comparer un grand nombre de données. Le modèle HST-PORT est traduit vers un modèle informatique en OWL2. Dans ce chapitre, nous montrerons comment nous avons procédé à la construction de l'ontologie PHO à partir du modèle HST-PORT. Nous avons vérifié - au travers de HST-PORT - que l'ontologie du CIDOC-CRM est pertinente pour la modélisation de l'évolution du port et nous l'avons réutilisée pour construire l'ontologie PHO. Pour permettre une réutilisation plus large de PHO, nous ferons également des alignements sur d'autres ontologies existantes qui décrivent des concepts comme le temps (ontologie TIME), le positionnement GPS (CRM-Geo). L'ontologie PHO est ensuite peuplée à partir des sources analysées. L'évaluation de l'ontologie est réalisée à partir des cas d'étude historiques et de la périodisation d'un nou-

veau port, Buenos Aires avec l'ontologie PHO. Ces cas d'étude sont de la responsabilité de l'historien car ils sont issus des résultats produits par le travail historique. Ces cas d'étude sont traduits par des suites de requêtes SPARQL. Lorsque l'ontologie recevra des données issues d'autres ports, les requêtes déjà écrites permettront à l'utilisateur d'obtenir des résultats nouveaux en termes de périodisation et de circulation des savoirs.

L'évaluation de l'ontologie PHO est réalisée de deux manières différentes :

- A partir des cas d'études N°1 et N°3 grâce à des requêtes SPARQL et des raisonnements : les requêtes et raisonnements associés doivent produire des résultats identiques aux cas d'usage réalisés manuellement par l'historien.
- A partir de l'ontologie PHO et des sources relatives au port de Buenos Aires, il s'agit de produire une périodisation de ce dernier et ainsi vérifier que l'ontologie peut s'appliquer à d'autres ports que ceux utilisés pour sa conception.

3.1 Références

BACHIMONT, B. 2000, «Engagement sémantique et engagement ontologique : conception et réalisation d'ontologies en ingénierie des connaissances», *Ingénierie des Connaissances : Evolutions récentes et nouveaux défis*, vol. 1, p. 1–16. 66

BACHIMONT, B., R. TRONCY et A. ISAAC. 2002, «Semantic Commitment for Designing Ontologies : A Proposal», dans *Proc. 13th international conference on knowledge engineering and knowledge management (EKAW), Lecture notes in computer science*, vol. 2473, édité par R. B. Asunción Gómez Pérez, Springer Verlag, Siguenza, Spain, p. 114–121. URL https://hal.inria.fr/hal-00922313, bachimont2002a. 66

BÉNEL, A. 2014, «Quelle interdisciplinarité pour les «humanités numériques»?», *Les Cahiers du numérique*, vol. 10, n° 4, p. 103–132. 66

CAÑAS, A. J., G. HILL, R. CARFF, N. SURI, J. LOTT, G. GÓMEZ, T. C. ESKRIDGE, M. ARROYO et R. CARVAJAL. 2004, «Cmaptools : A knowledge modeling and sharing environment», . 66

CASTRO, A. G., P. ROCCA-SERRA, R. STEVENS, C. TAYLOR, K. NASHAR, M. A. RAGAN et S.-A. SANSONE. 2006, «The use of concept maps during knowledge elicitation in ontology development processes–the nutrigenomics use case», *BMC bioinformatics*, vol. 7, n° 1, p. 267. 67

FERNANDEZ-LOPEZ, M. et O. CORCHO. 2010, *Ontological Engineering : with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*, Springer Publishing Company, Incorporated. 66

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M., A. GÓMEZ-PÉREZ et N. JURISTO. 1997, «Methontology : From ontological art towards ontological engineering», dans *Proceedings of the Ontological Engineering AAAI-97 Spring Symposium Series*, American Asociation for Artificial Intelligence. URL http://oa.upm.es/5484/, ontology Engineering Group ? OEG. 66

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M. et A. GÓMEZ-PÉREZ. 2002, «Overview and analysis of methodologies for building ontologies», *The Knowledge Engineering Review*, vol. 17, n° 2, doi :10.1017/S0269888902000462, p. 129–156. 66

Chapitre 4

Le méta-modèle ANY-ARTEFACT

Sommaire

4.1 Introduction 72
4.2 Vers un modèle anthropocentré 72
4.3 Le modèle ANY-ARTEFACT 73
4.3.1 Le modèle d'activité humaine 73
4.3.2 Le cycle de vie d'un artefact. 76
4.4 ANY-ARTEFACT, un outil générique de périodisation des macro-systèmes technologiques pour l'histoire des sciences et des techniques. 78
4.5 Conclusion 79
4.6 Références 79

4.1 Introduction

L'un des objectifs principaux de la thèse est de proposer un modèle générique d'évolution spatio-temporelle des macro-systèmes complexes que sont les ports dans le but de les comparer du point de vue de leur histoire technologique et scientifique. Ce modèle que nous appellerons HST-PORT est issu de travaux de recherches menés à Brest depuis une dizaine d'année dans le cadre notamment de la collaboration entre le Centre F. Viète et IMT-Atlantique sur l'histoire des sciences et techniques et la modélisation des connaissances (voir LAUBÉ [2009], GILLIOT et collab. [2012], BRUNEAU et collab. [2015]).

Ces travaux ont conduit à l'élaboration d'une approche systémique et d'un méta-modèle générique en histoire appelé ANY-ARTEFACT prenant en compte : 1) les aspects à grande échelle (spatiale et temporelle) qui sont de l'ordre de la dynamique d'un paysage culturel industriel (par le choix d'indicateurs (artefacts) pertinents) ; 2) les aspects à plus petite échelle centrés sur le cycle de vie des artefacts et des activités humaines associées. Ce méta-modèle est désormais appliqué et développé dans d'autres travaux de recherches notamment la thèse en cours de Marie-Morgane Abiven (voir son blog recherche sous hypothèse.org : https://brestvenise.hypotheses.org/ sur la comparaison des arsenaux de Brest et Venise ainsi que le désert dans le cadre du LIA "Mines d'Atacama" (voir par exemple : https://liamines.hypotheses.org/1772). Cette approche a été par ailleurs retenue dans le cadre du GIS histoire maritime pour un programme de recherche européen portant sur la conservation numérique préventive des patrimoines maritimes.

Ce chapitre est une synthèse issue de publications ou communications présentées dans le champ de l'histoire des sciences et des techniques et humanités numériques : LAUBÉ [2016], LAUBÉ [2017a], LAUBÉ [2017b], ROHOU et collab. [2017], LAUBÉ et collab. [2018a], LAUBÉ et collab. [2018b], LAUBÉ [2018].

4.2 Vers un modèle anthropocentré

Citons RABARDEL [1995] pour indiquer dans quelle perspective nous nous situons qui indique deux axes principaux qui se dégagent dans une première approche :

- *"une perspective à dominante **technocentrique** où l'homme occupe une position résiduelle, et où, son activité réelle n'ayant plus de statut propre, elle ne peut, le plus souvent, être pensée que dans les termes mêmes du processus technique. Il n'y a alors, comme le dit si bien le philosophe du travail Schwartz (1988), plus d'autre solution que de parler des hommes à travers les choses, lorsqu'on entre dans le travail par la seule technicité, même lorsque l'on inscrit cette option dans une perspective humaniste ;*
- *une perspective à dominante **anthropocentrique** où l'homme occupe une position centrale depuis laquelle sont pensés les rapports aux techniques, aux machines et systèmes. Cette option place l'activité de l'homme au coeur de l'analyse et, de ce fait, permet d'opérer le renversement nécessaire pour pouvoir parler des choses en fonction des hommes - pour reprendre les termes de Schwartz."*

Dans nos travaux en histoire des sciences et des techniques, nous avons adopté une approche anthropocentrée, en plaçant l'homme et ses activités au centre de l'étude. Cette approche nous amène ainsi à interroger l'activité humaine au sein d'un macro-système technologique selon trois axes : i) le rapport à la matérialité qui nous oblige à définir de

manière précise la notion d'artefact ; ii) le rapport à l'être humain en tant que tel (individu, groupe social, position occupéedans la société) en tant qu'agent de cette activité ; iii) le rapport au mode idéel, c'est-à-dire ici les savoirs engagés dans l'activité.

4.3 Le modèle ANY-ARTEFACT

Le modèle ANY-ARTEFACT présente deux composantes présentes sous la forme d'un modèle d'activité associé à un modèle d'évolution temporelle d'un artefact en cinq étapes. Il s'agit principalement d'un modèle heuristique au même titre que le modèle ANY-PORT développé par le géographe Bird qui permet :

- de proposer des formes analogues (les étapes), des "pattern" inscrits dans une chronologie avec l'objectif d'avoir à disposition un outil de périodisation comparée des macro-systèmes technologiques ;
- d'étudier de manière précise, pour chaque étape, les activités humaines en interrogeant le rapport aux acteurs, aux systèmes d'artefacts et aux savoirs (concepts que nous définissons ci-dessous) .

4.3.1 Le modèle d'activité humaine

Cette première composante d'ANY-ARTEFACT nécessite de définir les concepts en jeu.

La notion d'acteur

L'analyse de l'activité humaine nous amène à préciser les différents statuts des êtres humains engagés dans celle-ci. Nous identifions trois typologies :

- L'être humain en tant que personne avec une histoire (de sa naissance à sa mort) et donc une biographie, une formation (par exemple ingénieur diplômé des Ponts et Chaussées), une suite événements (mariage, accident, situation professionnelle).
- Les groupes (à partir de deux individus) présentant une organisation sociale avec au moins deux individus. Par exemple, un couple (marié, pacsé ou non), une entreprise, un laboratoire, un état, etc.
- Les postes (ou positions) occupés par des individus non incarnés au sein de l'organisation des groupes sociaux. A titre d'exemple, citons «Mari» ou «Femme» pour un couple marié, chef d'entreprise, Président de la République française, forgeron dans l'arsenal de Brest. Ces postes(positions) peuvent être incarnés par des individus réels.

Commentaire : Du point de vue de l'histoire des sciences et des techniques, nous avons plusieurs plans à étudier et à décrire : 1) des groupes sociaux et leur organisation que l'on décompose en sous-groupes qui sont eux-mêmes organisés par un assemblage de postes à tenir. A titre d'exemple : L'Etat français est constitué d'un gouvernement avec les postes individuels de Premier Ministre et de Ministres. L'Assemblée Nationale est constituée des postes individuels de Président de l'Assemblée et de députés ; 2) Des personnes réelles pouvant occuper différents types de postes en même temps : par exemple, député, mari, avocat.

Nous appellerons donc "acteurs" l'ensemble de ces trois catégories. En fonction des niveaux des activités humaines (et de leur nature) qui sont étudiées dans le cadre de cette thèse, nous serons amenés à considérer selon les cas ces trois catégories comme agent de

l'activité. En particulier, cela nous amènera à penser l'être humain d'abord comme agent dans un groupe social caractérisé par le poste qu'il occupe dans ce groupe social. Ce poste peut être tenu par différents individus successifs (voir par exemple la liste des présidents de la République française).

La notion d'artefact

Nous reprenons à notre compte la définition proposée par Rabardel :

> *"C'est donc le terme d'artefact que nous utiliserons désormais dans une optique de désignation "neutre" ne spécifiant pas un type de rapport particulier à l'objet. Cependant nous lui donnerons un contenu plus précis que celui de "chose ayant subi une transformation d'origine humaine". En effet, ce qui nous intéresse, c'est la chose susceptible d'un usage, élaborée pour s'inscrire dans des activités finalisées. [...] l'artefact concrétise une solution à un problème ou à une classe de problèmes socialement posés."*

Dans ce cadre, nous considérons donc ici qu'un artefact est une production humaine ayant : 1) une fonction c'est-à-dire une intentionalité, une "capacité à" réaliser une activité ; 2) un usage, c'est-à-dire l'activité réelle concrète, réalisée. La fonction constitue ce pourquoi il a été fabriqué et l'usage représente son utilisation, qui peut être parfois très lointaine de sa fonction initiale. Un premier modèle d'évolution temporelle de l' activité humaine avec deux pôles peut être proposé :

FIGURE 4.1 – Le premier modèle de l'activité

Il se décompose en deux étapes : la première est la production d'artefact et la seconde étape contient les usages de l'artefact. En résumé, les êtres humains produisent un artefact dans une activité de production puis les utilisent dans une ou plusieurs activités d'usage. Dans notre modélisation, nous avons donc un pôle "artefact" et un pôle "êtres humains" que l'on considérera comme acteurs. Nous sommes dans ce cas dans des modes de questionnements sur les relations qu'entretiennent les artefacts, les acteurs et les activités.

Commentaire : Nous considérons comme artefact aussi bien des productions humaines très simples comme un levier que des macro-systèmes complexes tels qu'ils sont définis par T.P. Hughes. Dans notre cas, un port sera étudié comme un artefact puisqu'il est pensé et construit comme une entité matérielle assurant un certain nombre de fonctions. La décomposition en éléments plus simples (qui sont toujours des artefacts) associés à l'étude des liens entre ces éléments permet une approche systémique de la complexité.

La notion de savoir

Nous nous inscrivons dans le cadre de la définition donnée par JACOB [2011].

> *"Les savoirs forment un vaste ensemble de représentations, de discours et de pratiques au coeur de toute société humaine. S'il nous faut en proposer une définition englobante, nous dirions que les savoirs sont constitués par l'ensemble des procédures permettant de donner sens au monde et d'agir sur lui dans la multitude de ses dimensions, qu'il s'agisse du monde matériel ou vivant, du monde visible ou invisible, du temps ou de l'espace, du monde naturel ou vivant. Les savoirs ont ainsi pour fonction de rendre ces différentes composantes dicibles et pensables, de les rendre communicables et intelligibles dans une société donnée, ou plus exactement, dans différents milieux et groupes de cette société. Les savoirs sont une variable historique, sociale et culturelle, non seulement dans leurs contenus, mais aussi dans leur morphologie, dans leurs modes de constitution et de circulation."*

L'approche ANY-ARTEFACT de l'activité humaine prend en compte un troisième pôle en interrogeant la nature des rapports aux savoirs qui sont impliquées dans l'activité. Ces savoirs peuvent être de nature très différente : 1) explicite, par exemple issus d'une formation d'ingénieurs et se traduisant par un diplôme. Ce type de savoir s'appuie sur des supports matériels (archives, documentation, etc.) ; 2) implicite dans le cas de savoir-faire technologiques et de mode de transmission plus difficile à mettre au jour (par exemple le savoir-faire des forgerons). Dans ce deuxième cas, le rôle de l'historien sera de conduire des méthodologies spécifiques pour "révéler" et traduire ces savoirs (entretiens avec des acteurs experts encore vivants, étude d'activités proches encore vivantes,..) Par ailleurs, d'autres savoirs sont aussi «portés» par les artefacts eux-mêmes de plusieurs manières : dans leur conception en tant que solution à un problème ainsi que dans leur réalisation matérielle.

Nous apportons donc un élément supplémentaire au premier modèle de l'activité issue de Rabardel (voir figure 4.1) qui est le savoir. Nous pouvons donc proposer un nouveau modèle de l'activité, le modèle d'activité Any-Artefact.

La notion d'activité

Nous considérons comme activité une suite d'événements successifs impliquant un ou des acteurs, un système matériel composé d'artefacts et un système de savoirs. Elle se déroule dans le temps et est située spatialement. Ce système d'artefacts peut être très simple (un marteau, un clou, un mur) ou complexe comme un port ou une entreprise. Dans le cas d'une activité scientifique ou technologique, elle présentera le caractère spécifique d'une intentionnalité.

Commentaire : Du point de vue de l'historien, nous sommes amenés à étudier deux types d'activités. D'une part, celles qui présentent un caractère unique et non répétitif comme par exemple l'installation de grues sur un quai dans un port donné à une date donnée; d'autre part, des activités (des procédures) qui présentent une récursivité. Par exemple, la procédure de chargement ou déchargement d'un bateau à quai par une grue dans un port donné ou encore la construction d'une digue à partir de blocs pré-formés.

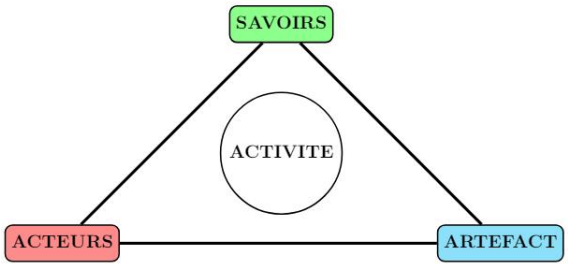


FIGURE 4.2 – Le modèle d'activité générique Any-Artefact.

En terme d'histoire des sciences et des techniques, il s'agit d'étudier, de décrire et comprendre l'activité humaine en interrogeant les sources archivistiques et en établissant à partir de leur analyse une série d'informations historiques sourcées au travers de plusieurs aspects : la décomposition de l'activité humaine en événements situés temporellement et spatialement, les différents typologies d'acteurs qui sont impliqués ainsi que le système matériel (composés d'artefacts) qui est sollicité, les savoirs explicites ou implicites qui sont en jeu dans cette activité. Ce modèle d'activité constitue une première focale du modèle ANY-ARTEFACT. En nous centrant sur l'artefact en tant que solution de problèmes socialement posés, nous considérons en outre l'activité humaine dans le cadre spécifique du "cycle de vie" d'un artefact en prenant en compte l'ensemble des activités humaines qui ont conduit à sa réalisation matérielle, les usages associés, les conditions de ses modifications et de son éventuelle disparition.

4.3.2 Le cycle de vie d'un artefact.

Ce modèle d'évolution temporelle s'exprime en cinq étapes, présenté dans la figure 4.3 :

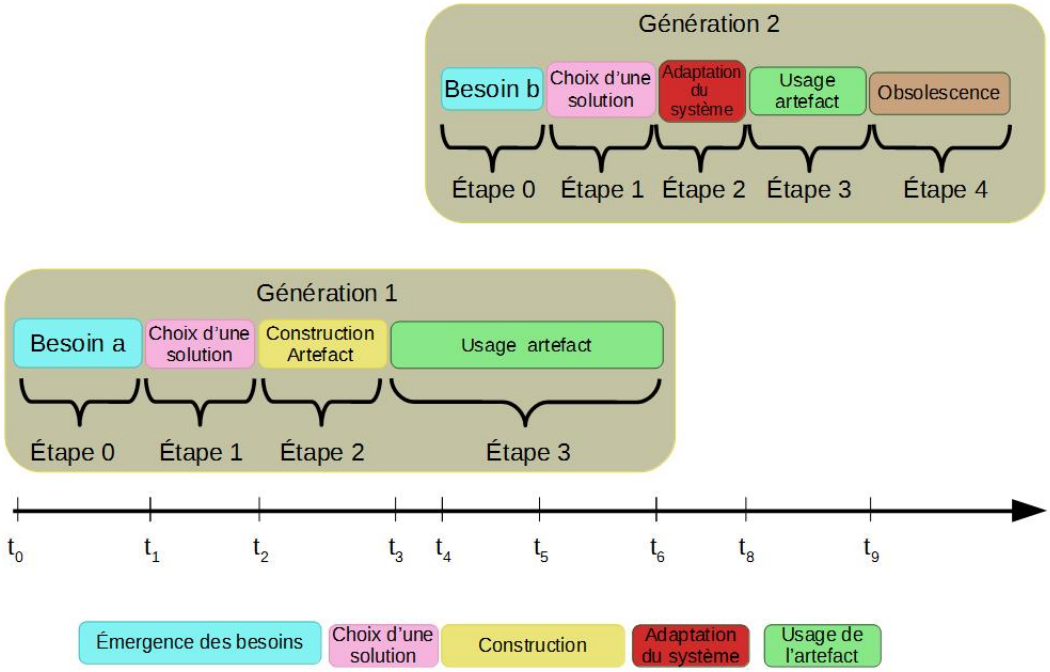


FIGURE 4.3 – Le cycle de vie générique d'un artefact.

- étape 0 : l'émergence des besoins (ou d'un problème socialement posé). En un lieu

donné, à un temps t0, des acteurs expriment un besoin "a". Ce besoin peut rester non couvert pendant un certain temps. i) soit les savoirs scientifiques et technologiques ne peuvent pas apporter une solution appropriée. ii) les solutions techniques existent mais la volonté des acteurs n'est pas présente pour des raisons politiques, budgétaires, sociales, etc.

- étape 1 : en t1, le besoin est traduit par un acteur en problème technologique qui peut être résolu par différentes solutions. Cet acteur ou d'autres proposent des solutions pour résoudre le problème posé. Ces solutions peuvent être conçues à par partir de savoirs et de technologies différentes. Un acteur prend la responsabilité de choisir une solution technologique la plus adaptée pour répondre au besoin "a".
- étape 2 : en t2, la solution technologique conduit à la construction de l'artefact. Un acteur se chargeant de la construction de l'artefact afin de couvrir le besoin exprimé.
- étape 3 : en t3, l'usage de l'artefact commence. Cette période d'usage de la première génération de l'artefact comprend parfois des phases d'entretien et de réparation et ce jusqu'à qu'un nouveau besoin "b" apparaisse. Des solutions sont alors étudiées et le choix se porte sur une d'entre elle en t6 et l'artefact va donc s'adapter. Si ce besoin est couvert par une adaptation de l'artefact, celui-ci rentre dans une deuxième génération.
- étape 4 : si ce besoin n'est pas couvert ne répondant plus aux besoins des acteurs, son évolution posant des problèmes technologiques, financiers..., l'artefact entre dans une phase d'obsolescence qui peut le mener à la destruction partielle ou totale.

Si l'artefact en question est un Macro Système Technique (LTS), celui-ci est composé de plusieurs artefacts. Parmi tous ces artefacts, nous en repérons quelques uns que l'on considère comme pertinents pour produire une périodisation du LTS. Dans la figure 4.4, nous appliquons le modèle d'évolution d'un artefact au cours du temps développé dans la figure 4.3 ; nous prenons l'exemple de deux artefacts, A et B.

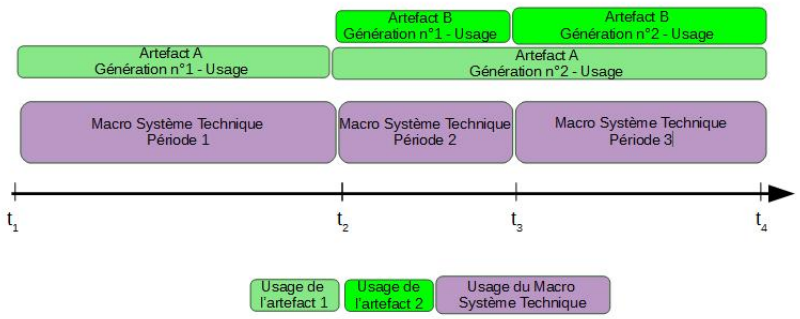


FIGURE 4.4 – Le modèle générique d'un cycle de vie d'un LTS.

Dans la figure 4.4, l'usage de l'artefact A se déroule entre t1 et t4 mais, en t2, le système technique s'adapte. L'histoire technique de l'artefact A se passe donc sur deux générations. Pour l'artefact B, son histoire technique se déroule sur deux générations. En combinant l'histoire des artefacts A et B, nous pouvons produire une périodisation de l'histoire du Macro Système Technique qui se déroule sur trois périodes : t1-t2 ; t2-t3 ; t3-t4.

Nous utiliserons le modèle Any-Artefact avec ces deux composantes : un modèle d'activité humaine avec trois pôles (acteurs, artefacts, savoirs) couplé à un modèle d'évolution

temporelle du cycle de vie des artefacts. L'analyse de ces relations entre les pôles peut nous permettre de générer une périodisation de l'histoire d'un artefact dans le domaine des sciences et techniques.

4.4 ANY-ARTEFACT, un outil générique de périodisation des macro-systèmes technologiques pour l'histoire des sciences et des techniques.

Pour périodiser le LTS, il faut donc d'une part, choisir des artefacts pertinents susceptibles de produire des périodisations et d'autre part repérer des propriétés de ces artefacts; on entend par propriétés, les informations caractéristiques de l'artefact. Leurs évolutions dans le temps nous donnent des indications pour repérer les moments où le système est stable ainsi que les moments où le système s'adapte.

Le travail de l'historien va donc être d'étudier le Macro Système Technique, de choisir des artefacts pertinents ainsi qu'une ou plusieurs de ses propriétés.

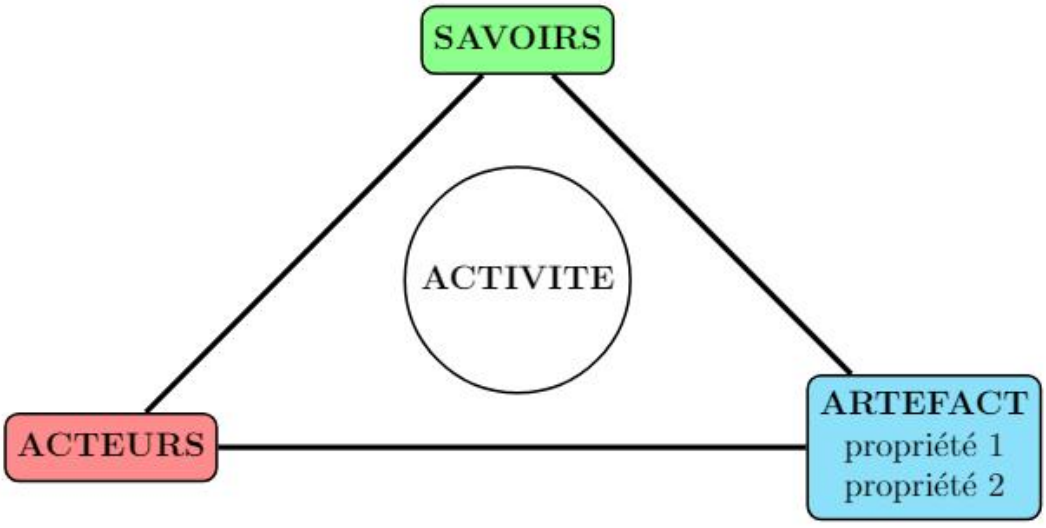


FIGURE 4.5 – Le modèle ANY-ARTEFACT.

La figure 4.5 souligne le choix de propriétés pertinentes de l'artefact afin de produire une périodisation. L'historien analyse les sources pour produire des informations pertinentes; d'une part il recherche l'artefact pertinent et comment le caractériser. C'est l'étude de l'évolution de ses propriétés qui lui fourniront des éléments de périodisation.

Pour faire de l'Histoire pour les sciences et des Techniques, nous balayons les trois sommets du triangle "ANY-ARTEFACT" sur le cycle de vie de l'artefact. Dans notre travail, nous allons choisir le sommet "artefact" pour produire une périodisation liée aux artefacts mais dans un autre travail, nous pourrions choisir les sommets "Acteur" ou "Savoir" pour produire une autre périodisation.

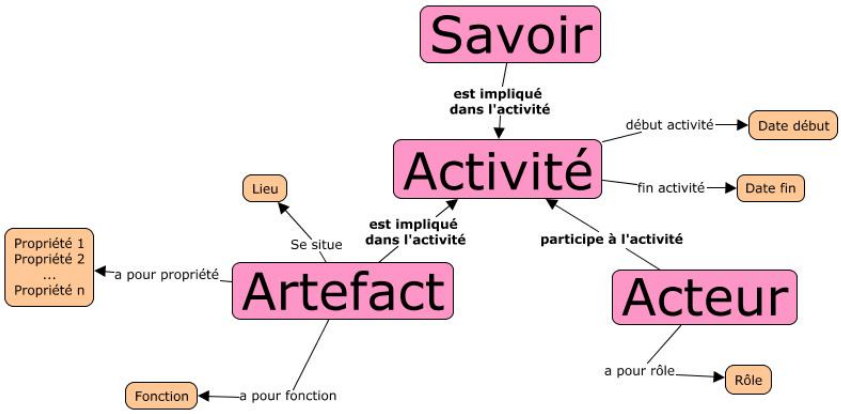


FIGURE 4.6 – Le modèle ANY-ARTEFACT avec ses relations [1].

- Un artefact sera localisé et décrit par sa fonction et par ses propriétés utiles à une périodisation (propriété 1, propriété 2, propriété 3...). Par propriété on entend une longueur, profondeur, surface, volume, puissance... Cela dépend du Macro Système Technique que l'on étudie. Un artefact est conçu et construit pour réaliser une fonction
- Un acteur a dans une activité un rôle défini ; il peut remplir le rôle de décideur, de constructeur d'artefact ou encore d'un usager. Les acteurs peuvent réaliser des activités en groupe ou alors individuellement
- Un savoir peut être explicite ou porté par l'artefact lui-même
- L'activité humaine est le résultat d'une interaction entre un acteur et un artefact se traduisant par une suite d'événements successifs se déroulant dans le temps et situés spatialement

4.5 Conclusion

Nous venons de présenter le méta-modèle ANY-ARTEFACT qui nous permet de décrire l'évolution d'un Macro Système Technologique du point de vue de l'histoire des sciences et des techniques. Nous tenons à rappeler ici qu'il s'agit d'un modèle heuristique et systémique pensé comme un outil destiné à l'historien pour développer une approche comparée des systèmes technologiques complexes.

Considérant le port comme un Macro Système Technologique complexe, nous allons donc lui appliquer le modèle ANY-ARTEFACT. Nous appellerons ce modèle HST-PORT.

4.6 Références

BRUNEAU, O., S. GARLATTI, M. GUEDJ, S. LAUBÉ et J. LIEBER. 2015, «SemanticHPST : applying semantic web principles and technologies to the history and philosophy of science and technology», dans *International Semantic Web Conference*, Springer, p. 416–427. 72

1. La carte conceptuelle est générée à partir du logiciel CMapTools qui est utilisé largement selon CAÑAS et collab. [2004] dans le domaine de l'éducation. IHMC CmapTools est gratuit, facile à télécharger et développé par Institute for Human and Machine Cognition (SOUTHWORTH [2017])

CAÑAS, A. J., G. HILL, R. CARFF, N. SURI, J. LOTT, G. GÓMEZ, T. C. ESKRIDGE, M. ARROYO et R. CARVAJAL. 2004, «Cmaptools : A knowledge modeling and sharing environment», . 79

GILLIOT, J.-M., N. PHAM, S. GARLATTI, I. REBAI et S. LAUBÉ. 2012, «Tackling mobile & pervasive learning in ibst», *Innovative Methods for Science Education : History of Science, ICT and Inquiry Based Science Teaching*, p. 181. 72

JACOB, C. 2011, «Pour une anthropologie historique des savoirs», Conférence présentée le 4 février 2011 devant la Société française pour l'Histoire des Sciences de l'Homme, Paris, Ehess. URL https://www.academia.edu/774919/Pour_une_anthropologie_historique_des_savoirs. 75

LAUBÉ, S. 2009, «Modélisation des documents numériques pour l'histoire des techniques : une perspective de recherche», *Documents pour l'histoire des techniques. Nouvelle série*, , nº 18, p. 37–41. 72

LAUBÉ, S. 2016, «Histoire comparée des arsenaux de brest et venise du point de vue des sciences et des techniques : approche systémique et humanités numériques, colloque international : Les arsenaux de marine (c. 1600-c. 2000)», . 72

LAUBÉ, S. 2017a, «HST-PORT. un modèle d'évolution des paysages portuaires du point de vue de l'histoire des sciences et des techniques», dans *Il coloquio internacional sobre patrimonio portuario Santafesino. "Hacia un programa de puesta en valor, preservación y difusión"*, UCA-IDEHESI, Rosario - Argentina. URL https://ciudadport.hypotheses.org/100;https://youtu.be/vfDXsRn17xo. 72

LAUBÉ, S. 2017b, «Maritimité, histoire et patrimoine scientifique et industriel : apport du modèle d'activité ANY-ARTEFACT», dans *Journée d'étude - Navigation, pêche et identités maritimes, XVe-XIXe siècles. Perspectives russes et françaises, Vendredi 22 décembre 2017, (à paraître 2019)*, Université Paris-Diderot, Paris. 72

LAUBÉ, S. 2018, «Rapport interne : Pour une histoire anthropologique des paysages culturels industriels : le méta-modéle ANY-ARTEFACT et ses applications en histoire et patrimoine», . 72

LAUBÉ, S., S. GARLATTI, R. QUERREC, B. ROHOU et M.-M. ABIVEN. 2018a, «ANY-ARTEFACT-O : an ontology developed for history of industrial cultural landscape», dans *2nd Data for History workshop, 24-25 May 2018*, Université Jean-Moulin Lyon 3. URL http://dataforhistory.org/sites/default/files/dfh20180524_laube.pdf. 72

LAUBÉ, S., S. GARLATTI, R. QUERREC, B. ROHOU et M.-M. ABIVEN. 2018b, «Histoire et patrimoines comparés des paysages culturels industriels : la question de la modélisation des connaissances (web sémantique et réalité virtuelle)», dans *Journées d'études scientifiques prospectives ReSeed, "Le numérique : outil d'étude de la valeur patrimoniale!", 31 mai-1er juin 2018*. URL http://dataforhistory.org/sites/default/files/dfh20180524_laube.pdf. 72

RABARDEL, P. 1995, *Les hommes et les technologies*, Paris : Armand Colin. 72

ROHOU, B., S. GARLATTI et S. LAUBE. 2017, «Periodizar y comparar la evolución de los puertos : interés cruzado de las humanidades digitales en el enfoque de la historia de la ciencia y de la técnica aplicado a los puertos de Brest (Francia), Mar del Plata, Rosario, Quequén y Arroyo Pareja (Argentina).», dans *XVI Jornadas Interescuelas Mar del Plata, UNMdP, 10 aout 2017*. URL https://ciudadport.hypotheses.org/134. 72

SOUTHWORTH, E. M. 2017, «Map it! creating meaningful learning experiences in social studies with ihmc cmaptools», . 79

Chapitre 5

HST-PORT : un modèle d'évolution des ports

Sommaire

5.1 Introduction 85

5.2 Définition de l'objectif de l'ontologie à construire et choisir les ontologies à réutiliser 86

5.3 Le processus de conception du modèle HST-PORT 86

5.3.1 Spécifications des classes les plus générales de l'ontologie informelle HST-PORT 86

5.3.2 Étude et analyse des indicateurs pertinents pour les ports de Brest, Rosario et Mar del Plata. 90

5.3.3 Le port de Brest 91

5.3.4 Le port de Rosario 138

5.3.5 Le port de Mar del Plata 169

5.4 Cas d'étude n°1 : périodisation de l'histoire des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata. 186

5.4.1 Périodisation du port de Brest pour l'Histoire des sciences et des techniques. 186

5.4.2 Périodisation de l'Histoire technique du port de Rosario 195

5.4.3 Périodisation de l'Histoire technique du port de Mar del Plata. . . . 204

5.5 Cas d'étude n°2 : histoire comparée des ports de Brest, Rosario, Mar del Plata. 209

5.5.1 Classer les artefacts selon les célérités de la prise en compte des besoins et de leur réalisation. 209

5.5.2 Le port de Brest. 214

5.5.3 Le port de Rosario. 215

5.5.4 Port de Mar del Plata 216

5.5.5 Études comparatives des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata. . 217

5.5.6 Conclusion 220

5.6 Cas d'étude n°3 : l'étude de la circulation des savoirs et des technologies. 221

5.6.1 La formation initiale des acteurs. 221

5.6.2 La circulation des savoirs dans la construction portuaire. 225

5.6.3 Les savoirs acquis par l'expérience. 230

5.6.4 Circulation des savoirs lors des usages des installations portuaires. 231

5.7 Conclusion **233**
5.8 Références **234**

5.1 Introduction

L'objectif de la thèse est de décrire l'évolution spatio-temporelle des ports pour en produire une histoire comparée. Pour atteindre cet objectif, nous allons, notamment, concevoir un modèle de périodisation des ports qui détermine les artefacts et leurs propriétés pertinentes, ainsi que les activités, les savoirs et les acteurs associés à partir du méta-modèle ANY-ARTEFACT. Ce modèle d'évolution des ports appelé HST-PORT est une "ontologie" informelle. En d'autres termes, c'est une carte conceptuelle qui s'inspire très fortement de la structure des ontologies. Cette dernière et les connaissances afférantes sont le fruit du travail d'un historien (expert). Comme l'a écrit BERETTA et LETRICOT [2017], les connaissances ne découlent pas naturellement des sources, mais elles sont le résultat d'une méthodologie appliquée aux sources par l'historien. Cette "ontologie" informelle a été conçue à partir de trois cas d'étude qui retracent le processus d'analyse historique d'un historien appliquant le méta-modèle ANY-ARTEFACT.

Le chapitre s'organise de la manière suivante :

- **Définition des objectifs de l'ontologie à construire et choix des ontologies à réutiliser**
- **Le processus de conception du modèle HST-PORT** [1]. Le processus de conception du modèle HST-PORT est fondé sur une analyse du domaine et une élicitation des connaissances réalisées au travers du méta-modèle ANY-ARTEFACT qui définit le cycle de vie des artefacts à rechercher dans les sources et les concepts-racines (artefacts, activités, acteurs, savoirs). Ce processus a pour objet de produire une "ontologie" informelle HST-PORT - une carte conceptuelle.
- **Cas d'étude n°1 : la périodisation des ports de Brest, Mar Del Plat et Rosario.** Parallèlement à la conception du modèle HST-PORT, nous menons une étude historique sur les ports de Brest, Mar del Plata et Rosario. De ce travail, nous déduirons les différentes étapes du cycle de vie des artefacts [2] et la périodisation de l'histoire des ports de Brest et Rosario. Enfin, le modèle HST-PORT final sera validé dans le paragraphe 5.3.5 par l'analyse du port de Mar del Plata.
  Dans les paragraphes qui suivent, le cas d'étude N°1 n'est pas séparé du processus de conception du modèle HST-PORT ; en effet ce dernier est construit itérativement à partir de l'étude des trois ports, respectivement, Brest, Rosario, Mar del Plata. Le cas d'étude est donc décliné pour chaque port.
- **Cas d'étude n°2 : l'analyse de l'Histoire des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario** (paragraphe 5.5). Cette analyse se fait, dans une approche comparative, en étudiant l'activité de construction et d'usage du port en suivant les indicateurs pertinents. Des typologies de ports pour l'histoire des sciences et des techniques seront proposées. Cette analyse sera notre cas d'étude historique n°2.
- **Cas d'étude n°3 : l'étude de la circulation des savoirs et des technologies.** L'étude se fera entre les ports de Brest, Rosario, Mar del Plata et le reste du Monde au paragraphe 5.6 et constituera le cas d'étude n°3.

1. Dans l'objectif de modéliser les connaissances produites par l'étude historique des ports, à chaque fois que cela sera nécessaire, nous représenterons le modèle HST-PORT à l'aide de cartes conceptuelles. Ces cartes nous seront utiles pour passer du modèle HST-PORT à l'ontologie PHO.

2. Le cycle de vie d'un artefact comprend leurs constructions, leurs usages et enfin leurs obsolescences voire leurs destructions.

5.2 Définition de l'objectif de l'ontologie à construire et choisir les ontologies à réutiliser

L'ontologie formelle PHO a pour objet de décrire l'évolution spatio-temporelle des ports pour produire une histoire comparée de ces ports. A minima, elle doit permettre à un historien de réaliser une indexation des sources historiques et une histoire comparée des ports étudiés dans les cas d'étude considérés pour produire le modèle HST-PORT. Mais bien évidemment, elle doit aussi permettre une indexation des sources et une histoire comparée des autres ports. En d'autres termes, elle doit être suffisamment générique pour être applicable à l'histoire des autres ports. L'évaluation de l'ontologie PHO va donc s'attacher à vérifier si ces objectifs sont réellement atteints.

Avant de commencer les étapes d'analyse du domaine, l'élicitation des connaissances et la conception de l'"ontologie" informelle HST-PORT, il est nécessaire de choisir la ou les ontologies à réutiliser. En effet, ces dernières peuvent avoir une influence non négligeable sur l'analyse du domaine, l'élicitation des connaissances et la conception de l'"ontologie" informelle HST-PORT, donc sur la modélisation des connaissances induites. Notre choix s'est porté sur le CIDOC-CRM, l'ontologie la plus utilisée pour la description de sources patrimoniales (voir paragraphe 2.5). C'est une ontologie événementielle qui implique un type de modélisation particulier qui va influencer fortement la conception de HST-PORT.

Le paragraphe suivant aborde les étapes d'analyse du domaine, d'élicitation des connaissances et de conception de l'"ontologie" informelle HST-PORT.

5.3 Le processus de conception du modèle HST-PORT

Ce processus de conception utilise le méta-modèle ANY-ARTEFACT pour l'appliquer à l'analyse des sources historiques. Il s'agit d'identifier dans les sources, le cycle de vie des artefacts, les instances et sous-classes des concepts-racines (artefacts, activités, acteurs, savoirs), les artefacts et leurs propriétés pertinentes pour une périodisation des ports ainsi que les activités, acteurs et savoirs associés. Ce processus permet de produire une "ontologie" informelle HST-PORT - une carte conceptuelle. Ce processus de conception est mixte, à la fois descendant (top-down) et ascendant (bottom-up). Dans le paragraphe 5.3.1 nous partons du modèle ANY-ARTEFACT et nous spécifions les quatre classes les plus générales (artefact, acteur, savoir et activité) jusqu'à un certain niveau de généralité à partir des études d'experts en construction portuaire. Nous obtenons le premier modèle intermédiaire de HST-PORT (figure 5.5). Ensuite, nous présentons dans le paragraphe 5.3.2 la méthode de l'analyse historique des sources pour déterminer les artefacts pertinents pour la périodisation qui constitueront les classes les moins abstraites du modèle. Cette méthode sera appliquée respectivement aux ports de Brest et de Rosario dans les paragraphes 5.3.3 et 5.3.4. Après l'étude de ces deux ports, nous serons en mesure de proposer le modèle final de HST-PORT.

5.3.1 Spécifications des classes les plus générales de l'ontologie informelle HST-PORT

Le modèle HST-PORT est une déclinaison pour les ports du méta modèle ANY-ARTEFACT accompagné du cycle de vie de l'artefact, présenté au chapitre 4. Nous avons de nouveau représenté le modèle ANY-ARTEFACT tel que nous l'avons décrit dans le paragraphe 4.4.

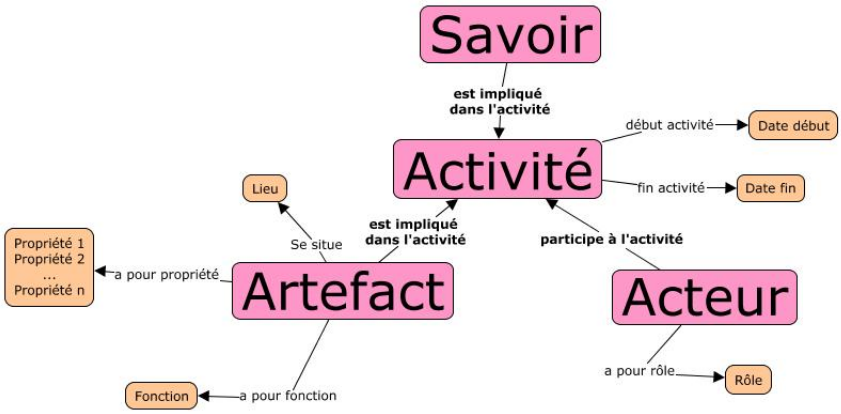


FIGURE 5.1 – Le modèle ANY-ARTEFACT avec ses relations.

L'Encyclopédie Méthodique de la Marine donne une définition d'un port : "Une rivière, un petit bras de mer, une hausse défendue par l'art par la nature contre l'impétuosité des vents et celle des flots et contre l'attaque des ennemis où l'on peut faire en sûreté toutes les opérations relatives à l'armement, au désarmement, à la construction et au radoub des vaisseaux, forment un port ou un havre". L'auteur considère que le port composé d'**infrastructures** et d'**équipements** qui permettront de réaliser des activités telles que le chargement, le radoubage, etc. Il dit aussi que les infrastructures sont deux sortes : les **infrastructures de protection** qui protègent des éléments naturels et les **infrastructures d'aménagement** qui permettent de faire des opérations. Si les éléments constitutifs du port sont produits par une intervention humaine, alors le port peut être considéré comme un artefact [3]. On peut donc proposer un premier modèle intermédiaire de HST-Port (v1).

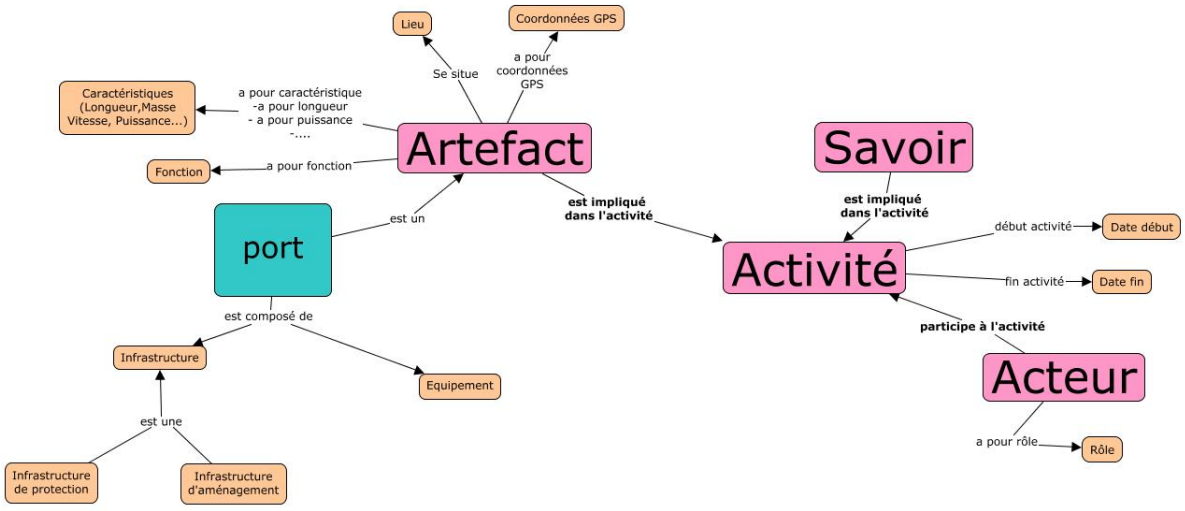


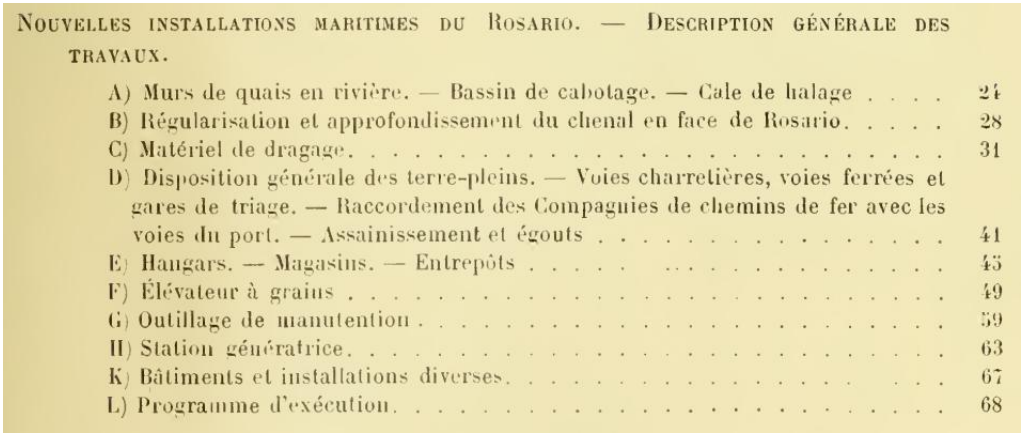
FIGURE 5.2 – Extrait du schéma du modèle intermédiaire de HST-PORT (v1).

Dans la figure 5.2, nous avons présenté un port comme étant un artefact. Le concept "port" est en relation avec **infrastructures** et **équipements** par la relation "est composé de". Les **infrastructures** protègent et aménagent le port. Nous avons donc spécifié le

3. On exclura de nos recherches les ports naturels, telle une plage, une crique où l'homme n'est pas intervenu pour qu'une activité soit facilitée.

concept d'**infrastructures** en deux concepts moins abstraits : **infrastructures de protection** et les **infrastructures d'aménagement** qui structurent le port et rendent possible l'installation des **équipements**.

Pour spécifier les **équipements** portuaires, nous partons de deux sources, l'une d'entre elles est le livre rédigé par HERSENT [1903] pour la construction du port de Rosario (voir figure 5.3) et l'autre provient du livre de SOCIÉTÉ NATIONALE DE TRAVAUX PUBLICS [1923] l'entreprise constructrice du port de Mar del Plata. Les deux sources présentent la description générale des artefacts d'un port et nous éclaire sur les **équipements** portuaires.


NOUVELLES INSTALLATIONS MARITIMES DU ROSARIO. — DESCRIPTION GÉNÉRALE DES TRAVAUX.

A) Murs de quais en rivière. — Bassin de cabotage. — Cale de halage 24
B) Régularisation et approfondissement du chenal en face de Rosario. 28
C) Matériel de dragage. 31
D) Disposition générale des terre-pleins. — Voies charretières, voies ferrées et gares de triage. — Raccordement des Compagnies de chemins de fer avec les voies du port. — Assainissement et égouts 41
E) Hangars. — Magasins. — Entrepôts 45
F) Élévateur à grains 49
G) Outillage de manutention 59
H) Station génératrice. 63
K) Bâtiments et installations diverses. 67
L) Programme d'exécution. 68

FIGURE 5.3 – Description des travaux à réaliser dans le port de Rosario présentée dans HERSENT [1903]

Extrait traduit du livre de SOCIÉTÉ NATIONALE DE TRAVAUX PUBLICS [1923], l'entreprise constructrice du port de Mar del Plata (voir extrait du livre en annexe A.14).

"Les travaux à effectuer sont les suivants :

a) *Deux jetées de protection*
b) *Travaux de dragage*
c) *Construction des quais en eaux profondes*
d) *Construction des quais de cabotage*
e) *Revêtement des talus*
f) *Deux quais pour les navires de pêche*
g) *Construction de terres-pleins*
h) *Construction de hangars et de dépots*
i) *Construction de bâtiments pour la douane, la sous-préfecture et les services du port*
j) *Construction de W.C*
k) *Construction d'une usine électrique pour la lumière et la force motrice*
l) *Construction d'une usine frigorifique et d'une usine de préparation du poisson*
m) *Installation de grues, de ponts à bascule, d'équipements pour le transport des céréales"*

Les deux documents exposent les différents **équipements** présents dans un port ; nous les avons repris en recherchant les concepts les plus généraux : **équipements associés aux**

flux de matière, **équipements de service**, **équipements de production**. Nous les avons représentés dans la figure 5.2 où ils sont reliés au concept **équipements** par une relation "est un".

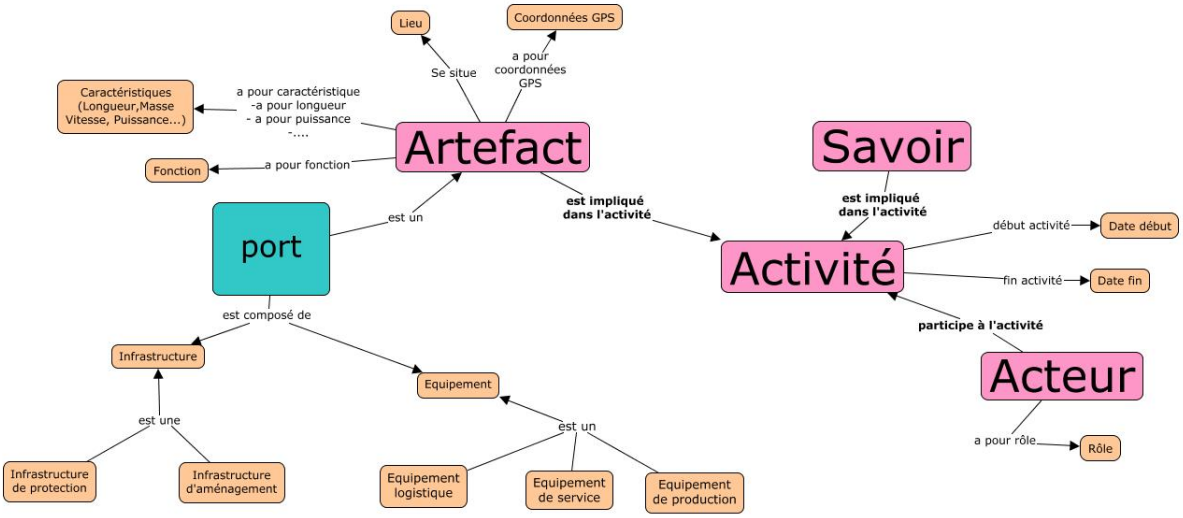


FIGURE 5.4 – Extrait du schéma du modèle intermédiaire de HST-PORT (v2).

Toujours à l'aide des deux sources historiques précitées, nous spécifions les concepts d'infrastructure et d'équipement :

- **Infrastructures de protection**
  1. jetée
- **Infrastructures d'aménagement**
  1. quai
  2. bassin
- **Equipements associés aux flux de matière**
  1. Outillages : grue, cabestan, pont-bascule
  2. Equipements de stockage : hangar, magasin, silo à grain
  3. voies d'accès : voie de chemin de fer, route.
- **Equipements de service**
  1. Equipements de réparation : cale de halage (on pourra ajouter les formes de radoub)
  2. équipements de sécurité : éclairage, phare, bouée
  3. Equipements administratif : douane, préfecture maritime, service portuaire.
- **Equipements de production**
  1. Equipements de production d'énergie : usine électrique
  2. Equipements de production de biens : usine frigorifique, usine de transformation

Nous pouvons donc présenté une nouvelle version du modèle HST-PORT incluant les **infrastructures** et les **équipements** d'un port ; les acteurs, les activités et les artefacts ne changent pas.

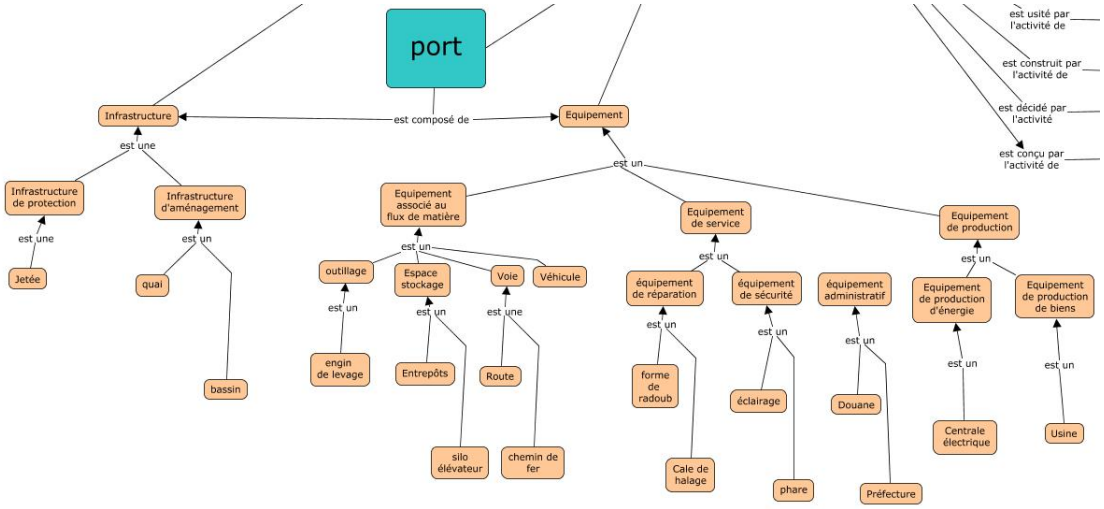


FIGURE 5.5 – Extrait du schéma du modèle intermédiaire HST-PORT (v3).

Nous avons donc spécifié dans la figure 5.5 les classes **infrastructures de protection**, **infrastructures d'aménagement**, **équipements associés aux flux de matière**, **équipements de service** et **équipements de production**. Par exemple, quai et bassin sont en relation avec **infrastructures d'aménagement** grâce à la propriété "est une". Nous faisons de même avec les autres concepts. Nous sommes partis du modèle ANY-ARTEFACT dont nous avons spécialisé le concept d'artefact à l'aide des sources historiques. Nous avons obtenu successivement des évolutions d'ANY-ARTEFACT qui se révèlent être des modèles intermédiaires de l'ontologie informelle HST-PORT. L'objectif de notre travail étant de périodiser l'histoire des ports, nous allons maintenant rechercher, dans les sources propres à trois ports, des indicateurs qui pourraient nous fournir des éléments pour effectuer cette tâche.

5.3.2 Étude et analyse des indicateurs pertinents pour les ports de Brest, Rosario et Mar del Plata.

Notre travail porte sur l'analyse, dans trois ports, des indicateurs pertinents pour la périodisation afin de produire d'une part, une périodisation de l'histoire ce port en utilisant le cycle de vie des artefacts et d'autre part un nouveau modèle intermédiaire de HST-PORT (voir figure 5.19). Nous présentons les apports de l'étude historique de :

- **Brest.** Notre travail porte sur les grues et les quais que nous considérons comme des indicateurs pertinents.)

    * **les grues comme indicateurs pertinents.** Notre travail s'attachera à valider le choix de la grue comme un indicateur de périodisation avec les propriétés *"énergie"* et *"capacité de levage"* qui lui sont associées. Nous montrerons également que le *nombre de grues* est une propriété importante pour la périodisation du port. Cependant, l'étude de la grue comme indicateur de périodisation induit à se poser la question si le quai n'est pas lui aussi un bon indicateur, étant donné que les engins de levage sont posés systématiquement

sur des quais. C'est la raison pour laquelle nous étudierons également le quai comme indicateur pertinent pour la périodisation d'un port.

  * **les quais comme indicateurs pertinents.** Il s'agira de confirmer l'hypothèse que *la longueur des quais* est une propriété pertinente pour la périodisation. Les quais sont construits suivant le tirant d'eau des navires que l'on souhaite le voir recevoir. Il faut en effet que le navire puisse s'amarrer au quai sans talonner le fond du port. Nous montrerons également que *la profondeur des quais* est une propriété pertinente qui permet la périodisation du quai.

- **Rosario.** Il s'agit de reprendre et valider l'étude sur les indicateurs pertinents (quai et grue). Cette étude s'intéresse également à un indicateur qui n'était pas présent dans les sources concernant le port de Brest : l'espace de stockage, représenté par le silo-élévateur.

  * **les silos-élévateurs comme indicateurs pertinents.** Notre travail considérera que *la capacité maximale de stockage* d'un silo élévateur est une propriété pertinente pour la périodisation (voir la périodisation du port de Rosario représentée dans la figure 5.84).

- **Mar del Plata.** Cette étude reprendra la même méthode d'analyse des artefacts pertinents que sont les quais, les grues et les silos élévateurs et proposera une version finale du modèle HST-PORT (voir figure 5.53).

5.3.3 Le port de Brest

Le port de Brest est un macro-système technique complexe. Il est composé à ce jour d'un arsenal, d'un port de plaisance et d'un port de commerce. Notre thèse concerne le port de commerce entre 1822 et 1933. Ces bornes ont été choisies par l'existence de sources documentant le port de commerce. L'étude que nous allons procéder permettra de construire le modèle HST port.

Afin de contextualiser le port de commerce et son évolution dans le temps, nous rappellerons d'abord quelques éléments de géographie sur la rade de Brest ainsi que quelques détails de l'Histoire de la ville de Brest. Ensuite, nous nous intéresserons plus particulièrement à l'Histoire du port de Brest qui se confond entre le XVII^{e} jusqu'à la première moitié du XIX^{e} siècle avec celle de l'arsenal. A notre connaissance, il n'existe pas de source traitant du commerce dans l'arsenal jusqu'en 1822. En effet à cette date, est écrit le rapport Lamblardie, décrivant le port de commerce, appelé aussi port marchand. Ce rapport préconise de construire un port de commerce en dehors de l'enceinte de l'arsenal. Ce projet sera mis en œuvre seulement en 1865 avec la construction d'un nouveau port de commerce, le port Napoléon. Les sources à notre disposition nous permettrons d'étudier les artefacts quais et engins de levage entre 1822 et 1934.

Introduction sur l'histoire du port de Brest.

Nous commencerons notre propos par quelques éléments de géographie qui situe la ville de Brest dans sa rade.

Brest est construite sur les deux rives de la Penfeld. Cette petite rivière se jette dans la rade de Brest qui est considérée comme une des rades les plus abritée et les plus vastes du monde avec une superficie de 15 000 ha dont le tiers a une profondeur de plus de 12 m. Cette rade communique avec l'Atlantique par un goulet étroit et profond dont le chenal mesure entre 20 et 40 m. Brest est situé à l'embouchure de la Penfeld, une ria qui

est envahie par la mer. Cette petite rivière d'une longueur totale de 5 km constitue un véritable bras de mer car la marée haute remonte sur plus de 4 km. Sa largeur moyenne est de 68 m avec un maximum à 100 m et le chenal a une profondeur allant de 10 à 13 m. Malgré les petites dimensions de la Penfeld, un port a pu être construit profitant de la profondeur naturelle, de l'absence d'envasement, de la protection qu'elle offre au navire lors des tempêtes du fait des hautes falaises qui la borde. Sur la rive droite de la Penfeld on trouve le quartier de Recouvrance alors que sur la rive gauche est implanté le centre ville de Brest.

L'origine de la ville se confond avec celle du port qui a profité de conditions naturelles exceptionnelles pour sa fondation.

L'origine de Brest L'implantation de la ville remonte sans doute à l'époque romaine où un camp fortifié aurait été bâti sur les rives de la Penfeld. Au début du Moyen Âge, des chroniques indiquent que Brest était également un lieu fortifié selon MORICE [1779]. Vers l'an 1000, c'est autour du château que Brest s'est construite et vers le XIIIe siècle, on assiste à un accroissement de la population et à un développement des activités maritimes, essentiellement la pêche et le cabotage d'après DE LA ROGERIE [1928]. Cette activité maritime qui commence véritablement au XIIIe siècle s'intensifiera au XIVe siècle. Pour CASTEL [1930], le château est devenu alors une place forte stratégique mais la ville est restée insignifiante et les nombreuses guerres de l'époque ont empêché son développement. Ce sont les deux mariages de la duchesse Anne avec Charles VIII et Louis XII ainsi que sa fille Claude avec François 1er qui vont par la réunion de la Bretagne à la France en 1532, changer le destin de Brest. Ce destin sera par la suite lié à celui de la France. Aussitôt que le mariage entre la duchesse Anne et Charles VIII est confirmé, celui-ci fait de Brest le centre des armements pour les expéditions vers l'Italie selon LEVOT [1864].

Notre étude porte sur le port de commerce de Brest. Nous allons donc donner quelques éléments sur l'état du commerce pendant le XVII^{e} et XVIII^{e} siècles.

Le commerce du port de Brest à la fin du XVII^{e} siècle. Selon CASTEL [1930], Brest devient une ville en 1593, mais elle ne ressemblait à aucune autre ville de l'époque : la population était à peine de 1500 personnes, il n'y avait ni commerce ni industrie.

Le commerce de Brest selon un document datant de 1594 se rapporte seulement à quatre articles : le sel et le vin comme produits importés la toile et les draps comme produits exportés. Ce sont surtout des barques d'Ouessant, du Conquet de Crozon et du Croisic qui transportaient le sel vers Brest. En moyenne, le port de Brest réceptionne en moyenne 56 tonnes de sel venant en période normale de la région vendéenne et lorsque l'été était trop pluvieux, les importations venaient d'Espagne ou du Portugal. Le vin consommé par les brestois provient essentiellement d'une région comprise entre la basse Loire et la Gironde. Les ports d'attache des bateaux participant au trafic du vin sont essentiellement Penmarch, Crozon, Audierne. Les navires déchargeant le vin à Brest ont un tonnage moyen de 30 tonneaux mêmes si le port de Brest aurait pu facilement accueillir des bateaux qui jaugent 500 voire 600 tonneaux. Le principal article d'exportation est la toile qui connait une industrie florissante en Bretagne au XV^{e} et au XVI^{e} siècles. La culture du lin et du chanvre permettait de produire du fil qui était ensuite traité et vendu aux marchands de Morlaix, de Dinan, de Vitré, de Rennes. Par rapport aux grands centres d'exportation. Le port de Brest ne traitait que les productions de la vallée de l'Élorn et du centre Finistère qui représente une petite part de la production bretonne. Les toiles bretonnes étaient ensuite expédiées vers deux directions, l'une au sud vers l'Espagne puis le nouveau continent et l'autre au nord vers les îles britanniques et la Flandre. Outre le vin et le sel qui

entraient dans le port de Brest, d'autres marchandises devaient vraisemblablement approvisionner la ville et le château comme du fer, du cuivre, de l'étain, des cuirs et de la mercerie ainsi que du poisson. En plus des toiles, le port de Brest comme les ports bretons en général exportaient des produits alimentaires comme de la viande salée, du beurre et les céréales en se référant à PLAISSE [1964].

Le commerce n'est pas une source de développement pour la ville de Brest. C'est la Marine et son arsenal qui vont l'assurer.

Brest, premier arsenal de la Marine française. La position avantageuse de Brest, va faire de son port, le premier arsenal de la marine française. Nous allons décrire brièvement son développement pendant le XVII^{e} et XVIII^{e} siècles.

Brest vivant essentiellement de la Marine, son développement était lié à un accroissement des activités de celle-ci. Jusqu'à cette date, les rois de France n'avaient pas porté une attention significative au développement d'une puissance maritime. Pourtant la plupart des autres nations d'Europe en possédait une depuis longtemps : l'Angleterre, la Hollande, l'Espagne, le Portugal, Venise. En France il n'y avait ni port militaire ni arsenaux au début du XVII^{e} siècle selon DE FRÉMINVILLE [1832]. Richelieu conscient de la faiblesse de la France sur le plan naval, prend des dispositions afin que la France devienne elle aussi une puissance maritime. En conséquence, la position avantageuse de Brest le pousse à créer dans cette ville, le premier arsenal de la marine française.

En 1631, il met dix vaisseaux et six frégates en construction ainsi que plusieurs magasins et ordonne que ces derniers doivent être constamment approvisionnés afin d'armer immédiatement vingt vaisseaux en reprenant les travaux de DE FRÉMINVILLE [1832]. C'est la fondation de l'arsenal. L'armement de ces vaisseaux a nécessité la construction d'une corderie dès 1635, d'une forge dans la crique de Troulan [4] puis d'une autre du côté de Brest et une troisième à Pontaniou, du côté de Recouvrance d'après CASTEL [1932]. À la mort de Richelieu, Colbert poursuit son œuvre. Il ordonne rapidement de faire le point sur tous les ports et toutes les rades depuis Dunkerque jusqu'en Charente afin de déterminer un lieu où l'on pourrait construire un grand port de guerre. La commission chargée de cette étude était composée notamment de l'ingénieur Clerville. Il fera édifier à Brest, tous les bâtiments nécessaires à un arsenal maritime. Tout ce que Richelieu avait construit en bois sera construit en pierre. Parmi les travaux entrepris, on trouve une forme de radoub dans la crique de Troulan (1667-1872 ?), l'allongement de la corderie (1667-1668), la construction de six forges contenant 24 fourneaux dont deux d'entre elles servaient à la fabrication des ancres et les autres à des pièces de ferronnerie (1667-1668), la maison du Roi (1667-1668), 46 magasins [5], boutiques, hangars etc. (1667-1672), trois chantiers de construction (1670). Sur les deux rives de la Penfeld étaient construits douze cales de communication et des quais en pierre sèche sur une longueur de 1500 m environ conformément aux travaux de LEVOT [1864].

En 1670, du côté de Recouvrance, on trouvait quatre formes de radoub dans la crique de Pontaniou et tout autour de celle-ci étaient construits des magasins de mature et de voilerie, des forges. En allant vers l'entrée du port, on rencontrait les magasins particuliers des vaisseaux, la salle d'armes puis les magasins des vivres selon DE FRÉMINVILLE [1832].

4. Plan de la ville et port de Brest et Bourg de Recouvrance 1670 / dessiné par C. Pilven ; http ://gallica.bnf.fr/ark :/12148/btv1b8443993v

5. Les 46 magasins étaient répartis de la manière suivante : un magasin général de l'artillerie, 30 magasins où l'on déposait les gréements des vaisseaux revenant de missions et les 15 derniers comportaient des forges et des ateliers. Sur les 46 magasins, 25 étaient en pierre et le reste en bois. Ils avaient une longueur totale de 670 m environ et se situaient au sud de la crique de Pontaniou LEVOT [1864].

Monsieur de Clerville dans son rapport, conseillait aux Etats de Bretagne de tout mettre en œuvre pour développer la ville de Brest, qu'il était de l'intérêt de la Province de profiter de l'établissement d'un port à Brest pour développer l'industrie et le commerce et qu'il serait nécessaire de créer dans la Penfeld un port marchand afin d'éviter le mélange entre les navires de guerre et les autres. Les grands travaux ont permis aussi de multiplier la population qui se stabilise autour de 6000 habitants se répartissant entre ouvriers, matelots ou marchands. Leurs présences rendent les armements plus faciles que dans n'importe quel autre port du royaume selon Monsieur de Seignelay en reprenant les travaux de LEVOT [1864].

En 1681, Brest est le premier port militaire de France mais c'est surtout pendant le XVIII^e siècle que son développement va être le plus rapide. C'est aussi en 1681 que se terminent les travaux ordonnés par Louis XIV, c'est-à-dire les magasins et les ateliers de l'artillerie du côté de Recouvrance et la forme de radoub du côté Brest CASTEL [1932]. C'est en 1683 que Vauban vient à Brest pour la première fois pour examiner les travaux de fortifications qui font affluer les ouvriers à Brest [6]. Alors qu'on élève les fortifications, les travaux dans l'arsenal continue. Sous l'impulsion de Monsieur de Seignelay devenu ministre, Monsieur Desclouzeaux prend en charge la construction d'une nouvelle corderie à Lannouron. À la même époque l'hôpital de la Marine est construit sur une dépendance du petit Lannouron [7]. Vers la fin du XVII^e siècle et au début du XVIII^e siècle, le rythme des travaux se réduit dans la mesure où le royaume rencontre des difficultés financières dues aux guerres perdues par Louis XIV.

L'arsenal au XVIII^e siècle. Dès le début du XVIII^e siècle, on renonce à équiper les escadres on ne s'occupe que du curage du port, l'expansion de la ville est arrêtée et en conséquence la population stagne à 14 000 habitants. À la mort de Louis XIV, la Marine est complètement abandonnée et le budget de celle-ci passe de 25 à 8 millions, et la flotte composée d'une quarantaine de navires en mauvais état. La ville de Brest vivant essentiellement de l'activité de l'arsenal souffre de cette politique.

En 1723, le nouveau ministre de la Marine, Maurepas, tente de relancer l'activité de l'arsenal par la mise en chantier de deux navires. L'ingénieur des batiments civils de la Marine, Choquet de Lindu lance un programme de réorganisation de l'arsenal par la construction des magasins et des cales et par la réparation des quais de la Penfeld. En 1730, on met en construction la première aile de la caserne Fautras et on achève les entrepôts dits de la tonnellerie qui permettront de mettre à couvert le bois de construction. En 1742, on effectue des travaux d'envergure : trois formes de radoub sont creusées dans la falaise à Pontaniou et Choquet de Lindu fait construire de grands bâtiments dans l'arsenal comme la tour de l'Horloge, le magasin général, la corderie haute et des forges. En 1750, il fait construire le bagne en se référant à DAUVIN [1816] qui pourra accueillir jusqu'à 3000 forçats, à proximité de la Penfeld. Les forçats seront employés au curage du port et aux excavations ; Brest accueillera des forçats jusqu'en 1850 selon CASTEL [1932].

En 1765, après l'interruption de la guerre de sept ans qui a vu les activités de construction suspendues, une manufacture de toiles est construite et le chenal de la Penfeld est porté à 8 m au-dessous des plus basses mers depuis l'arrière-garde jusqu'à la pointe de Kerguelen. La machine à mâter située depuis 1681 au pied du château est réhaussée et on commence la construction du magasin aux fers le long de la forme de radoub de Pon-

6. Brest sans Recouvrance compte en 1685, 8000 habitants dont 60 marchands, 25 juges, greffiers, avocats, procureurs, 12 notaires et huissiers, 18 médecins et apothicaires CASTEL [1932].

7. Cet édifice se trouverait aujourd'hui rue de Lyon, en face de l'hôtel de ville. À cet emplacement on construira plus tard la caserne Guépin.

taniou. Au milieu du XVIII^{e} siècle, en dehors de la construction et la réparation des navires, l'industrie est absente de la ville de Brest. On retrouve bien quelques fours à chaux, quelques brasseries mais ni tannerie ni papeterie comme on peut le retrouver dans le reste la Bretagne. En 1750, on a sur Brest 48 tailleurs, 40 épiciers, 32 bouchers, 21 boulangers ainsi que d'autres artisans en nombre moins important. Par contre on trouve 348 charpentiers, 141 calfats, 47 perceurs, 29 scieurs, 21 cordiers, des métiers directement liés aux activités de l'arsenal en se rapportant aux travaux de BERNARD [1914]. Le commerce est également peu développé à Brest, il est essentiellement dû aux activités de l'arsenal et à la consommation des habitants. Les aliments solides viennent des campagnes par la route et seul le vin vient par la mer et presque exclusivement de Bordeaux. On importe un peu de bois de chauffage de la région notamment de Landerneau et de Port Launay et le commerce avec l'étranger, peu développé également. Il consiste surtout dans l'importation de matériaux pour la construction navale comme des planches et du chanvre de Russie ou des planches et du fer d'Allemagne (Memel). En ce qui concerne les exportations, on considère qu'elles sont quasi inexistantes, en effet les navires quittent Brest avec du lest. A la veille de la Révolution, Brest, sans grande activité commerciale ni industrie vit principalement de l'arsenal dont le développement au XVII^{e} et au XVIII^{e} siècle a permis une augmentation de la population (27000 habitants) et la prospérité économique de la ville.

Si à la fin du XVIII^{e}, le commerce est essentiellement au service des activités de l'arsenal, les navires de commerce sont tout juste tolérés dans l'enceinte militaire. Plusieurs projets sont alors proposés pour construire un port de commerce en dehors de l'arsenal. L'un de ces documents est le rapport Lamblardie ; il décrit avec précision, en 1822, le port marchand dans l'arsenal. C'est l'existence de ce rapport qui nous fait débuter notre étude de la périodisation du port de commerce de Brest en 1822. Nous recherchons donc dans les archives, tous les documents décrivant les quais : leurs longueurs et leurs profondeurs qui sont les propriétés pertinentes pour la périodisation.

Le port de commerce de Brest en 1822.

Au début du XIX^{e} siècle, l'arsenal est entouré de fortifications dont les entrées sont solidement gardées [8]. Les horaires de sortie et entrée des bateaux y sont très réglementées et contraignantes pour les commerçants. Les navires marchands sont juste tolérés dans quelques endroits de l'arsenal. Dès de la fin du XVIII^{e} siècle, la question d'un port marchand en dehors des fortifications se pose.

Le document intitulé "Rapport sur les travaux à faire au port de commerce de la ville de Brest" [9] a été rédigé par Monsieur de Lamblardie nous permet de connaître l'état du port marchand en 1822 . Dans ce rapport, nous rechercherons les propriétés quais (longueur et profondeur) et des grues (énergie et capacités de levage). Des éléments très intéressants sont consignés dans ce rapport qui pointent l'émergence du besoin d'un nouveau port. Ceux-ci nous seront utiles pour contruire le cycle de vie des artefacts.

8. La description du port de commerce de Brest a déjà fait l'objet d'une publication lors de la session "Puertos, federalismo y desarrollo en los 200 años de Independencia Argentina" du colloque "VI^{a} Jornada de discusión de avances de investigación en Historia Argentina : fuentes, problemas y métodos" qui a eu lieu à Rosario, le 28 octobre 2016. ROHOU [2016a]

9. Archives Départementales du Finistère, Quimper, Cote : 16S1 non coté, Lamblardie [10], "Rapport sur les travaux à faire au port de commerce de la ville de Brest", 1822

Description du port de commerce de Brest en 1822. L'état du port est décrit par Monsieur Lamblardie dans l'objectif de procéder à une reconstruction et une rectification des quais. Nous allons trouver dans ce rapport les longueurs des quais en 1822. Pour la profondeur, nous nous baserons sur la carte 5.6 établie par Mr P. L. Bermont en 1779.

> *"Les navires de commerce n'ont point à Brest de bassin particulier. Une portion des quais du port militaire leur est spécialement affectée et le milieu du chenal doit être constamment réservé à la marine militaire.*
>
> - *longueur totale des quais est de 477 mètres*
> - *203 m sur la rive gauche*
> - *274 m sur la rive droite*
> - *superficie de la rivière : 33000m² moins le 1/3 pour le chenal militaire : 22000 m² pour le service du commerce*
> - *les cales de débarquement sont aux nombres de huit : quatre sur chaque rive"*

Le document de Monsieur Lamblardie fait référence dans son rapport à un "dessin n°1". Aux Archives départementales du Finistère, ce plan est manquant. Il n'y a pas de représentation précise du port marchand en 1822. En reprenant la carte 5.6 de 1779 [11] établie par l'ingénieur P. L. Bermont et celle de 1855 établie par l'ingénieur ordinaire Garet, on a retrouvé sur la rive gauche et la rive droite l'emplacement du port de commerce que nous avons symbolisé par deux segments rouges.

FIGURE 5.6 – Plan de la ville de Brest (1779) : En rouge : hypothèse de la localisation du Port Marchand selon les données du rapport Lamblardie.

Du coté de Recouvrance, le port marchand se trouve sur le quai Jean Bart, sur une

11. Par Mr P. L. Bermont Ingénieur, 1779, Bibliothèque Nationale de France.

longueur de 274 mètres. En se basant sur la carte 5.7 de 1855 [12] [13], on peut supposer que le port commence se situe au niveau de l'église Notre Dame de Recouvrance et continue le long du quai Jean Bart.

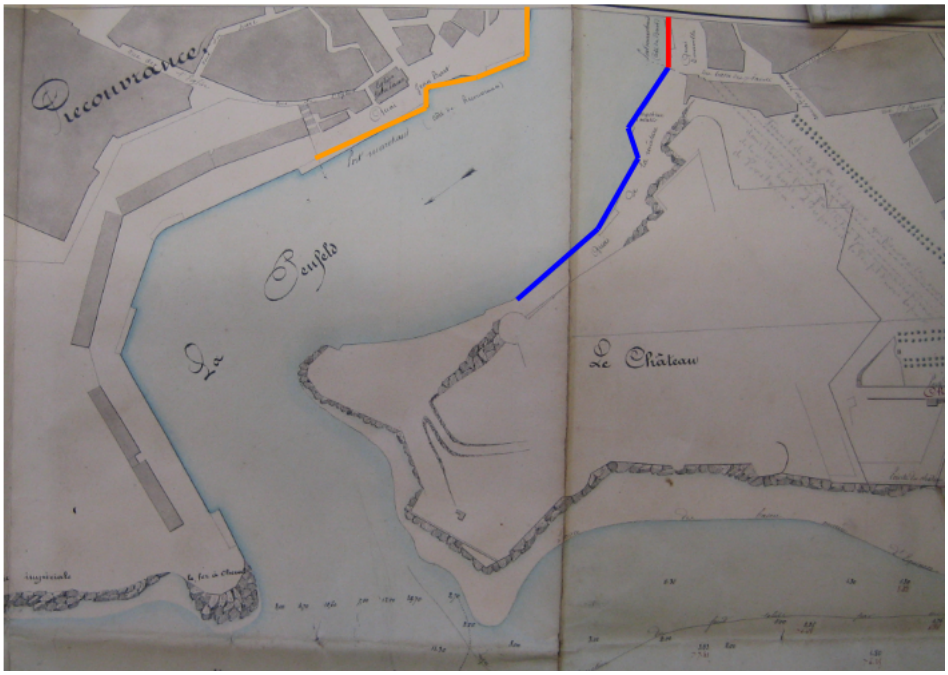


FIGURE 5.7 – Carte de l'arsenal de Brest, 1855 En jaune : le «quai Jean Bart» ; En bleu : le «quai de la mâture» ; en rouge : le quai du port marchand du côté de Brest.

Du côté de Brest, le port marchand mesure 203 mètres de long. Le nom des quais n'est pas écrit dans le document de 1822. Selon le plan de 1779, la profondeur de la Penfeld, au niveau du port marchand est de 5 mètres et les quais ont une largeur d'environ 30m.

Le tableau 5.1 reprend les quais sur les deux berges de la Penfeld ainsi que leurs longueurs, largeurs et profondeurs.

Nom du quai	longueur	largeur	profondeur
Quai du coté de Recouvrance	274 m	30 m	5m
Quai du coté de Brest	203 m	30 m	5m

TABLEAU 5.1 – Artefacts : quais du port marchand de Brest en 1822.

Ces valeurs sont essentielles pour notre étude étant donné que la longueur et la profondeur sont des propriétés pertinentes de l'indicateur de périodisation qu'est le quai.

Cependant, le port de commerce tel qu'il est en 1822 ne satisfait ni la population, ni la Marine. Nous trouvons dans cet extrait du rapport, l'expression des besoins d'un nouveau port. Ces données nous serons utiles pour élaborer le cycle de vie des artefacts constituant le nouveau port.

12. Archives Départementales du Finistère, Quimper, Cote : 4S sup 17, "Avant-projet de la construction d'un nouveau port de Commerce ; Plan des travaux projetés (N°3)", 1855

13. En 1855, le port marchand est toujours dans l'arsenal et les quais n'ont pas été modifié entre 1822 et 1855.

Les expressions du besoin d'un nouveau port hors de l'arsenal. La population brestoise ainsi que la Marine trouverait, pour des raisons différentes, un intéret pour ne plus voir le port marchand dans l'enceinte de l'arsenal.La population commerçante de Brest aurait aussi un intérêt à la création du nouveau port marchand.

> *"Le commerce de son côté y trouverait le précieux avantage d'avoir un port mieux approprié à ses besoins, peut-être mieux abrité contre certains vents, et surtout, un établissement destiné pour lui seul et dans lequel ces opérations ne seraient point entravées. Tout concourt donc à appeler l'attention du gouvernement sur ce projet important et à réclamer une prompte décision sur son adoption ou sur son rejet définitif."*[14].

La Marine de guerre souhaite depuis longtemps que les navires de commerce quittent l'arsenal.

> *"On conçoit tous les inconvénients qui doivent résulter du mélange des bâtiments de commerce avec ceux de la marine militaire. Celui-ci est entravé par (illisible) et les mesures de police indispensables à la sûreté de l'arsenal et on peut affirmer cependant que ces dernières sont presque illusoires sur ce point du port et que les nombreux moyens de surveillance qui sont accumulés ,ne remédiant qu'imparfaitement aux graves abus et aux dangers attachés à la communauté du chenal. On conçoit aussi combien il serait important pour le service du premier port de France, indépendamment des avantages qui en résulteraient pour sa sûreté, d'augmenter le développement de ces quais et d'accroître la superficie de son sol, ce que l'on a pu faire jusqu'à présent, que par des excavations dispendieuses et en y employant un temps considérable. Ces considérations n'avaient point échappé au génie du ministre qui fonda le port de Brest : le célèbre Vauban"*[15]

En 1822, le port de commerce de Brest se situe à l'intérieur de l'arsenal militaire. Cette situation pose problème à la fois à la population et à la Marine et provoque l'émergence des besoins d'un nouveau port.

- 1er besoin : construire un port plus grand pour le commerce : les installations sont de tailles insuffisantes pour permettre le développement du commerce brestois. A notre connaissance, l'expression de ce besoin commence en 1822.
- 2ème besoin : enlever le port marchand de l'arsenal : la marine de guerre pourrait ainsi récupérer les quais du port marchand si celui-ci venait à quitter l'arsenal. En conséquence, les navires de commerce quitteraient définitivement l'enceinte militaire. Cette volonté manifeste des militaires d'exclure les civils de l'arsenal remonte au moins à Vauban. Nous avons donc fixé le début de l'expression de ce besoin vers l'année 1700, la dernière visite de Vauban à Brest datant de 1695.

Monsieur de Lamblardie propose donc un projet de construction d'un port à Porstrein [16] mais qui ne sera pas mis en chantier et l'idée est reportée.

14. Archives Départementales du Finistère, Quimper, Cote : 16S1 non coté, Lamblardie, "Rapport sur les travaux à faire au port de commerce de la ville de Brest", 1822
15. ibib
16. Porstrein est une grève près de l'embouchure de la Penfeld.

Le port marchand en 1855

Comme en 1822, le port de commerce de Brest se situe toujours dans la Penfeld. L'ingénieur ordinaire Garet du service des Ponts et Chaussées élabore un mémoire sur la création d'un nouveau port de commerce.

Le document suivant décrit l'ensemble des quais du port marchand et la fréquentation de celui-ci par les navires en montrant que ce port est sous dimensionné de moitié. Il pointe aussi les changements qu'apportera l'arrivée du chemin de fer à Brest ainsi que la perspective pour le port de Brest d'être une importante escale pour la ligne des transatlantiques entre les États-Unis et la France ; de nouveaux besoins sont donc exprimés. Pour notre travail de périodisation, ce document contient des données précieuses sur les longueurs et les profondeurs des quais en 1855.

Description du port de Brest en 1855. L'ingénieur Garet décrit avec précision le port marchand de Brest, enclavé dans l'arsenal :

> *"Le port de commerce de Brest est établi sur les deux rives de la Penfeld comme le port militaire dans lequel il est enclavé. Les quais sont donc situés, partie du côté de Brest, partie du côté de Recouvrance. Le quai de Brest ou quai de Tourville comprend en partant du bas du port :*
>
> 1. *la cale de la mâture affectée aux bateaux de passage.*
> 2. *un mur de quai composé de trois alignements droits d'une longueur totale de 85 mètres.*
> 3. *la cale de l'Amiral.*
> 4. *un quai droit de 50 mètres de long.*
>
> *Ces deux dernières parties sont exclusivement affectées à l'accostage et débarquement de toutes les barques de la rade et gabares dont les plus grandes portent jusqu'à 20 et même jusqu'à 25 tonneaux qui approvisionnent journellement la ville de poisson, bois, charbon etc... et ne figure pas sur les relevés des mouvements du port. Leur nombre total dépasse 4000 par année. Les bateaux de commerce proprement dit ont donc à leur disposition du côté de Brest 85 mètres de quai seulement*[17]*. Du côté de Recouvrance les quais comprennent :*
>
> 1. *un mur droit de 110 mètres donc 90 affectés au radoubage des bateaux qui encombrent ordinairement le gril de carénage.*
> 2. *la cale du passage.*
> 3. *un mur à peu près droit de 64 mètres.*
> 4. *la cale de l'Amiral.*
>
> *En tout 84 mètres quais pour le déchargement des bateaux de commerce"*[18].

Dans la perspective de notre périodisation, nous avons résumé dans ce tableau les données relatives aux longueurs et aux profondeurs des quais du port de Brest.

17. En 1846, une partie du quai Tourville a été enlevée au commerce ce qui a réduit de manière notable la taille du port marchand.

18. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S sup 17, Avant-projet de la construction du Port Napoléon – Mémoire sur la création d'un nouveau port de commerce, 1855.

Nom du quai	longueur	largeur	profondeur
Quai du coté de Recouvrance	84 m	30 m	5m
Quai du coté de Brest	135 m	30 m	5m

TABLEAU 5.2 – Artefacts : Quais du port marchand de Brest en 1855.

La longueur totale des quais est, en 1855, de 219 mètres pour une profondeur de 5 mètres.

Cependant, la marine militaire met à la disposition du commerce, tout le quai de la mâture situé dans l'arsenal, en aval du quai Tourville. Sa longueur utile est d'environ 200 m ce qui représente l'ensemble des quais de Brest et de Recouvrance réunis.

> *"C'est sous le quai de la mâture que viennent se ranger tous les bateaux d'un tonnage supérieur et particulièrement ceux à qui leur finesse de formes ne permet pas l'échouage ; c'est là encore que viennent accoster les deux bateaux à vapeur, "l'Eclair" et "le Hambour", qui font, le premier, un service journalier par la rade entre Brest et Port Launay, le second un service régulier entre Brest et Le Havre[...].Sans le quai de la mâture et l'obligeance de l'administration maritime, ces deux services n'auraient pas pu s'établir à Brest*[19]*."*

Le plan 5.8 indique en jaune la position des quais du port marchand, dans l'arsenal.

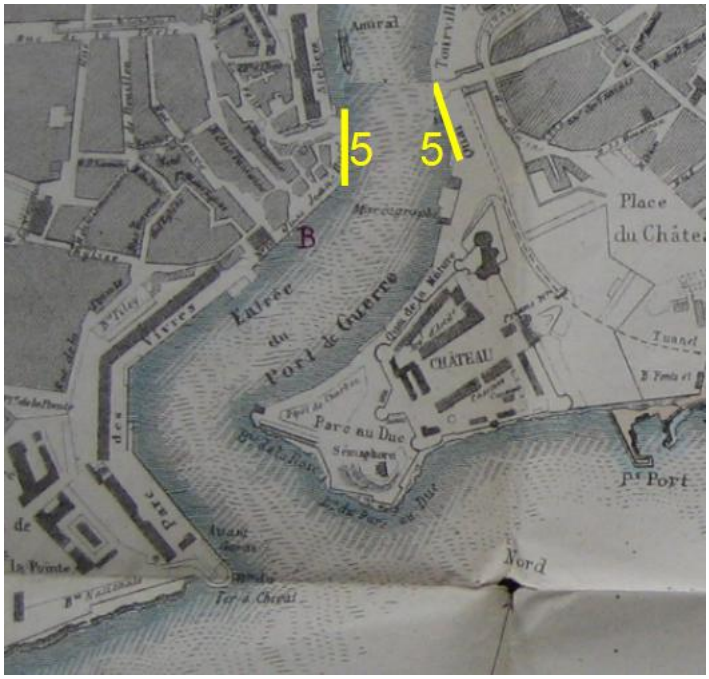


FIGURE 5.8 – Les quais du port marchand en 1855. La profondeur de la Penfeld au niveau de ces quais est de 5m.

A partir de ce mémoire, nous allons avoir des éléments sur le cycle de vie des quais du port de commerce ainsi que des données sur les propriétés de l'indicateur "quai".

19. Ibid.

L'expression des besoins d'un nouveau port. Le rapport de l'ingénieur Garet, fait état du manque de quais disponibles aux navires dans le port marchand. Il fait état également des perspectives nouvelles auquel le port de Brest sera confronté dans les années qui viennent : l'arrivée prochaine du chemin de fer et la perspective pour Brest d'être tête de ligne des paquebots transatlantiques. A la lecture de ce rapport, le besoin d'un nouveau port de commerce hors de l'arsenal se fait de plus en plus prégnant.

Les navires. L'ingénieur Garet indique dans son mémoire que le port marchand est trop réduit pour accueillir dans de bonnes conditions tous les navires; il le sera encore plus si la fréquentation venait à progresser.

L'avant-projet donne l'état de la fréquentation du port marchand dans l'arsenal. Il est résumé dans le tableau 5.3 suivant [20] :

Année	Nombre de navires	Tonnage total	Moyenne par navires
1846	1192	66833	56
1854	1120	96542	86

TABLEAU 5.3 – Fréquentation du port marchand en 1848 et 1854.

En 1854, le port accueille 1120 navires mais la perspective de la construction prochaine d'un pont enjambant la Penfeld fait craindre à l'ingénieur que le port pourra, une fois le pont construit, admettre en tout six bateaux en déchargement à la fois.

> *"Si l'on admet une moyenne de quatre jours pour le déchargement de chaque bateau et autant pour le rechargement, lorsqu'il y a lieu, et ce terme de quatre jours est assurément une limite inférieure, il sera démontré que les quais de Brest et de Recouvrance réunis seront insuffisants de moitié*[21] *."*

Le calcul suivant nous donne une estimation du nombre de bateaux qui pourraient fréquenter le port :

$$\frac{365 jours \times 6 bateaux}{4 jours} = 546 bateaux$$

Le port de Brest pourrait donc accueillir 546 bateaux après la construction du pont. Or en 1854, il en a accueilli 1120. Il manque bien la moitié de la capacité d'accueil. En 1822 déjà, Monsieur Lamblardie avait mentionné que la position du port marchand dans l'arsenal occasionne une multitude de servitudes gênantes comme l'obligation de laisser libre les deux tiers du chenal et la défense d'entrer et de sortir à sa guise de nuit ou même à certaines heures de la marée.

À ces considérations déjà anciennes, des arguments nouveaux viennent pour inciter à la construction d'un port de commerce en dehors de l'arsenal. En effet, à la fin des années

20. le tableau des arrivages en 1854, ne prend pas en compte les services réguliers de "L'Eclair" ni de "Le Hambour".

21. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S sup 17, Avant-projet de la construction du Port Napoléon – Mémoire sur la création d'un nouveau port de commerce, 1855.

1850, l'arrivée prochaine du chemin de fer ouvre l'horizon des perspectives brestoises et impose l'idée d'un port de commerce en bout de ligne ferroviaire afin de capter une partie des importations de la France.

L'arrivée prochaine du chemin de fer à Brest. Par la loi du 11 juin 1842, la France décide la création d'un réseau ferré national, disposé en étoile autour de Paris. À ce stade, l'arrivée du chemin de fer à Brest n'est pas programmée. Seule la ligne Paris-Nantes est prévue. En 1844, le principe d'une ligne Paris-Rennes est décidé. En 1853, la prolongation de ces lignes jusqu'à Brest est une chose entendue pour LE BOLLAN [2008].

L'arrivée du chemin de fer permet d'entrevoir un avenir prometteur pour la ville de Brest :

> *"(...) le port de commerce, au lieu de voir son utilité bornée pour toujours à l'approvisionnement de la ville, pourra prétendre à devenir tôt ou tard un centre d'importation pour une partie de la France*[22]*."*

L'arrivée du chemin de fer à Brest, implique des contraintes aux bateaux effectuant un service régulier entre Brest et Châteaulin :

> *"Pour que l'un des principaux avantages des voies ferrées, qui consiste dans la régularité parfaite des heures d'arrivée de départ, soit conservé à cette ligne du Sud, il sera indispensable que l'aller et le retour des bateaux à vapeur, qui correspondront avec les convois, se fasse à heures fixes et par conséquent à toutes hauteurs de marée ; de là, la nécessité de leur assigner à Brest un quai privatif, conséquemment perdu pour le commerce, le long duquel ils s'accostent à marée basse est aussi bien le jour que la nuit, toutes conditions impossibles à réaliser dans l'état actuel des choses*[23]*."*

L'arrivée du chemin de fer n'est donc pas compatible avec le maintien du port marchand dans l'arsenal, soumis aux contraintes militaires. Le premier train venant de Paris fera son entrée dans la ville de Brest le 26 avril 1865. La mécanisation des navires a développé les liaisons Europe-Amériques et Brest espère pouvoir tirer un avantage de sa position géographique pour être tête de ligne pour la navigation transatlantique.

Les lignes transatlantiques. Le port de Brest est déjà sous dimensionné pour accueillir les navires dans de bonnes conditions. Avec la perspective de l'arrivée du chemin de fer, et donc d'une liaison directe avec Paris, il est projeté que le port de Brest soit la tête de ligne des paquebots transatlantiques.

En 1852, les principaux ports marchands ou militaires ont été désignés comme têtes de lignes transatlantiques. On retrouve les ports du Havre, de Bordeaux. Le port de Brest n'a pas reçu le privilège de recevoir des paquebots transatlantiques. Cependant lors de cet examen, des mémoires ont souligné la supériorité de sa position avancée en mer et la sûreté de sa rade. La discussion sur l'attribution des titres de tête de ligne étant ajournée, les ingénieurs proposent d'incorporer à leur avant-projet une étude concernant la

22. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S sup 17, Avant-projet de la construction du Port Napoléon – Mémoire sur la création d'un nouveau port de commerce, 1855.
23. Ibid.

construction d'un port assez vaste et assez profond pour recevoir des paquebots transatlantiques[24].

De plus, les élus municipaux et départementaux, ainsi que la chambre de commerce avait l'espérance que le chemin de fer couplé à un nouveau port de commerce permettrait d' *"arrêter au passage une partie des nombreuses cargaisons de matières premières que les États-Unis dirigent sur Le Havre, et (d') apporter (...) sur le marché français des fils de toile de coton en concurrence avec la Normandie et l'Alsace*[25] *"*

Conclusion. Depuis la fin du XVIII^e^ siècle, la Marine vit difficilement la cohabitation avec les civils dans l'enceinte de l'arsenal; ce fait était déjà évoqué par Vauban. Au début du XIX^e^ siècle, les commerçants eux-même trouvent que leurs activités sont entravées par la présence du port marchand dans l'arsenal (manque de quais, contraintes liées aux règlements de la Marine). Au milieu du XIX^e^ siècle, des perspectives nouvelles (chemins de fer, transatlantiques) accroissent le besoin de voir émerger un port moderne hors de l'arsenal.

Les ingénieurs des ponts et chaussées élaborent donc les grandes lignes du futur port de commerce dont la construction sera décidée en 1859 et ouvert à la navigation en 1865.

> *"(...) il s'agit de créer un port, non plus un simple port d'échouage comme ceux qui ont été projetés jusqu'à celui-ci, mais un port de flots, dont l'entrée reste toujours libre, et qui offre sans l'aide d'aucun ouvrage de retenue un tirant d'eau minimum suffisant aux plus grands navires, qui soit, en un mot, dans les mêmes conditions et offre les mêmes avantages que le port militaire de la Penfeld. Comme limite inférieure du tirant d'eau des paquebots transatlantiques, nous avons admis hypothétiquement, il est vrai, et faute de renseignements certains, une hauteur de 6 m et, de la même manière encore, 110m pour leur longueur maximum*[26]*."*

Le port de Brest en 1855 est donc à un moment de rupture dans son histoire. En effet, le port marchand et militaire implanté dans la Penfeld est à son stade primitif selon le modèle de BIRD [1963] en profitant des conditions naturelles de la côte. La phase d'expansion est motivée par des innovations dans les moyens de transport terrestre (chemin de fer) et maritime (transatlantiques) qui rend le port marchand inopérant.

Les ingénieurs vont donc rechercher le lieu idéal d'implantation du nouveau port de commerce et mener les premières études techniques.

Le choix d'une solution technique.

Si la grève de Porstrein est depuis longtemps choisie pour l'établissement du port de commerce, au moins depuis Vauban, de nombreuses études sont nécessaires afin de se rendre compte de la possibilité ou pas d'approfondir le port de manière suffisante afin de recevoir les plus gros navires de l'époque.

24. Pour accueillir les navires transatlantiques, les ingénieurs imagineront un bassin à flot, qui ne dépend pas de la marée. Ce projet devait être implanté dans l'actuel 5^ème^ bassin du port de commerce. Ce projet sera abandonné vers les années 1870. C'est en reprenant les études des ingénieurs, que nous avons élaboré une séquence pédagogique autour de la modélisation 3D, en implantant ce bassin à flot dans le plan 3D de la ville de Brest. voir le projet dans le carnet de recherche : https://brmdp.hypotheses.org/284

25. L'Océan - 3 juin 1857, p2

26. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S sup 17, Avant-projet de la construction du Port Napoléon – Mémoire sur la création d'un nouveau port de commerce, 1855.

Dans le cycle de vie de l'artefact, la première phase consistait en l'expression des besoins d'un nouveau port. La seconde phase s'intéresse aux différentes solutions techniques puis au choix de l'une d'entre elles. Une des discussions centrales du projet portait sur la profondeur du futur port et l'autre sur la longueur des quais.

Discussion sur la profondeur du nouveau port. Porstrein est situé en contrebas d'une falaise qui peut atteindre de 15 à 20 m de hauteur. Au pied de celle-ci, le rocher disparaît peu à peu sous un plateau de vase dont la surface est presque horizontale et se prolonge jusqu'à 1800 m environ vers le large. Ce plateau de vase est connu sous le nom de banc de Saint-Marc. Les ingénieurs pratiquent des sondages devant Porstrein afin de déterminer à quelle profondeur se situe le rocher sous ce banc. Ils ont pratiqué plus de 150 sondages et ont montré que jusqu'à 150 m de la côte, le rocher est présent assez rapidement. Par contre au-delà des 150 m, la sonde est allée jusqu'à 7,50 m de profondeur sans rencontrer de résistance. Dans le document ci-dessous, les ingénieurs ont matérialisé par une ligne au-delà de laquelle le rocher se trouve à plus de 7 m. Les chiffres en noir indiquent la profondeur de l'eau au-dessous des plus basses marées d'équinoxe et les chiffres en rouge indiquent la profondeur du rocher au-dessous des plus basses marées d'équinoxe.

FIGURE 5.9 – Plan des travaux projetés, avant-projet pour la création d'un nouveau port de commerce, 1855, Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S sup 17

La Commission nautique[27] demandera un creusement à 9m du port; ce qui ferait doubler le coût du dragage. Les plus grands bâtiments transatlantiques de l'époque, le Persia, l'Arabia, l'Asia, l'Africa, l'Atlantic, le Pacific, l'Artic, le Baltic ont un tirant d'eau de 6m10 à 6m50 en charge complète. Les navires les plus récemment construits, Le Plata, l'Orinoco et le Parana ont un tirant d'eau de 6,40 à 7m en charge forcée. Le Great Eastern en construction aura sans doute un tirant d'eau à 9m en charge; il est prévu pour les

27. Une commission nautique est instituée pour examiner des projets de réalisation ou de transformation d'équipements civils intéressant la navigation.

voyages entre la Grande Bretagne et l'Australie. L'ingénieur Garet considère que ce batiment restera "bateau exceptionnel" ; l'ingénieur ordinaire fixe donc la future profondeur du port à 7m50 [28]."

On remarque dans cet exemple, que le port doit s'adapter sans cesse au tirant d'eau des navires et même devancer, quand c'est possible, les futures évolutions. La commission nautique souhaiterait anticiper la future évolution du tirant d'eau de la moyenne des transatlantiques mais les coûts demandés pour cette adaptation ne sont, dans le cas du port de Brest, pas soutenables financièrement. VAUTHIER-VÉZIER [2007] écrit même que les ingénieurs ont eu des difficultés à anticiper l' évolution des tirants d'eau des navires tant elle est rapide [29].

Discussion sur la longueur des quais du nouveau port. En 1855, les ingénieurs proposent deux options : soit la création d'un petit port d'échouage dans la continuité du projet de Monsieur Lamblardie (plan jaune) ou alors la création d'un port beaucoup plus ambitieux (plan rouge) s'adaptant aux nouvelles perspectives : l'arrivée du chemin de fer et la possibilité d'accueillir des bateaux transatlantiques.

Présentation. Le projet rouge prend en compte l'arrivée prochaine du chemin de fer et propose une solution pour que le port de Brest puisse accueillir des bateaux transatlantiques et deviennent en conséquence une tête de ligne pour les liaisons entre la France et les États-Unis. Il s'agira donc d'un grand port avec de nombreuses infrastructures modernes.

i) **Les ouvrages extérieurs.** Pour protéger le port de la houle et du vent, les ingénieurs proposent que les ouvrages extérieurs soient composés :

- *"d'un môle 2400 m de longueur, enraciné à l'est contre le mamelon de rochers qui abritent l'anse de Poulic al Lor (...)."*
- *"d'un petit môle 245 m de longueur partant de la grève de Porstrein (...) orienté au sud-est (...)."*

  "La largeur de la passe d'entrée entre l'extrémité du petit môle, ou môle de l'Ouest, et le parement intérieur du môle du sud 75 m"

ii) **Les ouvrages intérieurs.** Protégé par les môles, le port se composera :

28. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 16S 2 non coté, "Avis de l'ingénieur ordinaire sur les nouvelles dispositions proposées par la commission nautique, ou réclamées par les services représentés à la conférence mixte au premier degré", 1857.

29. Les ingénieurs doivent "prévoir l'adaptation des infrastructures en fonction de l'évolution probable des navires [...]. Cet aspect prospectif prend de plus en plus d'importance à la fin du XIX^{e} siècle [...]. La recherche de la vitesse est dorénavant appliquée à des navires de charge qui doivent de plus être de fort tonnage et capables de régularité. Dès 1870, il est évident au niveau international que la grande navigation transatlantique nécessite des navires de grande taille, d'un tirant d'eau entre 6,20 m et 7 m, steamers ou voiliers. Les ingénieurs ont du mal à prévoir le rythme de l'évolution. L'ingénieur américain Corthell a relevé les principales caractéristiques des vingt plus grands navires à flot entre 1848 et 1898, et calculé des moyennes correspondantes, pour prévoir l'évolution des dimensions des navires. Ses courbes montrent l'accélération à partir de 1891, mais ses prédictions se sont révélées rapidement fausses. Les dimensions annoncées pour 1923 ont été dépassées dès 1907, et celles de 1948 en 1911. Le tirant d'eau prévu pour 1948 était déjà dépassé de 0,61 m ! Le rythme d'évolution s'accélère, car les plus grands navires auraient vu leur longueur s'accroître de vingt mètres entre 1837 et 1907, mais de quarante-six mètres depuis cette date."

- "*d'un avant-port de forme à peu près rectangulaire, ayant environ 400 m de long sur 260 m de large. Tout le quai du Nord (...) sera destiné aux bateaux de commerce ordinaires, qui peuvent sans inconvénient supporter l'échouage, ainsi qu'aux nombreuses chaloupes de Plougastel et des environs qui seront ainsi déchargées à proximité de l'entrée de la ville. La longueur de ce quai Nord, qui sera toujours parfaitement abrité par tous les temps, est de 360 m, y compris la place réservée à un platin d'échouage pour la réparation des navires. Les bateaux les plus fins, qui craindraient l'échouage, pourront accoster contre le parement intérieur du petit môle ou le long du quai de l'Est, lorsqu'ils auront besoin d'être en rapport immédiat avec la ville, et sinon, contre la portion du grand môle comprise dans l'avant-port. En somme, la longueur totale des quais de l'avant-port, y compris celle d'une grande cale de réparation, sera de 991 m environ.*
- *d'un petit môle 245 m de longueur partant de la grève de Porstrein (...) orienté au sud-est (...).*

Le plan rouge sera celui qui sera choisi car il anticipe l'arrivée du train depuis Paris et se positionne pour recevoir des transatlantiques.

Décret de Napoléon III pour l'exécution des travaux de construction du port de commerce. Le 28 aout 1859, l'exécution des travaux est décidé au plus haut sommet de l'état. La dépense est évaluée à 15 millions de francs avec une participation de la ville de Brest à hauteur d'un million de francs[30]. Le nouveau port prendra le nom de Port Napoléon en hommage à l'Empereur qui a visité Brest en 1858. Le 1er octobre 1865, le port marchand dans la Penfeld est définitivement fermé[31] et le lendemain, le 2 octobre 1865, sur décret, l'Empereur ouvrait le port de commerce au transit de marchandises[32] selon CLOÎTRE-QUÉRÉ [1992].

Conclusion Entre 1700 et 1865 le port marchand utilise les quais de l'arsenal pour ses activités. Pendant cette période, plusieurs projets ont voulu sortir le port marchand de l'arsenal pour satisfaire les besoins des commerçants et des militaires. Le choix de la solution technique s'est faite sur 4 années avec plusieurs avant-projets présentés devant différentes commissions. Le projet définitif est aprouvé officiellement par le chef de l'État en la personne de l'Empereur Napoléon III. A partir de 1859, la construction démarre. La première tranche des travaux est livrée en 1865. La deuxième ne sera livrée qu'en 1873. A partir de 1865, l'usage du port commence.

L'activité de construction du port Napoléon.

Dans le modèle Any-Artefact, nous nous intéressons aux activités faisant intervenir un artefact, en l'occurrence ici le port. Une des activités les mieux documentée aux archives de Quimper est l'activité de construction. Nous avons accès aux acteurs et aux savoirs mis en œuvre.

30. le décret est en annexe
31. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S2sup, "Rapport de l'ingénieur ordinaire à l'appui du projet des quais du Nord-Est", 1865.
32. Les travaux de construction du port seront abordé dans le chapitre 7 de cette thèse.

Les acteurs de la construction. Une fois le décret signé par l'Empereur, les ingénieurs des Ponts et chaussées s'interrogent sur les technologies à mettre en place pour construire les infrastructures du port de Brest qui seront réalisées par une entreprise de travaux publics. Nous allons donc étudier les acteurs de la construction constitués des décideurs, des concepteurs et des contructeurs. Pour chacun d'entre eux, nous rechercherons leur rôle.

Les décideurs Lorsque la construction du port commence, l'État est dirigé par l'Empereur Louis Napoléon Bonaparte. Il s'est déjà rendu à Brest en août 1858 où il fut très bien accueilli par la population brestoise. En reconnaissance de cet accueil, l'empereur Napoléon III fait agrandir l'arsenal, prolonge le chemin de fer jusqu'à Brest et signe le décret pour la construction du port de commerce de Brest en reprenant les travaux de POULAIN-CORBION [1858].

Le ministre en charge de la construction des ports maritimes est le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics. Pendant la construction, se succéderont notamment les ministres Eugène Rouher (1855-1863), Louis Behic (1863-1867), Jean de Forcade la Roquette (1867-1868), Edmont Gressier (1869-1870). Dans le Finistère, l'État est représenté par le préfet qui fait remonter les demandes des ingénieurs jusqu'au ministère pour que celui-ci prenne une décision ; le ministère des travaux publics est directement impliqué dans la construction du port de commerce. En effet toutes les décisions d'achat de matériel, d'équipement de machines arrivent au ministère. Nous avons retrouvé le cas d'une acquisition de deux scaphandres qui étaient utilisés pour la vérification des travaux sous l'eau [33]. L'ingénieur en chef écrit au préfet pour lui signifier qu'il serait avantageux pour le chantier du port de commerce de posséder quelques scaphandres. Le préfet du Finistère écrit au ministre pour demander l'autorisation d'acquisition de deux scaphandres auprès de l'Ecole Impériale des Ponts et Chaussées. Les services du ministère étudient la demande et transmettent au préfet du Finistère l'accord du ministre. Le préfet peut alors autoriser l'acquisition des scaphandres.

La chaîne de décision est donc composée du chef de l'État en l'occurrence l'empereur Louis Napoléon Bonaparte qui rédige le décret de construction du port. Le dossier est alors suivi depuis le ministère des travaux publics qui alloue un budget à la construction et valide les plans préparés par les ingénieurs. Les décisions du ministère sont transmises au préfet du Finistère afin que celui-ci les communique aux ingénieurs. Le conseil municipal de la ville de Brest intervient dans la prise de décision dans la mesure où elle propose une subvention d'un million de francs en 1859 pour la construction du port [34]. Le conseil municipal fera pression sur l'Etat pour que les travaux se terminent au plus vite.

Les concepteurs. L'équipe des concepteurs du port de Brest est composée de polytechniciens [35] ayant intégrés par la suite l'École des Ponts et Chaussées.

À sa tête, au début de la construction du port, se trouve l'ingénieur en chef François Maitrot de Varennes, né en 1811 à Vannes et décédé en 1891 à Blois. Il est admis à l'Ecole polytechnique en 1831 et en 1833, il entre à l'École des Ponts et Chaussées. Il est promu aspirant ingénieur en 1837. En 1839 il travaille à la direction des travaux maritimes à Rochefort. En 1853, il est affecté au service hydraulique de la Haute-Garonne. En 1856, il

33. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S27sup, "Construction du Port Napoléon – Appareil de plongé pour les visites sous marines des travaux.", 1865.

34. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S158sup, "Construction du port de Brest - délibération du conseil municipal pour la subvention d'un million d'euros.", 1859.

35. Voir Bibliothèque Centrale de l'Ecole Polytechnique. https ://www.polytechnique.edu/bibliotheque

est promu ingénieur en chef et nommé dans le département du Finistère, d'abord au service maritime du département puis à la direction des travaux du port Napoléon à Brest. C'est lui qui signe les plans et la description des travaux à réaliser. Il est donc en contact direct avec l'entreprise dont il contrôle les travaux au quotidien. L'ingénieur en chef est directement en lien avec le préfet et donc avec l'État. Il dirige une équipe d'ingénieurs ordinaires [36]. Dans nos recherches nous avons retrouvé les noms des ingénieurs ordinaires Garet, De Carcaradec et Fénoux.

L'ingénieur Edme Adolphe Garet est entré sur concours à l'Ecole Polytechnique de Paris en 1844. Il est classé 4e sur 135 élèves. A sa sortie, il intègre l'école des Ponts et Chaussées en 1846. En 1853, il participe en tant qu'ingénieur ordinaire à un service spécial de l'administration pour l'étude du chemin de fer de Rennes à Brest sous les ordres de l'ingénieur en chef Lepord [37]. Il participe à l'instruction du projet du pont tournant franchissant la Penfeld à Brest (1856-1861). Il a écrit également en 1855, l'avant-projet pour la construction d'un nouveau port de commerce à Brest.

De Carcaradec entre à Polytechnique en 1837 où il sort 40ème sur 121 élèves, puis il entre en 1839 à l'Ecole des Ponts et Chaussées. Il est promu en 1842 au grade d'aspirant ingénieur et il est affecté au port militaire de Lorient [38]. En 1846, il est affecté en tant qu'ingénieur ordinaire au port de Rochefort à la direction des travaux maritimes sous les ordres de l'ingénieur en chef Sganzin [39]. L'ingénieur De Carcaradec suivra les travaux de la première tranche des travaux du Port (1856-1865). Il a également suivi la construction du phare du Créac'h, sur l'ile d'Ouessant.

Victor Fénoux est né en 1831 à Boulogne-sur-Mer et est décédé en 1895 à Morlaix. Il entre à Polytechnique en 1851 où il sortira 7ème en 1853 sur une promotion de 88 élèves. Il a dirigé sous la direction de l'ingénieur en chef Planchat, la construction du viaduc de Morlaix (1860-1861). Il participe en tant qu'ingénieur ordinaire à la construction de la deuxième tranche du port Napoléon (1865-1873). Il devient ingénieur en chef en 1876.

Le rôle des ingénieurs ordinaires est de mener les études, d'écrire des rapports, des mémoires, de dessiner des plans. Ils sont aussi sur les chantiers et sont les relais de l'État auprès de l'entreprise constructrice.

Les entrepreneurs. L'entreprise constructrice est dirigée par Monsieur Grand'Homme. Son rôle est de mener à bien le chantier de construction du port de Brest, en suivant les plans des ingénieurs des Ponts et Chaussées.

Dans les sources déposées aux Archives départementales [40], nous avons retrouvé des certificats tendant à prouver que M. Grand'Homme est un entrepreneur digne de confiance. Il a dû produire ces certificats car il était en conflit avec l'Etat pour le paiement des travaux réalisés pour le port de commerce de Brest. On sait donc qu'il a exécuté tous les travaux de maçonnerie du port de commerce pour un montant de 2 millions de francs de l'époque. Avant d'être chef d'entreprise, M. Grand'Homme a participé à de nombreuses entreprises

36. Ils sont qualifiés d'ingénieurs ordinaires car ils sont chargés des missions de base des services de l'État BLANCHE [1885]

37. Annales des Ponts et Chaussées. Lois, décrets, arrêtés et autres actes concernant l'administration des ponts et chaussées. n°144 du 28 juin 1851.

38. État général du personnel de l'administration centrale du ministère des travaux publics, du corps des ponts et chaussées, des conducteurs embrigadés, des officiers du port et des inspecteurs de la navigation au 1er juillet 1843.

39. Annales maritime et coloniale, publié avec l'approbation du ministre de la Marine et des colonies, Paris. Imprimerie royale, 1846.

40. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S1sup, "Construction du port de Brest – réclamation de l'entreprise Grand'Homme", 1874.

de travaux publics. On le retrouve en 1846 dans des travaux de terrassement près de la rivière La Nère dans le Loir-et-Cher. En 1857, il est employé comme piqueur [41] lors de la construction du chemin de fer de Vierzon à Limoges. Toujours en 1857, il crée à Argenton sur Creuse, son entreprise de travaux publics. Dans le port de Brest, son entreprise est chargée par la Marine, entre juillet 1861 et décembre 1863, des travaux nécessaires pour l'établissement d'un polygone d'artillerie. Le 22 août 1862, il reçoit l'adjudication des travaux de construction des jetées et des quais port Napoléon à Brest.

Le constructeur est donc une entreprise française mais non locale puisqu'elle est originaire d'Argenton sur Creuse dans le centre de la France. Cependant lors de l'adjudication de la construction des jetées et des quais, l'entrepreneur Grand'Homme fait résider son entreprise à Brest, au 46, rue d'Aiguillon. En concurrence avec lui, on trouve M. Etienne Perrichont, entrepreneur parisien, résidant à Morlaix, constructeur du viaduc de la ville ; MM. Perrès frères, entrepreneurs à Brest et M. Pierre Gauduchon, entrepreneur à Brest et M. Aléxis Dan dont on ne connait pas la domiciliation de l'entreprise [42]. Les travaux de dragages pour la fondation de la digue du large ainsi que pour les quais sont attribués à l'entreprise Castor. Cette entreprise est associée à Hildevert Hersent qui vient juste de terminer la fondation du pont de Kehl, le premier pont à utiliser la technologie de l'air comprimé selon HERSENT [1885].

Un autre chantier de la construction du port consiste en son creusement et son dragage. Il s'agit d'approfondir le port à 6m ou 7 m selon le rapport des ingénieurs. Dix entreprises proposent leurs services :

Entrepreneur	**Domiciliation de l'entreprise**	**Autres chantiers**
Tessier de Launay	Brest	Représentant de Schneider lors de la construction du pont tournant
Marin, Montprofit et Picot	Périgueux	-
Tritschler	Brest	Construction du phare du Creac'h
Etienne Perrichont	Chalonnes sur Loire	Viaduc de Morlaix
Langlade et Castaing	Toulouse	-
Castor	Paris	Inventeur de la drague à godet
Pierre Bernard	Périgueux	-
Duleau et Causse	Bordeaux	-

TABLEAU 5.4 – Entrepreneurs en concurence pour l'adjudiction du dragage du port de Brest.

Les entreprises ayant répondu à l'adjudication sont encore une fois toute française. L'entrepreneur brestois, Tessier de Launay se verra attribuer le dragage du port de commerce de Brest.

Les sources disponibles ne donnent pas beaucoup d'indications sur les ouvriers présents sur le chantier de construction. On sait que l'entreprise employait un grand nombre d'ouvriers maçons et des tailleurs de pierre. Ces ouvriers travaillaient auparavant selon l'entrepreneur sur les travaux de maçonnerie du chemin de fer de l'Ouest, c'est à dire sur la ligne Rennes-Brest. L'entreprise fournissait aussi des prestations en ferronnerie pour

41. Un piqueur est placé sous les ordres conducteurs de travaux dont la mission principale est la surveillance des ouvriers.

42. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S158sup, "Construction du port de Brest - procès-verbal d'adjudication des travaux de construction des quais de l'Ouest du Port Napoléon.", 1862.

l'équipement des quais en garde corps, en organeaux ainsi qu'en bornes d'amarrage.

Les décideurs, les concepteurs et les constructeurs sont les acteurs de l'activité de construction. Nous nous intéressons maintenant aux savoirs et aux technologies mises en œuvre lors de l'activité de construction du port de commerce de Brest.

Les savoirs et les technologies utilisés lors de l'activité de construction du port de commerce de Brest. Nous allons voir que la conception du port de Brest a été influencée par les aménagements des ports du sud de la France ainsi que par des ports britanniques. La construction du port a, elle, été influencée par d'autres ports ayant été livrés récemment ou alors en construction.

Circulation des savoirs lors de la construction du Port Napoléon. Une fois que le décret de construction a été signé par l'Empereur, les ingénieurs des Ponts et chaussées souhaitent visiter des ports français de la Méditerranée, de la Manche ainsi que les ports britanniques. L'ingénieur en chef Maitrot de Varennes sollicite l'autorisation du ministère pour effectuer cette visite. La réponse du ministère souligne l'importance d'étudier d'autres ports pour pouvoir mener à bien la direction des travaux du nouveau port de commerce à Brest. Pour le ministre des travaux publics, le conseiller d'État directeur général des ponts et chaussées et des chemins de fer, répond à l'ingénieur en chef dans une lettre datée du 21 avril 1860 :

> *"Le 14 de ce mois, vous rappelez que l'aménagement intérieur du port Napoléon à Brest doit être combiné avec l'arrivée de la gare du chemin de fer et la création d'une ville maritime. Afin d'étudier les meilleures dispositions à prendre pour donner satisfaction aux divers intérêts engagés dans la question, vous demandez l'autorisation de visiter les principaux ports de la Manche et trois ou quatre grands port d'Angleterre. J'ai reconnu, Monsieur, qu'il était utile, pour l'élaboration des projets que vous avez à soumettre à l'administration, que vous puissiez prendre une connaissance personnelle des travaux analogues exécutés sur d'autres points du littoral et je vous donne la mission de visiter quelques-uns des principaux ports de la Manche sur notre littoral et en Angleterre.*

Les visites des ports de la Manche ont donné aux ingénieurs des idées précises quant à l'aménagement des quais. Par contre, l'ingénieur en chef souhaite observer l'exécution des travaux dans les ports de la Méditerranée. Le ministre des travaux publics lui répond en l'autorisant à se rendre dans le midi de la France :

> *"Vous m'informez qu'à la suite de votre visite dans les principaux ports du département du Nord, vous avez arrêté de concert avec Monsieur l'ingénieur De Carcaradec, le projet d'aménagement intérieur du port Napoléon. Vous ajoutez qu'il importe maintenant d'arrêter les dispositions de détail à prendre en vue de l'exécution des travaux et vous pensez qu'il serait nécessaire que l'ingénieur ordinaire se rendit dans les ports du Midi ou s'exécutent de grands travaux afin qu'il put recueillir les renseignements propres à les mettre à même de diriger avec plus de sûreté les chantiers placés sous son contrôle est en outre réunir les éléments nécessaires à l'organisation des opérations de dragage. Vous vous appuyez à cet égard sur ce que les travaux de ce genre qui s'exécutent dans les ports de Marseille, Toulon, Cettes et Port-Vendres offre de l'analogie avec ceux du port Napoléon en ce qui touche la profondeur à atteindre dans ce dernier*

port. Conformément à votre proposition, j'autorise Monsieur l'ingénieur ordinaire à se rendre dans les différents ports du Midi afin d'y étudier les meilleures dispositions à prendre en vue de l'exécution du port Napoléon."

Ces deux lettres montrent que les concepteurs du futur port de commerce de Brest sont influencés dans leurs décisions par d'autres constructions. Par exemple, On retrouve dans les sources une influence notable du voyage en Angleterre de l'ingénieur en chef en ce qui concerne le projet de construction d'un bassin à flot dans le port Napoléon.

"En visitant les principaux ports d'Angleterre et du nord de la France, dans une mission que Son Excellence le Ministre avait bien voulu nous confier dans l'intérêt de nos études, nous avons constamment remarqué que le commerce avait pour habitude d'opérer ces mouvements dans un bassin à niveau sensiblement constant que non seulement il réalisait ainsi une économie directe qu'on ne pouvait évaluer à moins de 0,30 franc par tonne, mais qu'en outre il est trouvé de grands avantages pour la commodité des marins, la célérité et la régularité des opérations."

Dans l'avant projet du port de Brest datant de 1855, les ingénieurs n'avaient pas prévu la création d'un bassin à flot. La connaissance des usages de ce type de bassin dans les ports britanniques ont poussé les ingénieurs à incorporer ce type de bassin dans le projet définitif. Ce bassin devait aussi accueillir les grands navires transatlantiques venant de New York, Brest devant devenir une étape importante pour les paquebots reliant les États-Unis à l'Europe.

Il existe donc une véritable circulation des savoirs entre le chantier brestois et les ports britanniques d'une part et les ports français d'autre part. Les connaissances et les expériences aquises sur les chantiers de Toulon, de Marseille et même du Fort Boyard près de Rocheford seront précieuses pour les ingénieurs brestois pour la construction des jetées et des quais ainsi que pour le dragage du futur port.

Exécution des travaux : le choix d'une technologie. Le choix du système d'exécution des travaux nous informe sur les technologies existantes à l'époque et sur les arbitrages qui pouvaient exister entre une solution locale développée par un ingénieur brestois ou une solution nationale, déjà éprouvée sur d'autres chantiers.

Une des tâches les plus fondamentales à réaliser lors de la création d'un nouveau port, consiste à fonder [43] les jetées et les quais. Pour présenter les différents modes d'exécution, nous allons reprendre le rapport écrit par l'ingénieur en chef Maitrot de Varennes. Il présente une proposition innovante de son collaborateur, l'ingénieur ordinaire De Carcaradec puis il présente également une solution déjà éprouvée dans d'autres constructions.

i) **Le système de M. De Carcaradec.** L'ingénieur ordinaire De Carcaradec a succédé en 1856 à l'ingénieur ordinaire Garet, auteur de l'avant projet datant de 1855. M. De Carcaradec propose de fonder les jetées et les quais en suivant un mode d'exécution de son invention.

" *Une fois le tracé des travaux admis, il reste à déterminer le mode d'exécution, car le choix de tel ou tel système entraîne souvent de grandes variations dans les dépenses et influe par la suite sur l'adoption ou le rejet de telle ou telle combinaison. Ici, comme on le soupçonne d'avance, la grande difficulté consiste dans la fondation et Monsieur de Carcaradec présente*

43. Fonder signifie construire des fondations sous l'eau suffisamment solides et robustes pour recevoir ensuite un parement en pierre hors de l'eau.

> *pour système unique : 1) un enrochement jeté sur le rocher dérasé avec la drague, lequel enrochement bétonné pour une certaine portion ; 2) au-dessus de cet enrochement convenablement dérasé, un massif vertical en béton généralement de quatre à 5 m de hauteur coulée entre deux vannages dont les pieux sont battus dans l'enrochement. 3) enfin au-dessus du béton arrasé au niveau des passes mère de vives eaux, un mur de quais d'une épaisseur moyenne de 0,40 à 0,45 de hauteur ; parementés à l'extérieur sur une certaine épaisseur en maçonnerie de mortier de ciment inaltérable."* [44]

Ce mode d'exécution ressemble un peu au système des palplanches déjà employées par les Romains [45] qui permettaient de former des enceintes à l'intérieur desquelles coulaient du mortier afin de poursuivre la construction du quai à l'air libre. La composition du mortier peut poser un problème pour la pérennité de l'ouvrage. L'ingénieur en chef pointe justement cette difficulté :

> "*Le mortier pour béton qu'emploie M. De Carcaradec résistera-t-il à l'eau de mer ? Il le croit, mais il n'en est pas très sûr puisqu'il se propose de poursuivre ses recherches avec activité. Or, si le béton qui se trouve à son immersion enveloppée de tous côtés par l'eau de mer, c'est-à-dire dans les conditions les plus défavorables, venaient à n'avoir pas de résistance indéfinie à la décomposition, tout serait complètement perdu. C'est donc un système à n'employer que faute d'autres, ou bien avec une certitude de succès complète. On verra même plus loin que par suite des installations et des précautions qu'il nécessite, il devient très dispendieux relativement à d'autres.* [46]"

La difficulté de ce système de construction réside donc dans la capacité de produire un mortier résistant à l'eau de mer. L'ingénieur en chef ne semble pas prêt à prendre le risque d'utiliser un mortier qui n'a pas fait ses preuves de résistance. M. Maitrot de Varennes rappelle ensuite que la construction doit montrer une grande stabilité pour résister à des chocs latéraux ainsi qu'à des pressions venant des remblais intérieurs. L'ingénieur en chef propose lui une autre solution : l'utilisation des blocs artificiels [47].

ii) **Le système de fondation à l'aide de blocs artificiels.** La première étape de ce système de fondation consiste à obtenir un fond solide en enlevant la vase à l'aide d'une drague. Ensuite on dépose sur le fond plusieurs mètres d'enrochement afin que celui-ci arrive au moins à 4 m au-dessous des basses mers d'équinoxe. Maitrot de Varennes poursuit la présentation du système de fondation :

> "*Sur la surface ainsi dressée, on coule des blocs artificiels ici de 20, 18 et 16 m³ et formés, ainsi que nous allons le dire d'une maçonnerie en forts moëllons avec mortier de ciment Parker ou de tout autre indécomposable. (...)*

44. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 16S1 (non coté), Avant projet du port de Porstrein. Rapport de l'ingénieur en chef. 1856

45. voir Vitruve, Livre V, chaptitre 12 POLLIO [1859]

46. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 16S1 (non coté), Avant projet du port de Porstrein. Rapport de l'ingénieur en chef. 1856

47. C'est lors de la construction de la jetée d'Alger, en 1841, que l'on a utilisé pour la première fois des blocs artificiels POIREL [1841]. L'ingénieur en chef des Ponts et Chaussés Poirel utilise notamment un système de transport composé de deux flotteurs qui prennent en charge le bloc à l'aide de chaines passées en dessous de celui-ci.

> *Pour confectionner et couler ses blocs, on peut adopter le système mis en usage au fort Boyard par Monsieur Garnier, directeur des travaux hydrauliques du port de Rochefort, système que dans le temps nous avons suivi et vu fonctionner*[48]*. (...) Les blocs pourront être construits à terre ou sur des parties de plage.*" [49]

La figure 5.10 représente le système de construction des quais du port Napoléon. On distingue bien à la base du quai un épais enrochement. Sur celui ci, on fait reposer 3 lignes de blocs artificiels dont on élèvera le quai en maçonnerie jusqu'à la hauteur prévue.

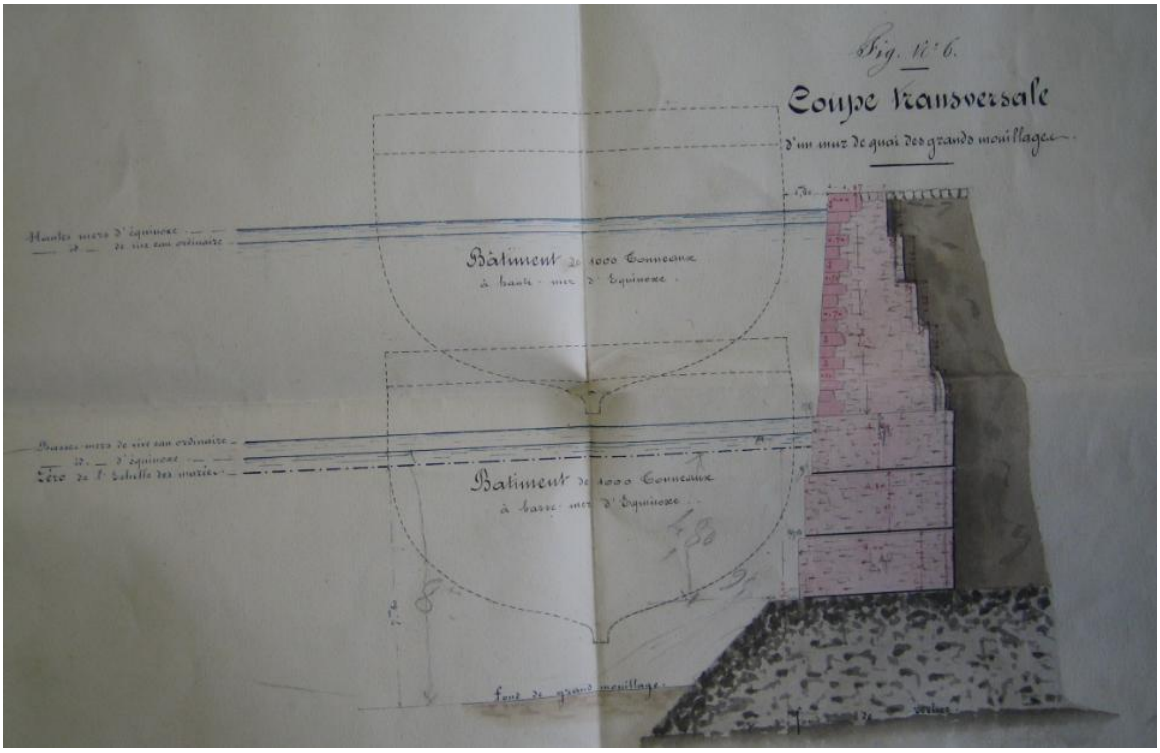


FIGURE 5.10 – La coupe transversale d'un quai de grand mouillage. [50].

Pour fabriquer un bloc artificiel, on utilise des petits blocs de pierre ou moellons auxquels on ajoute comme liant du mortier de ciment, composé de ciment en poudre et de sable. Le mélange mortier/moellons est versé dans une caisse en bois ne possédant pas de fond. Lorsque le béton est assez dur, on enlève les planches de la caisse en citant le mémoire de POIREL [1841]. Une fois le bloc construit à terre, la difficulté consiste à le transporter jusqu'au lieu du chantier. L'ingénieur en chef rapporte la méthode utilisée à Fort Boyard (1848), qui est sensiblement la même utilisée pour la jetée d'Alger (1841) :

> "*Pour mettre les blocs en place, on se sert à Boyard de deux très fortes tonnes supportant une charpente munie de treuils puissants; on amène les tonnes au-dessus du bloc convenablement saisi et on le soulève avec les treuils pour conduire le bloc sur l'enrochement. Il fallait là-bas un remorqueur et, à cause de l'agitation de la mer, le coulage en place était difficile.*

48. La fondation du socle du fort Boyard se termine en 1848.
49. ibidem.
50. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S1sup, Port Napoléon - construction des quais, 1863

> *Ici, au moyen de cabestans et de cordes frappées sur des bouées, on emmènera facilement le bloc en place, et après avoir établi sa position, ce que l'on peut vérifier au moyen d'un plongeur, on désengrènera en agissant sur les freins.*"

Pour le port de Brest, les moellons viendront de la carrière de Poullic al Lor, située près du port de Porstrein. Les blocs sont fabriqués près de la carrière et sont conduits par des chalands à clapet sur le lieu d'immersion. Un système de cabestan libère le bloc qui descend à une vitesse lente sur la jetée ou le quai en construction. Nous avons trouvé dans les sources différents devis pour la construction des chalands ; ils proviennent des chantiers navals nantais Jollet et Babin d'une part et Dubigeon d'autre part [51]".

Le plan de la figure 5.11 représente un chaland à clapet provenant du chantier Gouin de Nantes et pouvant transporter 14 blocs.

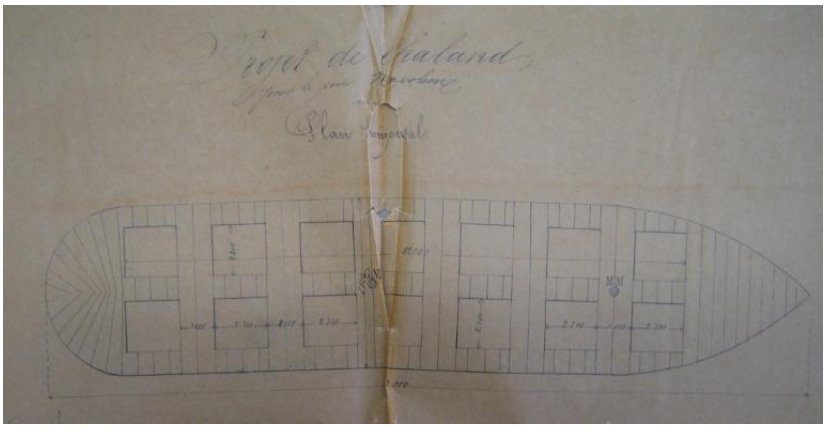


FIGURE 5.11 – Plan d'un chaland à clapet provenant du Chantier Ernest Gouin. [52].

La figure 5.12 représente le mécanisme qui permet au clapet de s'ouvrir et au bloc de descendre dans l'eau.

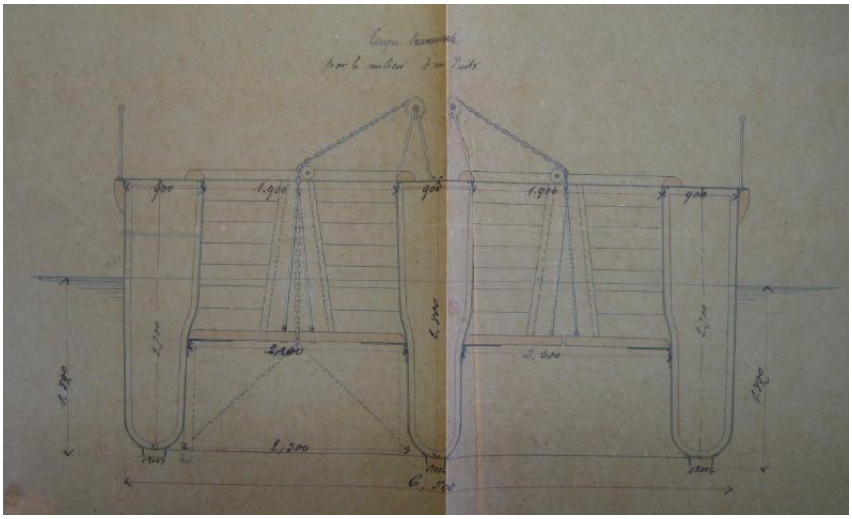


FIGURE 5.12 – Plan de coupe d'un chaland à clapet provenant du Chantier Ernest Gouin. [53].

51. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S27sup, Construction du port de Brest - Construction d'un chaland en tôle pour les travaux 1860

52. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S17sup, Port Napoléon - Plan d'un chaland, 1860

> Les chalands sont tirés par un remorqueur à vapeur. L'ingénieur en chef adresse directement le programme pour la construction de ce remorqueur à hélice, de 25 mètres de longueur à trois constructeurs : Jollet et Babin (Nantes), Gouin (Nantes) et Schneider et Cie (Creusot).

La première partie du port est terminée en 1865. Elle correspond au quai et à la jetée de l'ouest, au 1er et au 2ème éperon. L'ouverture du port est effective le 2 octobre 1865 ; il faudra encore attendre une dizaine d'années pour que la seconde tranche soit livrée. La troisième tranche correspond à la construction d'un bassin à flot dans l'actuel 5ème bassin. Ce projet sera abandonné vers l'année 1880. Nous allons donc suivre avec précision l'évolution des propriétés des quais (longueur et profondeur) sur la période 1865-1933 avec pour objectif d'obtenir des données qui nous permettront de proposer une périodisation du port de Brest sur cette période.

Evolution des quais de 1865 à 1933

L'évolution de la longueur et de la profondeur des quais entre 1822 et 1855 a été étudié précédemment. Grâce aux plans retrouvés aux Archives Départementales du Finistère, nous avons pu reconstituer les changements progressifs de la longueur et de la profondeur des quais du port de Brest. Si la construction et la période qui la précède sont bien documentées, la période d'usage des quais avec les dragages qui ont été effectués le sont beaucoup moins. Nous avons retrouvé les plans qui rendent compte des changements de profondeur des quais mais pas les documents qui indiquent les processus de décision et de mises en oeuvre du dragage. Nous allons donc à partir de ces plans, étudier l'évolution des longueurs et des profondeurs des quais du port de Brest afin de périodiser l'usage du port.

Longueur et profondeur des quais entre 1865 et 1933. Nous classons les quais en trois catégories : les quais d'échouage (0m >= p > 3m), les quais de profondeur moyenne (3m >= p > 6m) et les quais de grande profondeur (>=6m). Cette classification des quais est présente sur les plans de construction des quais du port de Brest. Les sources nous donnent donc les éléments pour classer les quais[54]. Dans les quatre plans qui se suivent, nous avons représenté l'évolution des quais du port de Brest en suivant deux propriétés : la longueur et la profondeur.

53. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S17sup, Port Napoléon - Plan d'un chaland, 1860

54. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S1sup, Construction des quais - 1ère section - quais de l'ouest et du nord-ouest, 1862

Les quais en 1873 : Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S1sup, construction du port de Brest achèvement du bassin numéro 3 - plan général du port de Brest, 1873

Les quais en 1921 : Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S152, Plan du Port de commerce de Brest en 1921, 1921

Les quais en 1933 : Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S156, Outillage de la chambre de commerce - Plan outillage, 1933

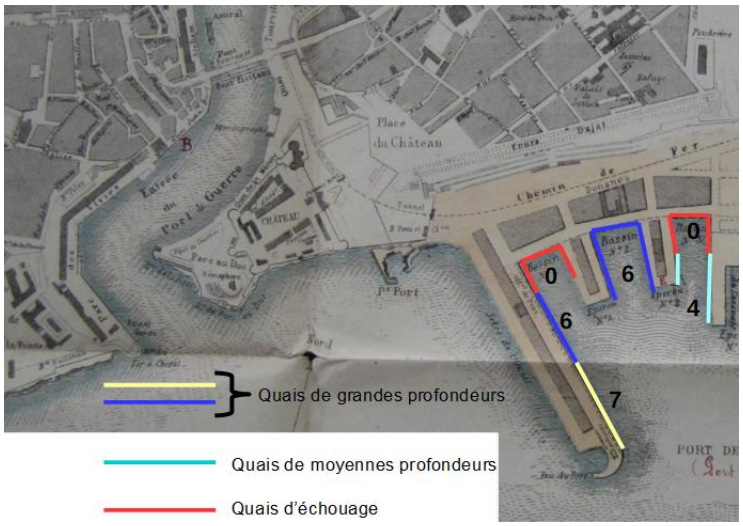


FIGURE 5.13 – Quais du port de Brest en 1865.

En 1865, lors de l'ouverture du port de commerce aux navires, la première tranche des travaux est terminée. Le port est alors composé d'une jetée dite "jetée de l'ouest", de trois bassins (n°1, n°2 et n°3). Les quais d'échouage sont situés au fond des bassins n°1 et n°3, les quais de profondeur moyenne se trouvent au niveau de l'éperon n°2. Les quais de grandes profondeurs sont situés le long de la jetée et dans le 2ème bassin.

Nous avons représenté les données relatives aux quais construits en 1865 dans le tableau 5.5.

année mise en service	Quai	profondeur (m) (m)	longueur	année fin d'utilisation
1865	quai échouage-1865	0	400	
1865	quai mouillage moyen 1865-4m	4	262	1921
1865	quai grand mouillage 1865-6m	6	500	
1865	quai grand mouillage 1865-7m	7	170	

TABLEAU 5.5 – Les quais construits en 1865.

En 1873, le port prévu dans le projet de 1859 est terminé et ouvert à la navigation. Par rapport à 1865, le port est composé en plus d'un platin de carénage sur l'éperon n°3 ainsi qu'un 5ème bassin, fondé sur un tiers en moyenne profondeur et le reste en grande profondeur. Ce cinquième bassin devait recevoir un bassin à flot pour les navires transatlantiques. En 1873, le projet est toujours à l'étude. Il sera définitivement abandonné vers 1880.

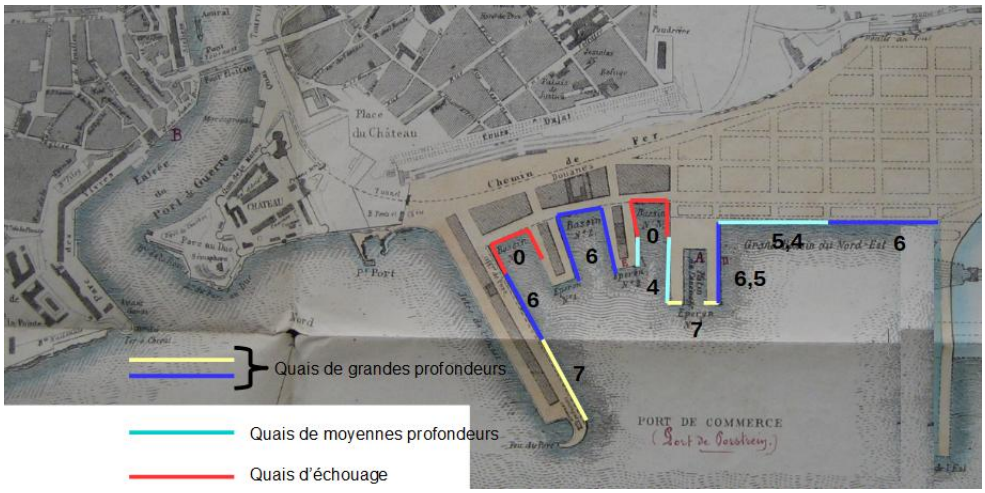


FIGURE 5.14 – Quais du port de Brest en 1873.

Nous avons représenté les données relatives aux quais construits en 1873 dans le tableau 5.6

année mise en service	Quai	profondeur (m)	longueur (m)	année fin d'utilisation
1873	quai mouillage moyen-1873-5,4m	5,4	182	1921
1873	quai grand mouillage-1873-6m	6	183	1921
1873	quai grand mouillage-1873-7m	7	165	1921

TABLEAU 5.6 – Les quais construits en 1873.

Entre 1873 et 1921, nous n'avons pas trouvé de document indiquant une modification majeure du port. Après la guerre mondiale, le port subi des transformations qui sont visibles sur le plan datant de 1921. Les quais de profondeur moyenne sont remplacés par des quais de grande profondeur. Les quais d'échouage sont conservés.

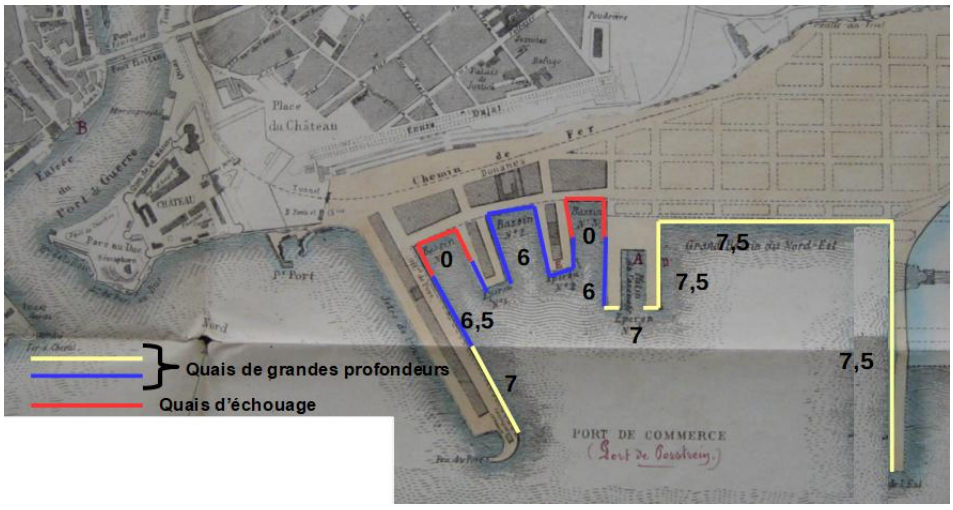


FIGURE 5.15 – Quais du port de Brest en 1921.

Nous avons représenté les données relatives aux quais construits en 1921 dans le tableau 5.7

année mise en service mise en service	Quai	profondeur (m)	longueur (m)	année fin d'utilisation
1921	quai grand mouillage-1921-7,5m	7.5	1096	

TABLEAU 5.7 – Les quais construits en 1921.

Conclusion A partir des 3 plans précédents, nous allons classer les longueurs de quais en fonction de leur profondeur.

Année	quais d'échouage 0m <= p < 3m	quais de profondeurs moyennes 3m <= p < 6m	quais de grandes profondeurs p>=6m
1822	-	477	-
1855	-	214	-
1865	400	262	670
1873	400	444	1018
1921	400	-	2114
1934	400	-	2114

TABLEAU 5.8 – Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest entre 1822 et 1934.

Ce tableau nous présente l'évolution des types de quais entre les années 1822 et 1934 :

- les quais d'échouages : ils n'existaient pas dans l'arsenal mais sont présents dans le port Napoléon. Leur longueur est constante sur la période étudiée.
- les quais de profondeurs moyennes : les quais de l'arsenal sont de ce type. Dans le nouveau port, les quais ayant une profondeur comprise en 3 et 6 mètres sont présents jusqu'en 1921. Ils sont ensuite dragués pour augmenter leur profondeur et les transformer en quais de grandes profondeurs.
- les quais de grandes profondeurs : ils apparaissent à partir de 1865, puis augmentent de manière importante en 1921.

Le quai associé à ses propriétés de longueur et de profondeur est un indicateur de l'évolution du port. Nous montrerons en 5.4.1 que le quai permet de périodiser l'histoire du port.

Evolution des engins de levage de 1822 à 1934

Un macro-système technique est la combinaison d'un objet technique au sens large et d'une organisation de la gestion des flux. Pour un port, une marchandise, quelle qu'elle

soit, est transportée par un navire. Celui-ci s'amarre au quai dans la mesure où la profondeur des quais est supérieure à son tirant d'eau. Ensuite, le navire est déchargé et la marchandise prise en charge par des transports terrestres. Nous venons d'étudier la fonction correspondant à l'amarrage des navires en prenant en compte le quai comme indicateur de périodisation. Une fois à quai, des engins de levage déchargent la marchandise. C'est l'activité de déchargement que nous allons étudier afin de poursuivre une périodisation du port. L'indicateur de périodisation choisi sera la grue. Nous montrerons que cette périodisation affine celle produite par l'étude de l'indicateur "quai". Nous allons donc rechercher dans les archives, tous les documents qui nous renseignent sur l'usage des grues dans le port de commerce de Brest. Nous rechercherons notamment les propriétés associées aux grues, considérées dans notre étude comme un indicateur de périodisation : leur capacité de levage exprimées en kg, leur énergie nécessaire à leur fonctionnement, leurs nombres et les savoirs mis en œuvre pour leurs usages.

Dans le rapport de Monsieur De Lambardie en 1822, il n'est jamais question d'engins de levage. Dans les sources que nous avons consultées, que ce soit aux archives municipales de Brest ou aux archives départementales du Finistère, nous n'avons trouvé aucune trace d'engins de levage et ce jusqu'en 1844.

Commande de deux grues manuelles en 1844. En consultant les Archives départementales, nous avons trouvé la trace de plusieurs lettres rendant compte des échanges entre l'administration du port de Brest et plusieurs fabriquants d'engins de levage. Nous allons les étudier afin de connaître les types de grues en usage vers le milieu du XIXème siècle.

Etude de trois lettres de fabricants de machine de levage. Aux Archives municipales de la ville de Brest, nous avons retrouvé trois lettres datant de 1844 et répondant à une lettre du maire de Brest de l'époque, Monsieur Bizet. Il semble que le maire de Brest souhaite équiper les quais du port marchand de deux grues manuelles en fonte capable de soulever plusieurs tonnes [55]. Les sources ne fournissent pas l'usage pour lequel cette grue devait être affectée. Par contre ces deux lettres, qui sont en fait des propositions commerciales nous donnent des indications sur les engins de levage équipant les ports l'époque.

La première lettre date du 9 mars 1844 et émane de la fonderie et atelier de construction de machines "F. Calla Fils", 92, rue du Faubourg-Poissonnière à Paris.

> *"J'ai profité de ce délai pour vous faire préparer le dessin d'une grue que je puis vous livrer, et qui offre les avantages réclamés par votre lettre, de joindre une grande puissance à peu d'encombrement. Le dessin que je vous adresse ci-inclus est à l'échelle du 50e de la grandeur d'exécution d'une grue pouvant lever un fardeau du poids de 20000 kg.[...]. je conseillerais à votre administration de ne prendre d'abord qu'une seule de ces grues puissantes et d'y joindre une ou deux autres grues semblables, mais dans des proportions beaucoup moins fortes, et disposés de manière à enlever les fardeaux ordinaires, jusqu'au poids de 1000 kg seulement*[56]*."*

La seconde proposition provient des "Forges, fonderies et ateliers, construction de machines" de Philemon Mesnil à Nantes et date du 21 février 1844. Cette lettre vise à gui-

55. lettre du 26 février 1844, de J.J DUCEL Fils, Maitre de forges, 22, rue des quatre fils, Paris adressée à Monsieur de Maire de Brest. Archives Municipale de Brest, cote OO1.

56. Archives municipales de la ville de Brest. Cote OO1, 1844

der le maire de Brest et son administration dans leur prise de décision afin qu'ils puissent choisir la grue dont ils ont besoin en fonction de l'usage qu'ils souhaitent faire.

> *"les prix de ces machines varient :*
>
> 1. *suivant leur puissance à déterminer de 2000 à 20000 kg.*
> 2. *suivant qu'elles sont simples ou doubles*
> 3. *suivant qu'elles sont en partie en bois totalement en métaux fontes, fer cuivre, acier. [...].*
>
> *Pour vous bien fixer relativement aux prix de celles à placer sur vos quais il est indispensable que vous me fassiez connaître : quelles charges, maximum et minimum elles devront enlever.*
>
> 1. *si elles seront glacées sur les quais avec points d'appui à leur sommet, ou si elles seront isolées en n'ayant d'autres points d'appui que dans les quais.*
> 2. *à quelle distance du bord des quais elles devront prendre les fardeaux (il est important de réduire autant que possible cette distance qui est un des motifs de très grandes différences de dépenses).*
> 3. *si elles devront être simples ou doubles (on n'emploie ces dernières que pour enlever de très grands fardeaux telles que chaudière ou autre pièce lourde de machine à vapeur.)*
> 4. *si elles devront être totalement en métaux ou une partie en bois.*
> 5. *quel est le nombre d'hommes qu'on veut appliquer à leur service*[57]*."*

Expression d'un besoin d'engins de levage pour le port marchand. En analysant ces trois lettres, nous pouvons faire l'hypothèse de la présence d'engins de levage sur les quais du port marchand dans la mesure où il s'agit du maire de Brest et non la Marine qui se charge de choisir les grues nécessaires au chargement et au déchargement des navires. Ces lettres nous apprennent également que le port marchand nécessite des grues de grande puissance pour un usage qui nous est pour l'instant inconnu. Nous avons donc une expression d'un besoin d'engin de levage pour le port marchand qui apparaîtra dans le cycle de vie du port.

Les fournisseurs de ces grues sont situés soient à Paris à Nantes ce qui exclut les entreprises locales. [58]. En 1844, les grues sont construites en mêlant le bois et le métal ou alors seulement en métal et l'énergie utilisée pour soulever les fardeaux semble être exclusivement manuelle.

Dans les documents concernant le projet de construction du nouveau port de commerce, il y est fait un état des lieux des quais disponibles pour les navires marchands mais aucun d'entre eux ne mentionne l'outillage présent sur les quais du port marchand. Dans les sources que nous avons consultées, nous avons retrouvé la trace d'une commande d'une grue manuelle en 1861, lors de la construction effective du port de commerce.

Commande d'une grue manuelle en 1861. Aux archives départementales du Finistère, une lettre[59] écrite à l'ingénieur des Ponts et Chaussées Léchallan[60], par J. Voruz, fon-

57. Archives Municipales du Finistère, cote OO1, 1844

58. les entreprises locales sont-elles capables de fournir des engins de levage pour le port de Brest? Cette question pourrait être analysée dans un prochain travail.

59. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S sup 27, grue pour le port Napoléon, 3 mars 1861.

60. L'ingénieur Léchalan était en poste à Nantes; il répondait à une demande des ingénieurs de Brest relative à une grue.

deur à Nantes LE MAREC [2006], nous apporte des éléments de compréhension relatifs aux types de grues présents lors de l'ouverture du port de commerce de Brest au trafic maritime. Cette lettre est reproduite en annexe A.3.1. Nous l'avons retranscrite ci-après :

> *"Répondant aux paragraphes de votre lettre du 26 écoulés relatifs à la fourniture d'une grue de 4000 kg à 6 m de portée, mon avis est que le meilleur système consiste en une grue à pivot fixe, à plaques d'emplanture en fonte, tels que je les ai établis d'ordinaire. La plaque d'emplanture repose sur un massif en maçonnerie arasée au niveau du sol par une assise en pierre de taille; elle est fixée à ce massif par huit boulons à clavette. Il est ménagé dans la maçonnerie de ce massif, un puits vertical et des galeries d'accès horizontale pour faciliter la visite des clavetages.[...]. voici les prix auxquels je pourrais livrer cet appareil :*
>
> 1. *la grue proprement dite, entièrement en métal, la bigue en fonte : 5600 francs.*
>
> 2. *Les boulons de fondation, clavette, et plaques d'ancrage en fonte [...] : 210 francs.*

Le 8 avril 1861, l'ingénieur en chef Maitrot de Varenne commande officiellement la grue à l'atelier Voruz de Nantes [61].

Dans l'ensemble de la documentation que nous avons pu lire, nous n'avons pas trouvé de trace d'autres achats de grues. Malgré les très nombreux plans concernant la construction du port de commerce, il n'est jamais question de l'implantation des grues. Nous allons donc nous en tenir aux sources, et compter avec certitude la présence d'une grue en fonte, de 4000 kg, à énergie manuelle, et d'origine nantaise. Dans les lettres précédemment citées, aucun lieu n'est mentionné pour la fixation de la grue.

Entre l'ouverture au trafic maritime du port de commerce de Brest en 1865 et la fin des travaux en 1873, nous n'avons pas de sources relatives aux grues du port de commerce. En effet, en 1873, M. Tritschler, entrepreneur, souhaite créer un atelier de réparation de navires en dehors du port de commerce, au dela du 5ème bassin.

Une grue mâture de 20 000 kg. En attendant que son entreprise soit en mesure d'accueillir les bateaux, M. Tritschler demande l'autorisation à la préfecture du Finistère d'utiliser provisoirement le nouveau platin de carénage du port de commerce situé sur l'éperon n°3. Pour cela, il souhaite installer une grue mâture d'une puissance de 20 000 kg. Cet entrepreneur fera l'objet d'une plainte de la chambre de commerce qui ne souhaite pas voir une privatisation d'un platin construit par l'Etat. Le projet de M. Titschler n'a pas été mené jusqu'a son terme. Par contre, dans l'article PAWLOWSKI [1919] ainsi que sur le plan du port de commerce de 1921, on retrouve la présence d'une grue mâture ayant les mêmes caractéristiques que celles prévues par l'entrepreneur.

61. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S sup 27, grue pour le port Napoléon, 8 avril 1861.

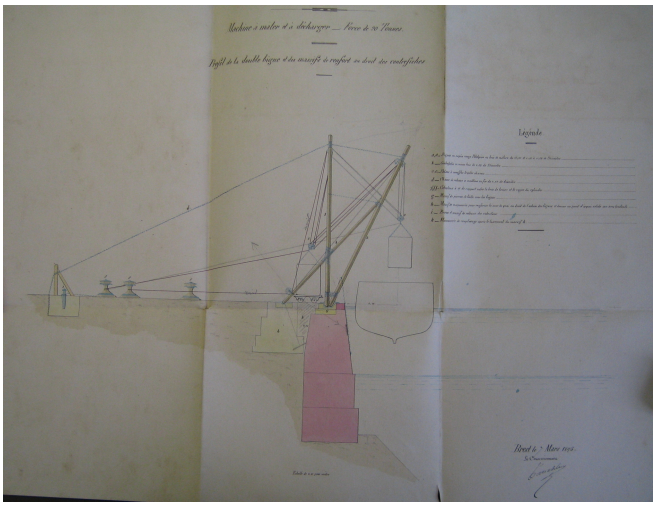


FIGURE 5.16 – Grue mâture du port de commerce. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S28sup, 1873.

C'est la raison pour laquelle nous allons compter la présence dès 1873 d'une grue mâture de 20 tonnes. En 1881, c'est encore une entreprise privée qui équipe en engins de levage, une partie d'un quai du port de Brest réservée à la manutention du charbon.

Grues à vapeur pour charger le charbon anglais en 1881 C'est un document publicitaire pour le charbon anglais qui nous permet de certifier la présence de trois grues à vapeur dans le port de commerce après la fin des travaux en 1873 [62]. Le document déclare qu'un dépôt de charbon pour bateaux à vapeur vient de s'établir dans le port de Brest. Cette publicité insiste qu'un bateau à vapeur aurait tout intérêt à prendre moins de charbon dans son port de départ pour pouvoir augmenter la quantité de marchandises qu'il transporte. Pour les navires venant de l'Espagne ou de la Méditerranée à destination de l'Angleterre ou de la mer du Nord, ils auraient tout intérêt à venir "se charbonner" dans le port de Brest étant entendu que la qualité du charbon est excellente, qu'il existe un stock suffisant et que les frais d'entrée et de sortie sont relativement faibles [63].

> *"Notre dépôt de charbon occupe en grande partie le fond du bassin du nord-est, à un endroit où les navires peuvent aisément se mettre à quai avec une profondeur d'au minimum de 6 m. Trois grues à vapeur perfectionnées assurent un chargement rapide.[...]. Selon les quantités et la célérité requises, nous pouvons, de jour ou de nuit, mettre à bord 30 tonnes par heure et même plus."*

62. Port commercial de Brest-dépôt de charbon anglais-chargement par grues à vapeur. Archives départementales du Finistère, Quimper, cote 4S158bis ce document est en annexe A.3.1

63. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S sup 158, Construction de six dépôts de charbon anglais ; chargement par grue à vapeur.

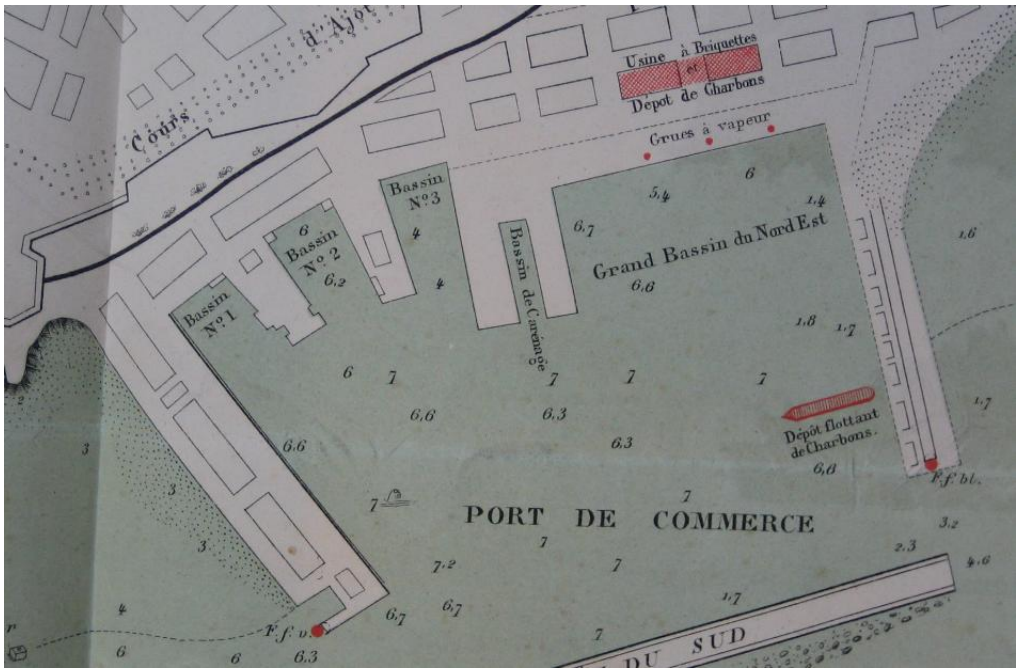


FIGURE 5.17 – Port commercial de Brest-dépôt de charbon anglais-chargement par grues à vapeur. Archives départementales du Finistère, Quimper, cote 4S158bis

La société "Millouain et Saint Exupéry" est officiellement formée le 24 juin 1881 pour une durée de 15 ans. Nous datons donc l'apparition des 3 grues à vapeur en 1881 [64]. Après 1881, nous n'avons pas retrouvé de documents nous indiquant l'état de l'équipement en engins de levage du port de Brest. Afin de poursuivre la périodisation du port, par l'étude de la grue comme indicateur, nous utilisons des sources secondaires afin d'avoir un panorama de l'outillage du port de Brest avant la première Guerre Mondiale.

Etat des lieux de l'outillage du port de commerce de Brest avant la Grande Guerre. Dans les sources primaires présentes aux archives départementales ainsi qu'aux archives municipales de la ville de Brest, nous n'avons pas trouvé d'indications relatives à la présence de grues. Par contre, DUPOUY [1920] dans "La revue de Paris", écrit une histoire de Brest et de son port de commerce depuis sa création.

> *"Trop de digues qui n'étaient que digues, et pas assez de quais accostables. Seule, la jetée de l'Ouest en avait un du côté intérieur. Celle de l'Est et du Sud, à talus incliné des deux bords, n'était pour ainsi dire qu'œuvres mortes. L'outillage de déchargement paraissait moins digne encore d'un grand port : sept grues, dont trois à bras, en faisait tous les frais, avec un élévateur desservant les silos des "moulins brestois". Aussi le tonnage des marchandises débarquées ou embarquées se chiffrait-il relativement bas : les 683000 tonnes de l'année 1905 représentaient une sorte de maximum à peine dépassée par les 689 000 tonnes de 1913 [...].*DUPOUY [1920]

Dans un article dans la revue "Le Génie civil" [65], PAWLOWSKI [1917a] fait état également de l'outillage du port de Brest :

> *On a pu justement déplorer l'insuffisance du port de commerce dont l'outillage n'a, d'ailleurs, cessé d'être aussi réduit que possible. Il comprenait en 1914, 3*

64. Le Génie Civil : http ://gallica.bnf.fr/ark :/12148/bpt6k6496204v/f23
65. http ://gallica.bnf.fr/ark :/12148/bpt6k64855687/f1

Technologie	Puissance (kg)	Constructeur	Nombre	Emplacement
grue à bras	1500	?	1	?
grue à bras	5000	?	1	?
grue à bras	20000		1	5ème bassin
grue à vapeur	1500	?	4	quai nord du 5ème bassin

TABLEAU 5.9 – Outillage du port de Brest en 1914

> *grues fixes à bras de 1500, 5 000*[66] *et 20 000 kg, gérées par la chambre de commerce, quatre grues mobile à vapeur de 1500 kg et 2 grues flottantes appartenant à des particuliers.*

Nous savons également que l'usine à briquettes de charbon a perduré jusqu'aux années 1930. Nous pensons donc que les 4 grues devaient servir au chargement et au déchargement du charbon (voir tableau 5.9).

Les observateurs du port de commerce soulignent l'insuffisance de l'outillage du port de commerce. Cela se traduit par un besoin d'équiper rapidement le port de Brest afin qu'il puisse remplir dignement les fonctions de chargements et de déchargements. C'est la Première Guerre Mondiale qui va permettre au port de commerce de Brest de s'équiper en grues.

Outillage du port de commerce de Brest en 1918. Pendant de la guerre de 14-18, le trafic maritime a doublé en passant de 695 000 tonnes en 1915 à 1 195 000 tonnes en 1918 PAWLOWSKI [1919]. Dans la revue "Le Génie civil" datée de novembre 1919, l'auteur rend compte des efforts conjoints de la chambre de commerce de Brest et de l'armée américaine pour doter le port de Brest d'un outillage adéquat au trafic intense que la guerre imposait au port :

> *(...) on ne pouvait se contenter de l'outillage en service, l'un des plus médiocres qui fût dans nos établissements maritimes nationaux. La chambre de commerce de Brest et le génie américain firent conjointement l'acquisition d'une série d'engins complémentaires : 2 grues à portique à vapeur de 5 t, 4 grues Browning de 2500 kg, 10 grues Browning-Hoisting de 3 tonnes, 1 grue de 3 tonnes, 1 grue derrick de 5 tonnes, soit au total 18 appareils à vapeur. Ces engins furent ainsi répartis : le quai de l'Ouest, qui ferme vers le port militaire le bassin numéro un, reçu deux ancienne grues et six nouvelles, plus une grue à bras à son extrémité sud. Le premier éperon, isolant les bassins 1 et 2, fut pourvu d'une grue à bras ancienne et de cinq engins nouveaux; l'éperon 2, de cinq appareils neufs. Au cinquième bassin furent réservés la grande grue matûre de 20 tonnes, déjà installée, les deux grues à portique et le derrick (quai Ouest). Le quai nord de ce bassin fut doté de deux grues de 2500 kg*[67]*. Ce matériel n'était pas encore complètement monté en avril 1919, époque à laquelle a été procédé l'enlèvement définitif des engins à bras."*

66. Nous n'avons aucun document sur cette grue. Nous allons faire l'hypothèse jusqu'à preuve du contraire que cette grue de 5000kg correspond à la grue à bras commandée à M. Voruz en 1861.

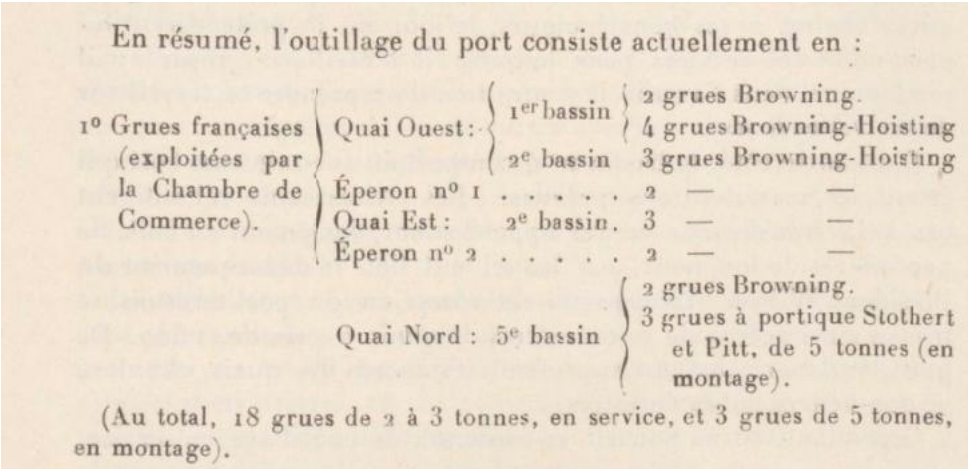
67. Il faut sans doute lire "2 grues de 5000 kg" qui étaient en montage en novembre 1919.

Technologie	Puissance (kg)	Constructeur	Nombre	Emplacement
grue à bras	1500	?	1	quai de l'ouest
grue à bras	1500	?	1	1er éperon
grue à bras	20000	?	1	5ème bassin
grue à vapeur	1500	?	2	quai de l'ouest
grue à vapeur	2500	Browning	2	quai de l'ouest
grue à vapeur	3000	Browning-Hoisting	4	quai de l'ouest
grue à vapeur	3000	Browning-Hoisting	5	1er éperon
grue à vapeur	3000	Browning-Hoisting	1	2ème éperon
grue à vapeur	3000	?	1	2ème éperon
grue à vapeur	2500	Browning	2	2ème éperon
grue à vapeur (en montage)	5000	?	3	5ème bassin

TABLEAU 5.10 – Outillage du port de Brest en 1917

Dans le tableau 5.10, on trouvera en rouge, les grues anciennes et en noir, les 18 grues nouvelles. Selon PAWLOWSKI [1917b], les nouvelles grues sont en activité dès septembre 1917[68].

Dans un article, PAWLOWSKI [1919] décrit l'outillage du port fin de 1919.



En résumé, l'outillage du port consiste actuellement en :

1° Grues françaises (exploitées par la Chambre de Commerce).
- Quai Ouest : 1er bassin : 2 grues Browning. 4 grues Browning-Hoisting
- Quai Ouest : 2e bassin : 3 grues Browning-Hoisting
- Éperon n° 1 . . . . . 2 — —
- Quai Est : 2e bassin. 3 — —
- Éperon n° 2 . . . . . 2 — —
- Quai Nord : 5e bassin : 2 grues Browning. 3 grues à portique Stothert et Pitt, de 5 tonnes (en montage).

(Au total, 18 grues de 2 à 3 tonnes, en service, et 3 grues de 5 tonnes, en montage).

FIGURE 5.18 – Grues dans le port de Brest en 1919. PAWLOWSKI [1919]

Dans le tableau 5.11, on a représenté en noir l'outillage de la chambre de commerce (18 grues en service et 3 en montage) et en vert, l'outillage particulier. Dans ce cas précis, il s'agit de deux grues à vapeur appartenant à M. Bastit, importateur de charbon.

68. http ://gallica.bnf.fr/ark :/12148/bpt6k6485587k/f12

Technologie	Puissance (kg)	Constructeur	Nombre	Emplacement
grue à vapeur	2500	Browning	2	quai de l'ouest
grue à vapeur	3000	Browning-Hoisting	4	quai de l'ouest
grue à vapeur	3000	Browning-Hoisting	5	1er éperon
grue à vapeur	3000	Browning-Hoisting	5	2ème éperon
grue à vapeur	2500	Browning	2	5ème bassin
grue à vapeur (en montage)	5000	Stothert et Pitt	3	5ème bassin
grue à vapeur	?	?	2	5ème bassin

TABLEAU 5.11 – Outillage du port de Brest en 1919

Outillage du port de commerce après la Grande guerre (1919-1934) Le nombre des engins de levage du port de commerce de Brest a fortement augmenté pendant la guerre. Après le conflit, la chambre de commerce de Brest investit dans l'outillage. Nous allons étudier les aquisitions qui ont été faites sur la période 1918-1934.

1923. Dans une lettre[69] par le préfet du Finistère au Sous-Secrétaire d'Etat des ports, de la Marine Marchande et des Pêches datant du 12 avril 1923, il est fait mention d'un remplacement de grues à vapeur par des grues électriques pour équiper le quai Nord du 5ème bassin.

> *Par délibération du 4 août 1922, la chambre de commerce de Brest a décidé d'installer sur le quai Nord du cinquième bassin, au port de cette ville,* ***en remplacement de quatre grues à vapeur*** *appartenant à l'État et louée par l'Office national de la navigation,* ***deux grues électriques Caillard de 4750 kg****, munies de bennes automatiques type Prietsmann, et utilisant voie de roulement de 7,85 m appartenant à l'État et servant déjà à la circulation des grues de la Société Générale des Houilles et Agglomérés. La dépense d'acquisition est évaluée à 570000 francs en outre, dans une délibération du 18 janvier dernier, la chambre de commerce a adopté le projet des travaux à effectuer pour amener l'énergie électrique aux nouveaux engins; la dépense s'élèverait à 160 000 francs.*

Dans une lettre[70] adressée au Sous-Secrétaire d'Etat des ports, de la Marine Marchande et des Pêches datant du 17 juillet 1923, le préfet fait référence à une réunion qui a eu lieu le 23 juin 1922 où la "Société Générale des Houilles et Agglomérés" de Brest, demande la mise en service de grues électriques et de grues à vapeur". Les grues appartiennent à la société mais comme elle occupe une partie du domaine public, elle a l'obligation de rendre un service public.

69. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S156, Outillage de la Chambre de Commerce,1923. La lettre est en annexe A.3.1

70. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S156, Outillage de la Chambre de Commerce,1923. Cette lettre est reproduite en annexe A.3.1

"Vu la pétition en date du 18 janvier 1922, aux termes de laquelle la Société Générale des Houilles et Agglomérés[71] *à demander l'autorisation de mettre en service, sur le quai nord du cinquième bassin du port de commerce de Brest :*

1. ***Deux grues électriques** sur portique une puissance respective de 5000 kg et 4750 kg ayant respectivement 15,20m et 16,50 m de portée maximum et circulant sur voies ferrées de 7.85m de largeur d'axes en axes des rails ;*
2. ***Deux grues à vapeur** d'une puissance de 1500 kg ayant respectivement 11,60 m et 11,20 m de portée maximum et circulant sur voies normales"*

En 1923, il y aurait donc 4 grues électriques (dont 2 appartiennent à la Société Générale des Houilles et Agglomérés), 19 grues à vapeur (dont 2 appartiennent à la Société Générale des Houilles et Agglomérés). Le constructeur Caillard est en bleu car cela provient d'une déduction faite à partir du plan de 1933 (voir annexe).

Technologie	Puissance (kg)	Constructeur	Nombre	Emplacement
grue à vapeur	1500	Caillard	2	quai nord du 5ème bassin
grue à vapeur	?	?	17	?
grue électrique	4750	Caillard	4	quai nord du 5ème bassin

TABLEAU 5.12 – Outillage du port de Brest en 1923

1928. Dans une lettre[72] adressée le 17 octobre 1928, par le ministre des travaux publics au préfet du Finistère, il est question de faire l'acquisition de six nouvelles grues électriques en remplacement des grues à vapeur acquises en 1916.

Par délibération du 28 octobre dernier, la chambre de commerce de Brest a sollicité l'autorisation d'acquérir 6 nouvelles grues électriques de 3000 kg donc 2 seraient installées aux quais Ouest et Est du deuxième bassin et 4 au quai Ouest du premier bassin du port de Brest. [...]. les ingénieurs du service maritime ont exposé dans un rapport des 12-14 novembre, que les grues à vapeur actuellement louées par la chambre à l'Office National de la Navigation et qui travaillent sans cesse depuis 1916 ne sauraient continuer à assurer longtemps le service sans dépenses importantes et n'offrent pas au surplus l'avantage des grues électriques. La nouvelle acquisition envisagée par la chambre de commerce porterait le nombre des grues électriques exploitées par cette compagnie au nombre de 12, minimum jugé indispensable par les ingénieurs du port, qui atteint 600 000 tonnes.

Le nombre de grues électriques en 1928 exploitées par la chambre de commerce est donc de 12. Dans ce décompte, on fait l'hypothèse qu'on ne prend pas en compte les deux grues électriques achetées par la Société des Houilles et Agglomérés. On peut également s'interroger sur le remplacement des grues à vapeur achetées en 1916. PAWLOWSKI [1917a] indique que les grues ont été achetées conjointement avec le génie américain. Cependant, en 1920, DUPOUY [1920] écrit sur l'outillage du port pendant la guerre :

71. Cette société semble être la même que l'Usine à briquette situé au nord du 5ème bassin.
72. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S156, Outillage de la Chambre de Commerce,1928. La lettre est disponible en annexe A.3.1

"Des industriels, des armateurs, l'Office national de la navigation unissent leurs efforts pour doubler l'outillage de déchargement ; dès 1916, aux neuf grues d'avant la guerre sont venues s'en ajouter dix autres, neuf à vapeur et une électrique"

Toutefois dans les sources, il n'y a aucune trace de la grue électrique et les "9 grues à vapeur" ne sont pas décrites. Si la chambre de commerce remplace les 9 grues à vapeur de 1916 sur les 17 que compte l'outillage publique, il en resterait encore 8 sur le port en 1928. En analysant le plan d'outillage de 1933, nous déduisons que 7 des 8 grues présentes en 1928 sont du constructeur Browning-Hoisting. Il existe donc une grue à vapeur en 1928 dont nous n'avons pas précisément le constructeur.

Des 14 grues électriques présentes dans le port, 12 grues électriques appartiennent à la chambre de commerce. Le tableau 5.13 présente l'outillage en 1928 et les résultats en bleu proviennent de déductions faites à partir du plan de 1933 (voir annexe)

Technologie	Puissance (kg)	Constructeur	Nombre	Emplacement
grue à vapeur	1500	Caillard	2	quai nord du 5ème bassin
grue à vapeur	1800	Browning-Hoisting	7	?
grue à vapeur	?	?	1	?
grue électrique	4750	Caillard	4	quai nord du 5ème bassin
grue électrique	3000	Caillard	2	quai ouest et est du 2eme bassin
grue électrique	3000	Caillard	4	quai ouest du 1er bassin
grue électrique	3000	Caillard	4	?

TABLEAU 5.13 – Outillage du port de Brest en 1928

1929. Dans une lettre [73] du ministre des travaux publics au préfet du Finistère, datant du 9 juillet 1929, il y est fait mention de l'acquisition de 16 grues allemandes pour le port de commerce de Brest.

"Comme suite à mes instructions du 1er juin dernier, les ingénieurs du service maritime de votre département ont présenté, le 27 juin, de nouvelles propositions en vue de l'approbation de deux marchés passés, au titre des prestations en nature, après appel à la concurrence, par la chambre de commerce de Brest :

*Le premier avec la maison "Welter Heerdt AG", Düsseldorf, pour la fourniture de **16 grues pivotant à portiques**, quatre de 5 tonnes, type A, 6 de 3 tonnes, type B et 6 de 3 tonnes, type C, ainsi que de 30 bennes automatiques à minerai, à phosphate et à charbon, de 5 tonnes et 18 pour grues de 3 tonnes.*

73. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S156, Outillage de la Chambre de Commerce,1929. La lettre est disponible en annexe A.3.1

Le second, avec la maison "Kampnagel Eisenwerk AG", de Hambourg, pour la fourniture d'une grue flottante de 5 tonnes et de 3 bennes preneuses, pour le transbordement de minerai, de phosphate et de charbon."

Ces grues allemandes sont électriques comme le montre le plan de l'outillage du port de Brest. Il y aurait sur le port de Brest, 9 grues à vapeur et 30 grues électriques. Le tableau 5.14 présente l'outillage en 1929. Les résultats en bleu proviennent de déductions faites à partir du plan de 1933 (voir annexe A.3.1)

Technologie	Puissance (kg)	Constructeur	Nombre	Emplacement
grue à vapeur	1500	Caillard	2	quai nord du 5ème bassin
grue à vapeur	?	?	8	?
grue électrique	4750	Caillard	4	quai nord (5ème bassin)
grue électrique	3000	Caillard	2	quai ouest et est (2ème bassin)
grue électrique	3000	Caillard	4	quai ouest (1er bassin)
grue électrique	5000	Welter Heerdt AG	4	?
grue électrique	3000	Welter Heerdt AG	12	?
grue électrique	3000	Caillard	4	?

TABLEAU 5.14 – Outillage du port de Brest en 1929

1933 Lors du renouvellement de l'autorisation accordée par l'Etat à la Société Générale des Houilles et Agglomérées, un plan de l'outillage du port de Brest est dessiné. Ce plan date du 4 décembre 1933 [74]. Par rapport aux données de 1929, nous trouvons 3 grues allemandes supplémentaires de 3000 kg. Les informations recueillies sur ce plan sont présentées dans le tableau 5.15.

74. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S156, Plan de l'outillage du port de Brest, 1933

Technologie	Puissance (kg)	Constructeur	Nombre	Emplacement
grue à vapeur	1500	Caillard	2	quai nord du 5ème bassin
grue à vapeur	1800	Brown-Hoisting	1	quai ouest du 1er bassin
grue à vapeur	1800	Brown-Hoisting	1	quai nord du 5ème bassin
grue à vapeur	1800	Brown-Hoisting	1	quai est du 5ème bassin
grue à vapeur	1800	Brown-Hoisting	1	quai nord du 1er bassin
grue à vapeur	1800	Brown-Hoisting	1	quai nord du 2ème bassin
grue à vapeur	1800	Brown-Hoisting	1	quai nord du 3ème bassin
grue à vapeur	1800	Brown-Hoisting	1	quai nord du 5ème bassin
grue électrique	4750	Caillard	4	quai nord du 5ème bassin
grue électrique	3000	Caillard	2	quai ouest du 2ème bassin
grue électrique	3000	Caillard	2	quai est du 2ème bassin
grue électrique	3000	Caillard	3	quai ouest du 1er bassin
grue électrique	3000	Caillard	3	quai ouest du 5ème bassin
grue électrique	5000	Welter Heerdt AG	4	quai est du 5ème bassin
grue électrique	3000	Welter Heerdt AG	3	quai est du 5ème bassin
grue électrique	3000	Welter Heerdt AG	2	quai nord du 5ème bassin
grue électrique	3000	Welter Heerdt AG	1	quai ouest du 5ème bassin
grue électrique	3000	Welter Heerdt AG	2	quai ouest du 2ème bassin
grue électrique	3000	Welter Heerdt AG	2	quai est du 2ème bassin
grue électrique	3000	Welter Heerdt AG	5	quai ouest du 1er bassin

TABLEAU 5.15 – Outillage du port de Brest en 1933. Le plan est en annexe

Conclusion Nous reprenons dans le tableau 5.16, l'ensemble des données issues de l'étude des grues du port de Brest.

Année	grue manuelle	grue à vapeur	grue électrique
1861	1	0	0
1873	2	0	0
1890	2	4	0
1914	3	7	0
1917	3	17	0
1919	3	23	0
1923	0	21	4
1928	0	10	14
1929	0	9	30
1933	0	9	33

TABLEAU 5.16 – Outillage du port de Brest entre 1865 et 1933

Ce tableau nous présente l'évolution du nombre de grues, classées par type, entre les années 1865 et 1933 :

- les grues manuelles : elles sont présentes depuis la construction du port Napoléon jusqu'à la fin de la Grande Guerre. Elles restent peu nombreuses pendant toute la période d'usage du port.
- les grue à vapeur : elles apparaissent à la fin du XIXème siècle puis leur nombre augmente significativement pendant la Grande Guerre. Elle remplace les grues manuelles. Le nombre de grues à vapeur diminue avec l'apparition des grues électriques.
- les grues électriques : elles apparaissent après la guerre et deviennent majoritaires à la fin des années 30.

Les grues, suivant l'énergie qu'elles utilisent, se succèdent et se remplacent. L'énergie utilisée par une grue traduit sa technologie. La grue associée à son énergie et à sa capacité de levage est un indicateur de l'évolution du port. Nous montrerons en 5.4.1 que la grue permet de périodiser l'histoire du port de Brest.

Évolution du modèle HST-PORT à la suite de l'étude du port de Brest.

L'étude des indicateurs pertinents du port de Brest ont fait évoluer les concepts d'artefact, d'acteur, d'activité et de savoir.

La classe des artefacts. Notre travail a validé les choix (exprimés au paragraphe 5.3.2) de la grue comme un indicateur de périodisation avec les propriétés "nombre de grues", "énergie" et "capacité de levage" qui lui sont associées ainsi que celui du quai avec ses propriétés "longueur" et "profondeur". Cela conduit à proposer un nouveau modèle intermédiaire de HST-PORT(v4) représenté dans la figure 5.19.

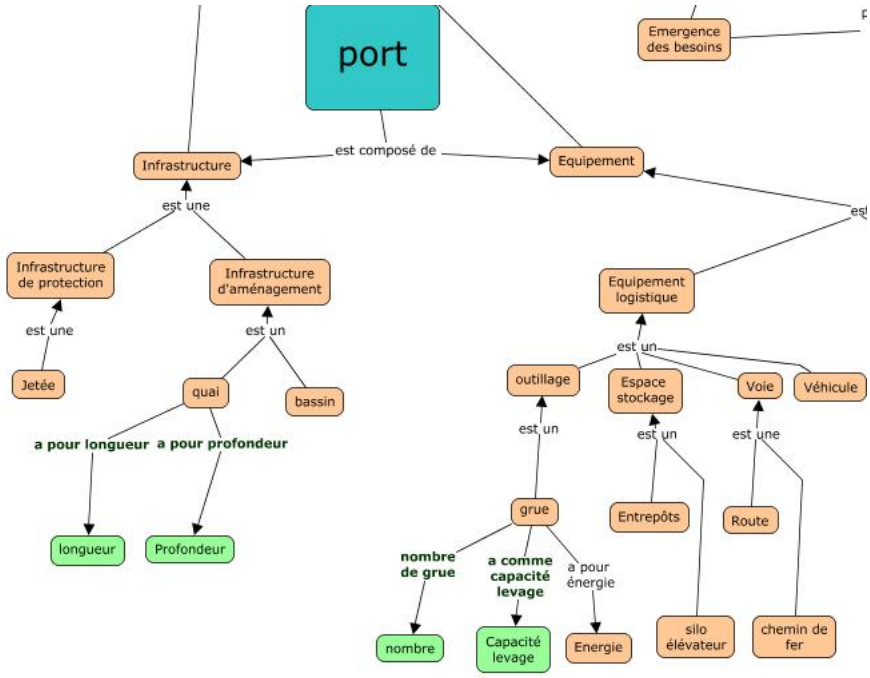


FIGURE 5.19 – Extrait du modèle intermédiaire HST-PORT (v4) élaboré après l'étude du port de Brest.

Le concept "quai" possède dorénavant deux propriétés :

- le concept "quai" **"a pour longueur"** "longueur"
- le concept "quai" **"a pour profondeur"** "profondeur"

Les concepts "longueur" et "profondeur" sont des nombres qui peuvent servir dans des calculs. C'est pour les différencier des autres concepts que nous les avons représentés en vert dans la figure 5.19.

Le concept "grue" possède également trois nouvelles propriétés :

- le concept "grue" **"nombre de grue"** "nombre"
- le concept "grue" **"a comme capacité levage"** "capacité levage"
- le concept "grue" **"a pour énergie"** "énergie"

Les concepts "quai" et "grue" sont représentés dans la figure 5.19 avec leurs nouvelles propriétés.

Le concept d'acteurs. Dans l'étude historique du port de Brest, nous avons identifié des acteurs individuels ainsi que des groupes d'acteurs.

Acteur individuel et groupe d'acteur Nous allons analyser ces deux types d'acteurs ainsi que les liens qui existent entre eux.

- les acteurs individuels : c'est un être humain en tant qu'individu avec une histoire (de sa naissance à sa mort) et donc une biographie, une formation. Nous avons rencontré François Maitrot de Varennes, Edme Adolphe Garet, Victor Fénoux, etc.
- les groupes d'acteurs : ils présentant une organisation sociale avec au moins deux individus. Ils rassemblent des acteurs individuels, selon différents types de relation qu'ils entretiennent entre eux. Nous avons trouvé le groupe des "ingénieurs" (François Maitrot de Varennes, Edme Adolphe Garet, Victor Fénoux, etc). Le concept

d'ingénieur se spécifie en "ingénieurs polytechniciens" et "ingénieurs des Ponts et Chaussées". Une entreprise (Grand'Homme, Castor, Perrichont, etc.), un gouvernement, un conseil municipal ou une institution comme une école sont des groupes d'acteurs.

Pour décrire plus précisément le concept d'acteur, en plus du rôle qui était présent dans le modèle ANY-ARTEFACT (voir figure 4.6), nous avons ajouté deux propriétés :

- la propriété "étudie" : un "acteur" est en relation avec une "ecole" par la propriété "étudie". Elle est utile pour décrire les formations initiales des ingénieurs.
- la propriété "réside". Elle permet de mettre en relation un "acteur" avec un "lieu"

Nous sommes donc en mesure de présenter dans la figure 5.20 un extrait du modèle intermédiaire HST-PORT(v4) centré sur le concept d'acteur.

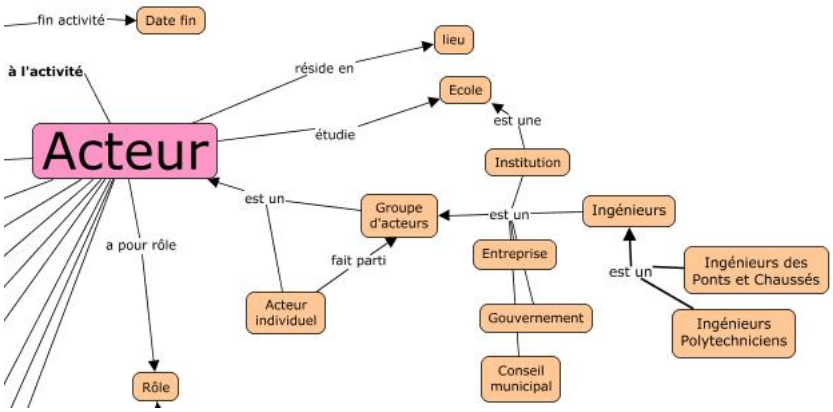


FIGURE 5.20 – Extrait du modèle intermédiaire HST-PORT (v4) centré sur le concept d'acteur.

Rôle Les rôles sont joués dans le cadre de l'organisation des groupes sociaux. Dans notre étude, nous avons recensé les rôles suivants :

- chef de l'Etat : un individu dirige un état, il en est le chef (Napoléon III est le chef d'Etat de la France entre 1852 et 1870.
- ministre : c'est un individu qui a le rôle de diriger un ministère dans un gouvernement
- élu : un individu qui remporte une élection est un élu. Il participe alors à une assemblée comme un conseil municipal.
- décideur : un acteur qui prend une décision est un décideur (Napoléon III signe le décret de la construction du port de Brest en 1859)
- un concepteur est un acteur qui conçoit un projet, une machine, etc. Il en est donc le concepteur (L'ingénieur Maitrot de Varennes a conçu les plans du port de Brest avec son équipe)
- propriétaire : un acteur possède un artefact, il en est le propriétaire (L'Etat est propriétaire du port de Brest).
- constructeur : un acteur construit un artefact, c'est donc un constructeur (L'entreprise Grand'Homme construit le port de Brest). Le rôle constructeur se spécifie en deux concepts. Le premier est le constructeur d'infrastructures (quai, jetée). Le second produit des équipements comme des grues (L'entreprise Caillard a fournit des grues pour le port de Brest) ou des chalands (comme le chantier naval Dubigeon)

- soumissionnaire : il s'agit d'un acteur, comme une entreprise, qui répond à des appels d'offre (Pour la construction du port de Brest, l'entreprise Perrichond participe à l'appel d'offre)
- entrepreneur : c'est un individu qui dirige une entreprise.
- usager : un acteur qui utilise un artefact est un usager (un navire qui mouille dans le port de Brest est un usager de ce port).
- un ouvrier est un individu qui exécute des tâches manuelles

Nous présentons dans la figure 5.21 un extrait du modèle intermédiaire HST-PORT(v4) centré sur le concept de rôle qui reprend le travail que nous venons de présenter.

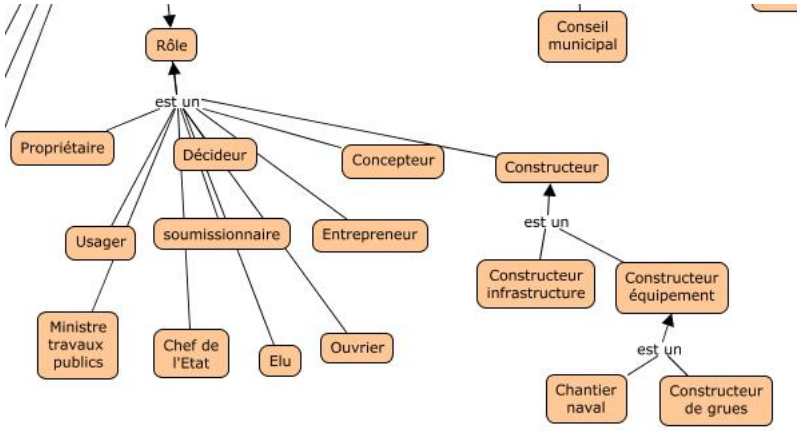


FIGURE 5.21 – Extrait du modèle intermédiaire HST-PORT (v4) centré sur le concept de rôle.

La classe des activités Dans le modèle ANY-ARTEFACT, un acteur réalise une activité en utilisant un artefact et en mobilisant un savoir. Dans notre étude, nous avons recensé des activités que nous allons présenter brièvement :

- conception : c'est une activité de création d'un projet d'un artefact par un acteur. Propriété : un artefact est conçu par l'activité de conception
- proposition de solution : un acteur, pour répondre à un besoin, propose une solution au problème technologique
- construction : c'est une activité de production effective d'un artefact par un acteur. Propriété : un artefact est construit par l'activité de construction
- usage : un artefact est utilisé par un acteur. Propriété : un artefact est usité par l'activité d'usage
- destruction : un artefact est démoli par un acteur ou par les éléments (tempête, tremblement de terre...). Propriété : un artefact est détruit par l'activité de destruction
- addition d'artefact : un artefact est ajouté à un autre. Par exemple, lorsqu'un quai est construit, il est ajouté aux quais du port. Propriété : un artefact est ajouté à un autre artefact par l'activité d'addition d'artefact
- addition d'acteur : cette activité d'addition d'acteur ajoute un acteur à une activité. Par exemple, un port est en construction. Des acteurs participent à l'activité de construction depuis un certain temps puis à un moment, un acteur vient s'ajouter aux autres, pour participer à la même activité. Propriété : l'activité d'addition d'acteur a ajouté un acteur à une activité

Nous avons repris ces activités et leurs relations dans la figure 5.22 représentant un extrait du modèle intermédiaire HST-PORT (v4) centré sur le concept d'activité.

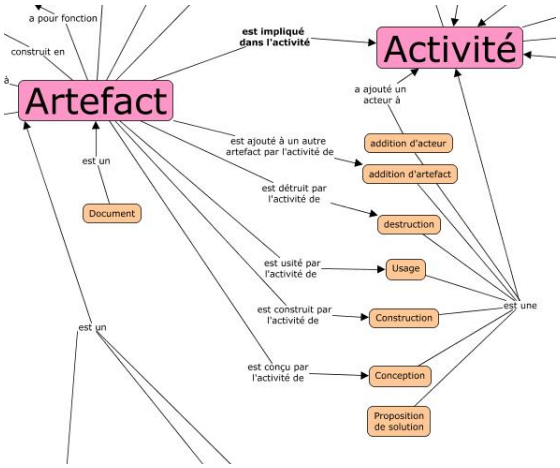


FIGURE 5.22 – Les relations liant la classe Activité aux classes Acteur et Artefact.

Les savoirs Le concept de savoir est spécifié par les concepts de "technologie" et de "savoir acquis par l'expérience".

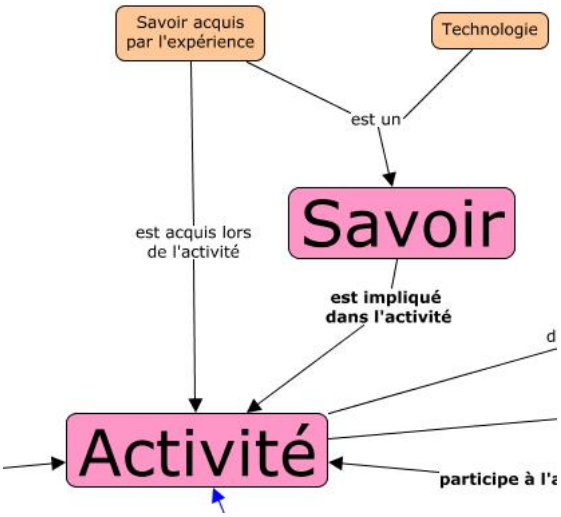


FIGURE 5.23 – Les acteurs dans la nouvelle version dans le modèle HST-PORT.

La technologie employée dans la construction du port de Brest est celle des blocs de béton. Tous les chantiers auxquels ont collaboré les ingénieurs du port de Brest ainsi que le constructeur ont bénéficié d'une manière ou d'une autre à la construction du port de Brest.

BARJOT [1987] souligne que dans le domaine du génie civil, l'expérience acquise sur les différents chantiers est fondamentale ; une technique testée, une erreur survenue, un accident constaté permettra un retour d'expérience qui pourra être investi dans un futur chantier.

Nous avons représenté le concept de savoir dans un extrait du modèle intermédiaire HST-PORT (v4) centré sur le concept de savoir (voir figure 5.23)

Conclusion de l'étude du port de Brest

L'étude a permis de :

— valider le choix de la grue comme un indicateur de périodisation avec les propriétés **nombre de grues**, **"énergie"** et **"capacité de levage"** qui lui sont associées.

— valider le choix du quai comme un indicateur de périodisation avec les propriétés **longueur des quais** et **profondeur des quais**.

— produire un nouveau modèle intermédiaire de HST-PORT (voir figure 5.24 avec une spécialisation des concepts d'artefact, d'acteur, d'activité et de savoir.

Le travail sur l'histoire du port de Rosario reprend et valide l'étude sur les indicateurs pertinents (quai et grue). L'étude s'intéresse à un indicateur qui n'était pas présent dans les sources concernant le port de Brest : les espaces de stockage.

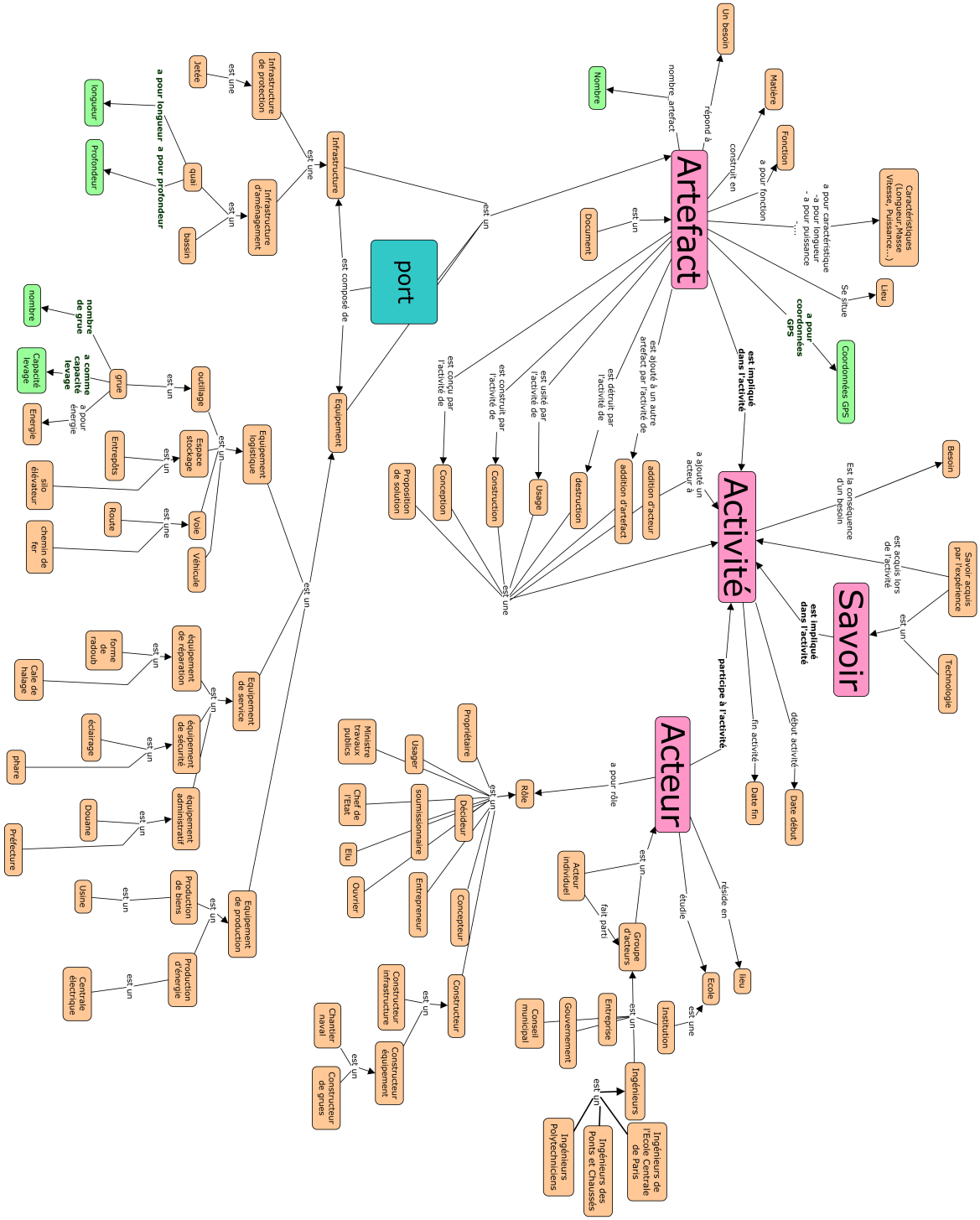


FIGURE 5.24 – Le modèle intermédiaire de HST-PORT (v4)

5.3.4 Le port de Rosario

Tous les résultats de la thèse concernant les ports argentins de Rosario et Mar del Plata ont été rendus possible par la création d'une collaboration fructueuse entre le Centre F. Viète et le groupe de recherche argentin "Núcleo de Estudios Históricos de las Ciudades Portuarias Regionales", du CONICET dirigé par Miguel Angel de Marco (h).

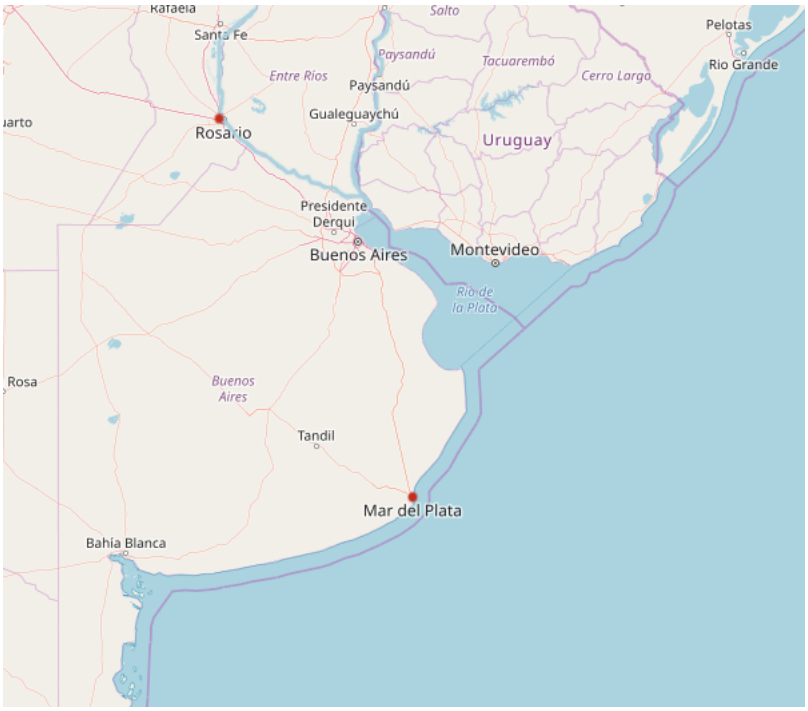


FIGURE 5.25 – Les ports de Rosario et de Mar del Plata en Argentine. Source : OpenStreetMap

Rosario est une ville de la province de Santa Fe, établie sur la rive droite du fleuve Paràna. Elle se situe à environ 350 km de la capitale de l'Argentine, Buenos Aires. Mar del Plata est située sur la côte atlantique, dans la province de Buenos Aires.

Création d'une collaboration avec l'Argentine.

Cette collaboration s'est construite à partir de 2014 et se poursuit actuellement. Elle est le fruit de quatre voyages d'étude en Argentine :

- **Août 2014.** Nous avons effectué un voyage d'étude à Mar del Plata, financé par une bourse de mobilité de l'Ecole Doctorale STT de l'UBO. Nous avons reçu un soutien appuyé du professeur Jose Mateo et de Susana Soraya Gonzalez, chercheurs au laboratoire de recherche GESMar, de l'Université Nationale de Mar del Plata (UNMdP). Ce voyage a permis de mettre à jour des archives du port de Mar del Plata déposées à "Vias Navegables" [75], à Quequen. Ce fond contient essentiellement des documents en relation avec la construction du port de Mar del Plata (1909-1922). L'état de conservation de ses archives étaient problématiques : elles étaient déposées dans un bâtiment humide et parfois à même le sol (voir annexe). Un relèvement et une numérisation de ces archives ont été alors commencée. Nous avons également fait un rapport aux autorités du Consorcium Puerto Quequen (gestionnaire du port céréalier de Puerto Quequen) concernant l'état des sources du port de Mar del Plata.

75. "Vias Navegables" dépend du ministère des transports de la Province de Buenos Aires.

- **Août 2015.** Nous avons financé un deuxième voyage d'étude à Mar del Plata. Lors de celui-ci, nous avons poursuivi le relèvement ainsi que la numérisation des archives déposées à "Vias Navegables". Le Centre F. Viète a participé financièrement à la numérisation et à la sauvegarde de ces archives. Dans ce travail de numérisation, nous avons reçu une aide précieuse de Martin Pertersen, chercheur à l'Université de Mar del Plata (UNMdP). Lors de ce voyage d'étude, nous avons communiqué lors des «6tas. Jornadas Internacionales e Interdisciplinarias de Estudios Portuarios » qui se sont tenues à Rosario les 20-21 aout 2015. Lors de ce congrès, des contacts ont été pris entre le CFV et le "Núcleo de Estudios Históricos de las Ciudades Portuarias Regionales", du CONICET dirigé par le professeur Miguel Angel de Marco (h).
- **Août 2016.** L'institut des Amériques (IDA) nous a financé un troisième voyage d'étude en Argentine. A Rosario, le gestionnaire du port de Rosario (ENAPRO) nous a proposé d'étudier le fond documentaire du port de Rosario. Un travail de catalogage avait déjà été commencé par Maria Beatriz Girardi et Viviana Mettifogo, collaboratrice du professeur Miguel Angel de Marco (h). Nous avons repris le travail d'inventaire et d'organisation des archives. Sur la centaine de cartons, 34 pouvaient être considérés comme faisant partie de l'archive historique du port de Rosario couvrant la période 1904-1950. Ce fond documentaire unique est constitué de plans, de rapports techniques, de mémoires. Ils font état des différents projets de construction et de modification du port de Rosario. Ils apportent aussi des informations sur les relations qu'avait la Société du Port de Rosario (SPR), concessionnaire pendant 40 ans, avec les entreprises utilisatrices du port. Les documents quasiment tous rédigés en espagnol, représentent un fond documentaire de premier ordre dans la compréhension de l'histoire technique du port de Rosario.
- **Aout 2017.** Nous avons participé à un congrès d'histoire à Mar del Plata sur les études portutaires. A la fin de ce congrès, nous avons appris que le consortium de Puerto Quequen allait acquérir le batiment de "Vias Navegables" où est déposé le fond documentaire de la construction du port de Mar del Plata. Depuis lors, Martin Petersen a été chargé de faire des propositions pour la sauvegarde des archives.

Les articles DE MARCO et ROHOU [2015], GONZALEZ et ROHOU [2015], ROHOU [2016c], ROHOU et collab. [2017], ROHOU et collab. [2019] ont été écrits dans le cadre de cette collaboration. Le Centre F. Viète et le "Núcleo de Estudios Históricos de las Ciudades Portuarias Regionales" ont organisé trois colloques [76] sur le thème du patrimoine portuaire et ont participé à l'appel à Projet ECOS-SUD. Nous avons également collaboré au dépôt en Argentine d'un "Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT) [77]"

C'est dans le cadre de cette collaboration que l'ensemble des résultats concernant l'histoire des ports de Rosario et Mar del Plata a été produit.

L'histoire technique du port de Rosario va être périodisée en suivant la même méthode que celle utilisée pour le port de Brest. Dans un premier temps, nous donnerons quelques éléments de compréhension de l'Histoire de la ville de Rosario et de son port. Puis, nous analyserons les quais et les grues comme indicateurs pertinents. Enfin, le port de Rosario étant surtout un port céréalier, nous montrerons qu'un espace de stockage comme le silo élévateur choisi pour indicateur pertinent permet d'affiner encore mieux la périodisation.

76. https://ciudadport.hypotheses.org/266
77. urlhttp ://www.agencia.mincyt.gob.ar/frontend/agencia/instrumento/24

Introduction sur l'histoire du port de Rosario.

> *"Par son aspect extérieur, Rosario de Santa Fe ne se différencie pas sensiblement de Buenos Aires. Même architecture fleurie, même souci de faire grand, même activité de labeur, en de moindres proportions naturellement. La raison d'être de Rosario, c'est son port, commandant le Parana. La cause du prodigieux accroissement de la ville, c'est la construction des nombreuses lignes de chemin de fer qui ont suscité un immense développement d'agriculture dans les provinces de Santa Fe, de Cordoba, de Santiago del Estero, dont elle draine les céréales (la moitié de l'exportation totale de l'Argentine pour les grains), tandis que le Parana offre une voie fluviale de plusieurs milliers de kilomètres au cabotage du haut fleuve et du Paraguay jusqu'à l'embouchure du Rio. On ferait un volume sur les travaux du port exécutés par une compagnie française, sous la direction d'un de nos excellents compatriotes, Monsieur Flondrois, originaire de mon village vendéen. Ces sortes de rencontres à l'autre bout du monde sont d'un charme particulier. (...). le port fut visité dans tous ses détails avec le complément obligatoire de la promenade en bateau. Tout ce que j'en puis dire, au cours de ces notes hâtives, c'est que, si les travaux, dont on trouvera l'exposé dans maintes publications techniques, ont rencontré de très grosses difficultés, ils n'en ont pas moins été menés à bien avec une obstination d'énergie et une sûreté de méthodes admirables. Partout accostés au quai, les grands cargo-boats anglais et allemands (parmi lesquels, hélas ! Je n'ai compté qu'un seul Français) charge à raison de 800 t de grains à l'heure."*

Georges Clémenceau, lors de son voyage en Argentine en 1910, décrit le port moderne de Rosario dont l'histoire remonte à la conquête de l'Amérique du Sud par les Européens.

Des origines jusqu'à l'indépendance de l'Argentine. Rosario est une ville située en Argentine, au Sud-Est de la province de Santa Fe. Elle est établie sur la rive sud du Rio Parana [78]. Les premiers habitants du territoire qu'occupe la ville de Rosario aujourd'hui appartenaient aux tribus Guarani et Timbues Chanà. Leur alimentation de base était le poisson et ils empruntaient le fleuve pour leurs déplacements. Les guarani appelaient le fleuve "Paraanaamà" ce qui signifiait "beaucoup d'eau, comme la mer". C'est sur le fleuve Parana que la première rencontre entre les autochtones et les européens a eu lieu. Sebastien Cabot découvre ce fleuve pour les Espagnols le 8 mai 1527. C'est quelques semaines plus tard, le 9 juin, dans un lieu très proche de l'actuelle ville de Rosario, que les conquistadors vont construire le fortin "Sancti Spiritu" qui sera la première construction espagnole dans la région du Rio de la Plata.

Une fois fondée la ville Asuncion (1537), il était nécessaire pour l'Espagne de contrôler la région du Rio Parana, le delta du Rio de la Plata ainsi que l'accès au plateau péruvien. C'est pour ces raisons que les Espagnols ont fondé les villes de Santa Fe (1573), Buenos Aires (1580) et Corrientes (1588). Le Rio Parana est donc devenu un axe stratégique pour la communication et le contrôle de l'Amérique espagnole : l'instauration du monopole commercial empêche tout commerce avec des puissances européennes. Sur le Rio Parana, la navigation était interdite [79] pour les navires qui n'arboraient pas le pavillon de la couronne espagnole.

78. Le Rio Parana prend sa source dans la région du Mato Grosso au Brésil et se jette dans le Rio de la Plata.

79. l'interdiction durera 3 siècles jusqu'à l'indépendance de l'Argentine.

En 1689, Luis Romero de Pineda, prend possession des terres que lui octroie le gouverneur des Province du Rio de la Plata, qui se situe actuellement dans la ville de Rosario. Ce lieu s'appellera Pago de los Arroyos, dû au grand nombre de rivières qui traversaient la région. À la différence des principales villes apparues pendant la période coloniale, Rosario n'a pas été formellement fondée par le pouvoir royal [80].

Au début du XVIII^e siècle, d'importants changements dans la politique économique de l'Espagne ont une influence directe sur l'histoire la région. L'activité économique n'était plus tournée vers le Pérou mais cherchait plutôt une sortie par le Rio de la Plata. Les ports du sud du Rio de la Plata se sont alors développés (Buenos Aires, Montevideo) et les ports du nord et du centre ont commencé à décliner.

C'est lors de la guerre d'indépendance face à la couronne espagnole, au début du XIX^e siècle, que la région de l'actuelle Rosario prend une importance stratégique. Le premier gouvernement patriote prend la décision de construire un fort en tenant compte de la ferme décision patriote des habitants de défendre et d'empêcher le passage des forces royalistes. C'est dans ce contexte qu'ont été construits les fortins "Libertad" puis "Independencia". C'est en ce lieu que le héros Manuel Belgrano hissait pour la première fois le drapeau bleu et blanc de la future république d'Argentine.

Rosario pendant la première moitié du XIX^e siècle. Pendant la première moitié du XIX^e siècle, Rosario est marquée par la guerre civile qui suit la guerre d'indépendance. Pendant cette période, le trafic augmente mais l'économie ne se développe pas car le fleuve est maintenu sous le contrôle de Buenos Aires. Il existait cependant un trafic effectué par des petites embarcations qui reliaient les ports du Parana entre eux ainsi qu'une contrebande avec Montevideo. Selon des voyageurs de l'époque, CARRASCO et CARRASCO [1897] :

> *"C'est à partir de cette époque, avec la forte contrebande qui s'était établie avec les navires partant de Montevideo et arrivant à Rosario, qu'on a pris conscience de l'importance que pourrait prendre le port de Rosario pour la navigation fluviale.(...) le gouvernement de Santa Fe fermait les yeux sur la contrebande, voyant tout l'intérêt qu'il pouvait tirer de ce commerce illégal. En conséquence, Rosario s'est développée et sa population a augmenté".*

Selon la même source, un témoignage datant de 1842 relate que "comme la libre navigation sur les fleuves était interdite par le gouvernement de Rosas, le port de Rosario ne recevait quotidiennement que cinq ou six barques de cabotage qui faisaient le chargement et le déchargement du peu de marchandises nécessaires pour la consommation locale". Quelques années plus tard, en 1846, L. B. Mackinnon [81] raconte que la population locale se baignait dans le fleuve au niveau de la ville de Rosario mais il ne fait aucune mention de l'existence d'un quelconque débarcadère, ni de la présence d'un quai. Il note seulement la présence de militaires argentins dans les environs qui les empêchèrent de débarquer sur la plage selon MACKINNON et collab. [1957]. En 1823, Rosario reçoit le titre de "villa", c'est à dire que la population peut s'administrer sous une juridiction municipale en reprenant les travaux de DE MARCO(H) [2005].

80. Le fondateur d'une ville pendant l'époque coloniale, trace le plan des rues, délimite la place d'armes, place les bâtiments publics et distribue la terre.

81. Officier de la Marine britannique

Évolution des quais et des grues pour le port de Rosario avant la concession française de 1902.

À la chute de Juan Manuel de Rosas en 1852, on assiste au triomphe des idées fédérales par la création de la Confédération argentine. Une des idées centrales de cette confédération est de nationaliser les ressources douanières du port de Buenos Aires et de fédéraliser cette ville pour la convertir en la capitale de la confédération. Cette idée n'a pas plu aux "porteños[82]" qui jouissaient d'une prospérité plus grande que les autres provinces grâce aux revenus générés par la douane. Le 11 septembre 1852, la province de Buenos Aires se retire de la confédération et s'appellera pendant une dizaine d'années "el Estado de Buenos Aires" en se référant à QUESADA [1982]. En réaction, Rosario devient la capitale économique de la confédération Argentine. Domingo Faustino Sarmiento, futur président de la République d'Argentine, écrit en 1852, dans la première publication imprimée dans la ville que "Rosario est destinée par sa position topographique à être l'un des plus puissants centre commercial de la République d'Argentine" en soulignant que le fleuve Parana sera le vecteur de la prospérité future pour PAULA [2014]. Selon CARRASCO et CARRASCO [1897], depuis la chute de Rosas et l'ouverture des ports et des fleuves à la navigation internationale, "Rosario se convertit de façon naturelle, en un pont permettant les échanges entre les 11 provinces de l'Intérieur ; une loi protectrice[83] établit la suprématie de son port sur les autres de la confédération et en conséquence son commerce croîtra rapidement, jetant les bases d'un progrès qui jamais ne s'arrêtera".

Les quais Hopkins (1854) et Castellanos (1860)[84]. Depuis 1852, Rosario est devenue la capitale économique de la Confédération d'après DE MARCO(H) [2005]. C'est dans ce contexte que la Confédération Argentine expose en 1854 à la population, la nécessité de construire un quai pour la ville de Rosario. Plusieurs particuliers ont fait des propositions et il s'est même dit que le gouvernement national prendrait directement le coût de la construction à sa charge. Parmi ces particuliers, un entrepreneur des États-Unis, Edward August Hopkins. Il a été le premier à créer une compagnie de navigation à vapeur sur le Parana en envoyant trois navires dans les ports argentins où aucun bateau à vapeur n'avait jamais été vu. Le 29 avril 1855, il est autorisé par le gouvernement de la confédération à construire un quai sur la plage, dans la zone appelée "bajo"[85] en citant PETERSON [1942]. Le 26 février 1857, le quai de Hopkins commence à opérer. Benjamin Poucel, un aventurier français fait une description du quai construit par M. Hopkins.

> *"Le port de Rosario possède un seul môle ou jetée, s'avançant dans le fleuve. Sa construction est assez rustique, mais il supporte un petit railway à deux voies. Les navires d'outre-mer arrivent jusqu'au bord du quai, ce qui permet d'accélérer le travail de chargement et de déchargement sans le secours coûteux des pontons et des accons, comme on est obligé de le faire à Buenos Aires. Les dimensions de ce môle sont de 250 m de long avec une aile en amont de 40 m. Sa largeur est de 10 m sur le môle principal est de 15 m sur l'aile. Cette oeuvre entreprise par Monsieur Hopkins, est due aux commerçants de Rosario, qui l'ont faite par souscription."* POUCEL *[1867]*

82. On appelle "porteños", les habitants de la ville de Buenos Aires.
83. Ley de los derechos diferenciales
84. Les quais du port de Rosario sont très peu étudiés. Aucun travail ne fait, à notre connaissance, l'inventaire de tous les quais et embarcadères que comptait le port de Rosario avant la concession française
85. Le quai était situé entre la rue de Buenos Aires et la rue Laprida (anciennement Comercio) dans la ville de Rosario d'aujourd'hui.

En 1860, le quai est détruit par une grande inondation du Rio Parana.

FIGURE 5.26 – Muelle Castellanos vers 1890 [86]

Il sera reconstruit par la suite par Aarrón Castellanos. En 1878, c'est du quai Castellano [87] qu'aura lieu pour la première fois en Argentine, l'exportation de blé avec un embarquement de 4500 tonnes à destination de Glasgow (Grande Bretagne) [88] . Le quai Castellano sera revendu à l'Etat en 1888.

Les quais Comas (1859). En 1859, Ignacio Comas achète à l'Etat un terrain adjacent au quai Hopkins où il fera construire des quais et des entrepôts. Il vendra son affaire en 1889 a la "Compañía Anónima Muelles et y Depósitos de Comas" selon ACURSSO et collab. [2013].

86. Colección Pusso. Escuela Superior Museologia
87. El muelle Castellanos en espagnol.
88. "Infraestructura Portuaria en Argentina 1810-2010" de la Camara Argentina de la Construcción édité en 2010

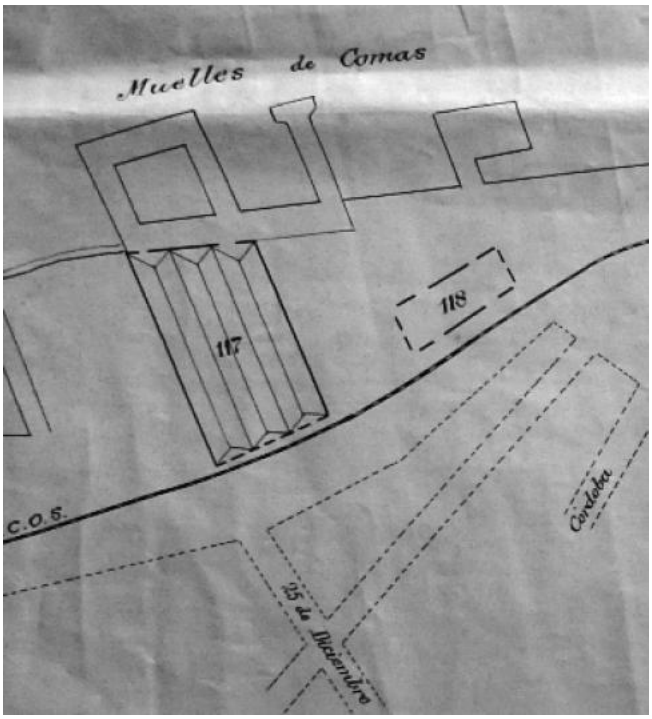


FIGURE 5.27 – Muelle de Comas ; Extrait d'un plan datant 1900 environ. [89]

Le quai du Ferrocarril Oeste Santafesino (1881). Le Ferrocarril Oeste Santafesino fondé en 1881 est une compagnie de chemins de fer qui opérait depuis Rosario vers les provinces de Santa Fe et Cordoba, offrant le service de transport de céréales. En 1888, la compagnie propose également le transport de marchandises par bateau après le raccordement de ses lignes de chemins de fer au quai [90] qu'elle possédait en contrebas de l'actuel parc Urquiza.

FIGURE 5.28 – Embarcadère de la compagnie "Ferrocarril Oeste Santafesino

Quai du "Ferrocarril Central Argentino" (1883) Le "Ferrocarril Central Argentino" (FFCA) est une entreprise britannique de chemins de fer qui était implantée dans les provinces de Santa Fé et Cordoba. En 1883, elle fait construire un quai directement relié à ses voies. Ce quai est réalisé en bois et supporte deux voies. Il se situe quelques centaines de mètres en amont des "Muelles Nacionales" appelés sur le plan de la figure 5.29 "Muelle Fiscal"

89. Archivo Torriglia - CDICT - FHUMyAR - UNR - Rosario - Republica Argentina, Rosario. Le plan est en annexe.

90. Des historiens locaux émettent l'hypothèse que ce quai était en fer.

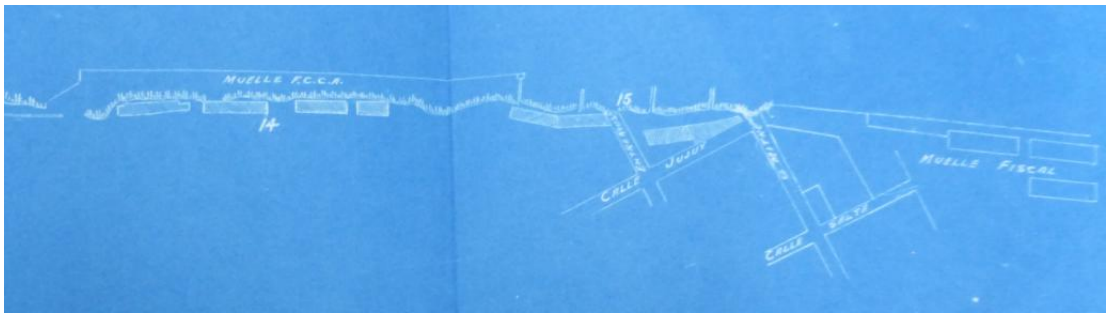


FIGURE 5.29 – Plan de 1905 représentant le quai du FFCA et les quais nationaux. [91]

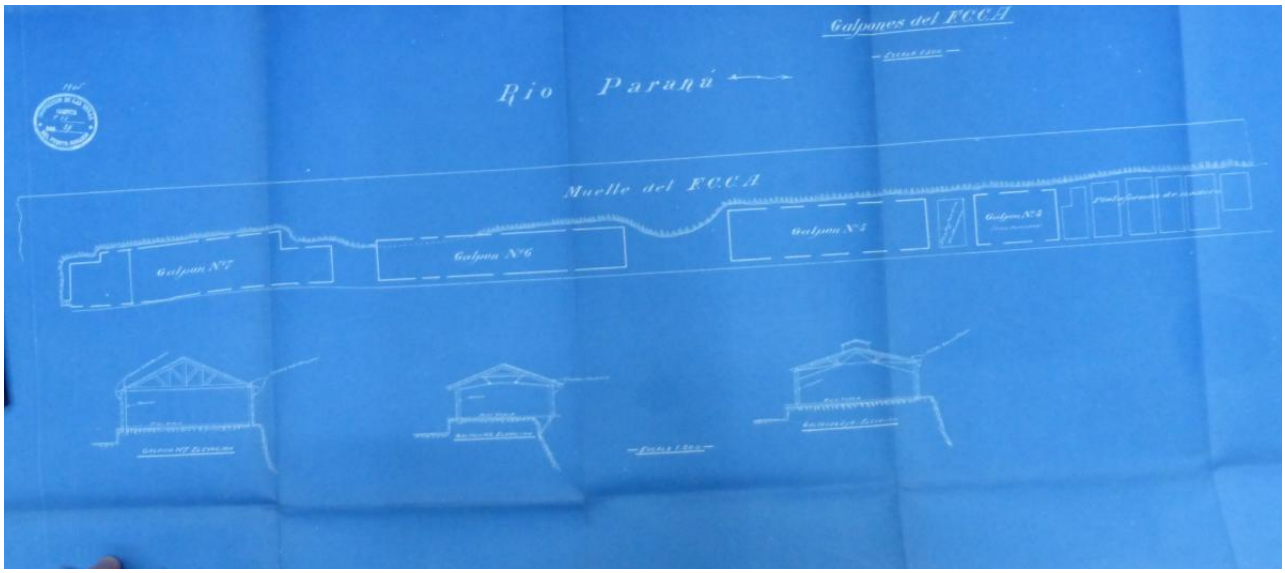


FIGURE 5.30 – Plan de 1905 représentant le quai du FFCA [92]

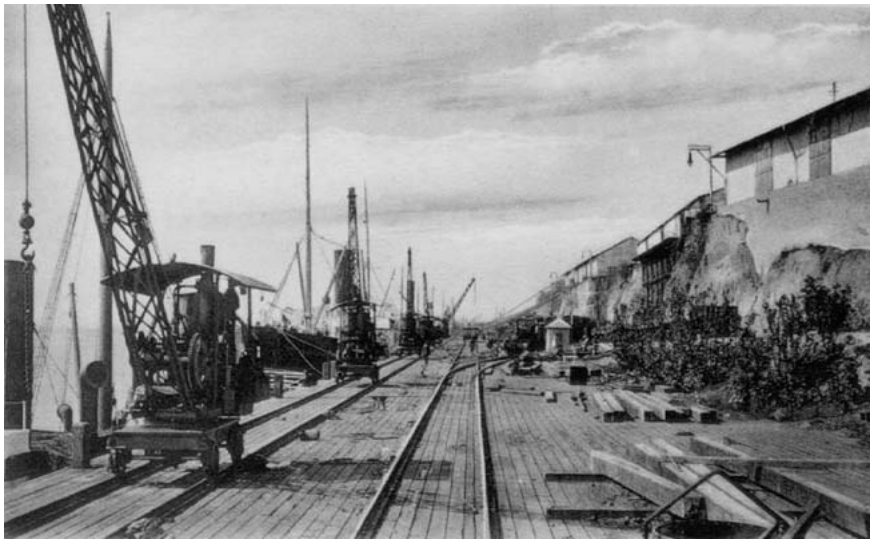


FIGURE 5.31 – Quai du FFCA [93]

91. Archivo del ENAPRO,T13-27, Rosario, Argentina
92. Archivo del ENAPRO,T13-27, Rosario, Argentina
93. Source http ://www.rosario.com.ar/historia/antes4.htm

Le quai "Muelle del gas" (1884). Ce quai construit en 1884 par Antonio Santa Maria est connu à Rosario comme le "muelle del gas", littéralement, le quai du gaz.

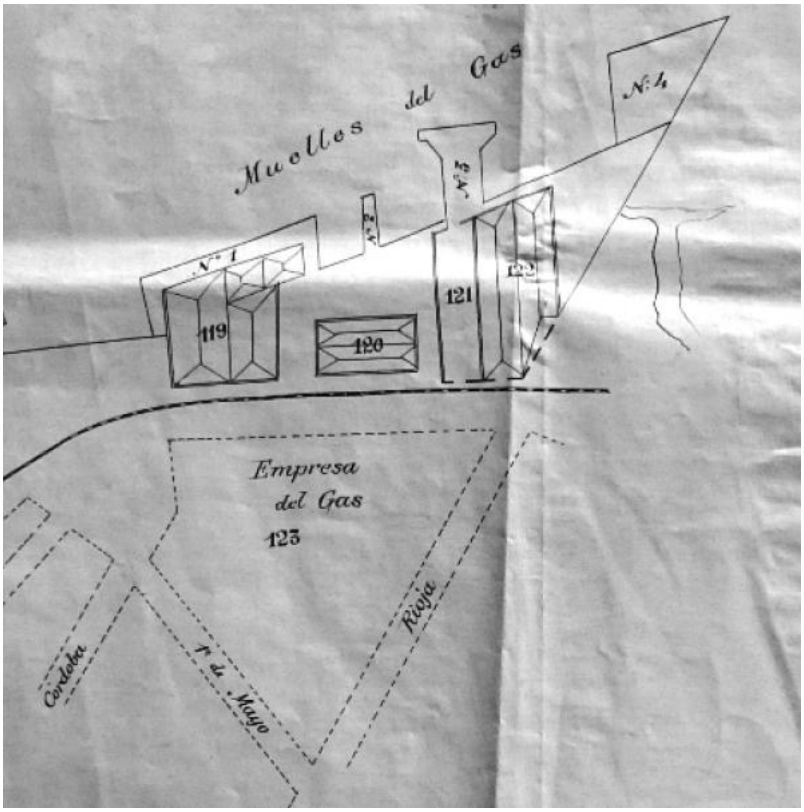


FIGURE 5.32 – Muelle del gaz; extrait d'un plan datant 1900 environ. [94]

"Muelle nacional" (1885) et "Muelles Nacionales" (1888) Le "Muelle Nacional" est financé par l'Etat à partir de l'année 1885 en se référant aux travaux de RAINERO [2010].

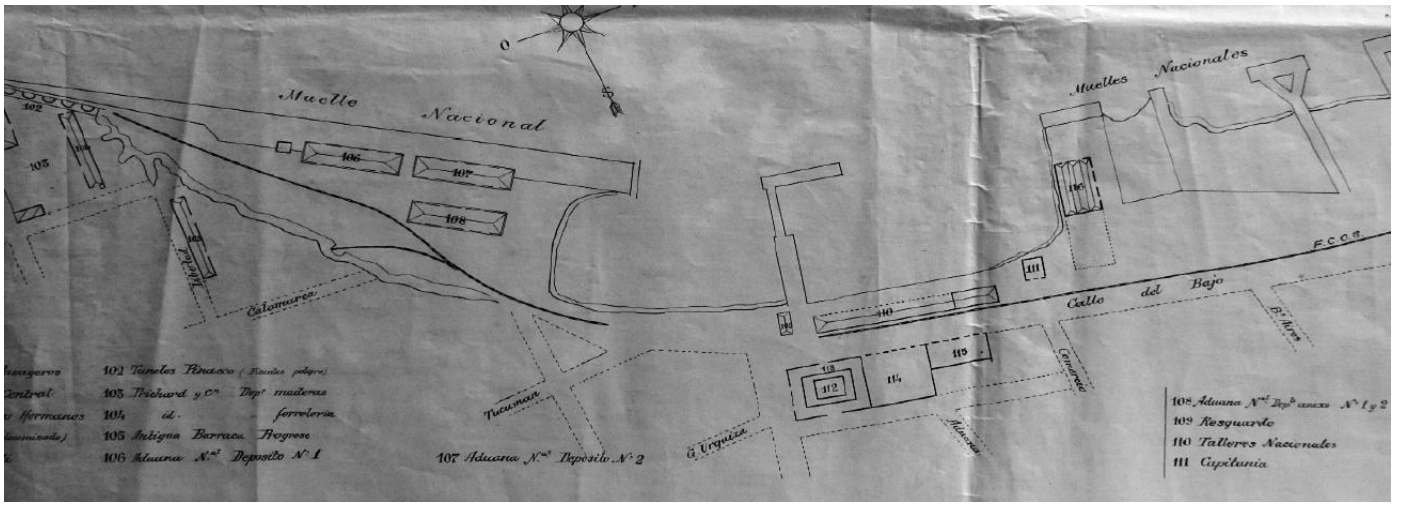


FIGURE 5.33 – "Muelle Nacional" y "Muelles Nacionales" [95].

94. Archivo Torriglia - CDICT - FHUMyAR - UNR - Rosario - Republica Argentina, Rosario. Le plan est en annexe.

95. Archivo Torriglia - CDICT - FHUMyAR - UNR - Rosario - Republica Argentina, Rosario. Le plan est en annexe.

Les quais situés sur la partie droite du plan peuvent provenir des quais Castellanos achetés par l'Etat en 1888 ; ils sont appelés sur le plan "Muelles Nacionales" étant donné qu'ils sont formés de plusieurs quais.

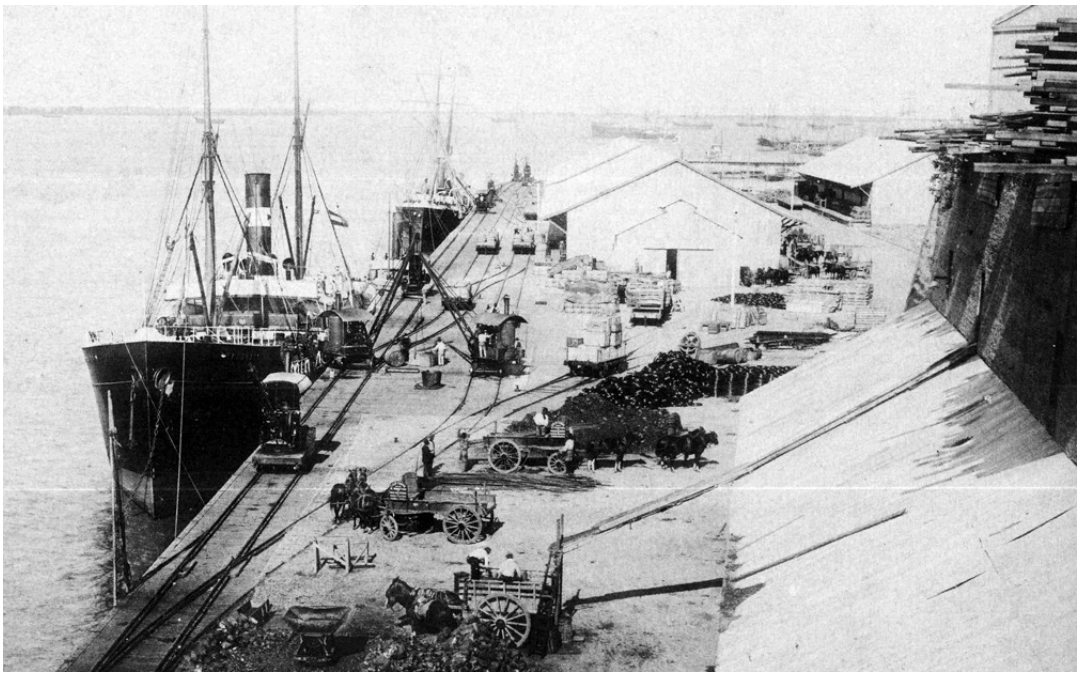


FIGURE 5.34 – Muelle Nacional [96]

FIGURE 5.35 – Muelle Nacional [97]

Quais des "Depositos Santiago Pinasco". Il s'agit d'une société d'exportation de produits agricoles. Son quai occupe la partie la plus en amont du "Muelle Nacional".

96. Source Histarmar.com
97. Source http ://www.rosario.com.ar/historia/antes4.htm

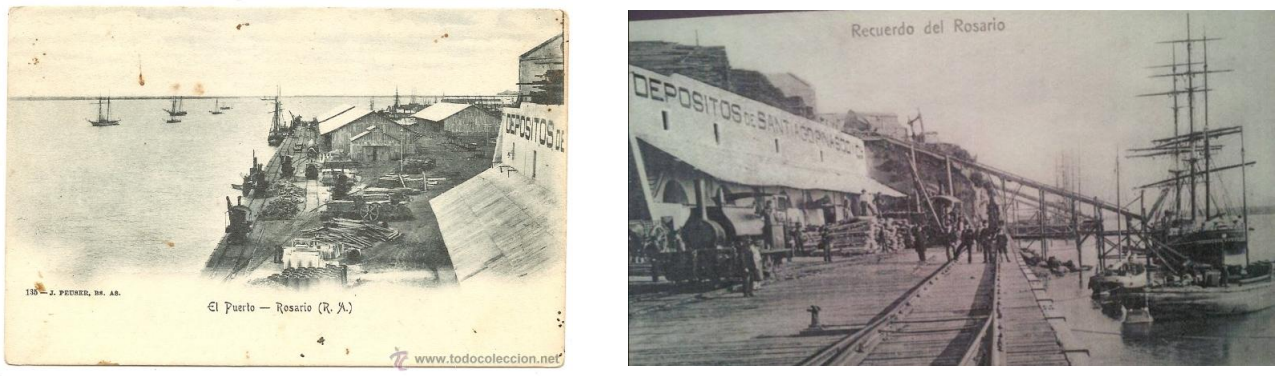


FIGURE 5.36 – Quai "Muelle Nacional" et "Depositos de Santiago Pinasco

L'entreprise possédait sur le port un grand dépot qui était constitué de 5 tunnels, visibles encore aujourd'hui. Sur le plan 5.33, le quai et les tunnels correspondent au n°102.

Les embarcadères privés. La proximité du fleuve et du chemin de fer ont poussé un grand nombre d'entreprises à s'implanter dans la zone située en amont des quais du FFCA d'après PRIETO [1991]. Nous nous contenterons de citer les embarcadères présents sur le plan et de donner les quelques informations que nous possédons sur ces embarcadères.

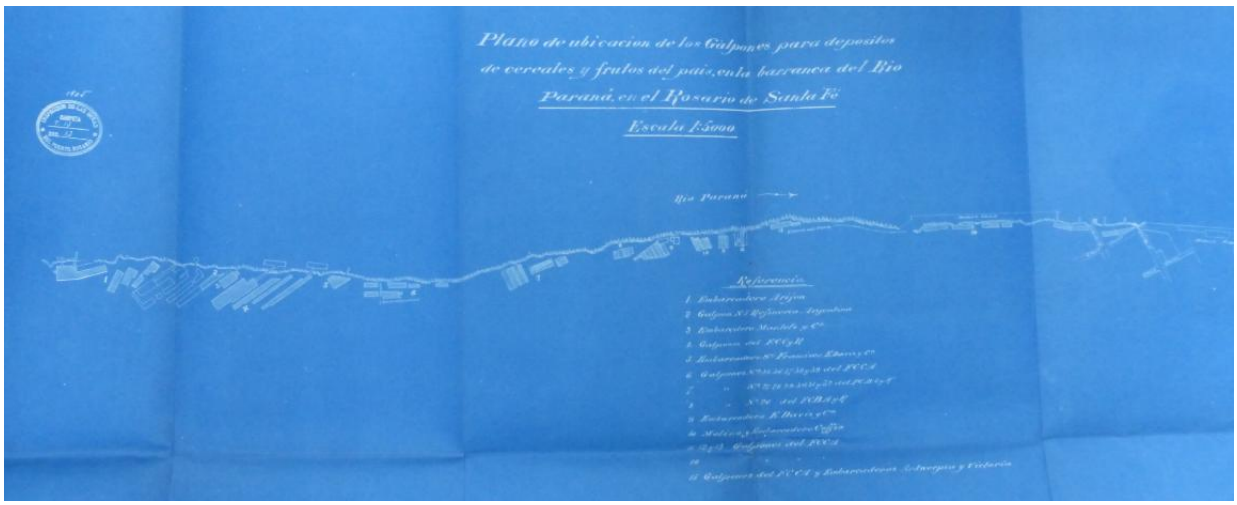


FIGURE 5.37 – Plan de localisation des embarcadères sur les berges du Rio Paraná [98]

98. Archivo del ENAPRO,T13-13, 1905, Rosario, Argentina

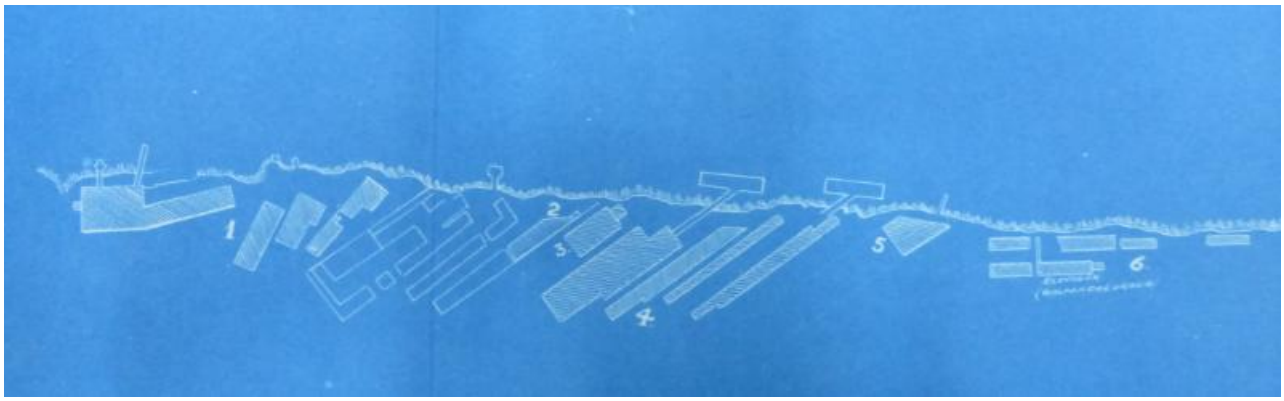


FIGURE 5.38 – Plan de localisation des embarcadères sur les berges du Rio Paraná (détail gauche du plan 5.37). 1 : Embarcadère Arijon - 3 : Embarcadère Mantels et Cia - 5 : Embarcadère Francisco Davis [99]

FIGURE 5.39 – Plan de localisation des embarcadères sur les berges du Rio Paraná (détail central du plan 5.37). 9 : Embarcadero Davis - 10 : Embarcadero Coffin - 14 : Quai FFCA. [100]

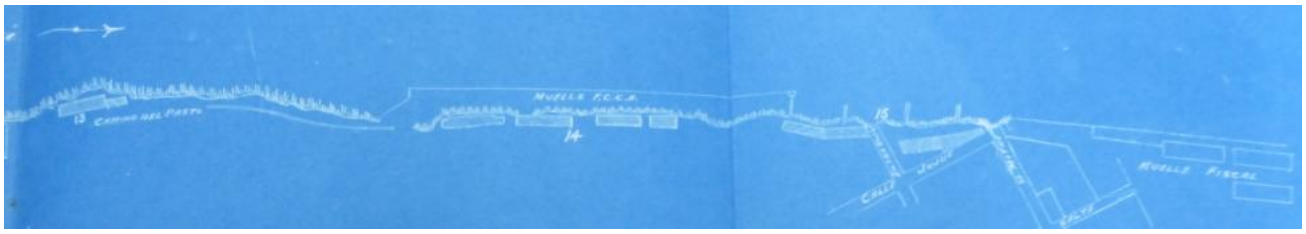


FIGURE 5.40 – Plan de localisation des embarcadères sur les berges du Rio Paraná (détail droit du plan 5.37). 15 : Embarcadero Antwerpia et Embarcadero Victoria. Le quai "Muelle Fiscal" est le quai "Muelle Nacional". [101]

Nous avons repris ici les embarcadères présents dans le plan 5.37.

- Embarcadère Arijon. Construit entre les années 1870 et 1880.
- Embarcadère de la "Refineria Argentina". Cette usine, de conception allemande, a commencé à fonctionner en 1889. Elle était la propriété de Ernesto Tornquist. Son activité principale était le raffinage du sucre provenant de la province de Tucumán et son conditionnement en vue d'être commercialisé. La raffinerie possédait un embarcadère et un aiguillage qui la connectait directement avec le FFCA MASSÉ [1904].

99. Archivo del ENAPRO,T13-13, 1905, Rosario, Argentina.
100. Archivo del ENAPRO,T13-13, 1905, Rosario, Argentina.
101. Archivo del ENAPRO,T13-13, 1905, Rosario, Argentina.

FIGURE 5.41 – Embarcadères et la raffinerie de sucre "Rafineria Argentina".

- Embarcadère Mantels y Cia. Il s'agit d'une entreprise d'importation de matériel agricole dirigée par Adolfo Mantels.

FIGURE 5.42 – Entreprise d'importation et de vente de matériels agricoles d'Adolfo Mantels y Cia [102].

Il obtient l'autorisation de l'Etat pour la construction d'un embarcadère en septembre 1901 [103]

- Embarcadères Davis. Il s'agit de deux embarcadères et d'un moulin appartenant à la société Davis y Cia.

102. Extrait du journal "El Municipio, 15/03/1903
103. Boletín Oficial de la República Argentina. 1901 1ra sección.

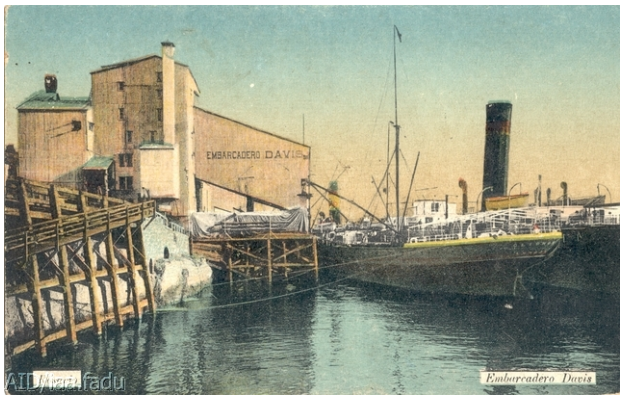


FIGURE 5.43 – Embarcadère Davis

La société Davis possèdera également un silo à céréales, qui abrite aujourd'hui un musée.

- Embarcadères Coffin, Antwerpia et Victoria. A notre connaissance, il n'y a pas d'archive sur ces sociétés.

Le port de Rosario possédait avant 1902 un grand nombre d'embarcadères privés. Les documents sont à ce jour très peu nombreux et quelques travaux seulement leurs ont été consacrés. Une étude plus approfondie de ces embarcadères pourrait être menée en se basant sur les riches archives de la presse de Rosario.

Récapitulatifs des quais et des grues dans le port de Rosario avant 1902. Dans le tableau ci-dessous, nous avons repris les connaissances acquises auprès des différents quais.

Dates [104]	Nom du quai	longueur	profondeur	savoirs [105]	grue à vapeur [106]
1854-1860	Muelle Hopkins	40 m	6 m	bois [107]	-
1860-1888	Muelle Castellanos [108]	40 m	6 m	bois	2
1859-1902	Muelles de Comas	120 m	6 m	bois	?
1881-1902	Quai FCOE [109]	25 m	6 m	bois	1
1883-1948 [110]	Quai FFCA [111]	600 m	6 m	bois	5
1884-1902	Muelles del gaz	200 m	6 m	bois	?
1885-1912	Muelle Nacional	500 m	6 m	bois	5
1885-1902	Muelles Nacionales	200 m	6 m	bois	2

TABLEAU 5.17 – Artefacts : Quais du port de Rosario entre 1854 et 1912.

Tous les quais sont en bois ; ce matériau est abondant dans la région et les essences se prêtent bien à la construction de quais. Les quais sont tous de grandes profondeurs. Les grues sont toutes à vapeur mais les données sur ces engins de levage sont parcellaires.

Les acteurs des activités de construction des quais du port de Rosario (1854-1902).

Les acteurs lors de la construction des quais sont les décideurs, qui prennent la décision de construire, les concepteurs et les constructeurs qui prennent en charge la construction proprement dite. Ces données nous intéressent pour construire l'ontologie sur l'histoire des ports.

Les décideurs : ils sont de trois types. En premier lieu, il y a des acteurs privés qui sont souvent des petites entreprises ; ils possèdent surtout des quais de types embarcadères. Ensuite, il y a des compagnies de chemin de fer étrangères, britanniques et françaises qui possèdent leurs propres quais. Les acteurs privés doivent demander une autorisation pour la construction de leur quais. Enfin, il y a la Nation qui gère plusieurs centaines de mètres de quais.

Les concepteurs et les constructeurs : les archives manquent à ce stade de la recherche pour cerner quels sont les constructeurs des quais.

Plusieurs projets de ports modernes sont proposés sans qu'aucun d'entre eux ne se concrétisent. Il faudra attendre 1899 pour voir la Nation prendre en charge l'aménagement du port de Rosario avec la présentation de la loi 3885 ouvrant la construction du nouveau port de Rosario à un concours international.

La construction du port moderne de Rosario (1902-1912)

Le port de Rosario est composé en 1902 de nombreux embarcadères privés ainsi que de quelques quais (FFCA, quais nationaux). Cependant l'insertion de l'Argentine dans le commerce mondial impose la construction d'infrastructure moderne, digne du deuxième port de la République après Buenos Aires.

Les besoins d'un port moderne L'intensification du commerce ainsi que le manque d'infrastructure moderne ont été les leviers de la construction du port de Rosario.

- l'intensification du commerce. Entre 1882 et 1902, le trafic de marchandises a été multiplié par dix. Le port reçoit des produits venant des provinces de Santa Fe et Cordoba (céréales), de Tucuman (sucres et alcools), de Catamarca (bois), de La Rioja (minerais). Le port reçoit aussi les marchandises provenant du cabotage fluvial du Rio Paraguay et du Haut-Paraná. La non construction d'un port moderne s'explique notamment par la position dominante des intérêts britanniques dans les quais, les embarcadères et les compagnies de chemin de fer présents à Rosario. Une grande partie des exportations de céréales prennent la voie ferrée en direction du nouveau

104. Les dates correspondent respectivement à la mise en service du quai puis à son obsolescence.
105. Les savoirs rendent comptent de la technologie mise en oeuvre pour la conception des quais.
106. Dans cette colonne, le nombre de grues sera indiqué en se référant aux photos de l'époque et aux rares archives existantes.
107. Les quais sont constitués de piliers enfoncés profondément dans le lit du fleuve. Ces piliers sont recouverts d'une plateforme de bois également.
108. En 1888, le quai "Muelle de Castellanos" est acheté par l'Etat ; il fera parti alors d'un ensemble de quais appelés "Muelles Nacionales".
109. FCOE : Compagnie de chemin de fer "Ferrocarril Oeste Santafesino".
110. En 1948, la compagnie FFCA est nationalisée.
111. FFCA : Ferrocarril Central Argentino.

port de Buenos Aires, ouvert en 1899. Les Britanniques souhaitent donc que la voie ferrée reste le principal moyen de transport des marchandises de ou vers Rosario selon D'ANGIO [1995].

- le manque d'infrastructure moderne. Georges Deniker, consul de France à Rosario présente de manière synthétique les origines du nouveau port de Rosario.

> *"Entre 1870 et 1900, plus d'une douzaine de projets de loi ou de contrats ont tenté de réaliser l'aménagement du port de Rosario, accessible au vapeur de haute mer en dépit de ses 350 km d'amont et relié à cinq réseaux de chemin de fer (dont trois français) sans que rien de pratique n'ait abouti. Les intérêts locaux financiers et commerciaux, qu'on nomme ici les "fuerzas vivas" se décidèrent à constituer une "asociacion popular" qui en appela aux pouvoirs publics*[112] [113].

Les élites locales ont besoin d'un port moderne pour développer la ville de Rosario et leurs affaires. Ils fondent la "Asociacíon Popular Canalización de los ríos y puerto del Rosario" afin de sensibiliser et d'impliquer la population. Les députés de Rosario tentent d'influencer le pouvoir central à Buenos Aires d'après DE MARCO (H) [2005].

Les acteurs de la construction du port moderne de Rosario. Les besoins d'un nouveau port ont été soulignés. Nous nous attachons maintenant à présenter les acteurs de cette construction.

Les décideurs. Georges Deniker, consul de France à Rosario poursuit sa présentation :

> *Le 27 décembre 1899, le président ROCA promulguait la fameuse loi numéro 3885, ordonnant un appel à la concurrence – pour la construction d'un port moderne - par une entreprise privée - travaillant à ses risques et périls - rémunérés par l'exploitation exclusive du port - pendant une période donnée - a l'issue de laquelle l'ensemble ferait retour à l'état - en bon état de conservation - et sans charge aucune."*[114]

En premier lieu, le décideur de la construction du port de Rosario est le parlement de la Nacion qui rédige la loi 3885 ainsi que le président de la République M. Roca qui l'a promulguée. Le choix de l'entreprise constructrice, dans le cadre du concours international, est laissé à l'appréciation du jury. Celui-ci était composé de personnalités reconnues dans le domaine de l'ingénierie. Il était composé de Elmer J. Corthell, consultant des Etats-Unis, désigné par le Ministère des Travaux Publics, de Emilio Mitre, journaliste et député de la Nation, Luis A. Huergo, ex directeur du port du Riachuelo (Buenos Aires), doyen des ingénieurs argentins, premier président de Société Scientifique d'Argentine, Luis Luiggi, ingénieur italien, concepteur du port militaire de Bahia Blanca, Otto Krause, titulaire de la chaire de la Faculté de sciences exactes de Buenos Aires, Pelayo Ledesma, président de l'Association Populaire "Canalizacion de los Rios y Puerto del Rosario".

112. En 1883, une compagnie argentine Rodriguez y Cia obtient le droit de construire un port mais le projet n'aboutit pas. En 1888, un entrepreneur catalan, Juan Canals obtient lui aussi le droit de construire un port ; l'instabilité politique de l'époque empêche le projet de se concrétiser.

113. Annexe de la lettre du 1er décembre 1941, de Georges Deniker, Consul de France à Rosario, à son excellence Monsieur Marcel Peyrouton, Ambassadeur de France en Argentine à Buenos Aires. Cote 132PO/3/69, Centre des Archives Diplomatiques de Nantes.

114. Annexe de la lettre du 1er décembre 1941, de Georges Deniker, Consul de France à Rosario, à son excellence Monsieur Marcel Peyrouton, Ambassadeur de France en Argentine à Buenos Aires. Cote 132PO/3/69, Centre des Archives Diplomatiques de Nantes.

Les concepteurs et les constructeurs. Les termes du concours indiquent aux entreprises le cadre dans lequel elles doivent présenter leurs propositions; cependant, les entreprises ont la liberté de choisir le système de construction. Trois entreprises participent au concours. La Pauling and Co de Londres, fondée en 1853 a déjà construit le port de Beira au Mozambique. Elle a construit des voies de chemins de fer au Botswana, en Afrique du Sud et à Bornéo [115]. L'entreprise Allard, Dolfus, Sillars et Wirriot est responsable de la construction de nombreux ports de par le Monde : Bilbao, Brest...

i) **Les entreprises constructrices.** La proposition retenue pour l'octroi de la concession de la construction du port de Rosario a été présentée par "Hersent et Fils, Schneider et Cie". Les entreprises sont à la fois conceptrices et constructrices du port.

   L'entreprise "Hersent et Fils" était dirigée par Hildever Hersent (1827-1903), également président de la société des ingénieurs civils de France. Il a reçu la Légion d'honneur pour avoir contribué à la renommée de la technologie française à l'étranger. En 1897, Hildevert Hersent associe à son entreprise ses deux fils, Jean-Baptiste et Georges, ingénieurs de l'école Centrale des Arts et Manufactures; ils dirigeront l'entreprise lors de la construction du port de Rosario. L'entreprise "Hersent et Fils" avait déjà construit le quai du môle du Viaduc (1866) et refait les quais de l'artillerie (1874) dans l'arsenal de Brest et participé à la construction des ports de Bône et Philippeville en Algérie (1866), Anvers (1877); Lisbonne (1885), Bordeaux (1891), Lorient, Cherbourg, Saïgon (1885), Bizerte (1890) etc. Pour le port de Rosario, l'entreprise en charge le dragage et la construction de 3800 m de quais; il est à noter que le journal tunisien "Le temps" du 4 janvier 1905 indique que "Les travaux supplémentaires pour le prolongement de la jetée nord du port de Bizerte sur une longueur de 200 mètres et la construction d'un brise-lames ou môle de 650 mètres seront complètement achevés au début de cette année; ils auront duré pendant trois ans. Tout le matériel électrique est emballé, à destination des chantiers de Rosario et de Dakar". Cet article nous indique que le matériel de l'entreprise la suit au gré des chantiers dans le monde. Nous retrouverons la même procédure pour la SNTP, entreprise constructrice du port de Mar del Plata.

   L'entreprise Schneider et Cie était spécialisée depuis le milieu du XIXème siècle dans le chemin de fer. En 1860, l'entreprise installe à Chalons, un atelier fabriquant des caissons métalliques de fondation des ponts. Ce procédé a été utilisé pour la première fois en 1860 pour la construction du pont de Kelh par l'entreprise d'Hildevert Hersent. Par la suite, ce système de fondation sera utilisé dans la fondation des jetées et des quais. Entre 1895 et 1900, Schneider et Cie travaille à la construction de ponts au Chili, au Tonkin et en Chine. En 1898, Schneider et Cie participe à la construction du port de Havre en fournissant des caissons pour l'entrepreneur Vigner. Pour le port de Rosario, l'entreprise Schneider et Cie fournira les parties mécaniques, métalliques, électriques pour équiper et outiller le port : charpentes des entrepôts, grues électriques, élévateurs à grains, usine électrique, locomotives. Ces équipements proviendront des usines du groupe Schneider : les chantiers de Chalon-sur-Saône, les ateliers de construction mécanique du Creusot et les ateliers d'électricité de Champagne-sur-Seine d'après D'ANGIO [1995].

ii) **Les ingénieurs.** La "Société du Port de Rosario" est créée en 1902 par "Hersent et Fils" et "Schneider et Cie" pour assurer la construction, l'exploitation et l'administration du port. La Société désigne en 1903 comme directeur, l'ingénieur français

115. Voir le site : gracesguide.co.uk

Auguste Flondrois, responsable de la construction d'un port à Tamatave (Madagascar) en 1898 pour le compte de la Société de construction de Levallois-Perret [116]. Il assumera la charge pendant 20 ans. Sa désignation a été un succès non seulement au vu de ses capacités organisatrices et techniques mais aussi par sa capacité à nouer des relations avec l'élite de Rosario selon DE MARCO [1999].

L'administrateur délégué du port de Rosario est Louis Alexandre Barbet (1850-1931), ingénieur de l'École Centrale des Arts et Manufactures. Il a écrit des ouvrages sur les intallations mécaniques des eaux de Versailles (1907) et sur la construction des silos élévateurs de grains (1908).

En se référant aux travaux de CHALIER [2012], parmi les ingénieurs employés par Hersent, on notera également la présence du centralien Abel Pagnard directeur des travaux de construction entre 1902 et 1905. Il travaillera pour la société Hersent de 1887 à 1905. Entre 1887 et 1891, il a été chef de section dans la construction du port de Lisbonne, puis de 1891 à 1897, directeur des travaux dans le port de Bordeaux. De 1897 à 1902,il a été directeur général des travaux dans le port d'Anvers. En 1905, Abel Pagnard quitte l'entreprise pour construire son propre port, près de Bahia Blanca, dans le Sud de la province de Buenos Aires.

Eugène Hausermann lui succèdera à la direction jusqu'en 1912. Arrivé en Argentine en 1905, Eugène Haussermann est employé par la firme Hersent dès sa sortie de l'École Centrale des Arts et Manufactures en 1891. Après avoir participé à la construction des arsenaux de Bizerte et de Dakar, il arrive à Rosario en 1905. Une armée de professionnels, d'employés et de journaliers (bien souvent accompagnés par leur famille) est arrivée à Rosario pour travailler à la construction du port. Plus d'un d'entre eux provenaient de lieux éloignés, suivant les entreprises sous-traitantes de la firme Hersent. L'une d'entre elles, l'entreprise de l'ingénieur polytechnicien [117] hollandais Hendrik Willem Ackermans s'est vu confier une des tâches les plus ardues de la construction : la réalisation des ouvrages de protection contre la force du Parana. L'entreprise Ackermans était déjà intervenue sur les chantiers de dragage des ports de Boulogne en 1902, d'Anvers et Port Saïd en 1903.

Les savoirs et les technologies utilisés lors de l'activité de construction du port de Rosario. La technique de la fondation à l'air comprimé est utilisée depuis les années 1880 dans la construction de piles de ponts. Cette technique fera la renommée de l'entreprise Hersent dans le domaine de la construction portuaire selon OPPERMANN [1886]. Le système de fondation par air comprimé par l'intermédiaire de l'emploi de caissons métalliques de 10 m de hauteur soutenus par un système de grues, a permis de fonder des quais de grandes profondeurs notamment sur les chantiers de Bône (Algérie), de Brest et à Anvers. Les caissons métalliques et la technologie de l'air comprimé ont été utilisés à Rosario en 1903 pour permettre la fondation des quais en maçonneries. Ces quais sont du type de «murs par piliers et linteaux» utilisés pour la première fois sur le chantier du port de Lisbonne (1885) ; ces murs sont constitués par une succession de piliers en maçonnerie disposés tous les 16 m HERSENT [1903]. Ces piliers sont reliés entre eux par des linteaux métalliques au-dessus duquel on construit un mur continu jusqu'à une hauteur de 8 m. Le quai maçonné est fondé sur des caissons métalliques et ces derniers sont descendus dans le fleuve par l'intermédiaire d'une grue. Grâce à l'air comprimé refoulant l'eau du fleuve, les ouvriers travaillent à l'excavation des vases permettant ainsi aux caissons de s'enfoncer jusqu'à la roche. Le caisson métallique, ouvert en dessous, est pourvu

116. voir le site entreprise-coloniale.fr (Le wharf de Tamatave (Madagascar - côte est)
117. Il a suivit une formation en ingénierie à l'école polytechnique de Delft (Pays-Bas).

de trois cheminées sur le dessus, est déplacé à l'aide d'une grue sur l'emplacement du quai. En le surchargeant de maçonnerie, on le fait s'enfoncer dans le fond du fleuve. Une des cheminées permet l'évacuation des vases et des déblais, les deux autres sont munies d'écluses à air. Au fur et à mesure que le caisson s'enfonce dans le lit du fleuve, on élève la maçonnerie par-dessus ce qui permet de la réaliser toujours au-dessus de l'eau. Une fois que le caisson a atteint la roche, on le remplit de béton d'après BLERZY [1873].
L'utilisation des caissons a été observée également lors de la construction du silo élévateur de grains. La hauteur des quais a été fixée à 6,50 m en prévision des crues périodiques du rio Parana dont la hauteur maximum est de 5 m. Selon les mesures qui ont été faites, les ingénieurs ont préféré diviser les quais en deux secteurs dont l'un sera fondé à 15 m et l'autre à 23 m.

Les quais et les grues du port de Rosario pendant la concession française (1902-1942).

Dans l'article 30 du contrat signé en 1902 entre l'entreprise constructrice et le gouvernement argentin, celui-ci n'autorise aucune opération concernant des navires de haute mer, 20 km en amont et 20 km en aval du port concédé. L'entreprise a donc le monopole des opérations portuaires sur une très vaste zone, obligeant les autres acteurs à lui payer une redevance. Les articles 31 et 35 statuent sur les quais particuliers qui existent dans la zone à gagner sur le fleuve : il s'agit des "muelle de Comas", "Muelle del Gas", "Muelle del FCOS" et des "Muelle del FCCR [118]". Leurs propriétaires ont l'obligation de les démonter dans un délai maximal de six mois.

Le port de Rosario en 1905. En décembre 1905, un rapport de la "Dirección de Hydráulica" pour le ministre des travaux publics annonce que 1000 m de quais peuvent être utilisés par les navires : 350 m des quais de la "Darsena de Cabotaje" [119] et 650 m des quais en bois de type D3. La partie habilitée au commerce se situe à l'endroit où se trouvaient les quais de la compagnie de chemin de fer Oeste-Santafecino (FCOE).

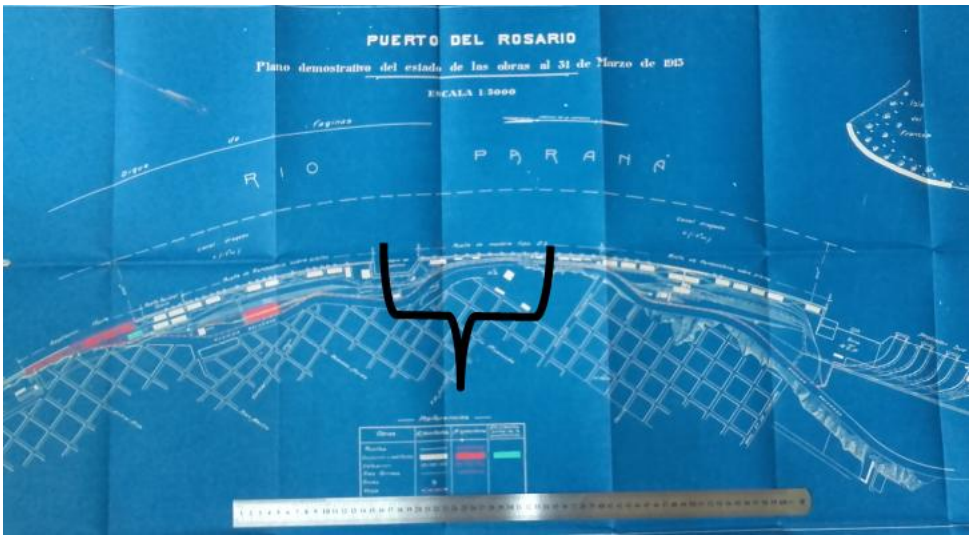


FIGURE 5.44 – Plan du port de Rosario, 1913 [120]. L'accolade noire représente les premiers 1000m de quais mis en service en 1905.

118. FFCR : Ferrocarriles Córdoba y Rosario. Compagnie de Chemin de fer britannique.
119. Dans les plans du port, la darsena ne mesure que 250m ; il s'agit peut être d'une erreur de retranscription lors de l'écriture de ce rapport.

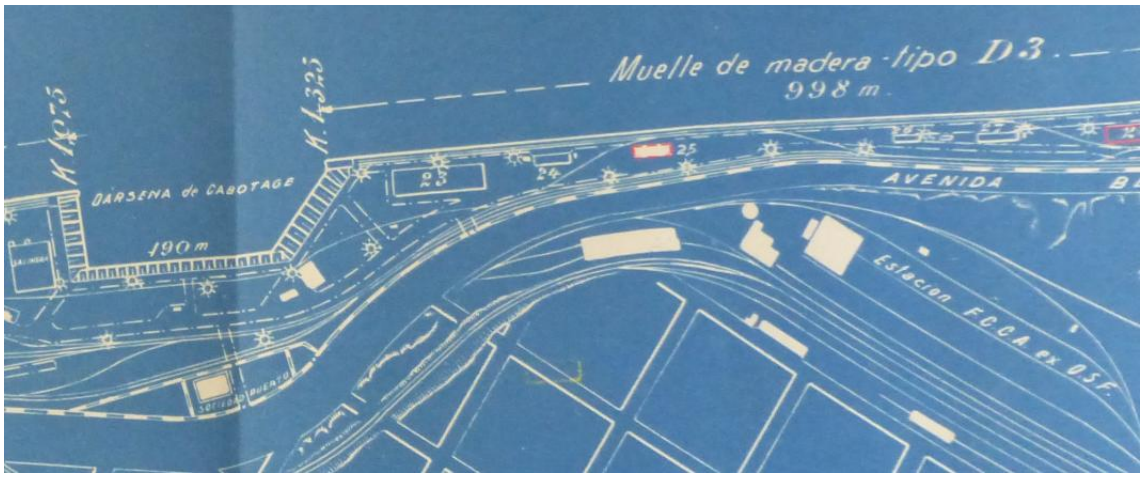


FIGURE 5.45 – Détail des quais construit en 1905.

Le 28 décembre 1905, le président de la République décrète l'ouverture au commerce des 1000 premiers mètres du nouveau port de Rosario [121]. L'entreprise constructrice précise dans la presse que les quais sont en condition de rendre tous les services nécessaires aux navires qui le souhaitent. On en déduit que les engins de levage sont présents sur le port. Un plan de 1912 indique l'emplacement des grues de 1500 kg sur les quais en bois de types D3 ; on en compte dix. Dès 1909, une autre tranche de travaux est décidée : le port s'étendra au nord sur le vieux "muelle nacional" et au sud, au delà du platin de carénage pour recevoir les produits pétroliers inflammables. La deuxième tranche des travaux sera livrée en 1912.

Le port de Rosario en 1912. Les travaux du port s'achèvent en 1912. 5122 m de quais sont disponibles pour le commerce dont : 1994m pour les quais d'importation, 250m pour le cabotage, 2330m pour les quais d'exportation et enfin 598m de quais pour les produits inflammables. Un platin de carénage (varadero) de 378m est présent également. Sur le plan (voir annexe A.3.2 , on compte 46 grues électriques.

120. Archivo del ENAPRO, carpeta T55, plano general, 1913, Rosario, Argentina.
120. Archivo del ENAPRO, carpeta T55, plano general, 1913, Rosario, Argentina.
121. "Librando al servicio público un muelle en el puerto de Rosario.", bulletin officiel de la République Argentine, 29/12/1905.

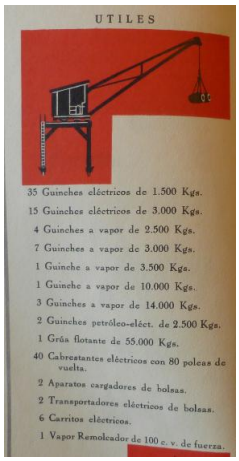


FIGURE 5.47 – Outillage du port de Rosario vers 1932 (voir annexe A.3.2).

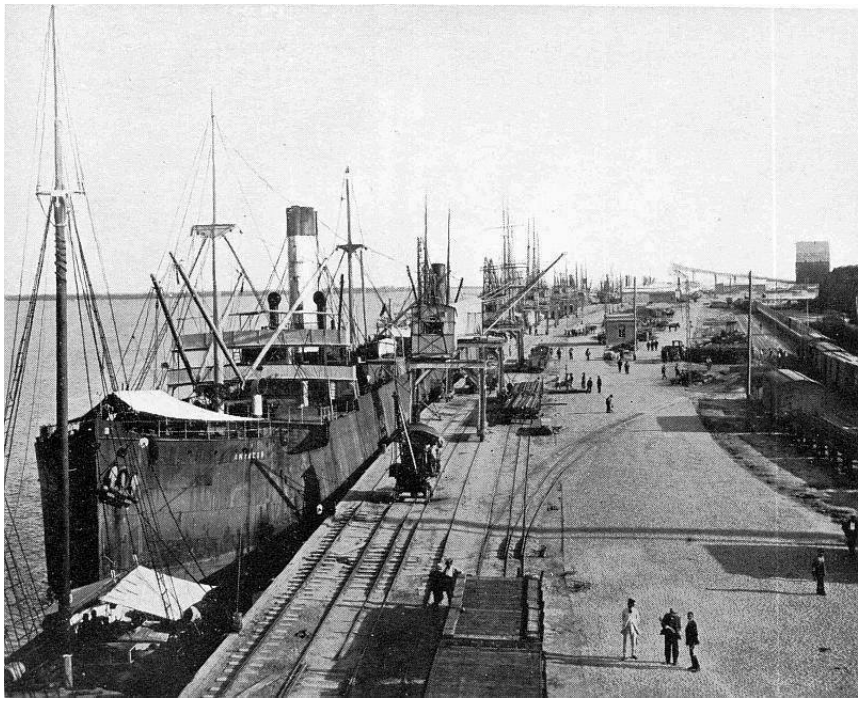


FIGURE 5.46 – Quais d'exportation, vers 1920.

La photo 5.46, prise vers 1920, montre cependant une co-existence des grues électriques et des grues à vapeur. Aucun document de 1912 indique le nombre de grues à vapeur. Les quais ne vont plus être étendus pendant la concession française qui se termine en 1942.

L'outillage du port en 1932. Un document de présentation du port de Rosario en 1932 dispose de plusieurs pages de statistiques [122] dont une sur l'outillage. Dans l'extrait représenté dans la figure 5.47, on peut y lire le nombre de grues (guinches), leurs puissances ainsi que leurs énergies.

On a la confirmation que les grues à vapeur (16) sont présentes en même temps que les grues électriques (35 de 1500kg et 15 de 3000kg). Nous n'avions à ce jour aucun document sur le nombre de grues à vapeur dans le port de Rosario avant 1932. En revanche,

122. "Puerto de Rosario", CADN, Nantes, France, cote 132PO/3/178, 1930. (voir annexes A.3.2)

Dates	Nom du quai	longueur	profondeur	savoirs	grue électrique
1905	Quais du bassin de cabotage	350 m	6 m	maçonnerie	0
1905	Quais de cabotage	650 m	6 m	bois	10
1912	Quais d'importation	913 m	6 m	bois	5
1912	Quais d'importation	1075 m	6 m	maçonnerie fondée sur caisson	18
1912	Quais de cabotage	348 m	6 m	bois	6
1912	Quais d'exportation	1327 m	6 m	maçonnerie fondée sur caisson	7
1912	Quais pour inflammables	598 m	6 m	bois	0

TABLEAU 5.18 – Artefacts : Quais et grues du port de Rosario entre 1902 et 1942.

nous savions que la Société du Port de Rosario (SPR) n'en a acquis aucune en nous référant au contrat de concession. Nous allons donc faire l'hypothèse que toutes les grues à vapeur étaient présentes avant le début de la concession en 1902. Malgré la construction du nouveau port, 50/100 des exportations de grains se feront par des méthodes traditionelles (canaletas [123]) utilisés par les embarcadères privés. Nous avons repris dans le tableau 5.18 l'ensemble des données recueillies sur les quais du port de Rosario ainsi que le nombre de grues électriques associées.

Conclusion de l'étude des quais et des grues du port de Rosario. Nous avons repris l'ensemble des résultats de l'étude historique sur les quais et les grues. Ces résultats montrent que :

- **i) le quai est un indicateur de l'évolution du port.**
  Le tableau 5.19 présente les résultats concernant les quais pour le port de Brest.
  Comme pour le port de Brest, le quai est un bon indicateur de l'évolution du port de Rosario. La longueur cumulée des quais d'un même type, ici celui de grande profondeur, montre le développement dans le temps du port. Au milieu du XIXème siècle, la longueur des quais est réduite mais celle-ci augmente significativement au fur et à mesure de l'insertion du port de Rosario dans le commerce mondial. Nous avons souligné que pour le port de Brest, le quai permettait de le périodiser et nous le confirmerons dans le paragraphe 5.3.5 avec la périodisation du port de Mar del Plata.

- **ii) la grue est un indicateur de l'évolution du port.** Le tableau 5.20 présente l'évolution des grues dans le port de Rosario entre 1859 et 1940.

Comme pour le port de Brest, on remarque que les grues à vapeur sont peu à peu remplacées par les grues électriques. Les grues à vapeur proviennent des quais particuliers qui sont intégrées dans le port moderne. Les grues électriques sont achetées pour

123. Ce sont des couloirs reposant sur deux câbles en acier reliant la falaise au bateau.
124. Le nombre de grues à vapeur et électriques en 1940 et 1942 n'est pas connu. On fait une supposition que ce nombre se maintient

Dates	longueur des quais en bois	longueur des quais en béton	longueur totale des quais
1854	40		40
1859	160		160
1860	160		160
1881	185		185
1883	785		785
1884	985		985
1885	1685		1685
1888	1645		1645
1902	1100		1100
1905	1750	350	2110
1912	3609	2752	6361
1931	3609	2752	6361
1932	3609	2752	6361
1940	3609	2752	6361
1942	3609	2752	6361

TABLEAU 5.19 – Artefacts : Quais du port de Rosario entre 1854 et 1942.

Dates	grues à vapeur	grues électriques
1859	2	
1881	3	
1883	8	
1885	15	
1888	13	
1902	10	
1905	10	10
1912	21	46
1932	21	50
1940	*21* [124]	*50*

TABLEAU 5.20 – Artefacts : Quais et grues du port de Rosario entre 1854 et 1942.

équiper les nouveaux quais. Les grues seront, comme les quais, utilisées pour périodiser le port de Rosario. Celui-ci est avant tout un port céréalier. L'artefact qui caractérise le paysage industriel des ports céréaliers sont les silos-élévateurs terminaux de grains.

Evolution des silos élévateurs terminaux du port de Rosario

Avant la construction du nouveau port, Rosario était déjà le deuxième port argentin après Buenos Aires pour l'exportation de céréales. Cette activité s'opère essentiellement en amont de la ville. Les magasins et les entrepôts à grain sont situés sur la falaise, 25 m au-dessus du niveau de l'eau [125]. Les navires se rangent sous celle-ci et le chargement des sacs s'opère donc simplement par l'action de la gravité par un système appelé "canaletas" [126], que l'on retrouve dans la photo de la figure 5.48.

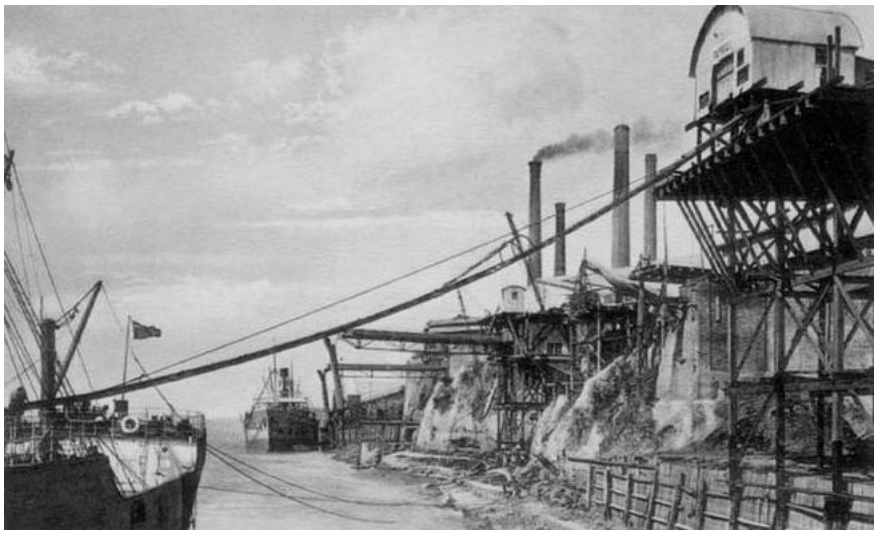


FIGURE 5.48 – Chargement des navires par le système des "canaletas".

Malgré ce système rudimentaire de chargement, le port de Rosario a décuplé ses exportations en 25 ans alors qu'en moyenne, sur la même période les ports européens n'ont fait que doubler les leurs selon HERSENT [1903].

	1879	1899	1901	1903
Exportations (tonnes)	140 000	1 270 817	1 063 314	1 636 759

TABLEAU 5.21 – Mouvement des exportations du port de Rosario en tonnes

Si nous considérons qu'un sac de céréale a une masse de 50kg environ et que par le système des canaletas, on pouvait charger le navire à raison de 1 sac par minute, on peut estimer que la vitesse de chargement est de 3 tonnes par heure [127]. Pour accroître la capacité de céréales exportables, des problèmes de stockage et de transports sont apparus. Une manière de résoudre ces problèmes a été de construire des silos élévateurs de grains.

125. Les magasins sont situés en amont du Quai National (Muelle Nacional).
126. Ce sont des couloirs reposant sur deux câbles en acier reliant la falaise au bateau.
127. Il s'agit à notre avis d'une hypothèse haute.

Le silo élévateur de céréales. Les élévateurs sont des installations mécaniques qui sont utilisées pour stocker et déplacer les céréales afin, d'une part de leur faire subir des processus de nettoyage et de séchage et d'autre part pour remplir les cales des bateaux ou les wagons des trains. Les élévateurs de céréales peuvent être de deux types, soit locaux, soit terminaux. Les élévateurs locaux ou de campagnes sont situés sur les lieux de production. Ils stockent les céréales et facilitent leurs manipulations. Les élévateurs terminaux sont situés en des lieux où les céréales quittent le pays ; en Argentine ils sont construits généralement dans les ports. Ces élévateurs terminaux sont dotés d'installations mécaniques permettant un conditionnement des céréales par types de grains en vue de faciliter sa commercialisation. Les élévateurs terminaux réalisent plusieurs opérations dont : la réception, le stockage, le séchage, le nettoyage, la mise en sac et l'embarquement [128].

Dans l'article 2 du contrat de concession signé entre l'Etat argentin et l'entreprise constructrice, il est écrit qu'un élévateur de céréales sera construit.

1906 : Mise en service d'un silo-élévateur terminal de céréales. Hildevert Hersent, propose donc d'équiper le port de Rosario d'un élévateur terminal à grains qui sera situé au centre de la partie du port réservée à l'exportation de manière à permettre un accès facile et direct des wagons apportant les céréales. La capacité des silos sera d'environ 30000 m³. L'élévateur aura les caractéristiques suivantes (HERSENT [1903]) :

- Réception par voies ferrées de 500 tonnes de céréales par heure, y compris pesage et mise en silos.
- Réception par voie fluviale de 50 tonnes de céréales à l'heure, y compris débarquement, transport, pesage et mise en silos.
- Expédition par bateau de 750 à 800 tonnes de céréales y compris transport, pesage et embarquement.

Les figures 5.49 et 5.50 représentent des coupes de l'élévateur terminal du port de Rosario. Les plans présentent la machinerie utilisée pour stocker, sécher et remplir les cales des navires.

128. réception : le grain arrive à l'élévateur en camion, par train, par charrette. Il est conditionné soit en sac ou en vrac. Si le grain arrive en vrac, il est déchargé dans une trémie ; s'il arrive en sacs, ceux-ci sont ouverts sur une grille située sur la trémie. Ensuite le grain est transporté par des vis sans fin jusqu'à l'étage supérieur du silo et par gravité ils sont conduits d'abord dans des silos de manipulation où ils seront nettoyés et séchés puis ils seront tranportés jusqu'à leur endroit de stockage.

Séchage : cette opération consiste à éliminer l'humidité excessive en utilisant une machinerie spécifique.

Nettoyage : le grain contenu dans les silos de manipulation contiennent parfois des résidus comme de la paille, de la terre ou encore d'autres grains. Ces résidus peuvent baisser la qualité du grain. Il est alors nécessaire de procéder à une opération appelée nettoyage. Le grain est extrait par gravité et envoyé vers des tamis qui procéderont à la séparation du bon grain des résidus.

Embarquement : généralement, les élévateurs terminaux remplissent les cales des navires mais aussi des wagons ou des camions. Le grain est extrait du silo où il est stocké. Ensuite il est pesé et conduit par des tapis roulants jusqu'à la "galerie" situé sur le quai. Cette galerie est munie de tubes permettant le remplissage des cales des navires.

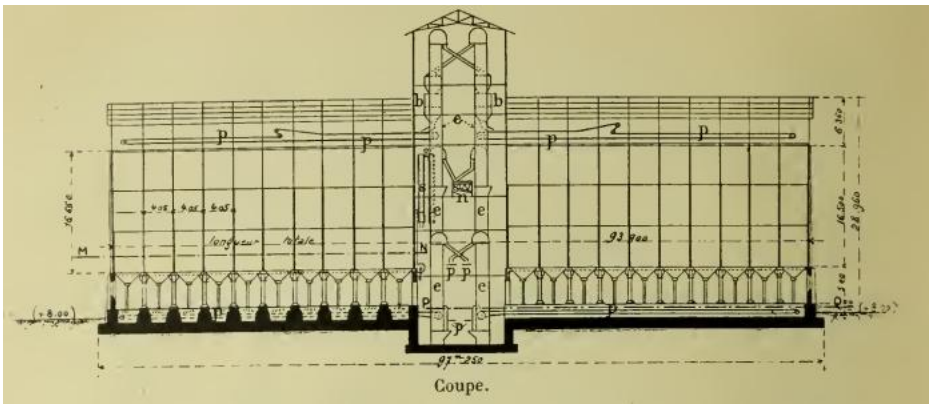


FIGURE 5.49 – Plan de coupe de l'élévateur du port de Rosario. (voir HERSENT [1903] p.54)

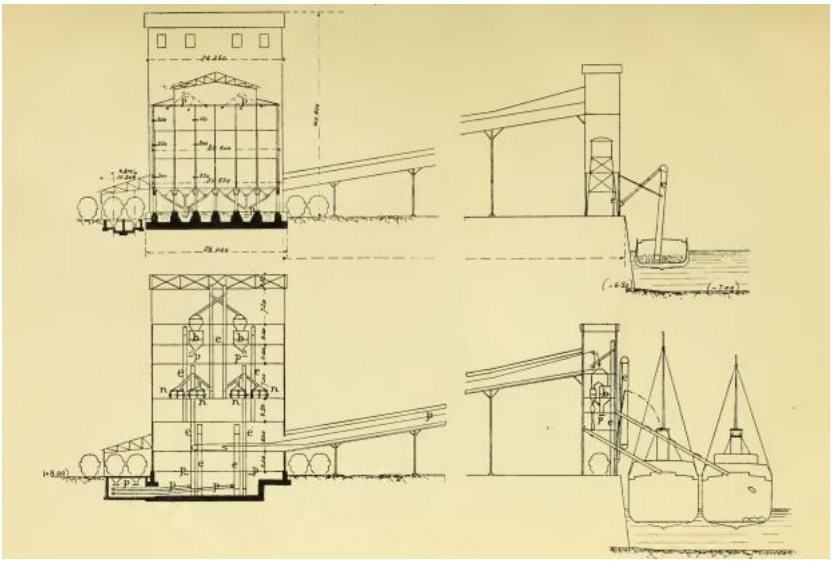


FIGURE 5.50 – Plan de l'élévateur du port de Rosario, lors d'un chargement de céréales dans un navire (voir HERSENT [1903] p.55)

Dans les documents officiels, ce silo élévateur prendra le nom de "Rosario Centro", par rapport aux silos qui se construiront par la suite en 1931 (Rosario Norte) et en 1940 (Rosario Sud).

Construction d'un deuxième élévateur terminal en 1931. Le krach boursier de 1929 impacte profondément les pays exportateurs de matières premières agricoles. En effet, la crise économique entraîne un protectionnisme et une baisse des prix des produits agricoles. Déjà en 1928, le ministère de l'agriculture de la Nation ressent une baisse de l'avantage comparatif des produits agricoles argentins. Il désigne alors une commission spéciale qui doit étudier l'implantation d'un système de silos élévateurs de grains. La commission souligne le potentiel économique que représente l'exportation de céréales. Cependant, elle note un sous-équipement en élévateurs terminaux qui permettent notamment de stocker chaque type de céréales séparément et de les charger ensuite dans les navires. En 1931, un groupe coopératif privé, la Corporación Americana de Fomento Rural, construit un silo élévateur à Rosario, avec la bénédiction de l'État. Il se situe au nord de la zone portuaire, d'où son nom "Rosario Norte" et aura une capacité de 80000 tonnes. Le port de Rosario aura donc en 1931, une capacité totale de 114 800 tonnes.

Construction d'un troisième silo élévateur terminal dans le port de Rosario en 1940. En 1933, la loi n°11.742 propose la création d'un réseau d'élévateurs à grains dans tout le pays. Les législateurs sont convaincus que la construction d'élévateurs est indispensable. Il s'agit, en construisant des élévateurs à grains, de rendre le commerce des céréales plus efficace et meilleur marché. En 1937, la construction d'un silo élévateur situé au sud de la concession est décidée. L'état le financera et deux entreprises se chargeront de la construction, "Les grands travaux de Marseille" et la "Puma Argentina S.A". Il s'agit d'un silo élévateur terminal de 76 000 m3 de capacité. Il sera livré en 1940. La capacité totale du port de Rosario sera alors portée à 180 000 m3.

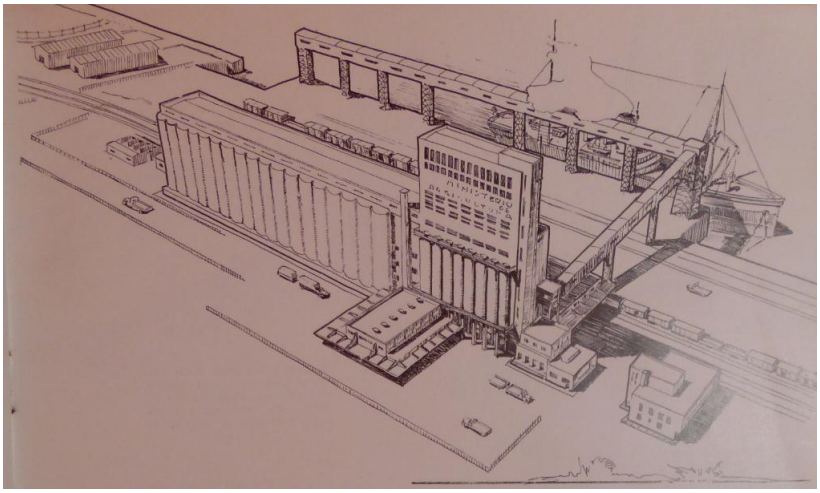


FIGURE 5.51 – Dessin de l'élévateur du port de Rosario appelé "Rosario Sud", lors d'un chargement de céréales dans un navire. source : Los elevadores de granos en la Republica Argentina, Ministerio de agricultura de la Nacion, Dirección de Construcción de Elevadores de Granos, Archivos Vias Navegables, Quequen, Argentina, 1940.

Les trois silos élévateurs du port de Rosario, Rosario Centro (capacité : 34800 tonnes), Rosario Norte (capacité : 80000 tonnes) et Rosario Sud (capacité : 76000 tonnes) font partie d'un réseau appelé "Red de los elevadores de granos", créé par la loi 11.742 de 1933. La carte 5.52 représente l'ensemble des élévateurs terminaux que compte l'Argentine. Ils sont présents dans chaque grand port : Buenos Aires, Bahia Blanca, Quequen, Mar del Plata, Villa Constitucion et Rosario.

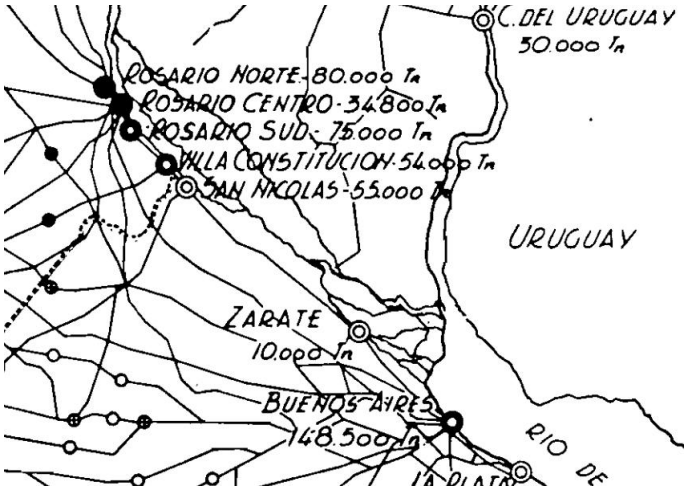


FIGURE 5.52 – Carte du réseau d'élévateurs de céréales en Argentine (1945), d'après OLIVES [1947].

Conclusion. Dans le tableau de le tableau 5.22, nous avons repris les capacités des silos de Rosario.

Années	Capacités cumulées des silos (en tonnes)
1905	34800
1931	114800
1940	190800

TABLEAU 5.22 – Capacités cumulées des silos élévateurs de Rosario entre 1905 et 1942.

Le silo-élévateur associé à la propriété de capacité de stockage est un bon indicateur de l'évolution du port. La construction de trois silos-élévateurs indique que les besoins en terme d'infrastructure pour exporter les céréales sont croissants sur la période. Trois silos-élévateurs sont construits successivement pour garantir les exportations de céréales. La périodisation obtenue en prenant le silo-élévateur comme indicateur sera présentée dans le paragraphe 5.4.2.

Évolution du modèle HST-PORT avec l'étude de l'Histoire du port de Rosario.

L'étude des indicateurs pertinents du port de Rosario ont fait évoluer les concepts d'Artefact et d'Acteur. Les concepts d'Activité et de Savoir restant les mêmes qu'à l'issue de l'étude du port de Brest.

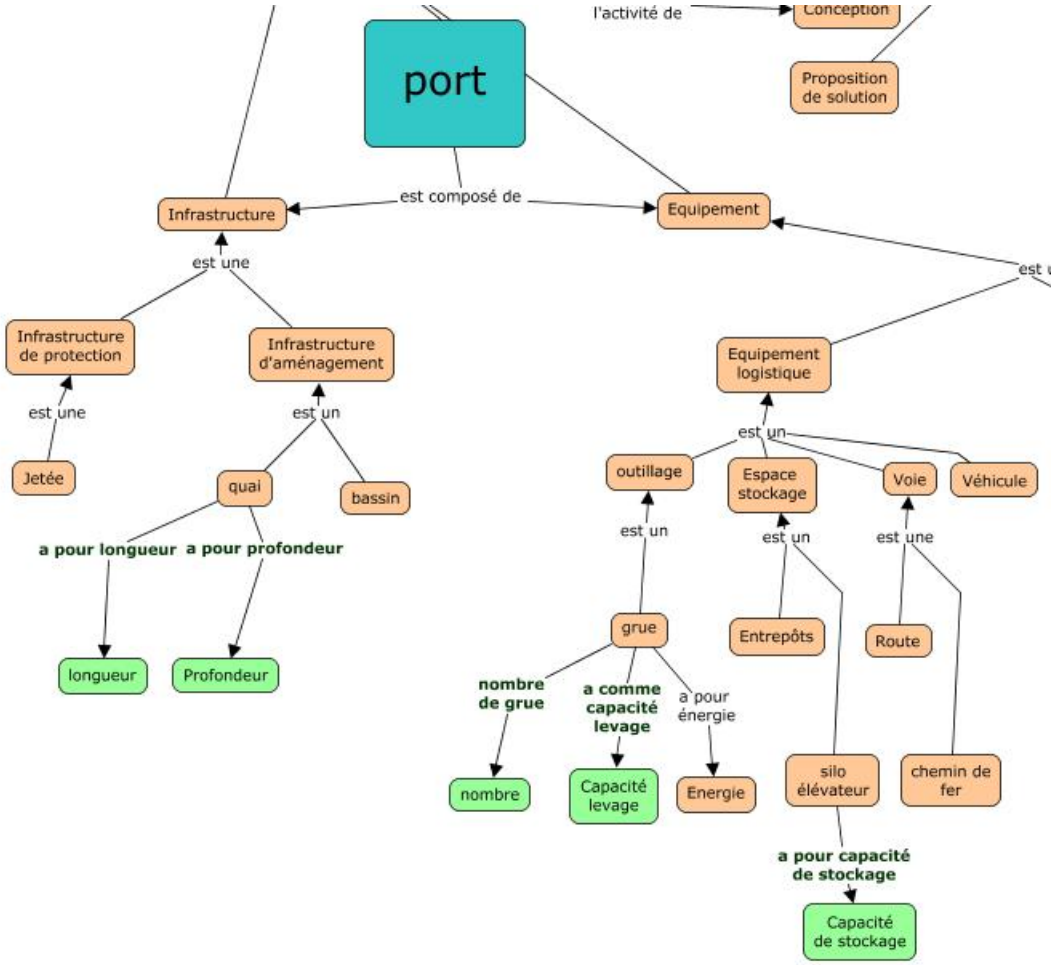


FIGURE 5.53 – Extrait du modèle intermédiaire HST-PORT(v5) centré sur les artefacts

Les artefacts L'étude du port de Rosario montre que les quais avec leurs propriétés **longueur des quais** et **profondeur des quais** et les grues avec leurs propriétés **nombre de grues**, **énergie** et **capacité de levage** sont des indicateurs pertinents pour la périodisation. Pour le port de Rosario, l'indicateur "silo-élévateur" est tout à fait pertinent car c'est un artefact important de l'organisation de la gestion des flux du grain permettant de périodiser plus finement l'Histoire de ce port.

Le concept "espace de stockage" est spécialisé par l'usage du concept "silo-élévateur". Dans la figure représentant le modèle intermédiaire HST-PORT(v5), nous avons fait figurer la relation : un silo élévateur est un espace de stockage. Le concept espace de stockage possède une relation "a pour capacité de stockage" qui le relie au concept de "capacité de stockage" exprimé en tonne.

Les acteurs L'étude du port de Rosario a permis de spécifier davantage le concept d'ingénieur en ajoutant le groupe des "ingénieurs de l'Ecole centrale de Paris" aux groupes d'ingénieurs déjà présents (voir figure 5.54)

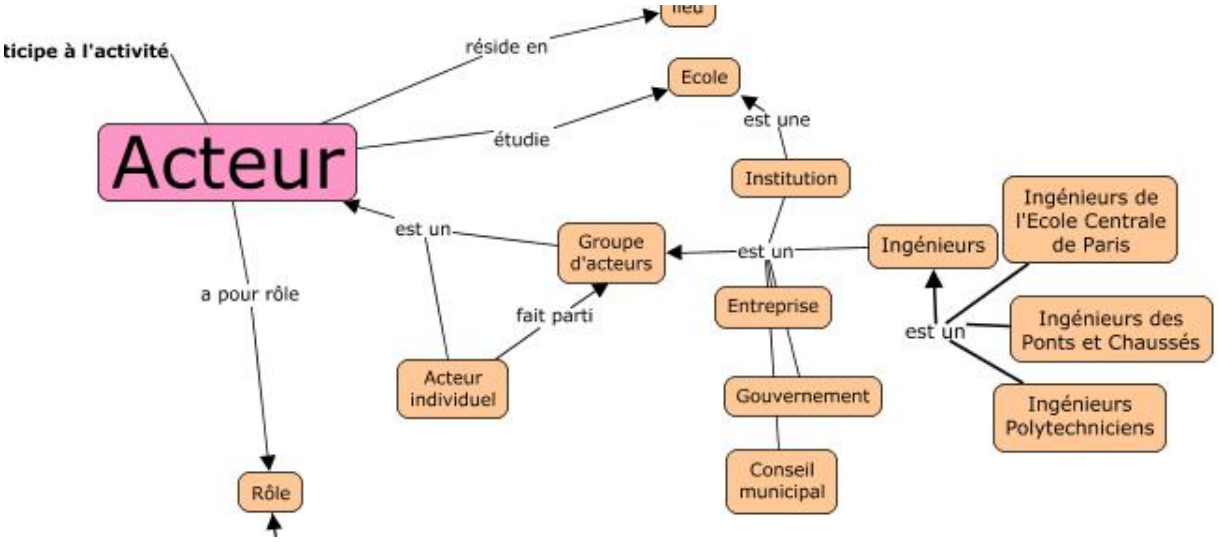


FIGURE 5.54 – le modèle intermédiaire HST-PORT(v5)

Conclusion de l'étude du port de Rosario

Notre travail sur le port de Rosario a permis de :

- valider le choix de la grue comme un indicateur de périodisation avec les propriétés **nombre de grues**, **énergie** et **capacité de levage** qui lui sont associées.
- valider le choix du quai comme un indicateur de périodisation avec les propriétés **longueur des quais** et **profondeur des quais**.
- valider le choix du silo-élévateur comme un indicateur de périodisation avec la propriété **capacité de stockage**.
- valider le modèle intermédiaire de HST-PORT issu des travaux sur le port de Brest (voir figure 5.24) avec des ajouts en concernent les artefacts et les acteurs (voir figure 5.55).

En suivant la même méthodologie utilisée pour les ports de Brest et Rosario, nous allons étudier pour le port argentin de Mar del Plata. Nous montrerons que nous pouvons périodiser l'Histoire de ce port en étudiant également les quais, les grues et les silos-élévateurs terminaux.

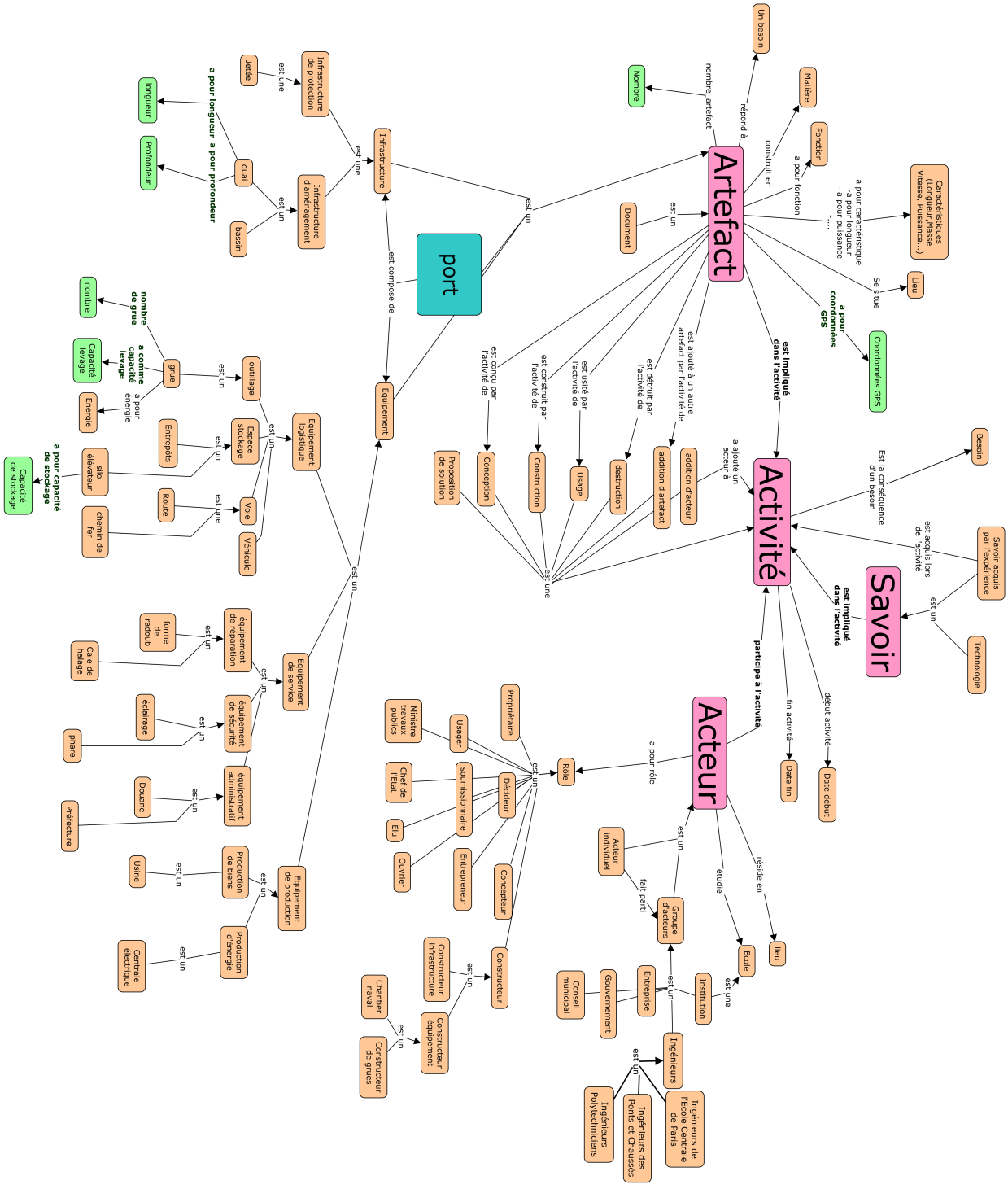


FIGURE 5.55 – Le modèle intermédiaire de HST-PORT (v5)

5.3.5 Le port de Mar del Plata

L'histoire technique du port de Mar del Plata va être périodiser en suivant la méthode initiée par l'étude du port de Brest et complétée avec l'étude du port de Rosario. Dans un premier temps, nous donnerons quelques éléments de compréhension de l'Histoire de la ville de Mar del Plata et de son port. Puis, nous analyserons les quais, les grues et les silos comme indicateurs pertinents. Nous montrerons que la méthode issue de la recherche sur l'Histoire de Brest et Rosario peut s'appliquer avec succès sur l'Histoire du port de Mar del Plata.

Quelques repères géographiques et historiques.

Mar del Plata est une ville argentine située au sud-est de la province de Buenos Aires, sur la côte de l'Océan Atlantique. C'est la deuxième plus grande ville de la province de Buenos Aires (voir 5.25). Mar del Plata est l'un des principaux ports de pêche et la plus grande station balnéaire d'Argentine.

FIGURE 5.56 – Vue satellite de la ville de Mar del Plata. Source Google Map.

La plus ancienne référence écrite sur la région de Mar del Plata est de Fernand de Magellan en 1519, qui a donné le nom de "Punta de Arenas Gordas", à une pointe que l'on appelle aujourd'hui Punta Mogotes (voir figure 5.56).

Francis Drake, en 1575, le premier anglais à traverser le détroit de Magellan, navigue à travers l'Atlantique Sud et doit dresser ses cartes marines. Pour rechercher des repères utiles à sa cartographie, il observe une pointe qu'il a nommé "Cabo Lob", que l'on appelle "Cabo Corrientes" (voir figure 5.56).

Le premier homme blanc à arriver depuis la terre en ces lieux est Juan de Garay, le deuxième fondateur de la ville de Buenos Aires. C'est en novembre 1581 qu'il arrive à cheval accompagné d'une quarantaine de soldats espagnols ; il explore la zone autour de Punta Mogotes d'après GASCÓN [1942].

Pendant deux siècles et demi, les populations indigènes présentes sur place n'ont que très peu de contact avec les colons espagnols. Des "réductions jésuites" s'installent auprès des indigènes afin de les convertir au christianisme selonCARDIEL et collab. [1930]. Jusqu'en 1810, la fontière entre les hommes blancs et les indigènes est restée le Rio Salado.

FIGURE 5.57 – Carte de la province de Buenos Aires - localisation du Rio Salado.

En 1817, est fondé le premier village au sud du Rio Salado, en un lieu qui deviendra plus tard la ville de Dolores. Au fur et à mesure que les indigènes étaient repoussés vers le sud, les estancias [129] s'établissaient sur les terres nouvellement conquises.

Les quais et les grues de Mar del Plata avant la construction du port moderne (1850-1909).

En 1856, la région où se trouve aujourd'hui Mar del Plata était pratiquement inhabitée. Pourtant un entrepreneur portugais fait appel à un ingénieur britannique reconnu afin qu'il étudie la côte dans le but de lui faire des propositions pour la construction d'un futur port. Nous sommes donc dans la phase de l'émergence d'un besoin de port avec une proposition concrète faisant appel à des technologies britanniques. Nous allons donc contextualiser l'apparition de ce besoin de port et analyser le type de technologie mis en jeu.

Le projet de quai de William Bragge, ingénieur ferroviaire britannique. A l'endroit où se trouve aujourd'hui Mar del Plata, on trouvait en 1856, une estancia "La Laguna de los Padres" qui appartenait à Coelho de Meyrelles. Coelho de Meyrelles, le premier colon de cette région, est né sur l'île de Pisava (Iles du Cap-Vert) et était le fils d'Antonio Coelho de Meyrelles, portugais, né à Porto, gouverneur militaire de ces îles et de Florinda de Burgo, portugaise, née dans l'île Brava. José Coelho de Meyrelles a étudié à l'Institut Collégial de Fribourg et à l'Université Royale de Coimbra (Portugal). Il est arrivé sur place en décembre 1856, commandant une caravane de charrettes tirées par des bœufs. Les cavaliers étaient composés de gauchos argentins, mais la plupart d'entre eux venaient du Rio Grande do Sul (Brésil). Ils étaient à la recherche d'un lieu propice à l'installation d'une salaison, une industrie alors florissante dans cette partie du continent. Le convoi s'est arrêté à l'endroit qui s'appelle aujourd'hui Punta Iglesia (voir figure 5.56) pour y installer un saladero, une

129. Vers le milieu du XIXème siècle, une estancia était une petite entreprise agricole qui produisait du cuir et de la viande de boeuf destinée à la salaison.

entreprise de salaison. Dans ce type de salaison, on produisait une viande appelée tasajo. La viande était coupée en longues bandes d'environ 4 à 5 centimètres d'épaisseur qui, après avoir été laissée à l'air libre pendant quelques heures, était déposée dans des cuves contenant de la saumure. Après ce traitement, les viandes étaient sèchées pendant une cinquantaine de jours pour devenir du tasajo. Le goût de cette viande à la fin du processus n'était pas agréable, mais en raison de prix très faible et de son bon contenu nutritionnel, elle était destinée à l'alimentation des esclaves au Brésil et à Cuba. Guillermo Bragge [130] est un ingénieur britannique arrivé en Argentine avec 160 ouvriers et plusieurs contremaîtres pour réaliser des lignes de chemin de fer dans la ville de Buenos Aires selon TARTARINI [2000]. Il est contacté par José Coelho de Meyrelles afin qu'il étudie la côte pour la construction d'un port.

L'ingénieur a quitté le port de Buenos Aires le 14 octobre 1856 à bord de la "Hydra", un bergantin sarde puis est arrivé à l'Estancia de "La Laguna de los Padres" le 19 octobre. Il est resté sur place 16 jours durant lesquels il a examiné la côte. À la fin de l'année 1856, l'ingénieur Bragge rédige un rapport [131] pour permettre à José Coelho de Meyrelles de convaincre les autorités provinciales à autoriser puis à financer la construction du port.

> *"L'examen de la côte me démontre de manière formelle que le lieu choisi* (pour le port) *combine tous les avantages et que ce lieu est le meilleur de toute la propriété. L'existence des collines de pierres aux extrémités de la plage, facilitera beaucoup, quelque soit le temps, la construction de quais ou de jetées en pierre qui entoureront toute la plage. Cette opération aura un coût considérable.(...) Pour le moment, je propose de former au centre de la plage, un quai de 120 varas de longueur dont la profondeur serait de 18 pieds* [132] *lors des marées basses et ce quai sera protégé de l'action de la mer par une jetée flottante de forme circulaire ancré en face du quai"*

Le lieu choisi pour le port et selon l'ingénieur est tout à fait remarquable. En effet, le futur port possédera naturellement une profondeur importante. Aucune opération de dragage n'est à envisager. La profondeur souhaitée pour les quais est également de 6 m. De plus, le matériel de construction (pierres) est présent sur place en grande quantité. Lors de la construction du port moderne de Mar del Plata, à partir de 1909, des carrières de pierre seront exploitées dans une des collines repérées par l'ingénieur Bragge.

L'ingénieur Bragge propose de construire un quai en fer forgé.

> *"Mon opinion est fortement en faveur d'un quai en fer, parce que son implantation sera plus solide, sa durée plus grande, et il ne sera pas attaqué par les tarets. (...) Ces piliers seront réalisés avec des barres doubles de fer comlis (deck beam iron) rivetées, et comme la hauteur du quai est considérable, il sera nécessairement exposé au choc des bateaux lors du chargement du déchargement. Je me propose donc de leur donner de la fermeté en utilisant une série de tiges ou de chaînes attachées des deux côtés du quai.(...) Il faudrait doter le quai de 2*

130. William Bragge a commencé sa carrière d'ingénieur en 1845 en intégrant la compagnie de chemin de fer Birkenhead Railway, d'abord comme ingénieur adjoint puis comme ingénieur en chef mécanicien lors de la construction de la voie ferrée entre Chester et Holyhead. Il part ensuite en Amérique du Sud comme représentant de l'entreprise Edward T. Belhouse and Co de Manchester. Il a travaillé sur le projet d'éclairage au gaz de Rio de Janeiro et a participé à la construction de la première voie ferrée au Brésil. En Argentine, l'ingénieur Bragge a participé à la création de la première ligne de chemin de fer dans ce pays.

131. "Informe del Ingeniero Guillermo Bragge a José Coelho de Meyrelles, sobre el establecimiento de un puerto en la costa de la Laguna de los Padres", en "Documentos relativos al Puerto de Abrigo y Muelle en la costa del Sur". Bs. As.,1857, M. d. Plata, 1970, pp.11 a 21. Traduction B. Rohou.

132. 120 varas = 90 m ; 18 pieds = 5.5m environ

grues capables de soulever 2 tonnes chacune et au lieu de les fixer à un endroit, de les mettre sur des wagons mobiles afin de pouvoir les transporter jusqu'au lieu amarrage du bateau; il faudrait demander ces grues en Angleterre ainsi que des wagonnets pour transporter la marchandise."

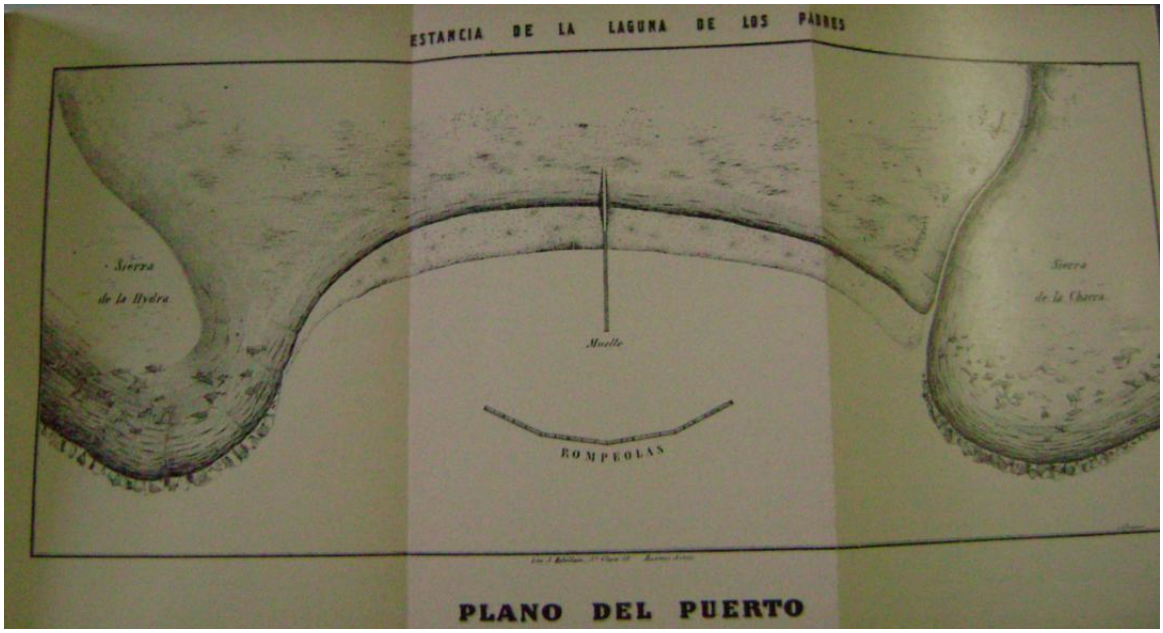


FIGURE 5.58 – Le projet de port de l'ingénieur Bragge.

Les deux pointes représentées sur le plan de Bragge (voir figure 5.58) sont aujourd'hui connues sous les noms de Punta Iglesia (Sierra de la Chacra) et Punta Piedra (Sierra de la Hydra) (voir figure 5.56)

La construction d'un quai en fer en 1856, dans une zone inhabitée est surprenante. D'une part, il aurait fallu faire venir de Grande-Bretagne la totalité du matériel de construction pour un coût considérable. D'autre part, les conditions d'accueil de plusieurs dizaines d'ouvriers destinés au montage du quai auraient été précaires. On peut faire l'hypothèse que l'ingénieur mise sur un soutien de la Province dans la construction du quai en fer. Le matériel devant venir de Grande-Bretagne, il ne peut être acheminé par bateau jusqu'au lieu choisi par Bragge. Peut-être que l'ingénieur spécialisé dans la construction de chemin de fer aurait proposé que le matériel vienne par voies ferrées, la province se chargeant des travaux à l'aide des capitaux étrangers de construire le chemin de fer [133]. En s'appuyant sur le rapport de l'ingénieur Bragge, Jose Coelho de Meyrelles écrit aux autorités de la province de Buenos Aires pour obtenir un financement des travaux du port. Mais il n'obtient rien. Certaines personnes affirment que Meyrelles aurait construit un quai en bois par la suite [134]. Mais aucune source ne l'affirme véritablement.

Le port de la Laguna de los Padres (1864-1876) En 1860, Jose Coelho de Meyrelles vend l'estancia "La Laguna de los Padres" à Patricio Peralta Ramos. Un plan cadastral de 1864 indique clairement l'implantation d'un port sur le lieu de l'estancia "La Laguna de los Padres" près de l'endroit appelé aujourd'hui Punta Iglesia (voir figure 5.56). Les besoins

133. En Argentine, en 1898, la construction de l'arsenal Naval "Puerto Belgrano" a nécessité la construction d'une voie ferrée par la compagnie de chemin de fer FC Sud pour acheminer sur le chantier le matériel et les ouvriers.

134. "El saladero que dio origen a Mar del Plata", La Nación, 2/01/1010

d'un port dans la région de la Laguna de los Padres pour pouvoir exporter la production de la estancia sont couverts par la construction d'un premier quai, sans doute en bois.

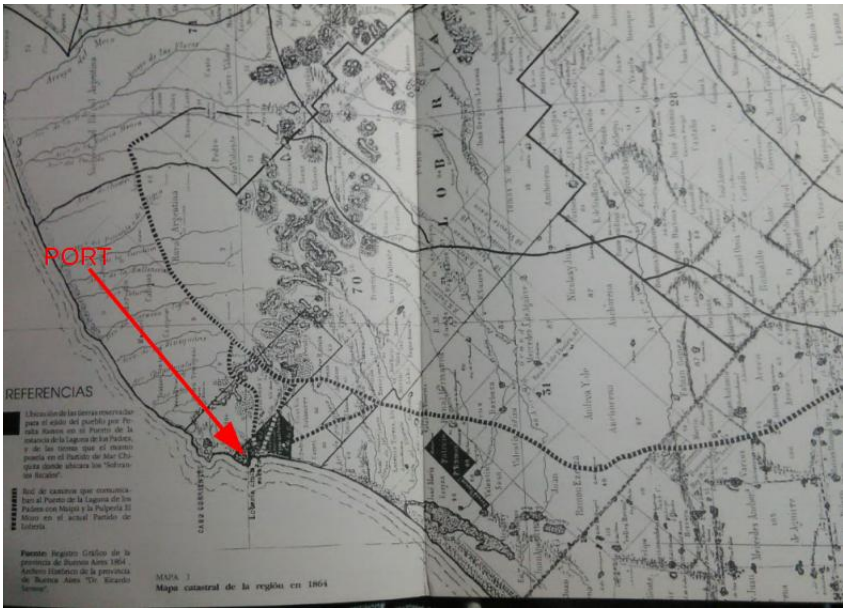


FIGURE 5.59 – Réseau de chemins qui communiquent du port de la Laguna de los Padres avec les localités de Maipu et La Pulperia. [135]

Ce plan cadastral est réalisé car Patricio Peralta Ramos procède à la division en lots des terres proches de la estancia pour que des familles viennent s'y installer. Le 10 février 1874, le gouverneur de la province de Buenos Aires décrète la fondation de la ville de Mar del Plata. Le quai sera détruit par une tempête sans doute vers 1876, un peu avant qu'un basque un nom de Pedro Luro n'achète l'estancia et ce qui restait du quai en 1877.

Le quai Luro (1877-1916) Pedro Luro est né à Saint Just Ibarre en France en 1810. Il a émigré jeune en Argentine. Dans ses premières années, il travaille dans un saladero comme ouvrier agricole. En 1871, il commence la construction de son propre saladero nommé San Pedro près de l'actuel localité San Clemente del Tuyú. Il commence un élevage d'ovins, de bovins et de juments. Il arrive à Mar del Plata en 1877 pour trouver un port pour exporter sa production. La même année, il reconstruit le quai de l'estancia près de Punta Iglesia (voir figure 5.56).

135. Source : Registre graphique de la province de Buenos Aires, 1864. Archivo Historico de la Provincia de Buenos Aires "Dr Ricardo Leverse"

FIGURE 5.60 – Le quai Luro dans les années 1880. GHYS [2012]

Cette photo a été prise par M. Bonnin en 1878 avec la légende : "Premiere version du quai qu'a construit Pedro Luro en 1878". Il aurait été construit par Pedro Goicoechea, un ami charpentier de Pedro Luro. Le quai aurait été agrandi quatre fois pour avoir une extension maximale de 400 mètres [136].

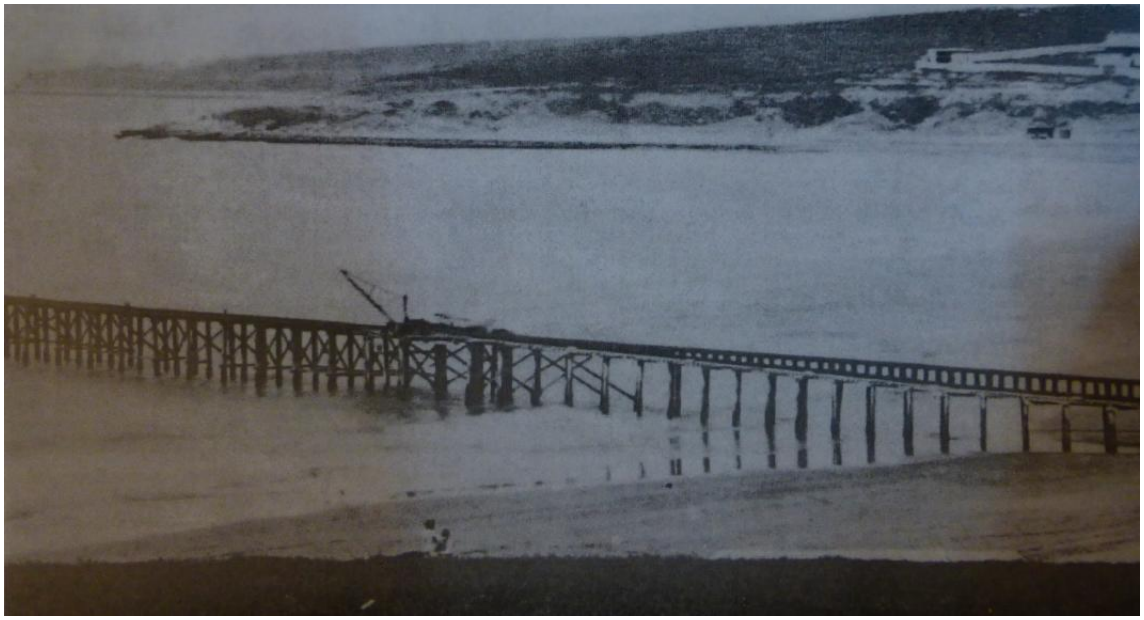


FIGURE 5.61 – Le quai Luro. [137]

Il a servi d'abord à charger des produits agricoles puis pour accueillir les barques de pêcheurs. Les photos montrent une grue en fonctionnement. Il cesse d'être utilisé en 1917 selon COVA [1966].

A cette époque, l'Etat argentin octroie des concessions portuaires à des entreprises ou à des sociétés. Pedro Luro convaincu de l'importance de donner un port à la ville de Mar del Plata et grâce à l'appui de son fils, président de la chambre des députés, obtient la rédaction de la loi datée du 28 décembre 1882. Dans cette loi, le pouvoir exécutif est chargé

136. Nous ne savons pas à quelle date le quai a été agrandi.
137. "La fotografia en la Historia Argentina" Tomo 1, 2005. Clarin 60 años.

de réaliser les études nécessaires à la construction d'un port à Mar del Plata. En conséquence, l'ingénieur Pedro Dirks est désigné pour concevoir les travaux qui permettront le chargement et le déchargement dans le port de Mar del Plata ; mais l'ingénieur ne viendra jamais. Concomitamment, la province a approuvé la construction d'un port dans l'anse de Barragán, le futur port d'Ensenada. Dans ce cadre, le gouvernement provincial ne peut réaliser la construction de deux ports en même temps et le projet de construction du port de Mar del Plata est ajourné. En 1887, la société Francesconi, Denicolini et Fernandez décide de construire un port dont la concession est accordée par la loi 2207 du 25 octobre 1887. Mais le projet n'aboutit pas selon GONZALEZ [2009].

Le quai Gardella (1905-1924). En 1897, un commerçant de Mar del Plata, Angel Gardella demande l'autorisation de construire un quai situé entre Cabo Corrientes et Punta Iglesia. Les plans sont réalisés par l'ingénieur Julio Figueroa. Bien que l'autorisation ait été accordée par la loi en 1899, le quai n'a pas été construit à ce moment là. Cependant, en 1905, Gardella construit sur le lieu appelé "Punta Iglesia" (voir figure 5.56) un quai en bois. En 1906, le quai est acheté par la société "Lloyd Comercial Mar del Plata".

FIGURE 5.62 – Plan du quai Lloyd Comercial en 1908. [138]

138. Departamento Archivo Intermedio - Archivo General de la Nación. Caja 127. Carpeta 5877. année 1907

Le plan date de 1908, lors d'une demande d'agrandissement d'un magasin; le quai mesure environ 240 m de longueur. Ce plan a été réalisé par l'ingénieur Quaintenne. Il supporte deux voies ferrées qui se ramifient en trois voies vers la fin du quai. Une des particularités du quai Gardella, puis ensuite LLoyd, est d'avoir au moins quatre grues localisées sur les plates-formes latérales, chacune avec une grue que l'on utilisait pour monter et descendre les bateaux de pêcheurs à voile et pour charger et décharger les embarcations d'après GHYS [2012].

Sur la photo représentant le quai Lloyd, on observe la présence d'une grue à vapeur. Peut-être que les quatre grues présentes sur les plateformes étaient également à vapeur mais nous n'avons pas de certitude.

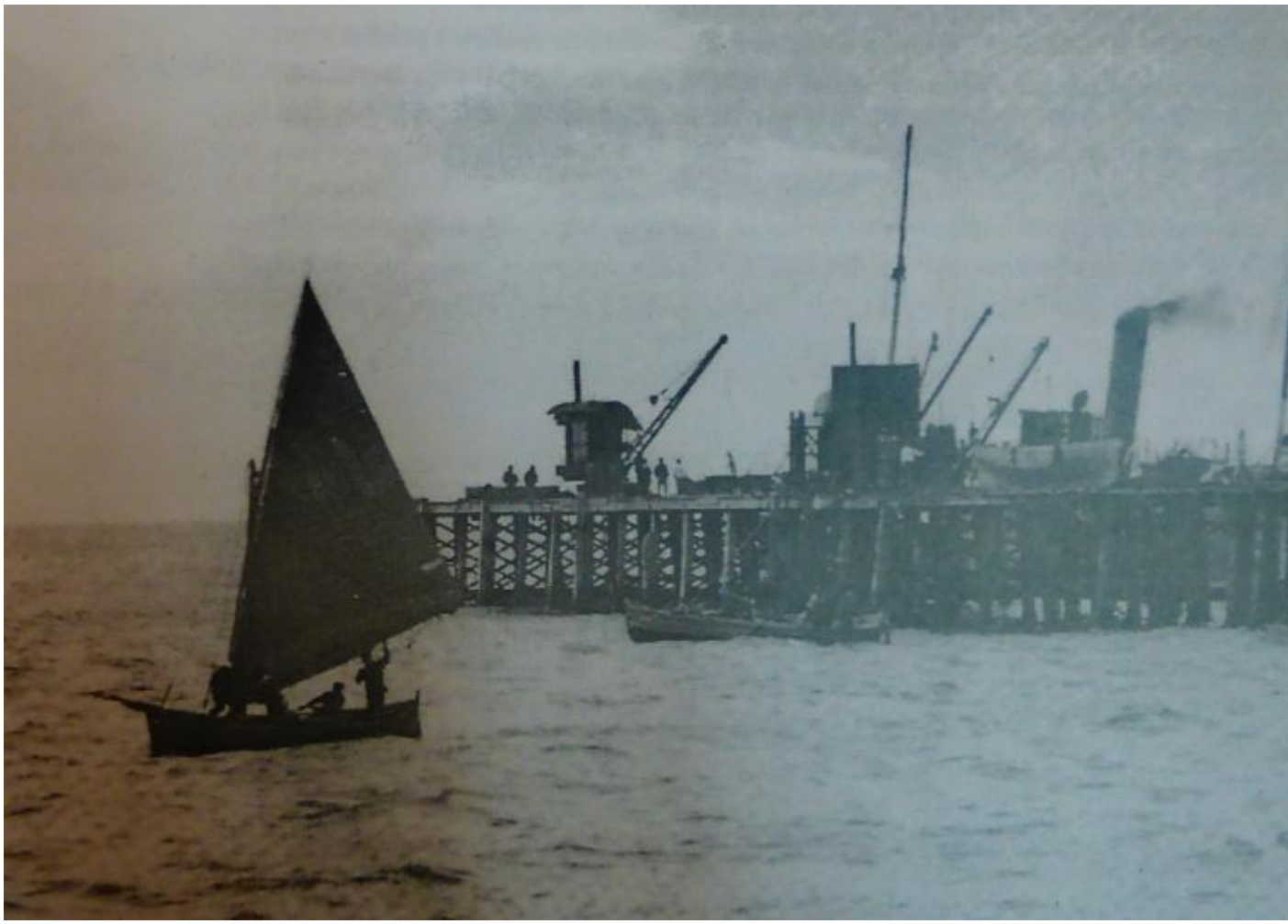


FIGURE 5.63 – Plan du quai Lloyd Comercial en 1908. [139]

En 1916, le quai passe entre les mains de l'ingénieur italien Vicente Lavorante. L'ouvrage est détruit par la tempête de 1924.

La construction du port moderne de Mar del Plata

La construction du port moderne de Mar del Plata commence en 1909. Cette construction répond à différents besoins. Nous étudierons également les acteurs de cette construction ainsi que les technologies utilisées.

139. Fotos de familia n°3255. Diario "La Capital".

Les besoins d'un port moderne La région de Mar del Plata est productrice de céréales. Les marchés européens en recherchent pour leurs consommateurs. Un port moderne dans cette région est une interface nécessaire pour que les besoins des acteurs soient réalisés. Les besoins sont :

- **un port pour exporter la production de céréales.** Depuis le premier saladero de Coelho de Meyrelles en 1857, le sud de la provinde de Buenos Aires a été progressivement colonisé par des émigrés européens et les terres sont mises en valeur. Pour prendre un exemple, en 1914, dans la région de Necochea, à 150 km au sud de Mar del Plata, 64% des terres étaient cultivés et la production de blé pouvait atteindre 500 000 tonnes. La production de céréales était exportée soit vers le port de Buenos Aires ou vers le port de Bahia Blanca d'après PETERSEN [2017]. Il n'existait pas de port moderne entre la capitale et l'extreme-sud de la province de Buenos Aires. Pedro Olegario Luro [140] est un chef d'entreprise et député entre 1898 et 1912. Il est très impliqué dans le développement de la ville de Mar del Plata et a joué un rôle important en faveur de la construction du port en eaux profondes. Il est l'auteur du projet de loi 6499, qui a permis la création du port moderne selon MARONESE [2012]. L'État et les producteurs céréaliers ont donc tout intérêt à la construction d'un port local bénéficiant des dernières innovations technologiques.
- **un port moderne pour insérer la région dans le commerce international.** Les innovations technologiques telles que l'invention de la chambre frigorifique [141], de l'hélice à trois pales ou des coques en acier ont fait accroître la sécurité des voyages intercontinentaux pour les hommes comme pour les marchandises. La croissance des espaces de stockage avec notamment la construction de grands silos à céréales ont régulé les échanges tout le long de l'année. L'Argentine s'est donc insérédans les échanges mondiaux comme un exportateur de matières primaires agricoles et importateur de capitaux étrangers à la recherche d'investissements rentables selon GONZÁLEZ [2011]. La construction d'un port moderne aura pour effet de mieux répondre à la demande étrangère.

Les acteurs de la construction du port de Mar del Plata Comme pour les ports de Brest, on retrouve les même types d'acteurs : les décideurs, les concepteurs et les constructeurs.

Les décideurs. En Argentine, les lois sont votées par le congrès, promulguées par le Président de la Nation puis mises en application par le pouvoir exécutif. Le président de la Nation peut aussi s'adresser au Congrès afin de donner une indication sur les lois prioritaires. En effet, conscient du sous-développement de la province de Buenos Aires en matière d'infrastructure portuaire, le Président Manuel Quintana, le 3 mai 1905, envoie un message au Congrès de la Nation dans lequel il soumet l'examen d'un projet de loi sur la construction de ports sur la côte atlantique. Il rappelle que jusque jusqu'à présent, la Nation s'était surtout préoccupée de la construction de ports sur les voies navigables intérieures, sans prendre en compte les besoins du sud de la province.

> *"Autant dans les riches plaines de cette province [142] que dans les vallées centrales et andines de la Patagonie, on espère avoir bientôt les moyens de joindre facilement et économiquement les marchés de consommation, pour pouvoir*

140. fils de Pedro Luro
141. La chambre frigorifique installée sur des navires intensifie les échanges de viandes entre l'Argentine et l'Europe.
142. Buenos Aires

développer la production, accroître ses sources de richesses et cimenter les fondements de leur prospérité". [143]

La "Loi 4580 sur les études de ports sur les côtes de l'Atlantique" est votée et promulguée le 31 juillet 1905.

Article 1 : Le pouvoir exécutif fera pratiquer des études de construction de ports sur les côtes de l'Atlantique, et formulera les projets pour les lieux qui lui sembleront approprier.

Les concepteurs et les constructeurs. A la suite de la loi 4580, l'entreprise "Taglioni y Hnos", demande et obtient une concession, sanctionnée par la loi 4917 du 11 octobre 1905, pour construire et exploiter un port en eaux profondes sur la "plage sud de Mar del Plata" et en complément, l'entreprise obtient la construction d'une ligne de chemin de fer entre la ville d'Azul et le futur port de Mar del Plata. L'article 2 de la loi 4917, impose aux concessionnaires de construire des quais généraux et des quais pour produits inflammables outillés de grues pour le chargement et le déchargement, une darse dédiée au cabotage et à la pêche, des voies de chemin de fer et une usine électrique. La concession de Taglioni y Hnos. a été déclarée caduque le 11 octobre 1909 par la loi 6499, en raison de l'échec des concessionnaires dans leur plan de financement du projet malgré le début des travaux près de la pointe de Cabo Corrientes selon MARONESE [2001]. Dans cette même loi 6499, le pouvoir exécutif est autorisé à passer un contrat avec une entreprise constructrice ayant une assise financière suffisante en organisant un concours international.

i) **Huit firmes internationales en compétitions.**

Le budget alloué à la construction du port est de 12 millions de pesos or. Le 12 novembre 1909, en proposant la loi 6499, le gouvernement de la Nation pose les bases du concours ayant pour objectif de construire à la fois un port en eaux profondes et un port de cabotage.

"La croissance des exportations impose la nécessité d'augmenter le nombre de ports en eaux profondes qui permettront la réduction des taux de fret [144] *avec l'augmentation du tonnage et du tirant d'eau des navires, parmi lesquels le port de Mar del Plata a une position privilégiée (...)."*

L'objectif du gouvernement est donc d'offrir aux entreprises exportatrices un outil performant permettant de faire des économies sur le transport des marchandises. Un port en eaux profondes possédant un outillage moderne permet de renforcer la position de l'Argentine dans la compétition internationale de production de matières premières agricoles.

Les huit entreprises constructrices qui ont participé au concours sont connues internationalement pour les travaux portuaires.

- "Carena y Cia" et Luis Luiggi : De l'entreprise "Carena y Cia", nous n'avons aucun élément. En revanche, Luis Luiggi est un ingénieur italien. Il est né à Gènes en 1878. Il entre au Collège Royal d'Ingénierie Civile de Turin puis incorpore le Corps Royal des Ingénieurs Italiens. Il participe aux travaux de construction des ports d'Alexandrie (Égypte), Gênes, Palerme, Messine et Ostie (Italie), Tobrouk (Libye), Massaoua (Érythrée). En 1896, il est engagé par l'État argentin

143. Message du président Manuel Quintana au congrès de la Nation, le 3 mai 1905.
144. Le taux de fret est le prix à payer pour transporter une marchandise.

comme directeur général des travaux du port militaire de Bahia Blanca d'après CHALIER et collab. [2015]. En 1902, il a participé au jury du concours port de Rosario.

- "Consortium franco-argentin constitué de La Régie Générale des Chemins de Fer et travaux publics, H Daydé, Pillé et Fougerolle Frères". La Régie Générale des Chemins de Fer et travaux publics est une entreprise dont le siège social est à Paris. Elle construit des chemins de fer et des ports dans le monde entier. Elle a été fondée par le compte Philippe Vitali, ingénieur diplômé de l'Ecole Centrale de Paris, qui s'intéresse depuis très longtemps à la construction ferroviaire. Responsable d'importantes constructions portuaires (Fiume, Beyrouth, Tripoli) entre 1859 et 1913, son axe principal de développement est cependant constitué par la construction ferroviaire d'après ROHOU et collab. [2017]. Henry Daydé (1847-1924) est un ingénieur des Arts et Métiers et Auguste Pillé, son neveu est un centralien. L'entreprise Daydé et Pillé est spécialisée dans les constructions métalliques et a participé à la réalisation d'ouvrages comme le pont Mirabeau (1896) à Paris, le Grand palais (1900). En ce qui concerne le génie civil portuaire, elle a construit l'appontement de Cotonou (Bénin) en 1891 [145]. Fougerolles frères est une entreprise de travaux publics fondée en 1844, par Philippe Fougerolles lors de la réalisation du canal du Nivernais. Cette entreprise est connue pour ses réalisations de tunnels.
- "Hersent et Schneider et Cie", constructeur du port de Rosario.
- "Philipp Holzmann AG et P C Goedhart" : Philipp Holzmann AG est une entreprise de construction allemande fondée en 1849 par Johann Philipp Holzmann (1805-1870) dans la ville de Francfort. Elle était spécialisée au début du XX^{e} siècle dans le génie civil. L'entreprise est connue pour avoir construit la gare centrale de Francfort (1888) et celle d'Amsterdam (1889) ainsi que le Reichstag (1894)GROSS [2004]. P. C. Goedhart est une firme de Dusseldorf. L'entreprise a participé à la construction des ports de Dusseldorf, Neuss, Danzig et Kiel. Avec l'entreprise américaine Lindon Bates, la compagnie a construit des ports aux Etats-Unis, en Belgique, en Egypte, en Australie et en Inde BIXEL et TURNER [2000].
- "Sir John Jackson Ltd" : il s'agit d'une entreprise britannique de génie civil fondée en 1875 par John Jackson (1851-1919), propriétaire de la compagnie de navigation Westminster Shipping Co. La première réalisation de l'entreprise a été les Stobcross Docks à Glasgow (1876). Elle a construite également le canal de Manchester.
- "Samuel Pearson and Son" est une firme britannique fondée à Bradford en 1844 par Samuel Pearson. L'entreprise a participé à la construction des ports de Milford Haven (Pays de Galles) en 1885, Southampton en 1886 et Halifax (Canada) en 1886. La firme a également construit des chemins de fer en Espagne et au Portugal.
- La "Société des Grands Travaux de Marseille" : L'entreprise a été fondée en 1891 pour construire le réseau d'égouts de la ville de Marseille. Au début du siècle, sous la direction de Charles Rebuffel, la firme se tourne vers l'international [146].

145. clio.ish-lyon.cnrs.fr
146. voir Barjot pour compléter

- "Sillard, Dollfus, Allard et Wiriot" est l'entreprise française qui a été choisie par le gouvernement argentin pour construire le port de Mar del Plata.

i) **L'entreprise constructice : "Sillard, Dollfus, Allard et Wiriot".**

Sillard, Dollfus, Allard et Wiriot sont des ingénieurs français qui ont participé ensemble ou pour leur propre compte à de très nombreux ouvrages de travaux publics de par le monde. Pour la construction portuaire, les ingénieurs ont participé à la construction des ports de Bilbao GROSCLAUDE [1892], Dunkerque, Tunis, Alger, Marseille... Ensemble, ils ont construit le port nouveau de Montevideo JACOBSON [1913b] en Uruguay et la cale sèche de Talcahuano au Chili. Dans le cas de la construction du port de Mar del Plata, le contrat est signé à Buenos Aires le 7 janvier 1911. Les quatre ingénieurs se regroupent dans une nouvelle entité qui s'appellera "Société Nationale de Travaux Publics, de Paris" SOCIÉTÉ NATIONALE DE TRAVAUX PUBLICS [1923]. Sur le chantier de construction du port de Mar del Plata, des quatre ingénieurs-entrepreneurs de la société, c'est Jean Sillard diplômé de l'Ecole centrale de Paris qui sera le plus présent MATHIEU [1919]. Représentant accrédité de l'entreprise française devant le gouvernement argentin et également diplômé de l'Ecole Centrale de Paris, le français Jean Caubios dirige l'entreprise. Il a directement sous ses ordres les ingénieurs Henri Ribet, responsable des services mécaniques électriques de l'entreprise constructrice, Maurice Audoire, responsable des approvisionnements, Gustave Mathieu responsable de la construction des jetées GONZALEZ et ROHOU [2015].

Les savoirs et les technologies utilisés lors de l'activité de construction du port de Mar del Plata. Le port de Mar del Plata est composé de deux jetées, l'une au nord et l'autre au sud mesurant respectivement 900 m et 2700 m. Ces deux jetées forment une rade abritée. À l'intérieur de celle-ci, 3000 m de quai sont construits ainsi que tout l'équipement nécessaire pour un port moderne de l'époque : des hangars, une usine de production électrique, une usine frigorifique, des grues, des bâtiments pour la douane et la sous-préfecture maritime.

Pour construire les jetées, l'entreprise utilise la technologie des blocs de béton immergés. Cette technologie a été employée pour la première fois selon POIREL [1841] dans le port d'Alger dans les années 1833, également à Brest en 1865 (voir pour le port de Brest dans le paragraphe 5.3.3. La technique employée à Alger et à Brest est sensiblement la même employée à Mar del Plata 80 ans plus tard. En effet, anciennement, les jetées étaient constituées de blocs de pierre allant de 0,2 mètre cube à 3 mètres cubes BELTRAMI [1916]. Sous l'impact des vagues, ces blocs peuvent être déplacés et donc rendre la jetée instable. Il fallait donc un bloc qui ait un volume et une masse suffisamment importante pour résister à l'assaut des vagues : des blocs de 10 mètres cubes ont été alors imaginés. Cependant, un tel bloc de pierre ne pouvait être difficilement transportable de la carrière où il était extrait jusqu'à l'endroit où il devait être immergé. C'est ainsi que naît l'idée de construire des blocs artificiels en béton, fabriqués dans des caisses sans fond, formées de quatre panneaux de bois. Ces caisses sont remplies d'un mélange de ciment, de sable et de pierres concassées. Les blocs sont démoulés 5 à 6 jours après le remplissage et les panneaux servent à produire d'autres blocs MATHIEU [1919]. Après un mois de séchage minimum, les blocs peuvent être placés en mer. Les matériaux utilisés à Alger, Brest et Mar del Plata restent les mêmes : mortier, sable et pierres concassées. Si à Alger, le mortier est

147. Escollera : Jetée ; Dique : Bassin ; Muelle : Quai.

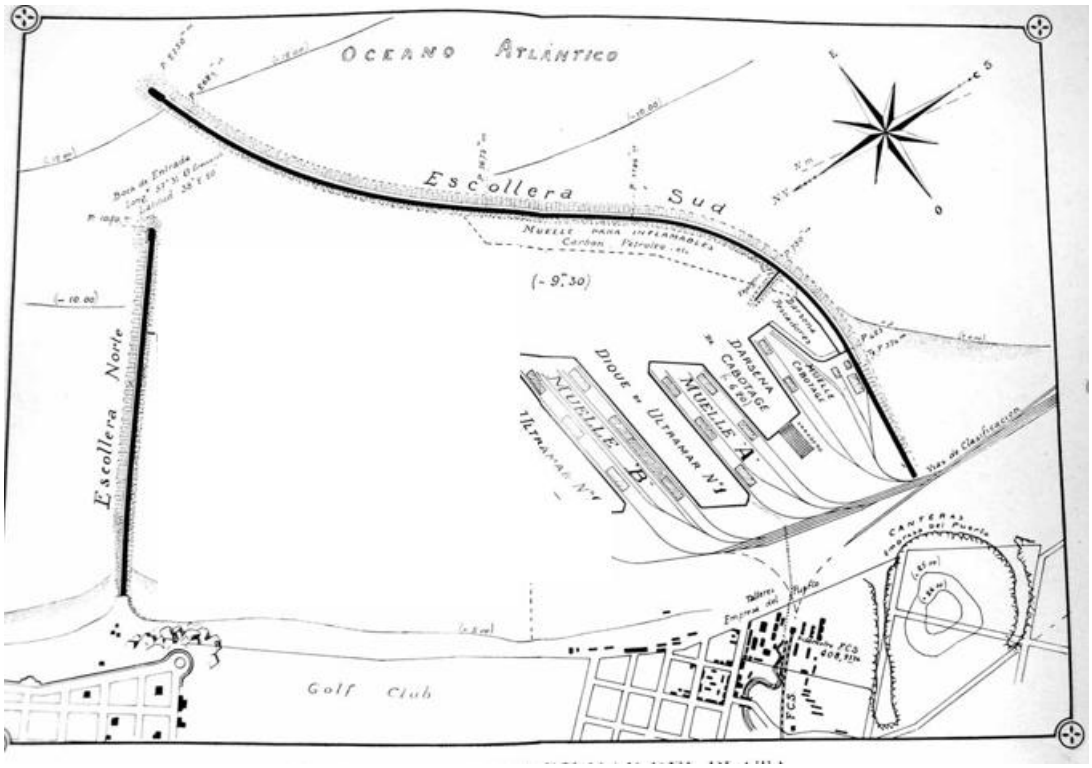


FIGURE 5.64 – Plan du port de Mar del Plata en 1922. SOCIÉTÉ NATIONALE DE TRAVAUX PUBLICS [1923]. [147]

préparé à partir de chaux présente en Algérie, celui de Mar del Plata est directement achetée auprès d'une cimenterie produisant du mortier de type "Portland" MATHIEU [1919]. Si la technologie de préparation des blocs évolue peu au cours du XIX^{e} siècle, c'est toute la chaîne de transport, de levage ainsi que de placement des blocs en mer qui subit des changements considérables. A Brest, les blocs étaient conduits sur le chantier à l'aide de chalands à clapet [148]. Sur le chantier de Mar del Plata, ce qui frappe c'est l'extrême mécanisation des différentes étapes. Les pierres entrant dans la composition du mortier sont extraites d'une carrière à l'aide de marteau-piqueur à air comprimé; ces pierres passent alors dans un concasseur électrique permettant d'obtenir des pierres de la taille désirée SOCIÉTÉ NATIONALE DE TRAVAUX PUBLICS [1923]. Une fois le bloc préparé et séché, une grue le dépose sur un chariot et celui-ci est déplacé à l'aide d'une machine à vapeur sur une voie de chemin de fer. Sur le chantier de construction de la jetée, une grue titan de 50 tonnes est placée à son extrémité. Cette grue, construite à Givors près de Lyon par l'entreprise Five Lille est expédiée en pièces détachées à Mar del Plata en 1912 [149] ROHOU [2016b] et ROHOU [2017]. Cette grue fonctionne avec une chaudière à charbon dont la vapeur entraîne un alternateur produisant l'énergie électrique nécessaire non seulement au déplacement et à la rotation de la grue mais aussi au levage des blocs. Le convoi de chariots arrive sous la grue titan qui prend un par un les blocs de 100 tonnes et les dispose dans l'eau à l'endroit désiré; des scaphandriers guident l'opération [150] IÑURRIETA [2005].

148. voir 5.11
149. Cette grue a fait l'objet d'un travail pédagogique en classe de 5ème. http ://brmdp.hypotheses.org/158
150. Voir le film de la construction du port de Mar del Plata. Ce film a été produit par l'entreprise entre 1913 et 1923. Il a été sauvegardé par le musée «Cleto Ciocchini», de Mar del Plata. https ://www.youtube.com/watch?v=IRc7boEdUqI

Les quais et les grues du port de Mar del Plata (1909-1940)

Les quais Luro et Gardella vont fonctionner respectivement jusqu'en 1916 et 1924. La première portion de quais inaugurés dans le port nouveau de Mar del Plata, en 1917, est ce que l'on appelle "el muelle de los pescadores", c'est-à-dire la partie du port réservée aux bateaux de pêcheurs. Cette darse est constituée d'un mur de 221 m de long avec son couronnement à 2 m au-dessus du niveau de la mer et une profondeur de 3 m. Ces quais permettent l'amarrage d'embarcation de petits tirant d'eau.

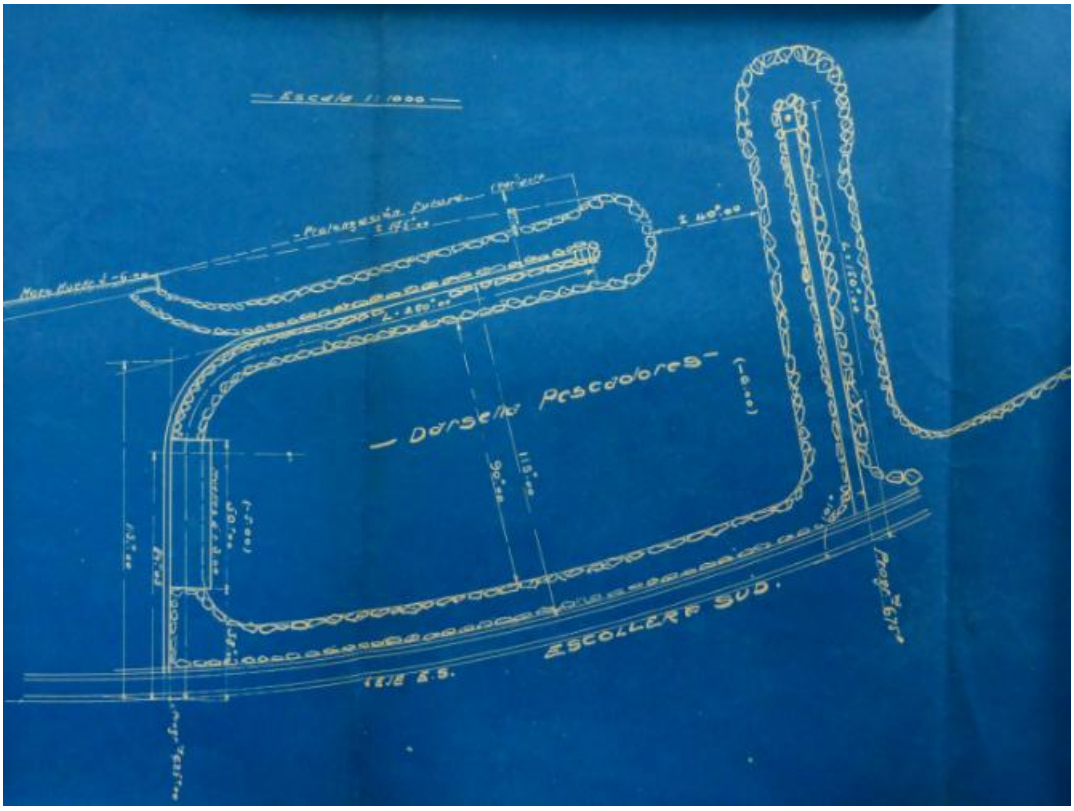


FIGURE 5.65 – Plan de la darse des pêcheurs (vers 1917). [151]

En 1922, la deuxième partie du port est livrée et est constituée de quais de cabotage d'une longueur de 800 m dont la profondeur est de 6,10 m. La troisième partie du port est réservée aux navires ayant un très grand tirant d'eau ; la longueur de ce quai est de 180 m et la profondeur et de 9,30 m MOP [1933] [152].

151. Source : Vias Navegables Quequen.
152. Ce document est un rapport du MOP (Ministerio Obras Publicas) datant sans doute de 1933 au vue des données présentées.

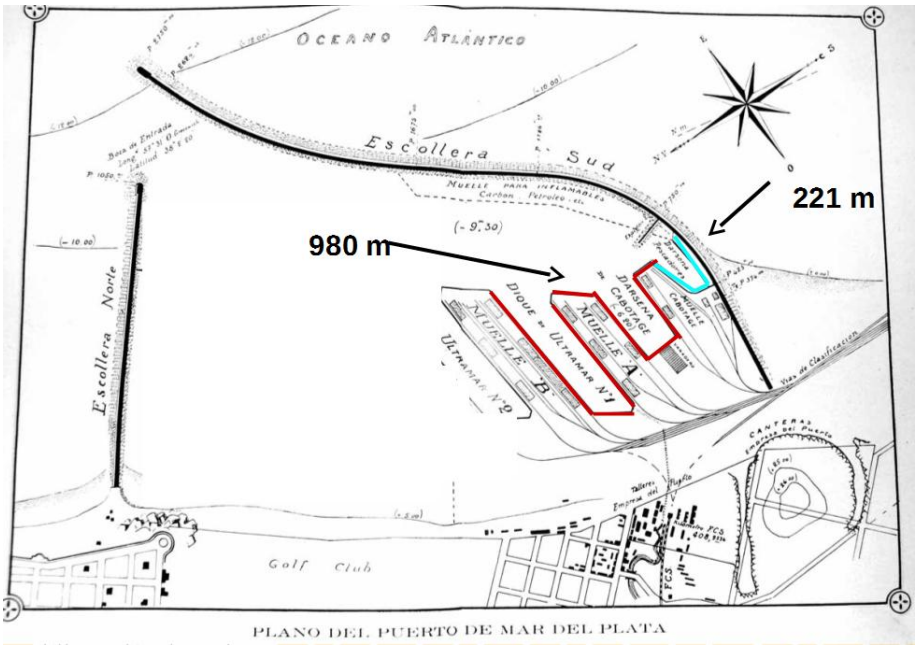


FIGURE 5.66 – Plan du port de Mar del Plata en 1922 SOCIÉTÉ NATIONALE DE TRAVAUX PUBLICS [1923].

Nous avons représenté sur le plan 5.66 en bleu les quais de moyennes profondeurs (=3m) ayant une longueur de 221m et en rouge les quais de grandes profondeurs (>6m) ayant une longueur cumulée de 980m. Nous n'avons pas la date de l'ouverture au commerce de la partie nord du Muelle B. Le rapport MOP [1933] décrit l'état du port en 1933 ; les quais en usage sont identiques à ceux en usage en 1922. Les sources consultées indiquent que le port moderne sera équipé de grues électriques mais nous n'avons pas trouvé de documents nous indiquant le nombre de celles-ci, ni le constructeur. En ce qui concerne les silos élévateurs de céréales, la loi 11.742 de 1933, ordonne la construction d'un silo élévateur terminal de 22 000 tonnes. Mais sa réalisation n'a abouti qu'en 1950. Nous avons repris les données concernant les quais et les grues du port de Mar del Plata dans le tableau 5.23.

Date	Longueur des quais en bois de p [153]<3m	Longueur des quais en béton de 3m=<p<6m	Longueur des quais en béton de p>=6m	Présence de grues à vapeur	Présence de grues électriques
1864	100				
1878	100			oui	
1905	640			oui	
1916	240			oui	
1917	240	221		oui	
1922	240	221	980	oui	oui
1924		221	980		oui
1933		221	980		oui

TABLEAU 5.23 – Artefacts : Quais et grues du port de Mar del Plata entre 1864 et 1933.

153. p représente la profondeur du quai.

L'étude des quais du port de Mar de Plata indique que le quai est un bon indicateur pour la périodisation du port. En effet, l'évolution des quais de petites profondeurs (p<3m) montre qu'ils sont présents au XIXème siècle mais qu'ils disparaissent au début du XX^{e} siècle au profit des quais de moyennes profondeurs (3m=<p<6m) et des quais de grandes profondeurs (>6m). L'évolution des types de quais rend compte de l'histoire du port de Mar del Plata et vient confirmer les études effectuées sur les ports de Brest et Rosario.

Conclusion des études des Histoires des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata.

Les travaux portant sur les études pour l'histoire des sciences et des techniques des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata ont permis de :

- valider le choix de la grue comme un indicateur de périodisation avec les propriétés **nombre de grues**, **énergie** et **capacité de levage** qui lui sont associées.
- valider le choix du quai comme un indicateur de périodisation avec les propriétés **longueur des quais** et **profondeur des quais**.
- valider le choix du silo-élévateur comme un indicateur de périodisation avec la propriété **capacité de stockage**.
- produire un modèle final de HST-PORT (voir figure 5.67) considéré comme une ontologie informelle.

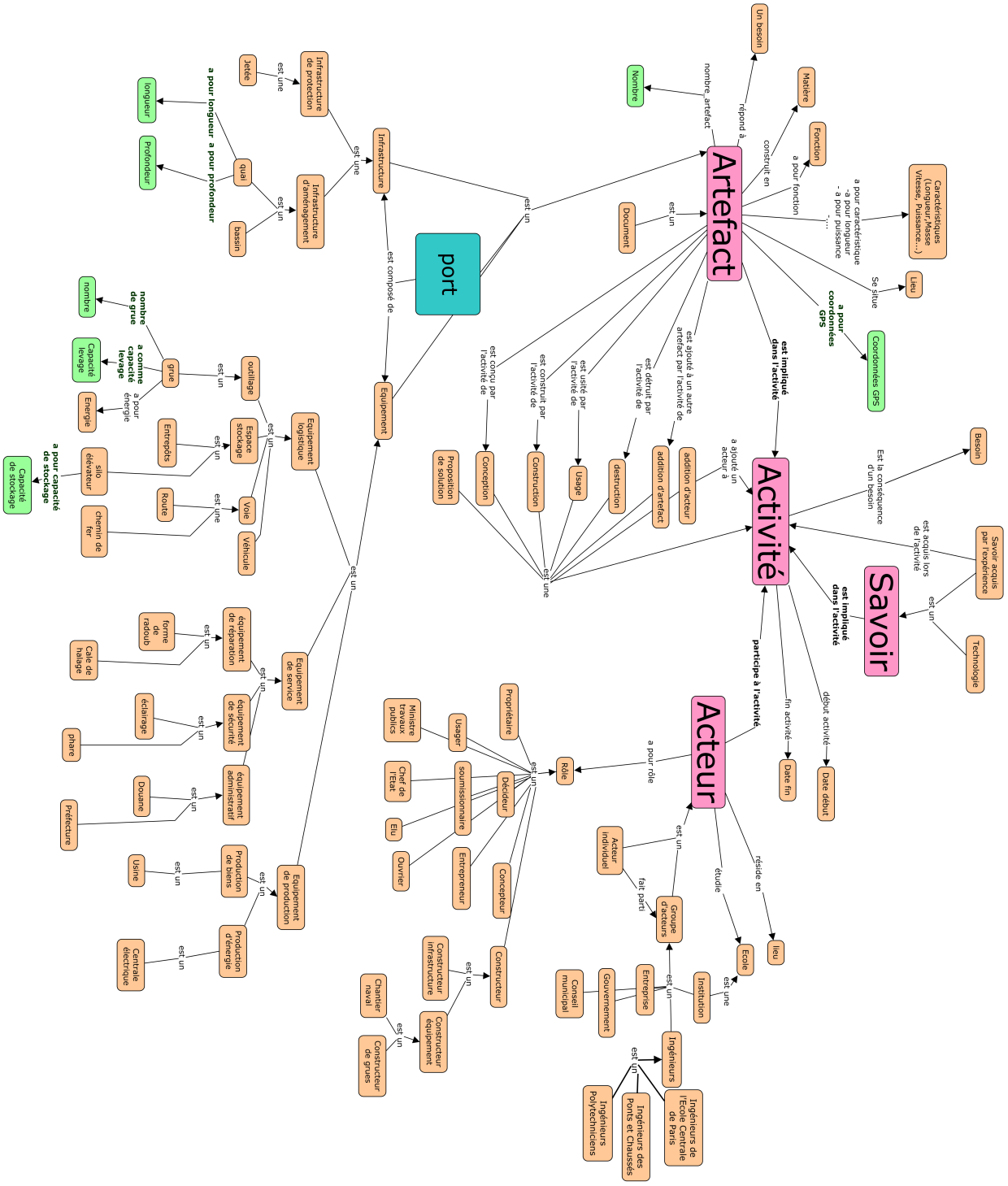


FIGURE 5.67 – Le modèle HST-PORT final.

Le modèle HST-PORT élaboré après les études des ports de Brest et Rosario est confirmé par l'étude du port de Mar del Plata. La version finale du modèle HST-PORT est identique à celui présenté dans le paragraphe 5.3.4. C'est à partir de cette ontologie informelle que nous allons construire l'ontologie formelle des ports que nous baptiserons PHO.

5.4 Cas d'étude n°1 : périodisation de l'histoire des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata.

Après avoir étudié et analysé les histoires des artefacts (quais, grues, silos) des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata du point de vue de l'histoire des sciences et des techniques, nous allons montrer que le modèle Any-Artefact couplé à un modèle d'évolution temporelle du cycle de vie de ces artefacts est pertinent pour générer une périodisation de l'Histoire de ces trois ports.

5.4.1 Périodisation du port de Brest pour l'Histoire des sciences et des techniques.

La périodisation de l'histoire du port de Brest va être produite par l'étude des indicateurs pertinents que sont les quais et les grues.

Périodisation du port en prenant le quai comme indicateur. A partir du cycle de vie d'un artefact (voir 4.3.2), on a élaboré le cycle de vie du port de commerce de Brest. Le cycle de vie, associé à l'étude de l'indicateur quai et de ses propriétés permet de périodiser l'usage du port.

Génération 1 [1700-1855] : la première génération du port de commerce de Brest, présentée en 5.68 s'étend de la moitié du XVIII^{e} siècle jusqu'en 1855. Elle correspond à une période où l'activité de commerce a lieu dans l'arsenal.

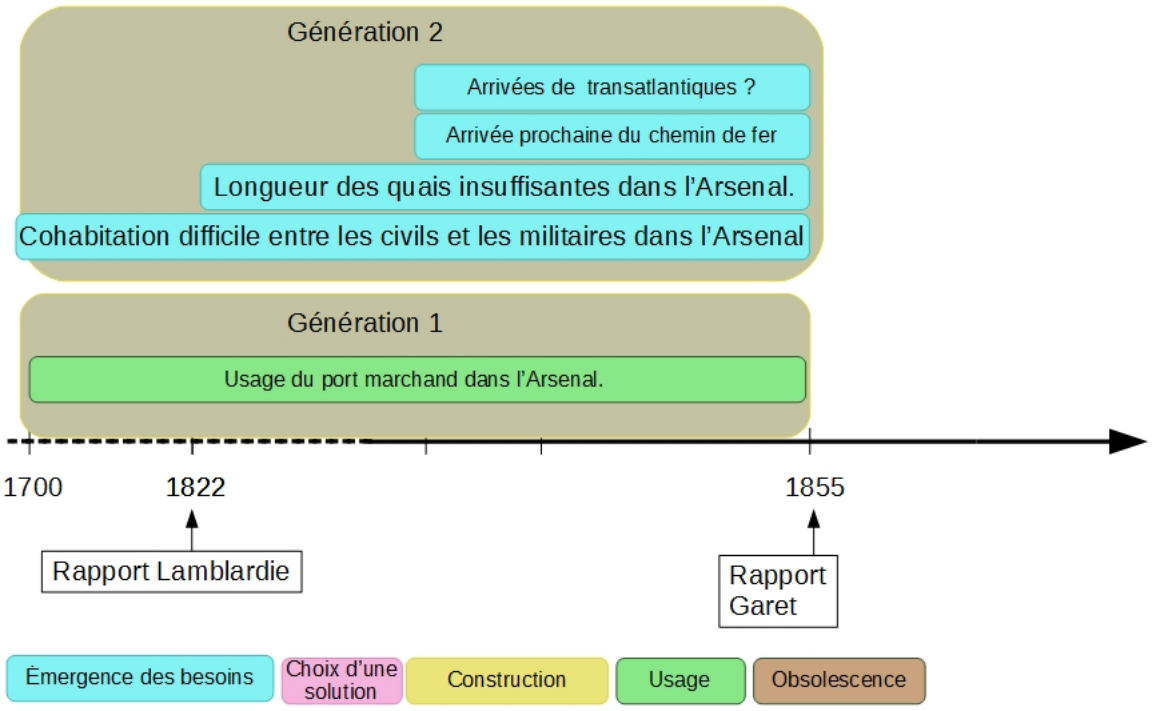


FIGURE 5.68 – La première génération du cycle de vie des quais du port de commerce de Brest.

Génération 2 [1700-1921] : la deuxième génération du port de commerce commence vers 1700 avec l'apparition du conflit d'usage entre la Marine et les commerçants. En 1822,

la longueur des quais dans l'arsenal devient un réel problème tant pour les commerçants que pour la Marine. C'est l'arrivée du chemin de fer et la perspective de recevoir des transatlantiques qui vont pousser l'État à rechercher une solution technique pour satisfaire les besoins exprimés. En 1859, le décret de construction du nouveau port est signé par Napoléon III et le chantier peut commencer. C'est un port conçu dans les années 1860 et s'adaptant aux besoins des navires de cette époque. Les quais sont fondés sur des blocs de béton. L'usage commence en 1865.

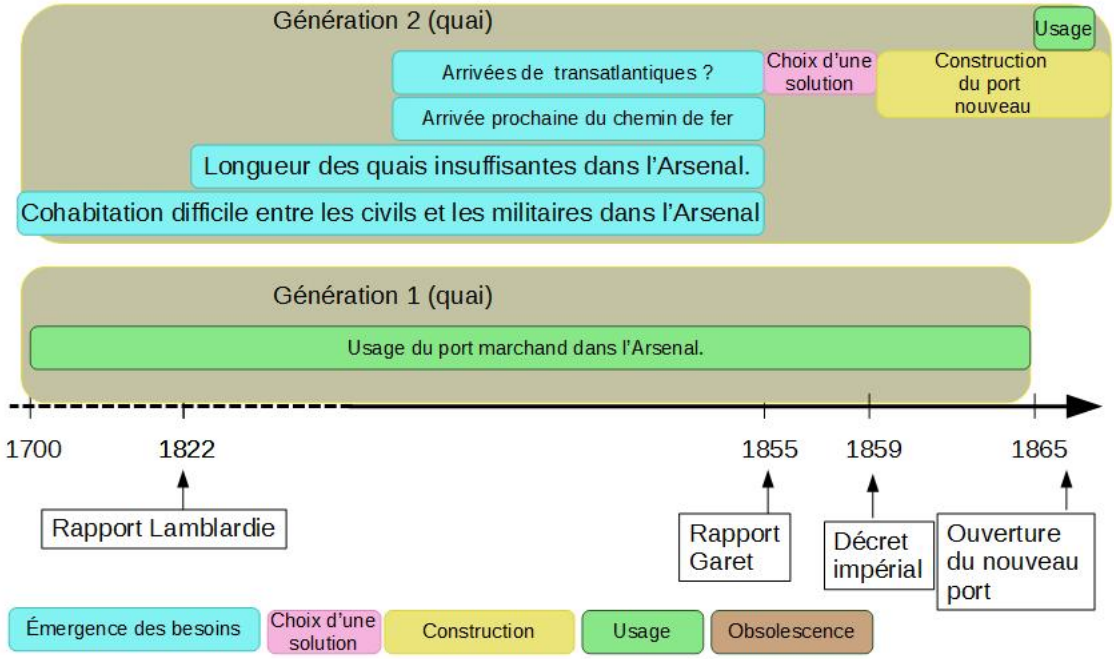


FIGURE 5.69 – Le cycle de vie des quais du port de commerce de Brest entre 1700 et 1873.

Pour périodiser l'usage du port de Brest, on s'intéresse à l'évolution des quais dans le nouveau port de commerce. Nous reprenons les données sur l'évolution des quais que nous avions produites au paragraphe 5.3.3. Dans le tableau suivant, nous synthétisons toutes les données disponibles entre 1822 et 1934. Elles sont essentielles pour notre travail car elles représentent les propriétés pertinentes des quais qui vont permettre de périodiser l'usage des quais du port de Brest.

Année	quais d'échouage 0m <= p < 3m	quais de profondeurs moyennes 3m <= p < 6m	quais de grandes profondeurs p>=6m
1822	-	477	-
1855	-	214	-
1865	400	262	670
1873	400	444	1018
1921	400	-	2114
1934	400	-	2114

TABLEAU 5.24 – Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest entre 1822 et 1934.

Le tableau 5.24 a déjà été reproduit et commenté dans le paragraphe 5.3.3. A partir des données recueillies dans le tableau 5.24, nous avons élaboré des graphiques (voir figure 5.70) représentant l'évolution des trois types de quais (petites, moyennes et grandes profondeurs). Nous montrerons dans le paragraphe 6.4.1 que ces graphiques peuvent être réalisés semi-automatiquement en interrogeant l'ontologie PHO avec des requêtes SPARQL.

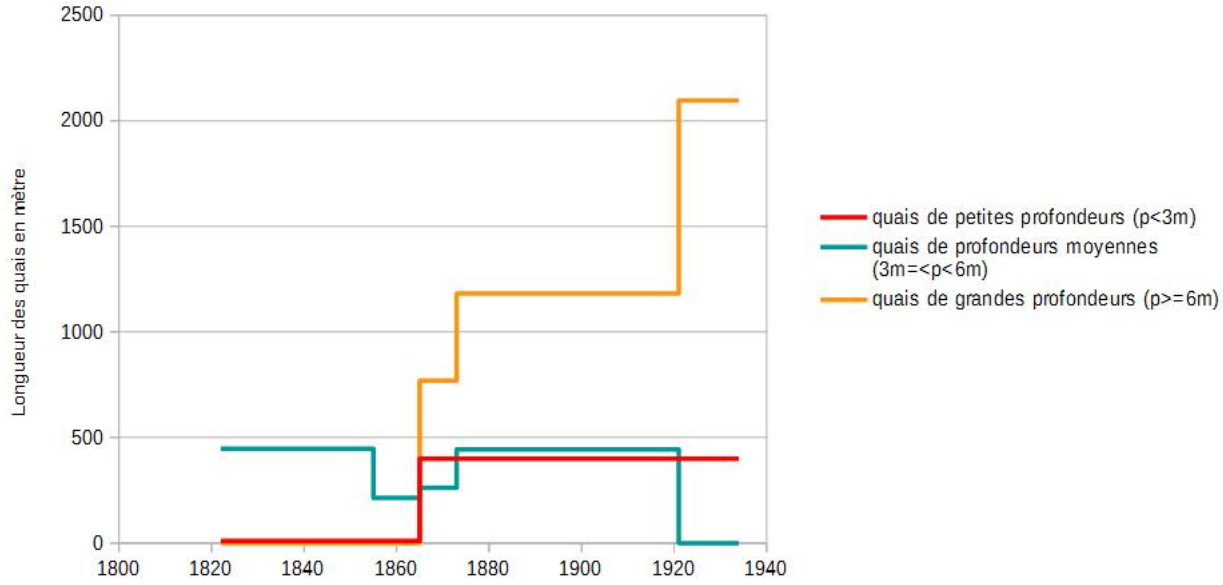


FIGURE 5.70 – Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest entre 1822 et 1934

La courbe rouge de la figure 5.70 indique que les quais d'échouage n'étaient pas présents dans le port marchand de la Penfeld. Les bateaux qui voulaient s'échouer devaient le faire sur les grèves à l'extérieur du port militaire. Lors de la construction du port Napoléon, 400 m de quais sont dédiés à l'échouage. On remarque que cette longueur perdure tout au long de notre étude, jusqu'en 1934. Cela peut signifier d'une part que le besoin de ce type de quai est une constante sur la période et d'autre part que le dimensionnement du port d'échouage répond aux exigences des usagers du port.

Les quais de mouillage moyen (courbe bleue) constituent l'ensemble du port marchand présent dans la Penfeld. Lors de la construction du pont tournant entre la ville de Brest et le quartier de Recouvrance en 1857, on observe une diminution des quais dédiés au commerce. Il faudra attendre 1873 pour que ce type de mouillage retrouve une longueur équivalente. À partir de 1921, le dragage fait disparaitre les quais de mouillage moyen au profit des quais de grand mouillage. Au lieu de construire de nouveaux quais de plus de 6m de profondeur, on convertit des quais de moyenne profondeur en quais de grande profondeur.

Les quais de grande profondeur (courbe jaune) n'étaient pas présents dans le port marchand. Dès 1855, dans les avant-projets pour la construction du port Brest, les ingénieurs avaient proposé de construire une partie du port avec une profondeur de 6 m en tenant compte des tirants d'eau des grands navires transatlantiques de l'époque. On remarque que les quais de grande profondeur se substituent aux quais de moyenne profondeur après la première guerre mondiale. Si en 1855, les bateaux ayant un tirant d'eau au-delà de 5 m sont assez peu nombreux et ne concernent semble-t-il que des transatlantiques, en revanche, des documents sur la construction d'une forme de radoub à Brest

indique qu'en 1902, de nombreux navires ont un tirant d'eau de 7m [154].

L'évolution du tirant d'eau des navires impose au port de s'adapter et de convertir les quais de moyennes profondeurs et grandes profondeurs. En analysant l'évolution de la profondeur des quais, on analyse également indirectement, l'évolution de la taille des navires. Les quais d'échouage ne sont concernés par ce changement car ils sont nécessaires pour le commerce local.

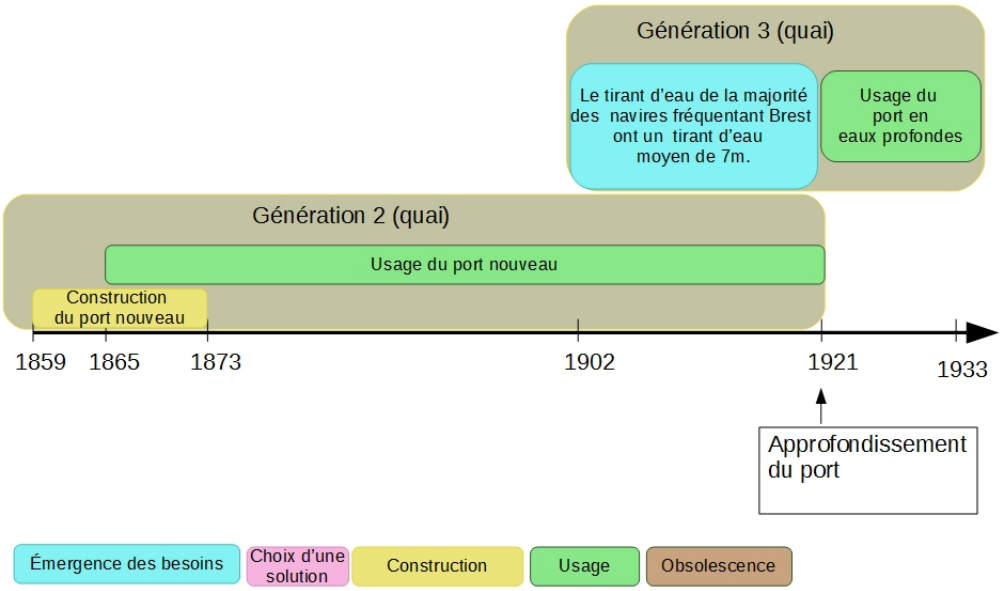


FIGURE 5.71 – Le cycle de vie du port de commerce de Brest entre 1859 et 1933 en prenant le quai comme indicateur.

Génération 3 [1902-1933] : Au début du XX^{e} siècle, les navires fréquentant le port de Brest ont un tirant d'eau avoisinant les 7m. Le port doit donc s'adapter par un dragage de ses quais à 7m, voire plus. A partir de 1921, le port s'est adapté et est devenu un port en eaux profondes. Tout au long de son histoire, le port de Brest s'est également équipé en engins de levage.

Périodisation du port en prenant la grue comme indicateur. Dans le tableau, nous reprenons les données des engins de levage par type de technologie (manuelle, vapeur et électrique) entre 1861 et 1933 produites au paragraphe 5.3.3. Ensuite, nous avons représenté graphiquement ces données.

154. 4S sup20, construction d'une forme de radoub, 1902

Année	grue manuelle	grue à vapeur	grue électrique
1861	1	0	0
1873	2	0	0
1890	2	4	0
1914	3	7	0
1917	3	17	0
1919	3	23	0
1923	0	21	4
1928	0	10	14
1929	0	9	30
1933	0	9	33

TABLEAU 5.25 – Outillage du port de Brest entre 1865 et 1933

Grues par types de technologie En reprenant les données issues de l'analyse des sources, nous avons représenté graphiquement l'évolution du nombre de grues en fonction du temps. En jaune, sont représentées les grues manuelles, en rouge, les grues à vapeur et en bleu, les grues électriques.

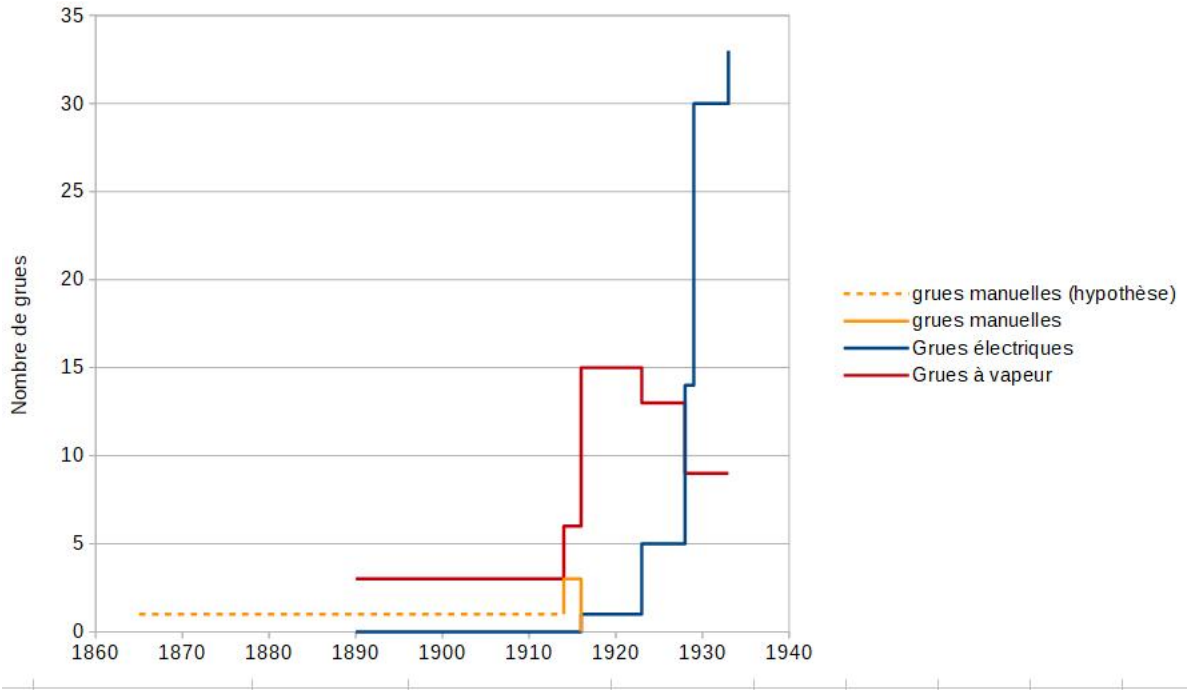


FIGURE 5.72 – Outillage du port de Brest entre 1865 et 1933.

Ce graphique nous montre l'évolution des grues du port de commerce de Brest suivant leur technologie. Nous allons analyser chaque type de grue afin d'en dégager une périodisation de l'histoire technique du port de Brest en prenant la grue comme indicateur pertinent. Cette périodisation sera présentée à la suite de cette analyse.

- **i) Les grues manuelles.** Elles sont présentes dans l'arsenal depuis le XVIII^{e} siècle (voir LAUBÉ [2009]) et apparaissent dans le port marchand, selon les sources, vers le milieu du XIX^{e} siècle. Dans le nouveau port de commerce, une seule grue à bras

apparaît en 1861 selon la documentation disponible. Dans l'article de PAWLOWSKI [1919], la présence de la grue mâture de 20 tonnes est avérée alors qu'elle n'était qu'un projet en 1873. En 1914, on trouve la trace de trois grues manuelles puis selon PAWLOWSKI [1919], elles disparaissent totalement du port en 1919. Le graphique montre un segment horizontal entre 1890 et 1917 puis une disparition des grues manuelles en 1919.

Si la machine à mâter [155] du XVII^{e} siècle utilise la même énergie que la grue présente dans le port de commerce en 1861, les matériaux rentrant dans leur fabrication divergent fortement. La machine à mâter est essentiellement en bois, la grue fournie par le maître fondeur Voruz de Nantes est en fonte, matériau innovant, issue de la révolution industrielle à l'œuvre dans toute l'Europe selon BRASSEUL [1998].

Les trois grues à bras présentes encore en 1914 donnent du port de Brest une impression d'archaïsme, de port hors de son temps. Selon les sources consultées, aucune grue manuelle n'est achetée après 1873. Les entrepreneurs et l'administration choisiront dorénavant des grues à vapeur.

- **ii) Les grues à vapeur.** Elles apparaissent dans le port de Brest à la fin du XIX^{e} siècle. Les trois grues présentes étaient utilisées pour le chargement et le déchargement du charbon. En 1916, en pleine Guerre mondiale, l'outillage du port de commerce double ; on observe une augmentation rapide du nombre de grues à vapeur. Cela se traduit sur le graphique par une rupture de la courbe, identifiée par deux segments verticaux en 1917 et 1919. Un sommet est atteint entre 1919 et 1923. Après la guerre, le nombre de grues à vapeur tend à diminuer. Selon la documentation disponible, les dernières grues à vapeur sont achetées en 1923 par une entreprise privée. Paradoxalement, en 1907, GASQUET [1907] écrit que *"les grues à vapeur ont disparu de presque tous les grands ports parce qu'elles nécessitaient une chaudière spéciale pour chaque engin ; les dangers d'incendie étaient augmentés et chaque appareil n'était prêt à entrer en fonction qu'après la mise en pression de la chaudière. Cependant, ces grues peuvent rendre des services pour outiller un quai à faible trafic et éloigné du centre du port."* Le port de Brest est donc relativement en retard par rapport aux autres ports et ne peut pas être considéré comme un grand port. Les grues à vapeur vont être progressivement remplacées par des grues électriques.
- **iii) Les grues électriques.** Si la première grue électrique apparaît en 1916 dans le port de Brest, il faut attendre 1928 pour observer une très forte augmentation de ce type de grue : on passe de 5 grues en 1920 à 33 en 1933. Alors que le nombre de grues à vapeur diminue à partir de 1920, le nombre de grues électriques augmente parallèlement à partir de cette date. On observe donc un remplacement d'une technologie par une autre.

  Dans un article intitulé "Les grues électriques du port du Havre." de la revue "Le génie Civil", DUMAS [1897] rend compte des essais des grues électriques dans les ports et pointe déjà l'émergence de cette technologie au détriment de la vapeur et de l'hydraulique.

  > *"Le génie civil a publié tout récemment une étude dans laquelle sont passées en revue les principales applications de l'électricité aux engins de levage des ports de mer. Quoique cette étude ne traite que d'installations faites à l'étranger, il ne faudrait pas en déduire que rien n'a encore été tenté*

155. La grue mâture du port de commerce a beaucoup de similitude avec la grue à mâter de l'arsenal. Une étude comparative pourrait faire l'objet d'un travail ultérieur.

en France dans le même ordre d'idées. Divers essais d'application de l'électricité à la manœuvre des grues ont, en effet, déjà eu lieu dans notre pays, et d'autres se poursuivent actuellement. Parmi ces derniers, nous nous bornerons à citer ce qui s'exécute en ce moment sous les auspices de la chambre de commerce de Rouen. Nous aurons d'ailleurs, sans doute l'occasion de revenir sur ces essais, qui seront d'autant plus intéressants à suivre que l'on se propose d'obtenir des mouvements d'orientation et de levage par des moteurs séparés et à courant continu. L'électricité serait, du reste, utilisée parallèlement avec l'eau sous pression. Quant aux essais déjà exécutés, ceux entrepris par la chambre de commerce du Havre, et qui remonte à l'année 1894, sont encore les seuls qui aient donné des résultats réellement satisfaisants. À peu près à la même époque, la chambre de commerce de Bordeaux avait bien entrepris quelques essais pour appliquer l'électricité à la commande des grues de ce port, mais les résultats n'ayant pas été favorables, cette tentative fut abandonnée ; toutefois, cette question est à l'ordre du jour et il n'est pas douteux que, grâce aux progrès incessants de l'industrie électrique, elle ne soit étudiée de plus près, non seulement dans les ports de mer, mais d'une façon générale partout où il existe de nombreux appareils de levage."

Les grues électriques se sont généralisées dans les grands ports dans les premières années du XX^{e} siècle selon GASQUET [1907].

Avec tous les éléments cités précédemment, nous proposons une périodisation de l'histoire technique du port de Brest (voir figure 5.73) en prenant la grue comme indicateur pertinent.

Génération 1 [1865-1917]. Les grues manuelles sont utilisées entre 1865 et 1919.

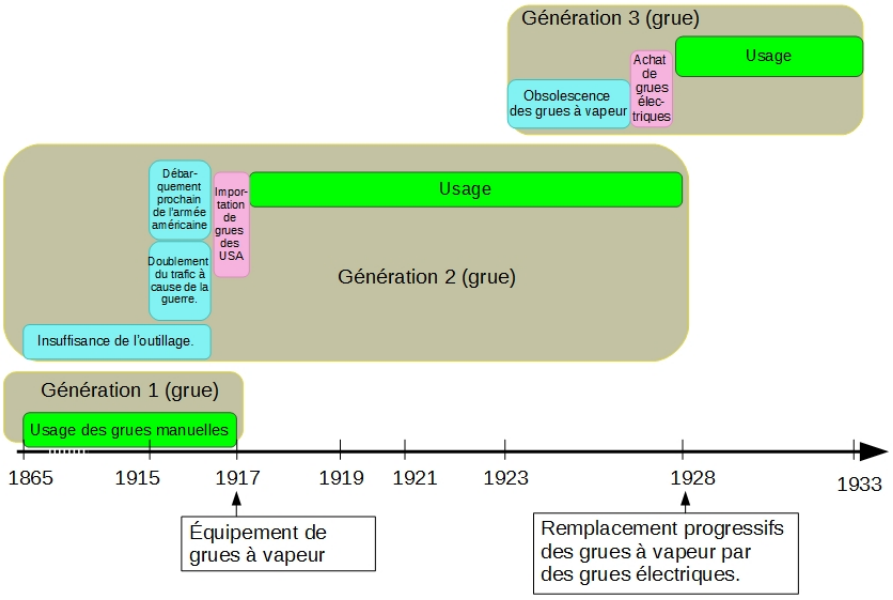


FIGURE 5.73 – Cycle de vie des engins de levage dans le port de Brest entre 1865 et 1933.

Génération 2 [1865-1928]. Le port de Brest, à peine construit, est sous-outillé et cet état de fait perdure jusqu'à la Grande Guerre. A cause de celle-ci, le port de Brest reçoit une partie importante de l'approvisionnement des armées sur le front ; son trafic double

à partir de 1915 par rapport à ce qu'il était avant la guerre. Le débarquement du corps expéditionnaire des Etats Unis à Brest oblige à une modernisation de l'outillage. Tous ces besoins vont conduire à un équipement du port de Brest en grues à vapeur provenant des Etats-Unis. Nous avons représenté dans la figure 5.73 la périodisation de l'Histoire du port de Brest en prenant la grue comme indicateur. Après la Guerre Mondiale, le port de Brest conserve les grues américaines.

Génération 3 [1923-1933]. En 1923, les dernières grues à vapeur sont achetées. A la fin des années 20, la poursuite de l'usage des grues à vapeur nécessiterait un gros investissement pour remettre en état des appareils déjà en fin de vie. Les investissements vont plutôt se porter sur l'achat de grues électriques. A partir de 1928, les grues électriques remplacent progressivement les grues à vapeur. Une période d'usage de cet outillage commence. Dans les sources, nous n'avons pas trouvé de données supplémentaires qui nous permettraient de poursuivre notre investigation après 1933.

Avec cette périodisation obtenue avec l'étude des engins de levage du port de Brest (voir figure 5.73), nous pouvons la comparer avec celle obtenue par l'étude des quais (voir figure 5.71). Cette comparaison nous fournira la périodisation de l'Histoire technique du port de Brest. Pour construire la périodisation du port de Brest, nous avons combiné dans la figure 5.74, les représentations des cycles de vie du port de Brest en utilisant d'une part le quai et d'autre par la grue comme indicateur.

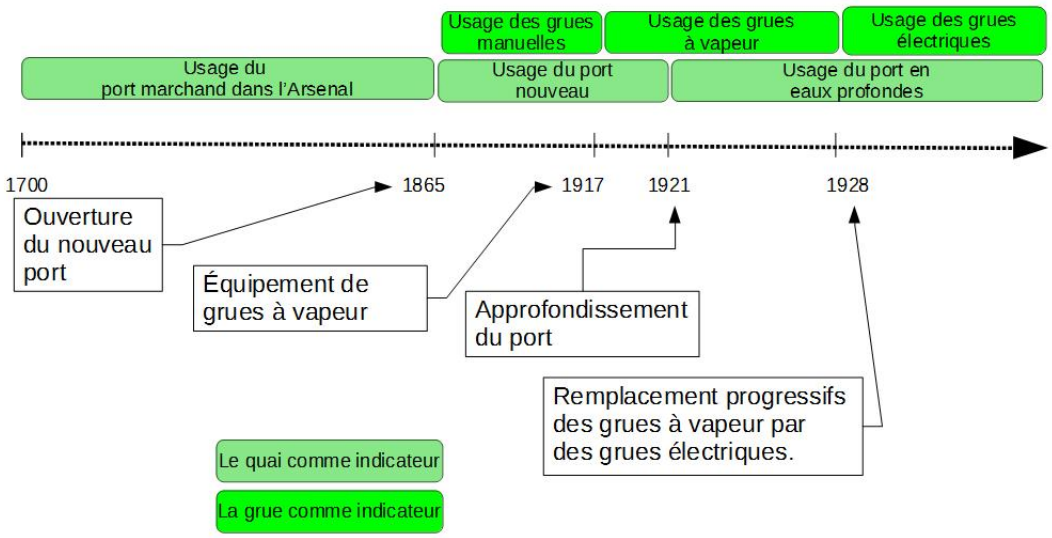


FIGURE 5.74 – Cycle de vie du port de Brest en prenant les quais (voir figure 5.71) et les grues (voir 5.73) comme indicateurs pertinents.

Conclusion : périodisation du port de Brest En analysant la figure 5.74 issue de l'étude conjointe des quais et des grues comme indicateurs pertinents, nous définissons cinq périodes pour l'Histoire du port de Brest qui sont présentées dans la figure 5.75.

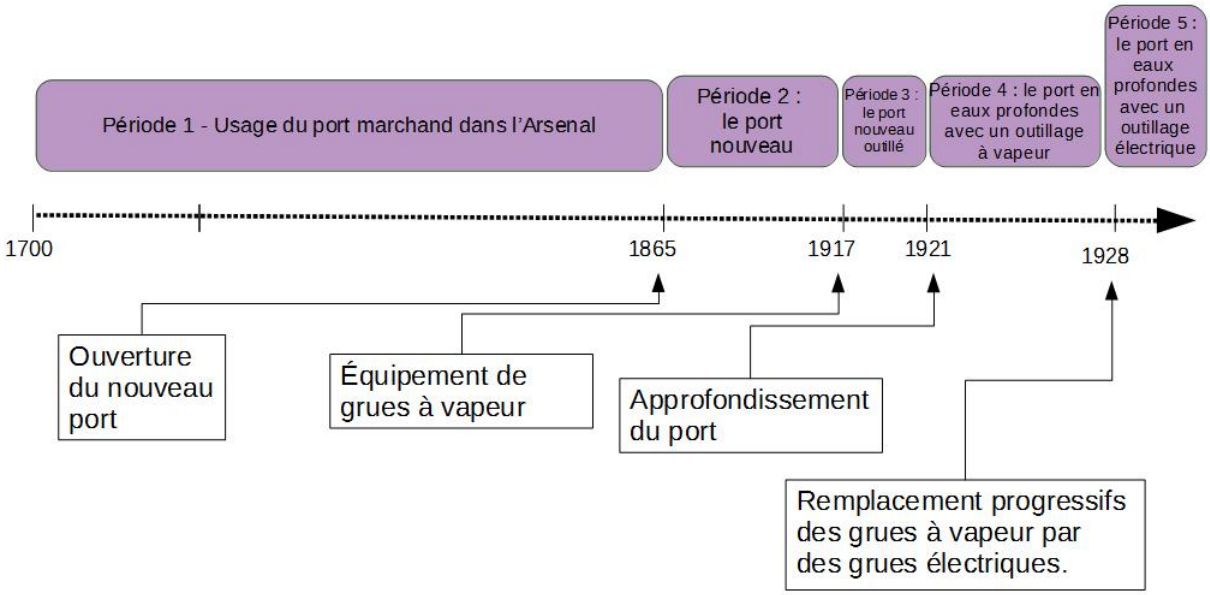


FIGURE 5.75 – Périodisation de l'Histoire technique du port de Brest.

Chaque rectangle violet de la figure 5.75 représente une génération du port de Brest, décrite ci-dessous.

- **i) Période 1 [milieu du XVIII^e siècle jusqu'en 1865] :** le port de commerce se situe dans l'arsenal. Nous avons vu que la nécessite d'avoir un port de commerce hors de l'arsenal émerge dès la fin du XVIII^e siècle. Les quais sont en pierre. C'est l'arrivée du chemin de fer à Brest combinée avec l'opportunité pour le port de devenir tête de ligne d'une ligne de transatlantique qui pousse l'état à faire construire un nouveau port.
- **ii) Période 2 [1865-1917] :** l'activité de commerce a lieu dans le nouveau port. Cependant, l'outillage est rapidement jugé insuffisant.
- **iii) Période 3 [1917-1921] :** l'arrivée du corps expéditionnaire des Etats-Unis lors de la première guerre mondiale permet l'équipement du port en grues à vapeur. Le port de Brest est outillé convenablement.
- **iv) Période 4 [1921-1928] :** le cinquième bassin n'est pas totalement dragué à une profondeur supérieure à 6m ce qui ne lui confère pas la possibilité de recevoir des navires de fort tirant d'eau. Après la guerre, les travaux de dragage sont entrepris pour approfondir le port. Dès 1923, les premières grues électriques apparaissent sur les quais du port, achetées par une entreprise privée.
- **v) Période 5 [1928-1933] :** les quais conservent leurs longueurs et leurs profondeurs ; par contre, les grues à vapeur sont remplacées progressivement par des grues électriques.

L'étude du cycle de vie du port de Brest et l'analyse de l'évolution de ses quais et de ses grues ont permis de proposer une périodisation du port pour l'histoire des sciences et des techniques. Ce travail a montré que :

- le modèle Any-Artefact avec ces deux composantes, un modèle d'activité humaine avec trois pôles (acteurs, artefacts, savoirs) couplé à un modèle d'évolution temporelle du cycle de vie des artefacts est pertinent pour générer une périodisation de

l'Histoire d'un artefact dans le domaine des sciences et techniques. Ici l'artefact est le port.

- en considérant un port comme un macro-système technique, le quai et la grue associés à leurs propriétés sont des indicateurs pertinents pour la périodisation d'un port.

Nous poursuivons notre travail en nous intéressant à la périodisation du port de Rosario.

5.4.2 Périodisation de l'Histoire technique du port de Rosario

Nous allons dans un premier temps analyser les données recueillies autour des quais et des grues du port de Rosario. En appliquant la méthode utilisée pour le port de Brest, nous proposerons une périodisation de l'Histoire technique du port de Rosario.

Périodisation du port en prenant le quai comme indicateur.

Nous avons montré pour le port de Brest que l'étude de l'évolution des indicateurs comme la longueur ou la profondeur des quais ainsi que l'évolution du nombre de grues permettaient de proposer une périodisation de l'Histoire du port. Nous cherchons donc, à partir de ces mêmes indicateurs à périodiser l'Histoire du port de Rosario. A partir des informations liées aux quais et au grues du port de Rosario, nous avons élaboré des tableaux et des graphiques. Ces graphiques vont nous permettrent de rendre compte de l'évolution des indicateurs.

Dates	longueur des quais en bois [156]	longueur des quais en béton	grues à vapeur	grues électriques	silos élévateurs capacités (tonnes)
1854	40				
1859	160		2		
1860	160		2		
1881	185		3		
1883	785		8		
1884	985		8		
1885	1685		15		
1888	1645		13		
1902	1100		10		
1905	1750	350	10	10	
1905	1750	350	10	10	24000
1912	3609	2752	21	46	24000
1931	3609	2752	21	46	104 000
1932	3609	2752	21	50	104 000
1940	3609	2752	*21* [157]	*50*	180 000
1942	3609	2752	*21*	*50*	180 000

TABLEAU 5.26 – Artefacts : Quais et grues du port de Rosario entre 1854 et 1942.

Dans les colonnes "longueur des quais en bois" et "longueur des quais en béton", nous avons indiqué la longueur de ces quais présentes à une date donnée. Par exemple, en 1902, on ajoute les longueurs du quai du chemin de fer FFCA ainsi que l'ensemble des quais nationaux. On trouve alors une longueur cumulée de 1100 mètres. On fait le même calcul pour les quais en béton et les grues.

Lors de l'étude de l'histoire du port de Brest, nous avions analysé la longueur et la profondeur des quais pour produire une périodisation. Pour le port de Rosario, la propriété profondeur n'est pas pertinente car le port est naturellement un port en eaux profondes. Nous allons donc nous centrer sur l'étude de la longueur des quais.

Dans le tableau 5.27 on a ajouté les longueurs des quais en bois ainsi que les quais en béton ce qui nous a permis de représenter dans la figure 5.76 l'évolution de la longueur des quais en fonction du temps. La reproduction automatique de cette figure en interrogeant l'ontologie PHO sera présentée au paragraphe 6.4.1.

Dates	longueur des quais en bois	longueur des quais en béton	longueur totale des quais
1854	40		40
1859	160		160
1860	160		160
1881	185		185
1883	785		785
1884	985		985
1885	1685		1685
1888	1645		1645
1902	1100		1100
1905	1750	350	2110
1912	3609	2752	6361
1931	3609	2752	6361
1932	3609	2752	6361
1940	3609	2752	6361
1942	3609	2752	6361

TABLEAU 5.27 – Artefacts : Quais du port de Rosario entre 1854 et 1942.

On observe plusieurs périodes de stabilité, séparées par des intervalles de temps où les longueurs des quais évoluent. Nous associons chaque période de stabilité à une génération de quai notée "Génération n".

156. Les quais du ports de Rosario sont naturellement des quais de grandes profondeurs (profondeur>6m)
157. Le nombre de grues à vapeur et électrique en 1940 et 1942 n'est pas connu. On fait une supposition que ces nombres se maintiennent

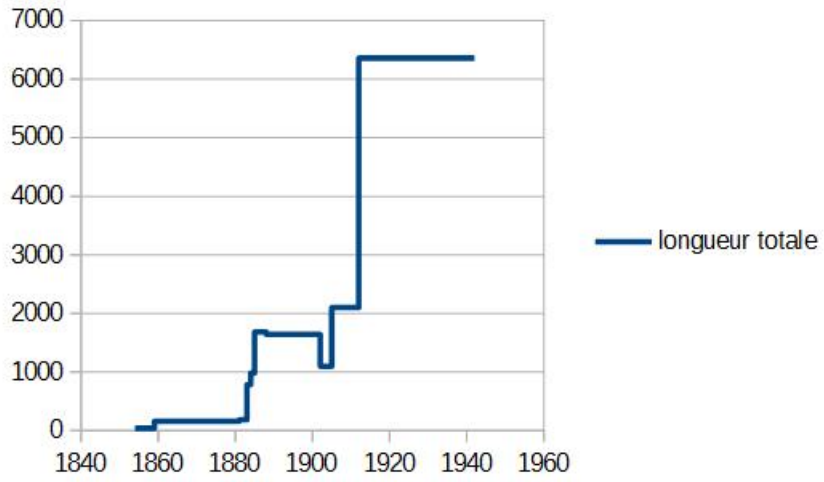


FIGURE 5.76 – Evolution des quais du port de Rosario entre 1854 et 1942.

Entre 1854 et 1881, quelques quais particuliers de faible longueur sont construits. Sur la période [1883-1888], la longueur cumulée augmente significativement, correspondant à la construction des quais des chemins de fer britanniques. Entre 1888 et 1902, la longueur des quais est constante. Elle baisse en 1902 par la destruction des quais particuliers. En 1905, les premiers quais de la concession sont inaugurés.

En utilisant la figure 5.76 ainsi que les données produites dans le paragraphe 5.3.4 nous pouvons en déduire le cycle de vie des quais du port de Rosario (figure 5.77), en représentant en vert l'usage des quais de ce port.

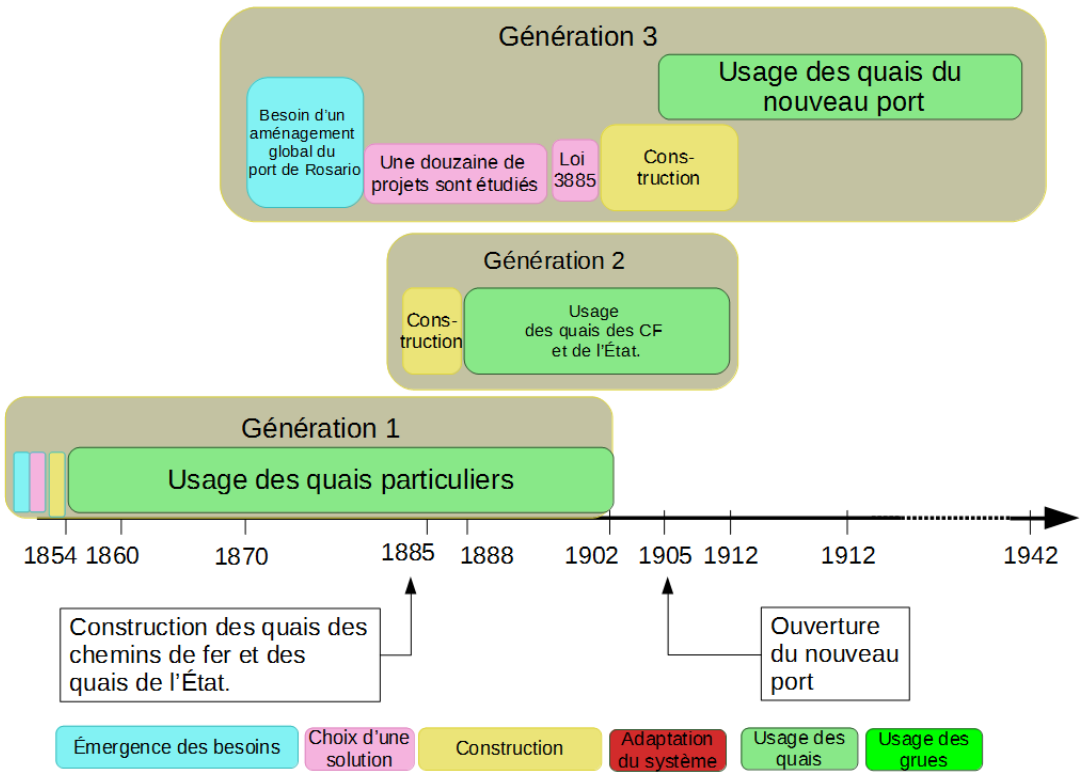


FIGURE 5.77 – Cycle de vie du port de Rosario en étudiant les quais comme indicateurs.

Le cycle de vie du port de Rosario se décompose alors en trois générations :

- **i) Génération 1 [1854-1902] :** depuis 1852, Buenos Aires a fait sécession avec le reste de l'Argentine. Les autres provinces se sont regroupées dans la Confédération Argentine. Avant 1852, les produits d'importation passaient par la douane de Buenos Aires ; ils passeront dorénavant par Rosario qui devient la capitale économique de la Confédération Argentine. Le manque d'infrastructure portuaire freine le développement de la Confédération. Ce besoin va être pris en compte par le Gouvernement de la Confédération Argentine en 1854 qui va favoriser la construction de quais privés. Cette génération correspond à l'usage des premiers quais dont de Hopkins, Castellano, Comas, muelle del gaz. Ils seront détruits en 1902 lors des travaux du nouveau port.
- **ii) Génération 2 [1885-1912] :** la parenthèse de la Confédération Argentine se referme en 1861 après la bataille de Caseros. Les compagnies de chemins de fer britanniques investissent massivement dans la construction de voies de chemin de fer. Ces voies unissent les Provinces en vue d'exporter leurs matières premières. Les compagnies FFCA et FFOE construisent leurs propres quais pour exporter leurs marchandises. Pendant cette période, l'État fait construire également ses propres quais, les "muelles nacionales".
- **iii) Génération 3 [1870-1942] :** Dès 1870, les autorités locales souhaitent un aménagement global du port de Rosario et par la suite, plusieurs solutions techniques sont proposées. Souvent par manque d'argent, les projets ne sont pas réalisés. En 1899, la loi 3885 autorise un concours pour la construction d'un port moderne. En 1902, l'entreprise Hersent remporte le concours et la construction commence. En 1905, le port est ouvert au commerce. Jusqu'en 1912, la longueur des quais augmente (voir figure 5.76). A partir de 1912, les quais du port de Rosario entre dans une longue période d'usage.

Après cette première périodisation, nous étudions l'évolution des quais en suivant les technologies mises en oeuvre dans leurs constructions . Nous représentons donc graphiquement l'évolution des quais en bois ainsi que ceux construits en béton. Nous obtenons la figure 5.78 qui représente les évolutions séparées des quais en bois et en béton.

FIGURE 5.78 – Évolution des quais en bois et en béton du port de Rosario entre 1854 et 1942.

On observe à partir de l'analyse du graphique de la figure 5.78 qu'entre 1905 et 1942, on assiste à un très fort déploiement des quais en béton du fait de la construction du port moderne. Malgré l'utilisation du béton, la construction des quais en bois est maintenue, surtout pour des raisons économiques. Les évolutions des quais en bois et en béton

suivent les mêmes évolutions que l'ensemble des quais (voir figure 5.76) . L'étude des savoirs mis en oeuvre lors des constructions des quais ne permet pas d'affiner la périodisation.

L'étude des quais du port de Rosario a permis d'élaborer le cycle de vie du port en prenant le quai comme indicateur pertinent de la périodisation. Nous allons affiner la périodisation du port de Rosario en étudiant l'évolution des grues entre 1854 et 1942.

Etude de l'évolution des grues dans le port de Rosario. Le développement des quais s'est accompagné d'un développement des grues; à vapeur à partir de 1859 puis électriques à partir de 1905.

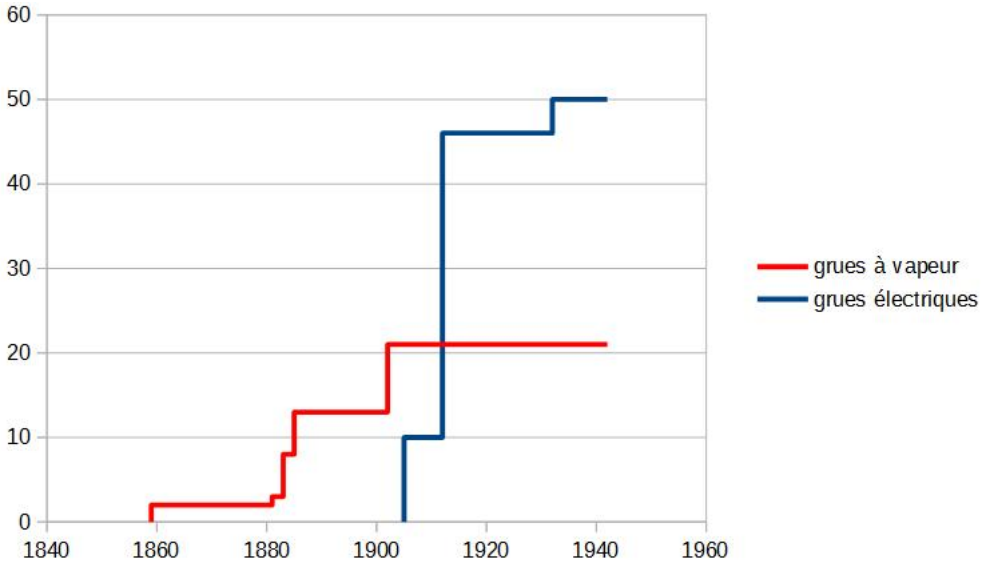


FIGURE 5.79 – Evolution des grues dans le port de Rosario entre 1854 et 1942.

On observe à partir de l'analyse du graphique 5.79 plusieurs périodes de stabilité, séparées par des intervalles de temps où le nombre et les types de grues évoluent.

Nous remarquons que l'évolution des grues du port de Rosario s'est faite en 3 générations.

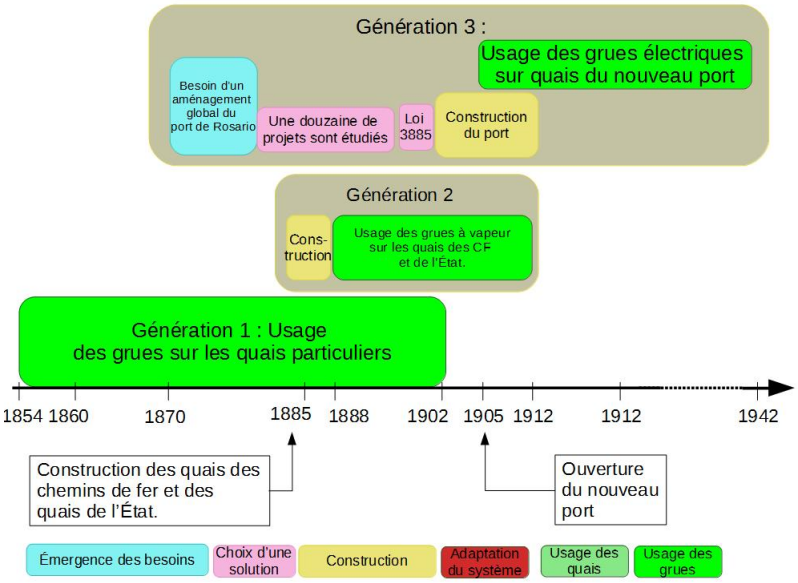


FIGURE 5.80 – Cycle de vie du port de Rosario en étudiant les grues comme indicateurs.

Le cycle de vie des grues du port de Rosario (figure 5.80) se décompose en trois générations :

- **i) Génération 1 [1859 - 1902] :** les grues à vapeur apparaissent sur les quais particuliers.
- **ii) Génération 2 [1885 - 1912] :** le nombre de grues à vapeur augmente en même temps que la construction et la mise en service des nouveaux quais des chemins de fer ainsi que les quais de l'État.
- **iii) Génération 3 [1870-1942] :** la construction du nouveau port implique un outillage moderne. Les grues électriques apparaissent lors de l'inauguration de la première tranche du nouveau port de Rosario. Lorsque les travaux sont achevés, le nombre de grues électriques augmente fortement. Les grues à vapeur continuent à être utilisées.

Nous remarquons donc que le cycle de vie des grues du port de Rosario (figure 5.80) se confond avec le cycle de vie des quais 5.77. A chaque construction de nouveaux quais, l'outillage augmente. On remarque aussi que la rupture technologique induite par l'apparition des grues électriques est concomitante avec la construction du nouveau port de Rosario. Pour le port de Brest, il y avait un décalage entre la construction des quais et leur outillage. Pour le port de Rosario, l'étude de la grue comme indicateur ne permet pas d'affiner la périodisation du port.

A la différence du port de Brest, le port de Rosario est un port céréalier, porte ouverte de la Pampa sur les marchés de consommation extérieurs. Le port étant selon notre hypothèse une interface entre la terre et la mer et également un macro-système technique qui est la combinaison d'un objet technique au sens large et d'une organisation de la gestion des flux. Pour le port de Rosario, le flux en question est le grain. Nous allons donc nous intéresser à l'artefact qui permet au grain de franchir l'interface terre/mer : le silo élévateur terminal.

Le silo-élévateur, un indicateur de périodisation de l'histoire du port de Rosario. Nous reprenons les données concernant les silos-élévateurs du port de Rosario que nous avons obtenues dans le paragraphe 5.3.4.

Années	Capacités cumulées des silos (en tonnes)
1905	34800
1931	114800
1940	190800

TABLEAU 5.28 – Capacités cumulées des silos élévateurs de Rosario entre 1905 et 1942.

A partir de ces données, nous produisons le tableau 5.81

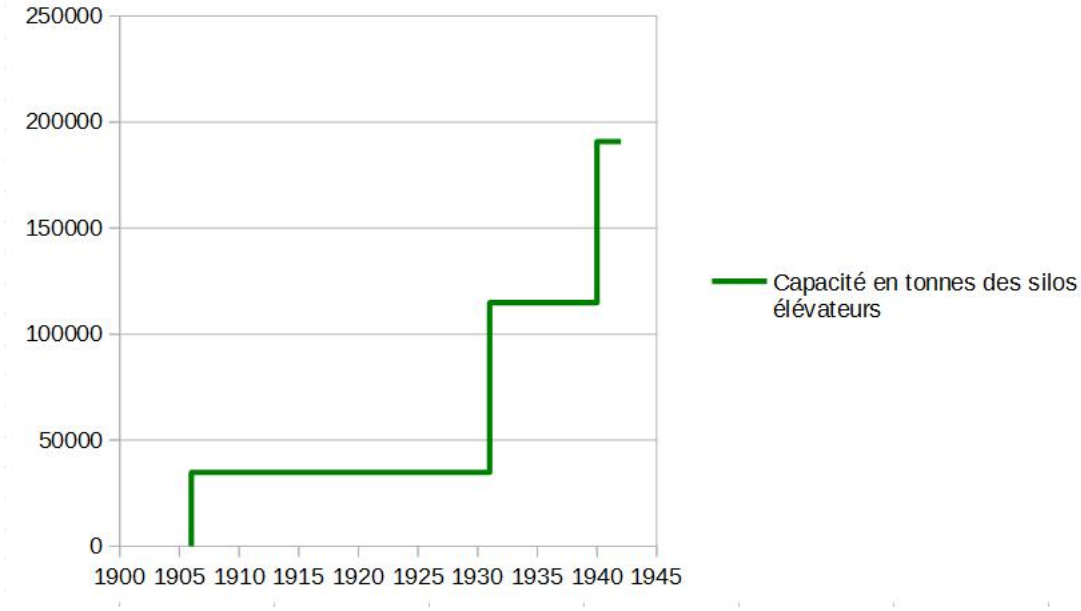


FIGURE 5.81 – Graphique représentant les capacités cumulées des silos élévateurs de Rosario entre 1905 et 1942.

On observe à partir de l'analyse du graphique 5.81 plusieurs périodes de stabilité, séparées par des intervalles de temps où la capacité cumulée des silos-élévateurs évoluent. Nous associons chaque période de stabilité à une génération de silos élévateurs notée "Génération sn". Nous pouvons proposer un cycle de vie du port de Rosario (figure 5.82) en étudiant le silo-élévateur comme indicateur.

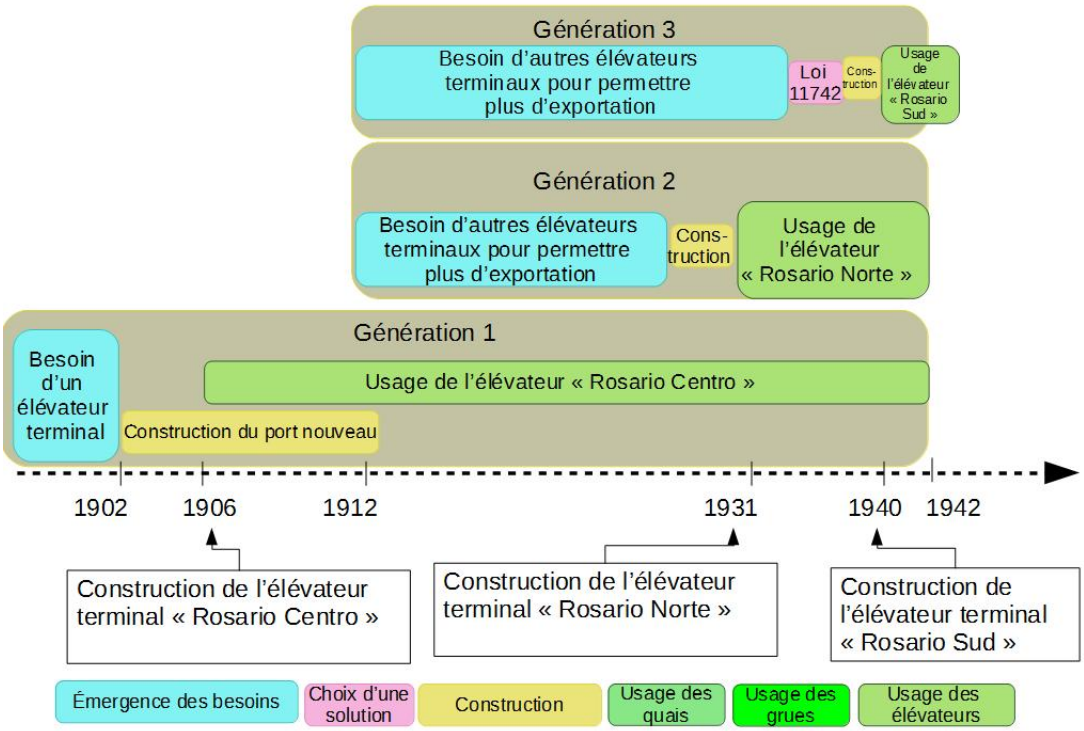


FIGURE 5.82 – Cycle de vie du port de Rosario en étudiant les silos élévateurs de Rosario entre 1905 et 1942 comme indicateurs.

Le cycle de vie des silos-élévateurs du port de Rosario s'est faite en trois générations (voir figure 5.82) :

- **i) Génération 1 [1899 - 1942] :** dans le projet de construction du port par Hersent, un élévateur à grain est prévu. En 1906, l'entreprise constructrice du port de Rosario livre le premier élévateur terminal dans l'Histoire du port de Rosario.
- **i) Génération 2 [1912-1942] :** la capacité du silo de la concession française n'est pas suffisante pour prendre en charge l'ensemble des céréales disponibles pour l'exportation. La "Corporación Americana de Fomento Rural" fait construire un élévateur de 80 000 tonnes au nord de la concession. Cet élévateur prendra le nom de "Rosario Norte". L'élévateur du centre prendra, lui, le nom de "Rosario Centro".
- **i) Génération 3 [1912-1942] :** la capacité des silos existants est encore insuffisante ; la loi 11.742 sur la création d'un réseau d'élévateurs terminaux dans les ports de la République d'Argentine impose de construire un élévateur supplémentaire dans le sud de la concession. Cet élévateur de 76000 tonnes prendra le nom de "Rosario Sud". Notre étude du port de Rosario s'arrête avec la nationalisation en 1942. Cependant, la génération perdure jusqu'aux années 1970 avec la construction d'un nouvel élévateur.

L'utilisation du silo-élévateur terminal comme indicateur pertinent de la périodisation de l'Histoire du port est très intéressant dans la mesure où cette étude permet de préciser l'histoire du port qui débutait par la mise en service du port moderne jusqu'à la nationalisation. Nous allons donc détailler maintenant la périodisation du port de Rosario en utilisant comme indicateurs pertinents le quai et le silo-élévateur.

Conclusion : périodisation du port de Rosario. Nous reprenons ici les représentations des cycles de vie du port de Rosario en utilisant séparément comme indicateur d'une part le quai et ses générations notées "qR" et d'autre par le silo-élévateur avec ses générations notées "sR".

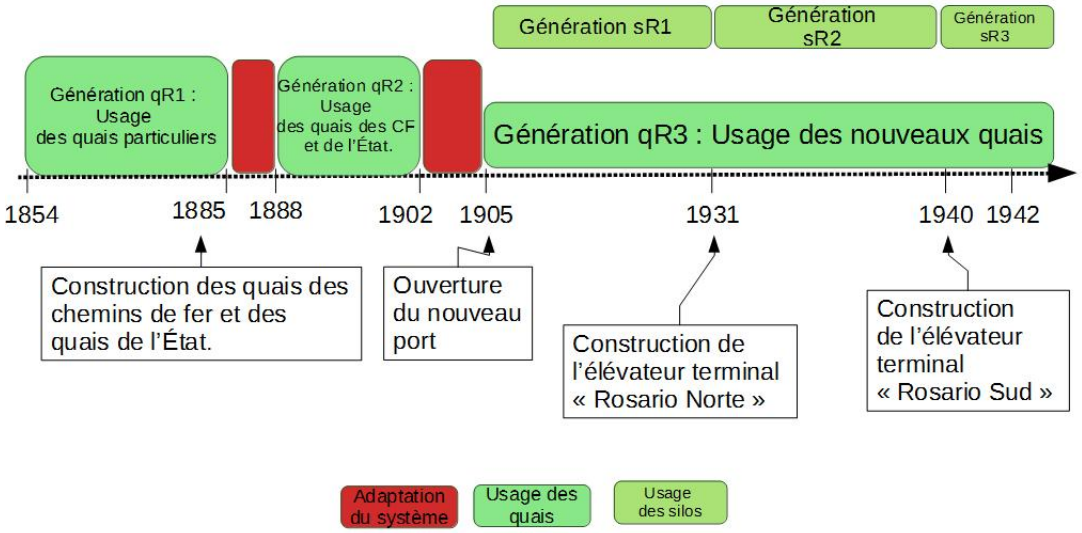


FIGURE 5.83 – La périodisation du port de Rosario pour l'Histoire des sciences et des techniques.

Nous retrouvons ici le cycle de vie des quais du port de Rosario représenté dans la figure 5.77 ainsi que le cycle de vie des silos élévateurs déjà représenté dans la figure 5.82. L'adaptation du système correspond aux moments où la construction des quais se produit.

En analysant ces deux cycles de vie, nous pouvons en présenter un nouveau en combinant cette fois ci le quai et le silo-élévateur comme deux des indicateurs pertinents pour la périodisation. Nous proposons cette nouvelle périodisation dans la figure 5.84.

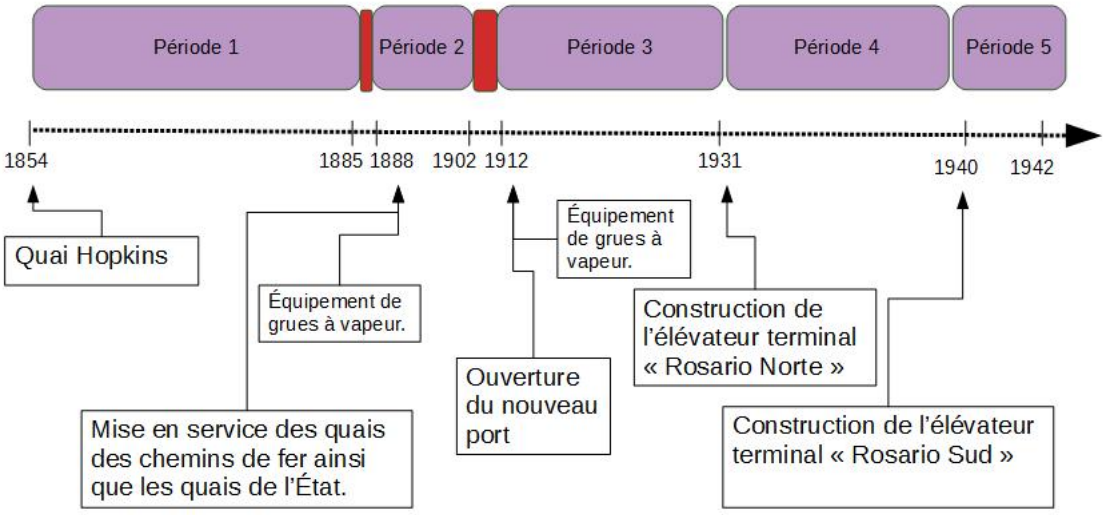


FIGURE 5.84 – La périodisation de l'usage du port de Rosario pour l'histoire des sciences et des techniques.

Nous décrivons la périodisation de l'usage du port de Rosario obtenue par l'étude des

quais, des grues et des silos-élévateurs comme indicateurs pertinents.

- **i) Période 1 [1854-1885] :** cette période commence par la construction du premier quai du port de Rosario, le quai Hopkins. Pendant une trentaine d'années, des particuliers dont Castellano et Comas construisent aussi leurs quais particuliers.
- *Adaptation du système [1885-1888] :* les compagnies de chemins de fer britanniques arrivent à Rosario et ont besoin de quais pour exporter le grain produit dans la Pampa. Ces grains sont conduits par wagons jusqu'au quais des FFCA et FCOE. L'État fait aussi construire ses propres quais.
- **ii) Période 2 [1888-1902] :** cette période correspond à l'usage des quais construits par les particuliers, les compagnies de chemin de fer et l'État.
- *Adaptation du système [1902-1912] :* la longueur des quais augmente fortement. Pendant cette période, le nouveau port est construit par l'entreprise Hersent. On assiste aussi à la destruction des quais particuliers ainsi qu'une partie des quais gérée par l'État. En 1905, le nouveau port est ouvert à la navigation. Il est progressivement outillé. Un silo-élévateur terminal est construit au centre de la concession française. La construction se termine en 1912.
- **iii) Période 3 [1912-1931] :** Le port entre dans une longue période d'usage. Vers le milieu des années 20, pour accroître la capacité d'exportation de l'hinterland du port de Rosario, il devient nécéssaire de construire un nouvel élévateur. Il sera inauguré en 1931 et prendra le nom de "Rosario Norte".
- **iv) Période 4 [1931-1940] :** en 1931, le port de Rosario est équipé d'un deuxième élévateur terminal de grains. A cette date, la Nation souhaite doter les ports argentins d'un réseau de silos-élévateurs terminaux et promulgue la loi 11.742 relative à la création de ce réseau. Pour le port de Rosario, la loi décide de la construction d'un élévateur de 80 000 tonnes. Ce dernier sera construit en 1940 et prendra le nom de "Rosario Sud"
- **v) Période 5 [1940-1942] :** cette période correspond à l'usage du port avec ses quais construits entre 1902 et 1912, son outillage à vapeur et électrique ainsi que les trois silos-élévateurs terminaux.

L'étude du cycle de vie du port de Rosario et l'analyse de l'évolution de ses quais, grues et silos ont permis de proposer une périodisation du port pour l'histoire des sciences et des techniques. Ce travail confirme que :

- les quais et les grues associés à leurs propriétés sont des indicateurs pertinents pour produire la périodisation de tout port.
- pour certains ports, il existe des indicateurs complémentaires comme le silo élévateur dans le cas du port céréalier de Rosario. L'historien se chargera donc de rechercher dans les sources ces indicateurs complémentaires qui pourraient affiner l'histoire d'un port pétrolier ou minéralier.

L'étude du port de Mar del Plata va conforter les résultats obtenus lors des travaux sur les ports de Brest et Rosario.

5.4.3 Périodisation de l'Histoire technique du port de Mar del Plata.

Nous allons dans un premier temps analyser les données recueillies autour des quais et des grues du port de Rosario. En appliquant la méthode utilisée pour le port de Brest, nous proposerons une périodisation de l'Histoire technique du port de Mar del Plata.

Etude de l'évolution des quais dans le port de Mar del Plata.

Nous avons montré pour les ports de Brest et de Rosario que l'étude de l'évolution des indicateurs comme la longueur ou la profondeur des quais ainsi que l'évolution du nombre de grues permettaient de périodiser de l'Histoire du port. Nous suivrons la même procédure pour le port de Mar del Plata. A partir des informations liées aux quais du port de Mar del Plata, nous avons élaboré des tableaux et des graphiques. Ces graphiques vont nous permettent de rendre compte de l'évolution des indicateurs. Nous montrerons dans le paragraphe 6.4.1 que ces graphiques peuvent être réalisés semi-automatiquement en interrogeant l'ontologie PHO avec des requêtes SPARQL.

Date	Longueur des quais en bois de p [158]<3m	Longueur des quais en béton de 3m=<p<6m	Longueur des quais en béton de p>=6m	Présence de grues à vapeur	Présence de grues électriques
1864	100				
1878	100			oui	
1905	640			oui	
1916	240			oui	
1917	240	221		oui	
1922	240	221	980	oui	oui
1924		221	980		oui
1933		221	980		oui

TABLEAU 5.29 – Artefacts : quais et grues du port de Mar del Plata entre 1864 et 1933.

Nous représentons les données de ce tableau dans le graphique que nous commenterons.

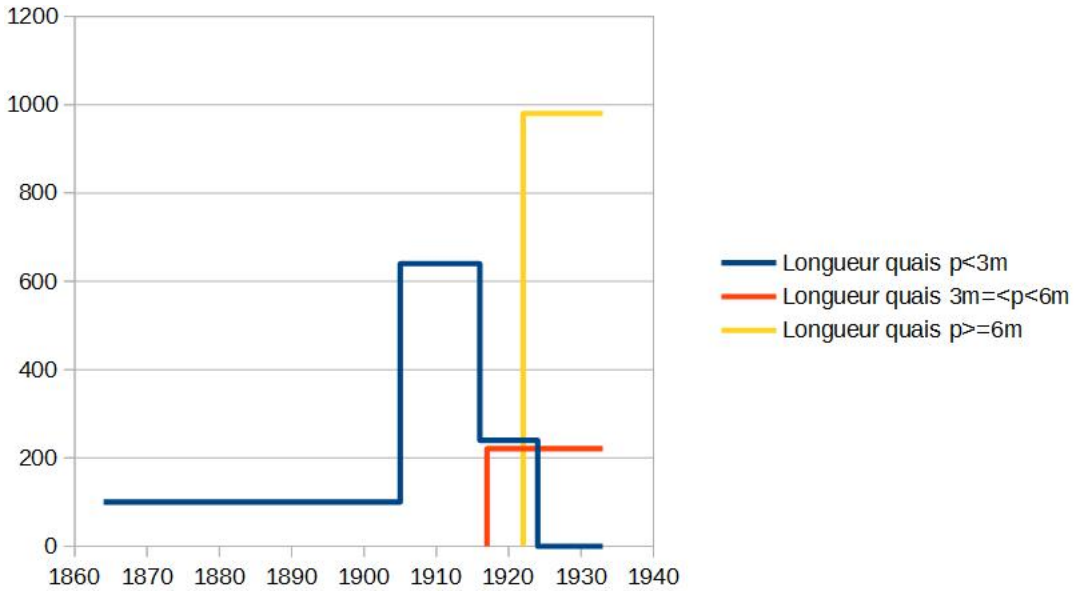


FIGURE 5.85 – Evolution des profondeurs des quais du port de Mar del Plata entre 1864 et 1933.

158. p représente la profondeur du quai.

Les quais en bois ont été présents dans le port de Mar del Plata entre 1864 et 1924. Ils correspondent à des quais de capitaux privés qui répondent à des besoins d'entreprises commerciales. Pour Ramos et Luro, il s'agissait de transporter des produits agro-alimentaires. Le quai Gardella avait également cette fonction mais il servait également à hisser les barques de pêcheurs hors de l'eau. Avec la loi 6499, une entreprise internationale construit un port moderne ayant pour fonction de proposer un abri pour les embarcations des pêcheurs ainsi que des installations pouvant accueillir des caboteurs ou des navires de grand tirant d'eau. A partir de 1916, les quais en bois de faible profondeur tendent à disparaître. Les quais en béton sont ouverts en 1917 pour les profondeurs moyennes et en 1922 pour les grandes profondeurs. Le graphique montre le remplacement d'une technologie de construction de quai (bois) par une autre (béton).

Le cycle de vie du port de Mar del Plata se décompose en 2 générations en prenant le quai comme indicateur pertinent.

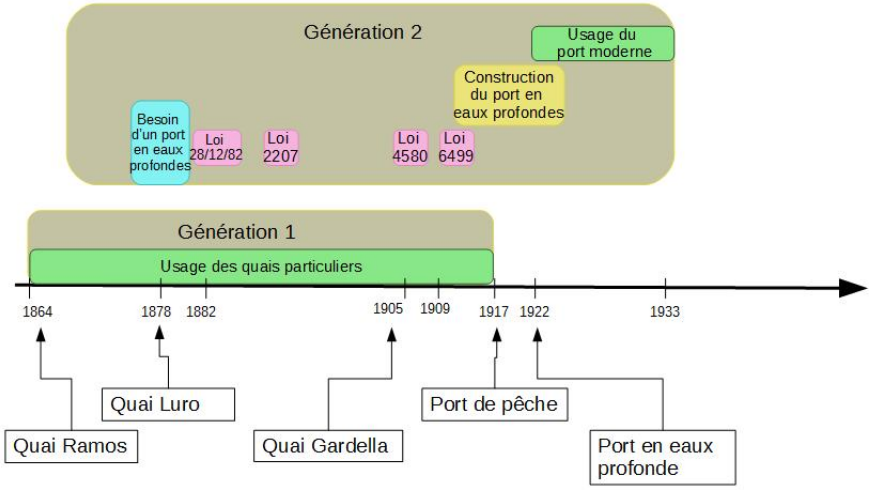


FIGURE 5.86 – Cycle de vie des quais de Mar del Plata de 1864 et 1933.

- Génération 1 [1864-1917] : cette période correspond à l'usage des quais bois de Ramos, Luro et Gardella.
- Génération 2 [1880-1933] : le besoin d'un port s'exprime par plusieurs lois qui autorisent la construction d'un port, sous forme de concession. La loi 4580 de 1905 ouvre la voie à un concours pour la construction du port moderne. La construction débute en 1909. La première partie du port, le port de pêche, est inaugurée en 1917. Le reste des quais est ouvert au commerce en 1922.

Après avoir analysé les quais de Mar del Plata, nous suivons la même méthode utilisée pour Brest et Rosario, à savoir l'étude des grues.

Etude de l'évolution des grues dans le port de Mar del Plata.

La présence de grues à vapeur est attestée par les photos qui nous sont parvenues du quai Luro et Gardella. Dès la loi 6499, la construction d'une usine électrique est envisagée et en 1909, la SNTP s'engage à fournir des grues électriques pour le port de Mar del Plata. Nous sommes donc également en présence d'un remplacement d'une technologie (vapeur) par une autre (électrique).

Le cycle de vie du port de Mar del Plata se décompose en deux générations en prenant la grue comme indicateur pertinent.

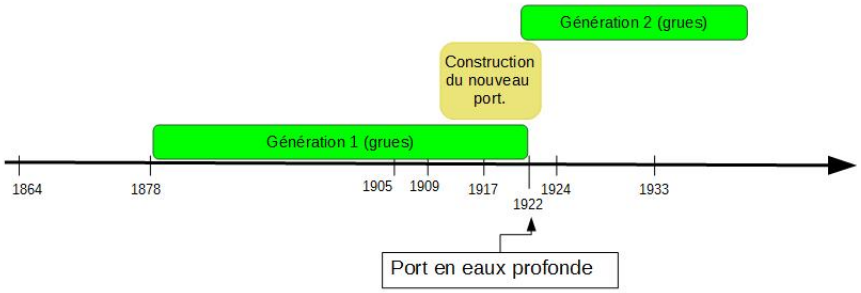


FIGURE 5.87 – Cycle de vie des quais de Mar del Plata de 1864 et 1933.

- **i) Génération 1 [1864-1922] :** cette période correspond à l'usage des quais bois de Ramos, Luro et Gardella et des grues à vapeur.
- **ii) Génération 2 [1880-1933] :** cette période correspond à l'usage des quais du nouveau port et de leurs grues électriques.

Nous pouvons proposer une périodisation du port de Mar del Plata en prenant les quais et les grues comme indicateurs pertinents.

Périodisation du port de Mar del Plata.

En superposant les usages des quais et des grues du port de Mar del Plata, on obtient la figure 5.88

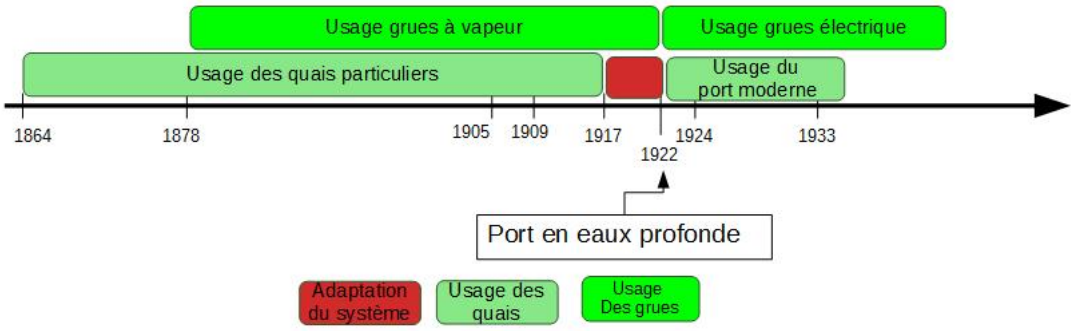


FIGURE 5.88 – Usages des quais et grues du port de Mar del Plata de 1864 et 1933.

L'usage des quais commence en 1864 et c'est en 1878 que la présence de grues à vapeur est avérée par les sources. Les quais en eaux profondes et les grues électriques apparaissent au même moment lors de la livraison du port moderne.

De la figure 5.88, nous proposons une périodisation (voir figure 5.89) de l'histoire du port pour l'Histoire des Sciences et des Techniques.

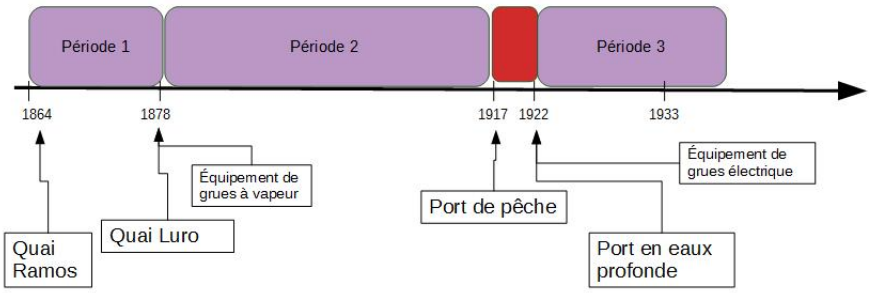


FIGURE 5.89 – Cycle de vie du port Mar del Plata de 1864 et 1933.

Nous exposons maintenant la périodisation obtenue dans la figure 5.89

- **i) Période 1 [1864-1878] :** Cette période correspond à l'usage des quais bois de Ramos, Luro et Gardella, constituant les installations portuaires de Mar del Plata.
- **ii) Période 2 [1878-1917] :** l'usage des quais particuliers se poursuit et pendant cette période, l'usage de grues à vapeur est avéré.
- *Adaptation du système [1917-1922] :* cette période correspond à l'ouverture du port de pêche. La construction des quais de cabotage et en eaux profondes se poursuit.
- **iii) Période 3 [1922-1933] :** cette période correspond à l'usage de l'ensemble des quais du nouveau port.

Le travail sur le port de Mar del Plata est limité par le manque de fond documentaire. En effet, les archives existent sur la période de construction; un film et un livre ont été produits pour rendre compte de l'œuvre de la SNTP, des fonds documentaires de l'entreprise ont été retrouvés dans le port de Quequen. Sur l'usage du port, très peu d'archives ont été mises à jour; une étude des archives des journaux de Mar del Plata pourrait peut-être apporter de nouvelles données sur l'évolution du port après 1922.

L'étude de la périodisation des ports de Mar del Plata, Rosario et Brest ont permis de montrer que :

- le modèle Any-Artefact couplé à un modèle d'évolution temporelle du cycle de vie des artefacts est pertinent pour générer une périodisation de l'Histoire d'un artefact dans le domaine des sciences et techniques.
- en considérant le port comme l'artefact, les quais, les grues, les silos, associés à leurs propriétés sont des indicateurs pertinents pour produire la périodisation de tout port.

Il peut exister des indicateurs complémentaires comme le silo élévateur dans le cas du port céréalier de Rosario. On pourra développer ces indicateurs pour d'autres ports de types pétroliers, gaziers, minéraliers [159].

159. Un travail est actuellement mené par le Centre F. Viète sur les ports minéraliers du Chili.

5.5 Cas d'étude n°2 : histoire comparée des ports de Brest, Rosario, Mar del Plata.

Dans ce paragraphe, nous allons exposer une méthode permettant de comparer l'évolution des artefacts en proposant des typologies fondées sur l'émergence des besoins, leurs prises en compte par les acteurs et la concrétisation de ces besoins.

5.5.1 Classer les artefacts selon les célérités de la prise en compte des besoins et de leur réalisation.

Il s'agit de comparer :

- les durées entre l'émergence des besoins d'un artefact [160] et sa prise en compte par les acteurs
- les durées entre la prise en compte des besoins et leurs concrétisations par la réalisation effective d'un artefact.

De ces différentes durées, nous pouvons proposer trois types d'artefacts qui nous permettront de faire de l'histoire comparée.

Trois types de cycle de vie d'un artefact pour faire de l'histoire comparée.

Nous pouvons donc prévoir trois types de cycle de vie d'un artefact (A, B et C). Ces types sont présentés dans le tableau 5.30 où nous avons placé sur l'axe des temps les 3 premières étapes du cycle de vie d'un artefact : l'émergence des besoins, la proposition d'une solution technologique et la réalisation. Nous introduisons ici le concept de la célérité de la prise en compte des besoins et de leur réalisation.

Nous estimons que la vitesse à laquelle des besoins en termes d'infrastructures ou d'équipements sont pris en compte ainsi que leurs réalisations peut nous donner des indications sur le dynamisme du développement d'un port. Dans notre modèle, nous estimerons ces vitesses comme rapides ou lentes et nous les expliciterons dans les commentaires de la figure 5.90 et du tableau 5.30.

type	Émergence des besoins suivie d'une solution technologique	Solution technologique suivie d'une réalisation
A	non	
B	oui	non
B1	rapide	non
B2	lente	non
C	oui	oui
C1	lente	lente
C2	lente	rapide
C3	rapide	lente
C4	rapide	rapide

TABLEAU 5.30 – Typologies des cycles de vie des ports prenant compte de la célérité de la prise en compte des besoins et de leur réalisation.

160. Les artefacts peuvent être des ports, des bassins, des quais, des grues...

Le tableau 5.30 est interprété dans la figure 5.90. Dans tous les cas de figures, l'émergence des besoins existe. Nous avons détaché trois types :

- type A : L'émergence des besoins existe mais celle-ci n'est suivie d'une proposition d'une solution technologique.
- type B : les besoins existent et des solutions technologiques sont proposées mais en définitive, aucune réalisation n'aura lieu
- type C : une solution technologique est mise en oeuvre.

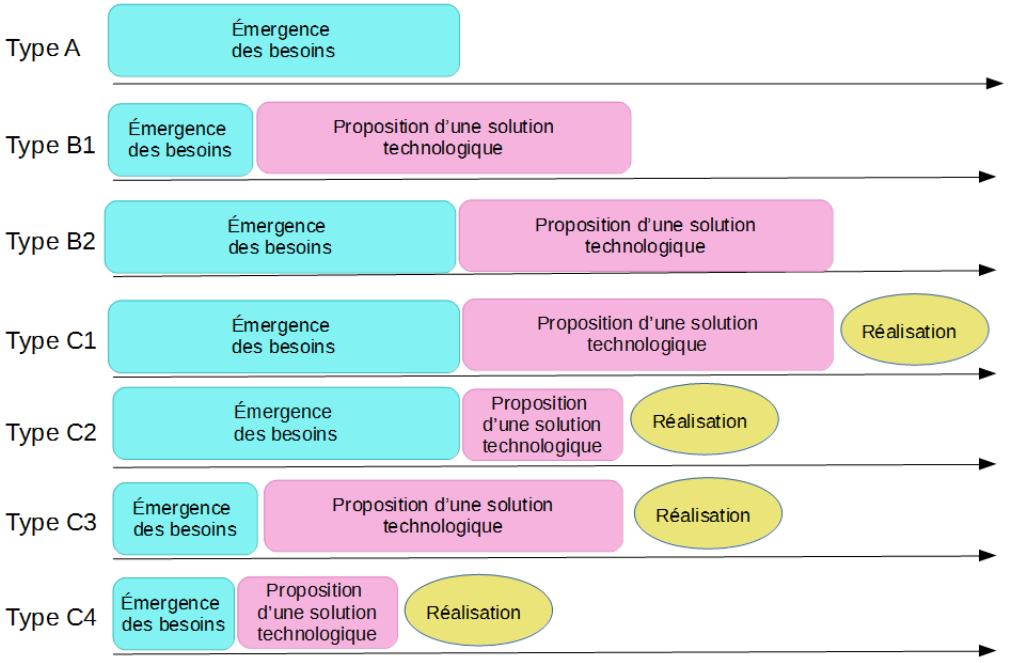


FIGURE 5.90 – Typologies des cycles de vie des ports prenant compte de la célérité de la prise en compte des besoins et de leur réalisation.

Nous commentons la figure 5.90 et le tableau 5.30.

type A : l'émergence des besoins est effective à un instant t. Mais tous les acteurs ne la prennent pas en compte (pas de rapport, pas d'étude de faisabilité, pas de loi pour exiger la satisfaction de ces besoins).

Exemple : Les pêcheurs du port de Mar del Plata, au début du XX^{e} siècle, débarquaient leurs pêches sur la plage Bristol, à quelques dizaines de mètres du centre-ville. Ils souhaitaient un port sur cette plage afin de pouvoir être protégés lors des tempêtes tout en étant proches de leur clientèle (voir GHYS [2012]). Aucune étude n'a été réalisée, les notables de la ville ne voulant pas que des pêcheurs s'installent sur leur plage, à l'heure où les baignades dans l'eau de mer étaient très à la mode dans la bourgeoisie. En conséquence, les autorités ont construit dans le nouveau port, une darse réservée aux pêcheurs mais à 4km, très loin de leur clientèle.

L'émergence des besoins n'aboutit pas à leur prise en compte. Les pêcheurs sont des acteurs qui font émerger le besoin mais ils n'arrivent pas à convaincre les acteurs institutionnels (les notables, les représentant de l'État, etc.) qui prennent les décisions.

type B : l'émergence des besoins est effective. Le besoin est traduit par un ou des acteurs en problème technologique qui peut être résolu par différentes solutions. Le ou

les acteurs proposent des solutions pour résoudre le problème posé. Ces solutions peuvent être conçues par partir de savoirs et de technologies différentes. Un acteur prend la responsabilité de choisir une solution technologique la plus adaptée pour répondre au besoin. Des rapports sont rédigés, des lois sont promulguées dans le Journal Officiel. Cependant, pour diverses raisons (politiques, économiques, etc.), le projet ne verra jamais sa concrétisation. La prise en compte des besoins peut se faire suivant différentes célérités. Dans les tableaux 5.31 et 5.32, nous avons repris les durées de la phase d'émergence des besoins dans les trois ports de l'étude. Un classement de ces durées d'émergence des besoins a été opéré et on voit se dessiner deux groupes :

- le premier est constitué de durées comprises entre 1 et 8 ans, soit une moyenne de 4.5 ans.

Port	Émergence des besoins	Durée de la phase
Brest	outillage du port "américain"	1 an
Mar del Plata	port moderne	4 ans
Brest	grues électriques	5 ans
Rosario	port moderne	8 ans

TABLEAU 5.31 – Durée rapide de la phase d'émergence des besoins.

- le deuxième compte des durées plus longues, comprises entre 19 et 155 ans.

Port	Émergence des besoins	Durée de la phase
Brest	port en eaux profondes	19ans
Rosario	silo élévateur	19 ans
Brest	port de commerce	155 ans

TABLEAU 5.32 – Durée lente de la phase d'émergence des besoins.

Nous évaluons comme **rapide**, la prise en compte des besoins dont la durée se situe dans l'intervalle [1 an-8ans]. Au dessus de 8 ans, nous considérerons que la prise en compte est **lente**. Lors d'études complémentaires d'autres ports, cet intervalle pourra éventuellement varier. Le type B se spécialise en un type B1 et B2 :

type B1 : **rapidement** après l'émergence des besoins, ceux-ci sont pris en compte. Il y a une traduction des besoins en un problème technologique.

type B2 : **Lentement** après l'émergence des besoins, ceux-ci sont pris en compte. Il y a une traduction des besoins en un problème technologique.

Pour illustrer ce type B, nous pensons au port dédié aux transatlantiques qui devait être construit dans le port Napoléon à Brest : un bassin à flot devait recevoir ces navires. Les études ont été menées, des plans dessinés mais ce bassin ne verra jamais le jour (voir 5.3.3).

type C : l'émergence des besoins est effective à un instant t. Le besoin est traduit par un acteur en problème technologique. Il existe des rapports et des lois. Puis le projet se réalise.

Nous avons classé les durées de la phase de proposition de solution technologique. Deux groupes se dessinent :

- le premier est constitué de durées comprises entre 1 et 5 ans, soit une moyenne de 3.5 ans (voir tableau 5.33).

Port	Solution technologique suivie d'une réalisation	Durée de la phase
Brest	outillage du port "américain"	moins d'un an
Brest	port en eaux profondes	3ans
Brest	port de commerce	4 ans
Brest	grues électriques	5 ans
Rosario	silo élévateur	5 ans

TABLEAU 5.33 – Durée rapide de la phase de proposition de solution technologique

- le deuxième compte des durées plus longues, comprises entre 19 et 155 ans (voir tableau 5.34).

Port	Solution technologique suivie d'une réalisation	Durée de la phase
Mar del Plata	port moderne	27 ans
Rosario	port moderne	24 ans

TABLEAU 5.34 – Durée lente de la phase de proposition de solution technologique

Nous évaluons la phase de proposition d'une solution technologique comme **rapide**, lorsque sa réalisation s'effectue dans les 5 ans. Au-dessus de 5 ans, nous considérerons que la phase de proposition de solution technologique est **lente**. Lors d'études complémentaires concernant d'autres ports, cet intervalle pourra éventuellement varier.

Le type C se spécialise en un type C1, C2, C3 et C4 :

type C1 : l'émergence des besoins est effective à un instant t. **Lentement**, le besoin est traduit par un acteur en problème technologique. Il existe des rapports et des lois. Le projet se réalise **lentement** après la prise en compte des besoins.

type C2 : l'émergence des besoins est effective à un instant t. **Lentement** le besoin est traduit par un acteur en problème technologique. Il existe des rapports et des lois. Le projet se réalise **rapidement** après la prise en compte des besoins.

type C3 : l'émergence des besoins est effective à un instant t. **Rapidement**, le besoin est traduit par un acteur en problème technologique. Il existe des rapports et des lois. Le projet se réalise **lentement** après la prise en compte des besoins.

type C4 : l'émergence des besoins est effective à un instant t. **Rapidement**, le besoin est traduit par un acteur en problème technologique. Le projet se réalise **Rapidement** après la prise en compte des besoins.

Exemples de ports de type C : les trois ports modernes étudiés dans cette thèse.

Etude d'un port fictif

Un cas générique servira à présenter l'utilisation des typologies. Il servira d'exemple pour la compréhension des périodisations des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata.

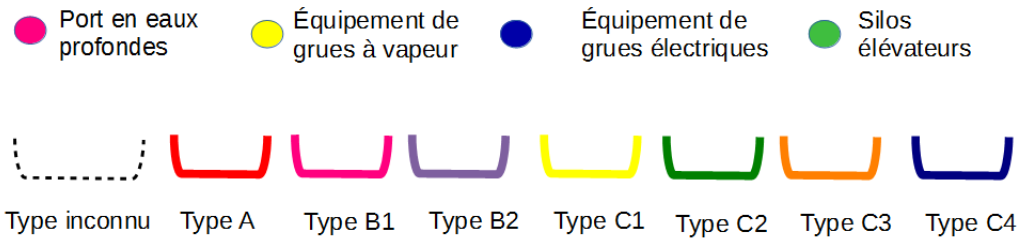


FIGURE 5.91 – Légende associée à la périodisation d'un port générique.

La légende (voir figure 5.91) utilisée pour présenter la périodisation des ports est de deux types :

— les activités. Elles sont représentées par des points de couleurs. Dans nos travaux, nous avons répertorié quatre activités différentes : la construction d'un port en eaux profondes, et les équipements en grues à vapeur, en grues électriques et en silos élévateurs.

— les typologies. Chaque activité possède un cycle de vie qui aura été déterminé dans l'étude historique du port générique. Chaque cycle de vie sera caractérisé par un type A, B1, B2, C1, C2, C3, C4 présenté en 5.5.1. Pour visualiser ces types, nous les affectons d'une couleur.

Pour le port générique (voir figure 5.92), nous avons placé des activités fictives associées à leurs types de cycles de vie.

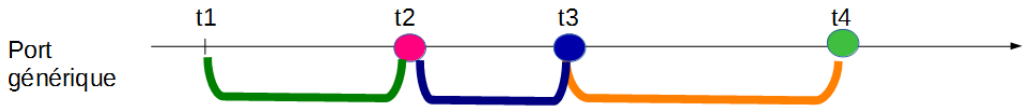


FIGURE 5.92 – Cas d'un port générique

Nous commentons la figure 5.92 qui présente la périodisation d'un port générique. Pour chaque port de l'étude, une figure de ce type sera présentée et sera commentée de la même manière :

— Période 1 [t1-t2] : le besoin d'un port en eaux profondes apparaît en t1. Ce besoin est pris en compte lentement. Lorsque il est effectivement pris en compte, il se passe moins de cinq années pour que la réalisation commence. Nous sommes devant un cycle de vie de type C2, représenté en vert sur la figure 5.91.

— Période 2 [t2-t3] : le besoin d'équiper le port en grues électriques apparaît pendant cette période. Il est rapidement pris en compte et l'équipement se fait également rapidement. Nous sommes devant un cycle de vie de type C4, représenté en bleu sur la figure 5.91.

— Période 2 [t3-t4] : le besoin d'équiper le port d'un silo élévateur apparaît pendant cette période. Il est lentement pris en compte. Une fois pris en compte, l'équipement en silo se fait rapidement. Nous sommes devant un cycle de vie de type C2, représenté en orangé sur la figure 5.91.

Nous reprenons les histoires des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario en recherchant les typologies qui leur sont associées.

5.5.2 Le port de Brest.

La périodisation de l'histoire technique du port de Brest obtenue en 5.4.1 est associée aux typologies décrites en 5.5.1 :

- Période 1 [milieu du XVIII^{e} siècle jusqu'en 1865] : A Brest, le besoin d'un port exclusivement dédié au commerce s'exprime dès le début du XVIII^{e} siècle (voir 5.68). Les conflits d'usage entre les commerçants et les autorités militaires et le manque de quais pour l'arsenal sont mentionnés par Vauban. Vers le milieu du XIXème siècle, l'arrivée du chemin de fer et la volonté des autorités militaires de sortir le port marchand de l'enceinte militaire, le projet d'un nouveau port de commerce à Porstrein a pu être étudié. En 1855, la demande de l'instruction d'un avant-projet marque la prise en compte des besoins par les autorités de l'Etat. En 1859, le décret de construction est signé par l'Empereur Napoléon III et en 1865 la première tranche du projet est ouvert au commerce. L'émergence des besoins est très longue (150 ans) mais lorsque les ingénieurs des Ponts et chaussées sont chargés de proposer un projet, celui est rapidement accepté et la construction démarre. Cette période correspond au type C2.

- Période 2 [1865-1917] : en 1865, l'activité de commerce a lieu dans le nouveau port. Cependant, les engins de levage sont rapidement jugés insuffisants. Ni la chambre de commerce, ni la ville, ni même l'État ne souhaite prendre en compte ce besoin. Cette période correspond au type A où l'émergence des besoins n'est pas suivie par une proposition de solution technique.

- Période 3 [1917-1921] : à partir de 1917, le port de Brest n'est plus un port de commerce mais devient un port de guerre. En effet, le corps expéditionnaire des États Unis choisit le port de Brest pour faire débarquer une partie de ses troupes. La nécessité d'avoir un outillage moderne est impérative. La durée entre l'émergence des besoins de grues de l'armée des États-Unis, sa prise en compte et le déploiement de ces grues s'est fait en quelques mois. Au sortir de la guerre, les quais sont dragués pour devenir des quais de grandes profondeurs. Cette courte période s'apparente au type C4.

- Période 4 [1921-1928] : le besoin de remplacer les grues à vapeur par des grues électriques est exprimé dès 1923. La prise en compte éffective du besoin et le remplacement est visible dès 1928. Cette période correspond donc au type C4.

Nous proposons donc la périodisation suivante pour le port de Brest :

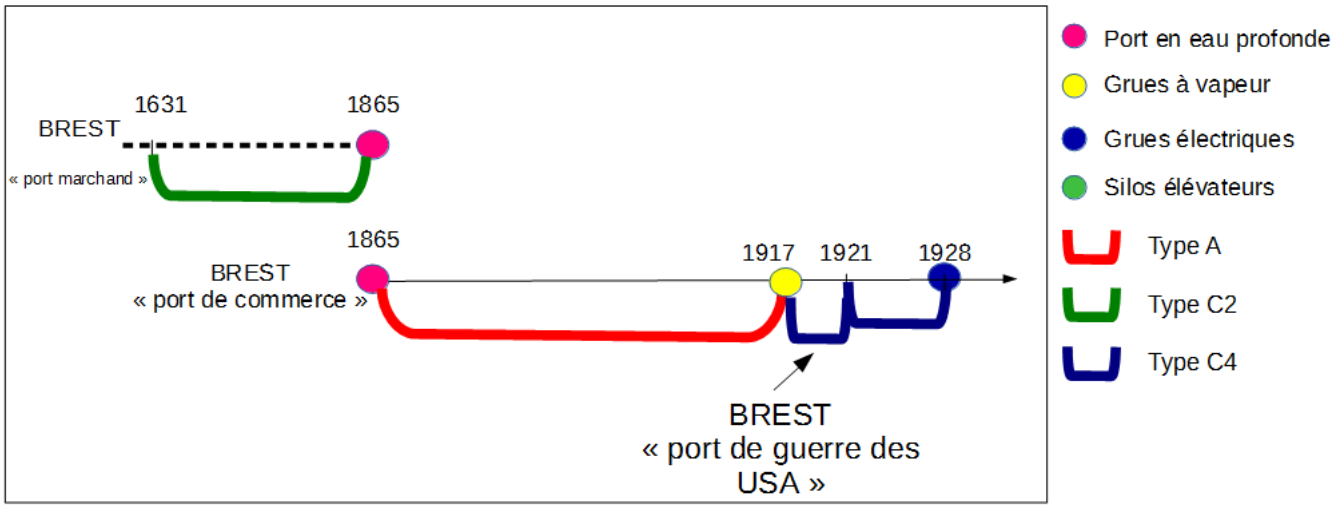


FIGURE 5.93 – Périodisation de l'Histoire technique du port de Brest.

L'histoire du port de commerce de Brest est composée de deux ports :

- le port marchand. Il est situé dans l'arsenal entre 1631 et 1865. Des conflits d'usage entre civils et militaires apparaissent au XVIII^{e} siècle.
- le port de commerce : le 2 octobre 1865, le "Port Napoléon" est inauguré. Sa construction se poursuit jusqu'en 1873. Le port est peu pourvu en engins de levage. L'activité commerciale est mise entre parenthèses entre 1917 et 1921 pendant le conflit mondial. Le port de commerce de Brest se convertit en port de guerre. Il recevra une partie du corps expéditionnaire des États-Unis.Le commerce reprend en 1921.

5.5.3 Le port de Rosario.

Les périodes de l'histoire du port de Rosario élaborées en 5.4.2 sont associées aux typologies décrites en 5.5.1. On peut les caractériser de la manière suivante :

- période 1 [1854-1888] : en 1852, Rosario devient la capitale économique de la Confédération Argentine après la sécession de la ville de Buenos Aires. Le gouvernement de la Confédération souhaite que Rosario se dote d'infrastructures portuaires afin d'encourager les échanges commerciaux et fait appel aux initiatives privées. En 1854, le quai Hopkins est construit. La prise en compte des besoins et la concrétisation de ceux-ci sont rapides. Le fait que Rosario soit au coeur de la Confédération, proche de la capitale administrative, Parana, procure un dynamisme pour toute l'activité commerciale. Pour l'équipement en grues à vapeur, nous n'avons pas d'informations permettant de typer le cycle de vie.
- période 2 [1888-1905] : les quais privés s'installent le long du Paraná. Cependant les besoins d'un port moderne émergent dès les années 1870. Rapidement, des solutions techniques et des projets sont proposés mais ne se concrétisent pas. En 1902, l'État argentin lance un concours pour choisir une entreprise constructrice. La première tranche du port est ouverte au commerce en 1905. La prise en compte des besoins d'un port moderne est rapide mais sa réalisation concrète est lente. Cette période correspond au type C3.
- période 3 [1905-1931] : les besoins d'un silo-élévateur terminal émergent vers 1912. Vers 1928, une commission spéciale étudie l'implantation d'un système de silos élévateurs dans le pays. En 1931, le silo "Rosario-Norte" est inauguré. La prise en

compte des besoins est lente mais une fois qu'elle est effective, la réalisation de l'artefact est rapide. Cette période correspond au type C3.

- période 4 [1931-1940] : la capacité des silos existant est jugée de nouveau insuffisante dès 1933. En 1937, la construction du silo "Rosario Sud" est décidée. Il est livré en 1940. La prise en compte des besoins et la réalisation de l'artefact sont rapides. Cette période correspond au type C4.

Nous représentons la périodisation du port de Rosario dans la figure 5.94.

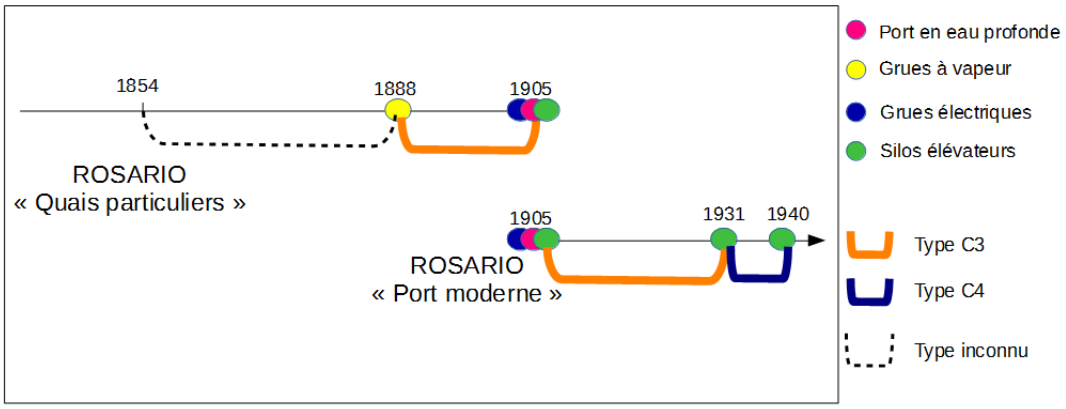


FIGURE 5.94 – Périodisation de l'Histoire technique du port de Rosario.

L'histoire du port de Rosario est composée de deux ports :

- [1854-1905] : le port constitué d'un ensemble de quais particuliers. La construction du premier quai a été soutenu par la Confédération argentine lors de la période de sécession de la ville de Buenos Aires. Ensuite, l'État fédéral et les entreprises de chemin de fer britanniques ont développé le port de Rosario.
- [1905-1940]le port moderne de la concession française. En 1902, le gouvernement argentin octroie la concession à l'entreprise Hersent. Le développement du port est contrôlé pendant 40 ans par cette entreprise.

En suivant la même méthode qui a permis de caractériser les périodes des ports de Brest et Rosario, nous analysons les périodes du port de Mar del Plata.

5.5.4 Port de Mar del Plata

Pour la première période [1864-1878], nous n'avons pas trouvé dans les sources d'information sur l'émergence des besoins. Le port de Mar del Plata est constitué de quelques quais particuliers.

- période 2 [1878-1922] : les besoins d'un port moderne datent du début des années 1880. Très vite, des lois sont votées puis des concessions sont accordées sans que celles-ci ne se traduisent par la construction effective d'un port. Une fois que la loi 6499 de 1909 est entrée en vigueur, l'entreprise constructrice est choisie sur concours et les travaux commencent.

Nous représentons la périodisation du port de Mar del Plata dans la figure 5.95.

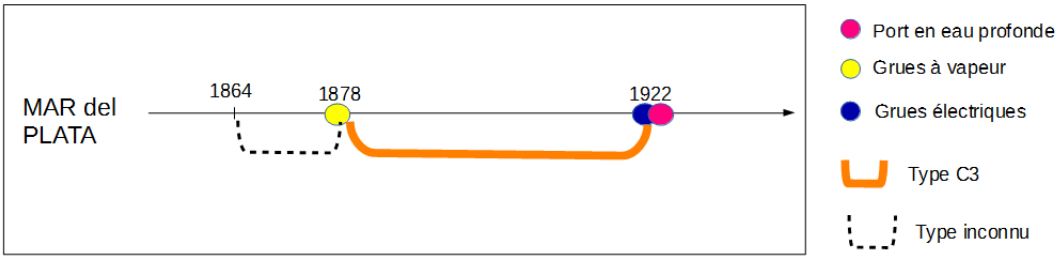


FIGURE 5.95 – Périodisation de l'Histoire technique du port de Mar del Plata.

L'histoire du port de Mar del Plata est composée de deux ports :

- [1864-1922] : en 1864, la région est très peu peuplée. Elle ne commence son développement qu'à partir de 1874 où la ville de Mar del Plata est officiellement créée. Ensuite des entrepreneurs privés construisent leurs propres embarcadères. Au début du XX^{e} siècle, le port de Mar del Plata est constitué d'un ensemble de quais particuliers.
- En 1909, la construction du port moderne est octroyée à l'entreprise française SNTP. En 1922, le port moderne est inauguré et ouvert au commerce.

Après avoir caractérisé les périodes de chaque port, nous pouvons dès lors mener une étude comparative sur les dynamiques de développement des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata.

5.5.5 Études comparatives des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata.

A partir des différentes périodes et de leurs types, nous comparons les histoires des trois ports. Nous étudierons les points de ressemblance et les analogies d'une part et les points où ils diffèrent d'autre part.

Les analogies entre les trois ports.

Il existe des analogies entre les ports de Brest, Mar del Plata et Rosario. Elles se situent au niveau de l'implication des élites locales et du rôle prépondérant du pouvoir central. Les trois ports ont été composés au cours de leurs histoires de plusieurs ports.

- **importance des élites locales.** En 1854, la municipalité prend la décision de faire préparer un avant-projet par l'ingénieur Garet. Le 19 novembre 1855, elle vote pour la création du port une subvention de un million (voir CLOÎTRE-QUÉRÉ [1992]). A Rosario, les intérêts locaux financiers et commerciaux constituent une "Asociacion Popular" pour impliquer la population et faire pression sur les pouvoirs publics. A Mar del Plata, les élites locales militent pour la création d'un port moderne. Pedro Olegario Luro, chef d'entreprise et député de Mar del Plata est l'auteur du projet de loi 6499, qui a permis la création du port moderne d'après MARONESE [2012]. Dans les trois ports étudiés, l'implication de leurs forces vives a été déterminante pour signifier au pouvoir central l'importance d'un tel projet.
- **centralité de la décision.** Pour le port de Brest, l'Empereur Napoléon III décide de l'exécution des travaux par la signature du décret du 28 aout 1859. A Rosario, le 27 décembre 1899, le président ROCA promulgue la loi 3885, ordonnant un appel à la concurrence pour la construction d'un port moderne. Le contrat de la concession est signé en 1902 entre l'entreprise Hersent et le gouvernement argentin. Pour le

port de Mar del Plata, le président de la République promulgue plusieurs lois dont la dernière, la loi 6499 de 1909 ordonne un appel à la concurrence. Dans les trois ports, au vu des sommes mises en jeu, de la centralité du pouvoir en France et en Argentine et de l'intérêt de la Nation dans ce type d'infrastructure, la décision remonte jusqu'au plus haut sommet de l'État.

- **présence de plusieurs ports**. Dans les trois cas, le port moderne n'a pas repris des constructions existantes :
  - A Brest, le port de commerce s'est fait en dehors de l'arsenal. Les quais du port marchand sont devenus militaires.
  - A Rosario, une partie des quais particuliers ont été détruits pour laisser la place au port moderne.
  - A Mar del Plata, le port moderne a été construit à quatre kilomètres des quais particuliers.

Analogies entre Mar del Plata et Rosario : deux ports dans la première mondialisation.

Les périodes des ports de Rosario et Mar del Plata sont de type "C3" ce qui correspond à des besoins qui sont rapidement pris en compte par les autorités mais dont leurs réalisations concrètes sont lentes.

A partir des années 1880, l'Argentine est favorisée par des circonstances économiques exceptionnelles (voir GONZÁLEZ [2011]) :

1. la progression vers le sud de la frontière de la province de Buenos Aires et la découverte que ces terres, gagnées sur les populations indigènes et qui étaient parfaitement adaptées à la culture des céréales ont produit des augmentations constantes de la production céréalière.
2. une vague d'immigration en provenance des pays européens, surtout ceux qui commençaient leur industrialisation, expulsant la main-d'œuvre paysanne.
3. l'introduction d'innovations technologiques telles que l'utilisation de chambres froides installées sur les navires qui permettait de faire renaître un commerce qui languissait peu de temps auparavant, c'est-à-dire celui de la viande de bœuf.
4. les innovations technologiques des bateaux (utilisation d'hélices tripales, moteur à explosion, coques en acier), l'augmentation de la capacité de chargement ont facilité les transferts intercontinentaux, en accélérant les échanges.
5. la "première mondialisation" qui se traduit par une division internationale du travail fait de l'Argentine d'une part un producteur de matières premières et d'autre part, un destinataire des produits manufacturés et de capitaux étrangers à la recherche d'investissements rentables.

Dans les années 1880, les besoins de grands ports à Rosario et Mar del Plata font l'objet de discussions dans les sociétés et dans les sphères de pouvoir. Ces besoins sont rapidement pris en compte avec la rédaction de lois autorisant des initiatives privées à investir dans les infrastructures en contrepartie d'une concession pendant une certaine durée. Les projets se succèdent, tant à Mar del Plata qu'à Rosario mais l'assise financière des entreprises qui les portent est souvent trop restreinte. Il faut donc attendre une trentaine d'années tant à Rosario qu'à Mar del Plata pour voir enfin un projet aboutir. C'est la garantie financière de l'Etat argentin ainsi que l'entrée en jeu des grandes entreprises européennes qui a permis de concrétiser les projets. Il est à noter que les ports de Rosario et de Mar del Plata sont en eaux profondes et parfaitement outillés dès leur mise en service.

Les différences entre les ports de Brest, Mar del Plata et Rosario.

Il existe des différences entre les trois ports de l'étude. Elles se situent notamment dans le mode de financement et dans l'insertion des ports dans le commerce international.

Le financement des travaux de construction. Le port de Brest est financé par la ville de Brest pour un million de francs et le reste par l'État. Il s'agit donc d'un financement public. Une entreprise privée réalise les travaux qui sont contrôlés par les ingénieurs des Ponts et chaussées. La demande de la construction d'un port de commerce est très ancienne et a pris un siècle et demi pour être prise en compte ; le cycle de vie de la construction du port de Brest est du type C2. Pour les ports de Rosario et de Mar del Plata, les besoins d'un port sont réels mais les projets proposés avortent à chaque fois par manque de financement. Les cycles de vie des constructions de ces ports sont donc du type C3 : une prise en compte rapide des besoins mais une réalisation effective qui prend beaucoup de temps. Pour contourner ce problème de financement, le port de Rosario est concédé à l'entreprise Hersent et Schneider et Cie, à charge de l'entreprise de financer et de réaliser les travaux. La "Société du Port de Rosario" est créée et émet des titres qui seront placés sur la place financière de Paris. Le port de Mar del Plata est financé par l'État argentin mais la construction est confiée à une entreprise privée. La construction du port de Brest s'effectue dans la deuxième moitié du XIXème siècle avec le financement de l'État. Les constructions des ports argentins se font au début du XX^{e} siècle, pendant la première mondialisation ; les financiers européens cherchent des investissements rentables et les trouvent dans le développement des infrastructures portuaires en Amérique du Sud.

L'équipement des ports. Les dynamiques de l'équipement des ports de Brest d'une part et de Rosario et Mar del Plata d'autre part sont très différentes.

Le port de Brest est composé en partie de quais de grandes profondeurs dès son ouverture au commerce en 1865, il ne sera pas équipé immédiatement avec un outillage moderne, c'est-à-dire à l'époque, des grues à vapeur ou des grues hydrauliques. Dans les avant-projets, l'outillage n'était pas abordé. Si après la construction, les grues ne sont pas installées, cela laisse à penser que le trafic maritime ne nécessite pas l'usage de grues. Les sources nous renseignent que trois grues étaient utilisées pour décharger du charbon pour une entreprise privée. L'absence de grue confirme que Brest n'a pas beaucoup d'importance dans les échanges commerciaux nationaux et internationaux. Plus un port est outillé, plus les opérations sont rapides, le navire ne reste pas longtemps à quai et l'armateur ne perd pas d'argent. L'affréteur d'un navire dont le chargement se fait dans un port avec un outillage moderne recherchera un port pour le déchargement avec un outillage similaire. Le besoin en grues du port de Brest n'est pas pris en compte par les autorités portuaires. Sur la période 1865-1917, le cycle de vie du port de Brest est de type A : des besoins existent mais ils ne sont pas pris en compte.

Rosario et Mar del Plata sont livrés avec leurs grues électriques. Les contrats signés entre l'Etat et les entreprises constructrices prévoyaient déjà l'équipement. La construction des trois silos élévateurs de Rosario répondaient à un besoin en terme d'équipement de stockage de céréales. Le cycle de vie des silos élévateurs de Rosario est du type C4 : prise en compte rapide des besoins et une réalisation rapide également.

Rosario et Brest : des hinterlands et des forelands très différents. Rosario possède un immense hinterland et un forland très dynamique alors que le port de Brest n'a ni l'un ni

l'autre [161].

Rosario se trouve au centre d'une vaste région céréalière. C'est le deuxième port argentin avec un mouvement de trois millions de tonnes en 1905 et quatre millions de tonnes en 1920 (voir DE MARCO(H) [2005]). Il compte cinq lignes de chemin de fer dont trois françaises et deux britanniques.

Au début du XX^{e} siècle, Brest est seulement le 19ème port français en terme de trafic maritime selon LEVAINVILLE [1919]. Le tonnage des marchandises atteint 683000 tonnes en 1905. Son hinterland est trop réduit : les grandes routes terrestres sont inexistantes, l'usage des voies d'eau comme le canal de Nantes à Brest est insignifiant et les voies ferrées ne sont pas adaptées à la traction des trains lourds. Le rôle du port de Brest est local : 40 % du trafic commercial se fait avec les ports de la rade. En 1913, 44 % des importations sont représentées par la houille provenant de Grande Bretagne. Les exportations sont insignifiantes. Les observateurs et les journalistes (DUPOUY [1920], PAWLOWSKI [1917a]), économistes (LEVAINVILLE [1919], soulignent que Brest, malgré son port en eaux profondes, n'est pas outillé convenablement; le port a besoin de grues pour faire partie des grands ports de commerce français.

En résumé, Brest est essentiellement un port local du fait d'un hinterland insuffisant et d'un foreland inexistant alors que Rosario est un port inséré dans le commerce mondial.

5.5.6 Conclusion

Notre étude a permis de :

1. proposer de nouvelles typologies de ports. Ces typologies de ports sont portées par l'étude du cycle de vie de l'artefact "port" en définissant deux principaux types :

    - Le "port idéel [162]". Un "port idéel" reste dans le domaine des idées. Il est évoqué dans les sources sous forme d'un besoin dans un article de presse par exemple. Il s'apparente au port de type A. Lorsque le besoin est pris en compte, le "port idéel" apparaît dans des rapports, des plans, etc. Il n'est pas réalisé dans le monde réel. C'est le port de type B.
    - Le "port réel". Il est le résultat d'une construction. Il est représenté par le type C de la typologie. On peut dégager 4 sous-types (C1, C2, C3, C4) selon les durées des phases d'émergence des besoins et proposition de solution technologique.

2. montrer que sur une durée longue, la comparaison des cycles de vie des ports est possible en choisissant des indicateurs liés à l'activité. Nous avons dans notre étude dégager deux modèles de ports :

    - le modèle des ports sud-américains de la première mondialisation : ces ports reçoivent entre 1902 et 1914 de très importants investissements européens. Les perspectives étaient, soit au point de vue agricole, soit au point de vue industriel et commercial, tellement prometteuses dans ces immenses territoires, qu'elles ne pouvaient pas être réalisées sans le concours des principales nations européennes. Les entreprises britanniques, françaises et allemandes vont s'affronter pour remporter les marchés de construction et d'équipement

161. Le port en eaux profondes de Mar del Plata n'est ouvert à la navigation qu'en 1922. Les études comparatives en terme de mouvement de marchandises ne sont pas pertinent avec Brest et Rosario

162. Par idéel, on entend ce qui est construit ou imaginé par l'esprit MEMMI [1979]

portuaire (voir JACOBSON [1913a]). Ces ports sont indispensables pour exporter les matières premières agricoles sud-américaines vers les marchés européens. Après la Grande Guerre, les constructions se poursuivent mais sur un rythme moins soutenu.

- le modèle du port local, loin des routes commerciales. Il ne possède pas un véritable hinterland et son foreland est lui aussi très réduit.

3. montrer que sur les trois ports étudiés, les élites locales jouent un rôle capital pour faire pression sur les décideurs afin que le projet de port se concrétise. La décision est dans chaque cas prise au plus haut sommet de l'État.

5.6 Cas d'étude n°3 : l'étude de la circulation des savoirs et des technologies.

Nous avons repris les données relatives aux entreprises constructrices. En ce qui concerne les ingénieurs ayant participé à la construction du port de Rosario, Nous reprendrons les données concernant leur formation initiale ainsi que leurs affectations précédentes. Notre étude des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata nous permet de rendre compte de :

1. la formation initiale des acteurs
2. la circulation des savoirs dans la construction portuaire
3. l'acquisition de savoirs par le biais de l'expérience dans la construction portuaire
4. la circulation des savoirs lors des usages de l'outillage portuaire

Nous montrerons dans le paragraphe 6.4.2 que les résultats obtenus dans cette étude historique peuvent être générés automatiquement en interrogeant l'ontologie PHO par l'intermédiaire de requêtes SPARQL.

Nous commençons par étudier la formation initiale des acteurs de la construction portuaire.

5.6.1 La formation initiale des acteurs.

On étudie successivement l'entreprise constructrice du port de Brest, les ingénieurs des Ponts et Chaussées ainsi que les ingénieurs centraliens.

L'entreprise constructrice du port de Brest

Le port de Brest est construit entre les années 1860 et 1873 ; l'entreprise constructrice est fondée par M. Grand'Homme, un ouvrier terrassier (1846) qui devient chef d'équipe (1857) et par la suite fonde son entreprise (1857). Les sources indiquent que son entreprise a participé à des travaux dans l'arsenal de Brest. Le fondateur de l'entreprise est donc un autodidacte ; on retrouve ce profil dans le fondateur de la Maison Hersent et Fils, Hildevert Hersent (1827-1904). Cet entrepreneur, fils d'un paysan pauvre, entre à 14 ans comme ouvrier dans une petite entreprise de travaux publics à Evreux (1841). En 1856, il intègre la Maison Castor et Jacquelot dont il devient associé en 1860 et à la mort de M. Castor, il prend la direction de l'entreprise [163]. Pour le port de Brest, si Grand'Homme est l'entreprise constructrice, les ingénieurs des ponts et chaussées en sont les concepteurs.

163. Nécrologie de M. Hildevert Hersent, Le Génie Civil, no 112, 9 janvier 1904.

Les ingénieurs des ponts et chaussées

Dans les sources, nous avons retrouvé les écoles que les ingénieurs ont fréquentées.

Ingénieur	Ecole	Affectations précédentes
Maitrot de Varennes	Ecole Polytechnique (1831) Ecole des Ponts et Chaussées	Port de Rochefort (1839) Haute Garonne (1853) Direction des travaux du port Napoléon
De Carcaradec	Ecole Polytechnique (1837) Ecole des Ponts et Chaussées	Port militaire de Lorient (1842) Port de Rochefort (1846)
Garet	Ecole Polytechnique (1844) Ecole des Ponts et Chaussées	Chemin de fer de Rennes à Brest (1853) Pont tournant à Brest (1856)
Fénoux	Ecole Polytechnique (1851) Ecole des Ponts et Chaussées	Morlaix (1860)

TABLEAU 5.35 – Les ingénieurs ayant participé à la conception du Port Napoléon.

Les ingénieurs qui interviennent sur le chantier brestois sont tous polytechniciens ayant intégrés par la suite l'Ecole des Ponts et Chaussées. L'objectif de l'Ecole Polytechnique, fondée en 1794, est d'enseigner aux futurs ingénieurs des connaissances et des méthodes scientifiques qu'ils pourront mobiliser afin de résoudre l'immense évantail de problèmes pratiques qu'ils rencontront dans leurs carrières. Après la Restauration, les polytechniciens s'imposent dans l'appareil d'état, notamment dans le génie civil (voir CHATZIS [2009]). A Brest, nous sommes toujours dans cette période où les polytechniciens occupent des fonctions importantes dans les constructions d'ouvrages portuaires. Au début du XX^{e} siècle, un grand nombre d'ingénieurs des Ponts et Chaussées vont quitter le giron de l'Etat et rejoindre des entreprises privées de génie civil d'après BARJOT [1987]. C'est le cas de l'ingénieur des Ponts et Chaussées, Gustave Mathieu, qui après la première guerre mondiale, rejoint la SNTP et le chantier de Mar del Plata. Dans notre étude, Gustave Mathieu est le seul ingénieur des Ponts et Chaussées [164] à travailler en Argentine. Les autres ingénieurs, Jean et Georges Hersent, Abel Pagnard, Eugène Hausserman, Louis Alexandre Barbet, Jean Sillard, Jean Caubios sont Centraliens [165].

Les ingénieurs centraliens

Nous présentons succinctement les ingénieurs précédemment nommés par leurs formations, leurs rôles dans l'entreprise constructrice. Ces données seront utiles lors du peuplement de l'ontologie PHO. Ensuite, nous nous intéresserons particulièrement aux ingénieurs centraliens.

164. Grâce au témoignage de M. Mathieu, petit fils de Gustave, nous savons que l'ingénieur Mathieu n'a pas fait Polytechnique.

165. Pour les ingénieurs Auguste Flondrois, Jules Dolfus, Louis Etienne Wirriot, nous n'avons pas trouvé, à ce jour, l'École où ils ont reçu leurs formations initiales.

Ingénieur rôle	**Ecole**	**Chantiers précédents**
Georges Hersent Directeur de l'entreprise Hersent et Fils	Ecole Centrale [166] de Paris (1886)	port de Lisbonne (1887) port de Toulon (1879) port de Philippeville en Algérie (1887) port de Bizerte en Tunisie (1902)
Auguste Flondrois Directeur de la SPR (1902-?)	?	wharf de Tamatave à Madagascar (1896)
Abel Pagnard Directeur des travaux de construction (1902-1905)	Ecole Centrale de Paris (1885)	port de Lisbonne (1887-1891) port de Bordeaux (1891-1897) port d'Anvers (1897-1902)
Eugène Hausserman Directeur des travaux de construction (1905-1912)	Ecole Centrale de Paris (1891)	Port de Bizerte port de Dakar
Louis Alexandre Barbet Administrateur délégué de la SPR	Ecole Centrale de Paris (1873)	?
Hendrik Willem Ackermans Responsable du dragage du port	Ecole polytechnique de Delft (Pays-Bas)	port de Boulogne (1902) port d'Anvers port Saïd (1903)

TABLEAU 5.36 – Les ingénieurs ayant participé à la conception et la construction du Port de Rosario.

Les principaux responsables de la construction du port de Rosario sont des ingénieurs issus de l'École Centrale de Paris. Ils sont intervenus sur des chantiers français et européens. On remarque les mêmes caractéristiques pour les ingénieurs qui ont dirigé la construction du port de Mar del Plata.

166. Les dates correspondent à la promotion de l'ingénieur.

Ingénieur rôle	**Ecole**
Jean Sillard Co-directeur de la SNTP	Ecole Centrale de Paris (1889)
Jean Dolfus Co-directeur de la SNTP	?
Félix Allard Co-directeur de la SNTP	?
Louis Wirriot Co-directeur de la SNTP	Ecole Nationale des Arts et Métiers Chalons (1875)
Jean Caubios Représentant de la SNTP en Argentine	Ecole Centrale de Paris (1889)
Maurice Ribet Responsable des services mécaniques et électriques de l'entreprise constructrice	?
Maurice Audoire Responsable des approvisionnements	?
Gustave Mathieu Responsable de la construction des jetées	Ecole des Ponts et Chaussées

TABLEAU 5.37 – Les ingénieurs ayant participé à la conception et la construction du Port de Mar del Plata.

Selon BARJOT [1987], les centraliens sont moins conformistes et plus indépendants que les polytechniciens. Ils sont formés pour couvrir un champ d'activités extrêmement large : l'ensemble des industries et le génie civil. Les centraliens ont aussi le sens des affaires et dans notre étude, nous avons rencontré des centraliens à la tête d'entreprises de génie civil comme Jean et Georges Hersent (Rosario), Jean Sillard (Mar del Plata). Le cas d'Abel Pagnard est intéressant car ce centralien avant de diriger les travaux du port de Rosario, travaille d'abord dans l'entreprise Hersent sur les chantiers de Lisbonne, d'Anvers et de Bordeaux. En 1905, il quitte l'entreprise pour créer sa propre affaire, qui est la création d'un port en eaux profondes à Arroyo Pajera, dans le sud de la province de Buenos Aires. Cependant, le chantier tourne rapidement au désastre financier et Abel Pagnard meurt subitement en 1910. Du grand port projeté, seul un quai sera construit. Les études des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata montrent bien le passage de l'ingénieur polytechnitien, appartenant au corps des ingénieurs des Ponts et Chaussées et travaillant pour l'Etat (Maitrot de Varennes, De Carcaradec, Garet, Fénoux), à l'ingénieur entrepreneur, issu de l'Ecole Centrale (Georges Hersent et Jean Sillard).

5.6.2 La circulation des savoirs dans la construction portuaire.

En suivant les chantiers des entreprises de constructions, nous pouvons retracer la circulation des savoirs dans la construction portuaire. Cette circulation est influencée par les circonstances politiques et économiques de l'époque. Les chantiers de l'entreprise Grand'Homme se situent sur le territoire métropolitain. Les autres entreprises en concurrence pour réaliser les travaux du port Napoléon sont exclusivement françaises (voir tableau 5.38 et carte 5.96).

Entrepreneurs en lien avec le port Napoléon	**Lieu**	**Type de lien**
Grand'Homme	Argenton sur Creuse	Entrepreneur Travaux Publics
Perrichond	Paris et Morlaix	Entrepreneur Travaux Publics
Perrès Frères	Brest	Entrepreneur Travaux Publics
Gauduchon	Brest	Entrepreneur Travaux Publics
Dan		Entrepreneur Travaux Publics
Tessier de Launay	Brest	Entrepreneur Travaux Publics (dragage)
Marin, Montprofit et Picot	Périgueux	Entrepreneur Travaux Publics (dragage)
Tritschler	Brest	Entrepreneur Travaux Publics (dragage)
Langlade et Castaing	Toulouse	Entrepreneur Travaux Publics (dragage)
Castor	Paris	Entrepreneur Travaux Publics(dragage)
Bernard	Périgueux	Entrepreneur Travaux Publics (dragage)
Jollet et Babin	Nantes	Chantier naval (fourniture de chalands)
Dubigeon	Nantes	Chantier naval (fourniture de chalands)
Gouin	Paris, Nantes	Chantier naval (fourniture de remorqueur)
Schneider et Cie	Le Creusot	?? (fourniture de remorqueur)

TABLEAU 5.38 – Les entrepreneurs qui ont participé aux soumissions des travaux du Port Napoléon.

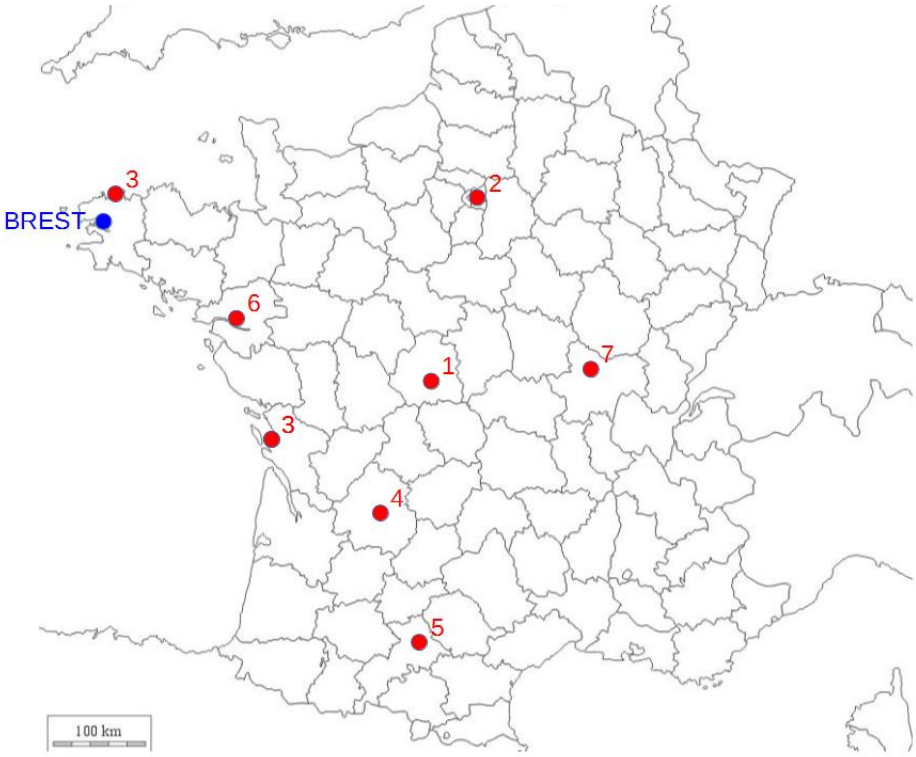


FIGURE 5.96 – Lieu de domiciliation des entreprises qui sont en lien avec le port de Brest pendant sa construction. 1 : Argenton sur Creuse - 2 : Paris - 3 : Morlaix - 4 : Périgueux - 5 : Toulouse - 6 : Nantes - 7 : Le Creusot.

Les plus grandes entreprises françaises de l'époque soumissionnent : Schneider (constructeur du pont tournand à Brest, futur constructeur avec Hersent du port de Rosario), Gouin [167] (constructeur de ponts et chemin de fer), Castor (entreprise de travaux hydraulique, dirigé par Hildevert Hersent à partir de 1874), Dubigeon (célèbre chantier naval nantais ; construction de bâtiments civils et militaire).

Jusqu'en 1880, l'entreprise Hersent se cantonne elle aussi à la France avec une incursion en Belgique et en Tunisie (voir carte 5.97). Vers 1880, une crise apparaît dans la construction d'infrastructure, notamment dans la construction métallique et mécanique car l'équipement ferroviaire de l'Europe occidentale était quasiment terminé [168].

Nous avons rassemblé les chantiers de la société Hersent ainsi que ceux des membres de la SNTP dans les tableaux 5.39 et 5.40 et les cartes 5.97, 5.98 et 5.99.

167. voir la fiche Wikipedia d'Ernest Gouin.
168. Les membres de la SNTP ont participé à de nombeux chantiers de construction de chemin de fer : la ligne Alger-Oran (1867), Bernay-Echauffour (1878) et Evreux-Neubourg (1879) en France, Madrid-Caceres (1880), Berne-Loetschberg-Simplon en Suisse (1906).

Pays	Participation aux chantiers portuaires	Entreprise
Algérie	quais de Bône (1866)	Hersent
Algérie	Port de Philippeville (1866)	Hersent
Belgique	quais d'Anvers (1877)	Hersent
France	dragage du port de Brest (1860)	Hersent
	dragage du port de Boulogne (1860)	Hersent
	dragage du port de Fécamp (1867)	Hersent
	cale dans l'arsenal de Brest (1867)	Hersent
	quai du môle du viaduc à Brest (1866)	Hersent
	quai de l'artillerie à Brest (1874)	Hersent
	2 bassins de radoub à Toulon (1879)	Hersent
	dragage port de Cherbourg (1885)	Hersent
	quais d'Elbeuf	Hersent
	quai et soubassement de grue à Lorient (1885)	Hersent
	port de Bordeaux (1891)	Hersent
	quais à Dunkerque (1896)	Hersent
	port du Havre (1898)	Schneider et Cie
Cochinchine	port de Saïgon (1885)	Hersent
Portugal	port de Lisbonne (1887)	Hersent
Sénagal	port de Dakar (1899)	Hersent
Tunisie	port de Bizerte (1902)	Hersent

TABLEAU 5.39 – Les chantiers portuaires des entreprises Hersent et Schneider (1860-1902)

FIGURE 5.97 – Les travaux portuaires de l'entreprise Hersent et Fils (1860-1880). 1 : Brest - 2 : Boulogne - 3 : Fécamp - 4 : Philippeville - 5 : Bône - 6 : Anvers - 7 : Toulon

Entre 1860 et 1880, les chantiers de l'entreprise Hersent se situent essentiellement en Europe et en Algérie.

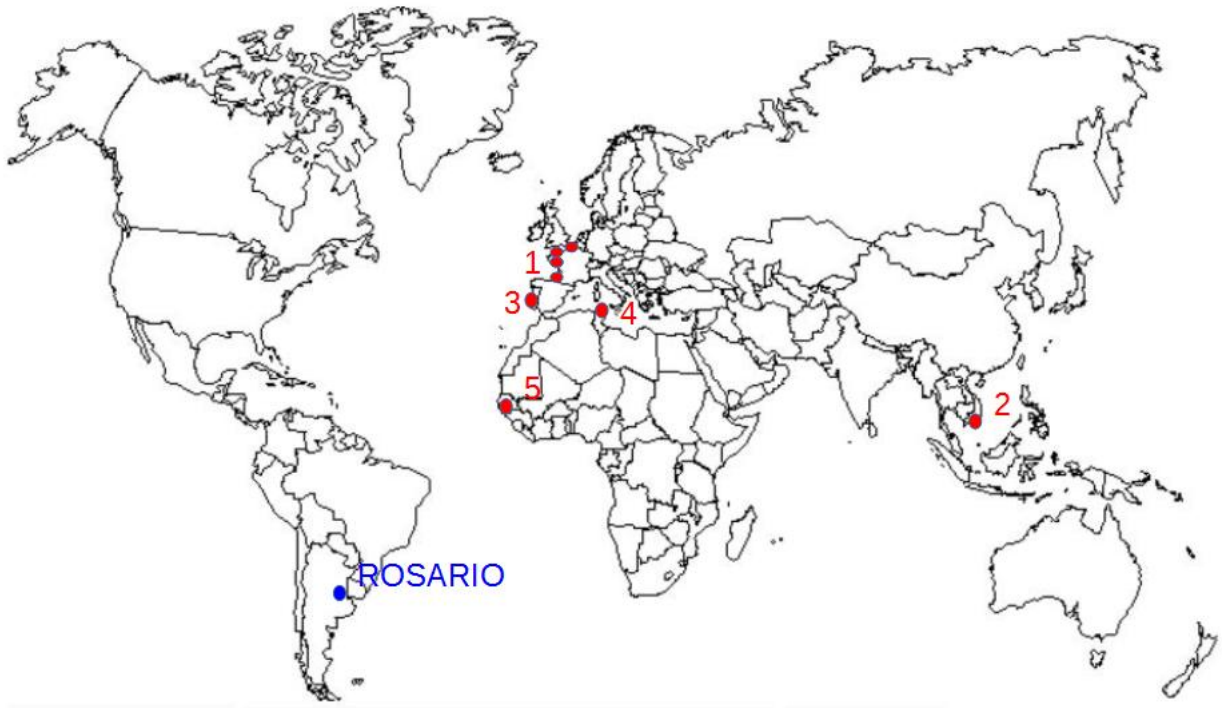


FIGURE 5.98 – Les travaux portuaires de l'entreprise Hersent et Fils (1880-1902). 1 : Brest, Bordeaux, Lorient, Dunkerque - 2 : Saïgon - 3 : Lisbonne - 4 : Bizerte - 5 : Dakar

A partir de 1880, c'est l'Empire qui assure les débouchés pour l'entreprise Hersent (Algérie, Sénégal, Indochine). En 1902, l'octroie de la concession du port de Rosario à l'entreprise Hersent constitue un tournant car il est le point de départ de la percée des entreprises françaises en Argentine dans le domaine de la construction portuaire d'après BARJOT [1989]. Les entreprises françaises comme la "Régie générale des chemins de fer" (port de Arroyo Pareja, Argentine), la Société de construction des Batignolles (port de Permambuco et Rio de Janeiro, Brésil), l'établissement Dayde associé à Fougerolles Frères (Port de Rio Grande do Sul, Brésil), la Société des Grands Travaux de Marseille (Quequen, Argentine) et la SNTP (port de Montevideo, Uruguay et Mar del Plata, Argentine) vont suivre le chemin tracé par l'entreprise Hersent.

Pays	Participation aux chantiers portuaires
Algérie	Oran (1880)
Portugal	Leixoes, près de Porto (1884)
Espagne	Bilbao (1884)
Beyrouth	Empire Ottoman (1888)
Espagne	Gandia (1893)
France	Dunkerque (1894)
Tunisie	Tunis (1894)
Tunisie	Sousse (1894)
Tunisie	Sfax (1894)
Belgique	Zee-Bruges (1895)
France	Le Havre (1897)
Tunisie	Bizerte (1899)
Uruguay	Montevideo(1901)
Argentine	Rosario (1902) -soumissionnaire-
Algérie	Djidjelli (1905)
France	Marseille (1910)
Chili	Talcahuano (1911)

TABLEAU 5.40 – Les chantiers portuaires exécutés par les membres de la SNTP.

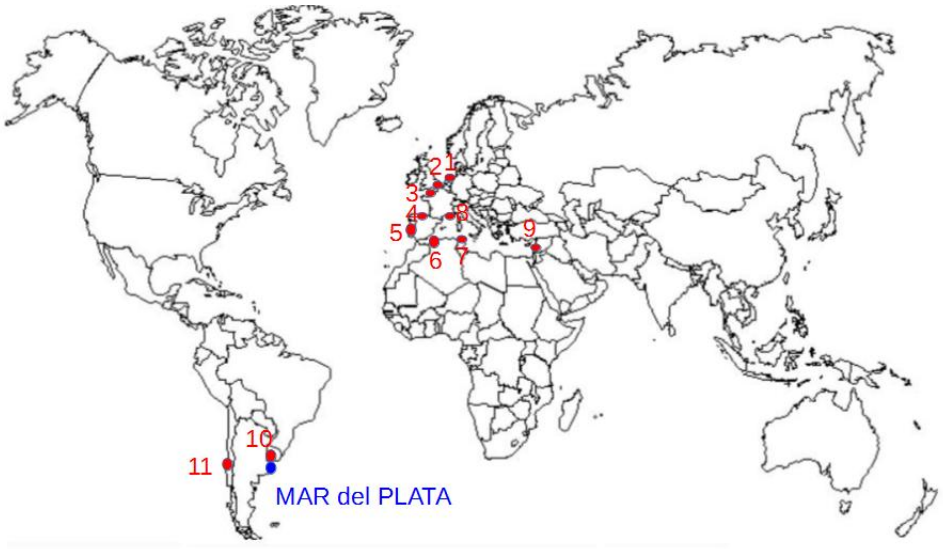


FIGURE 5.99 – Les travaux portuaires des membres de la SNTP (1880-1911). 1 : Zee-Bruges - 2 : Dunkerque - 3 : Le Havre - 4 : Gandia - 5 : Leixoes - 6 : Oran - 7 : Bizerte - 8 : Marseille - 9 : Beyrouth - 10 : Montevideo - 11 : Talcahuano

La SNTP, comme la société Hersent est chargée de la construction des ports en Europe et dans les colonies. En 1901, elle obtient le chantier de construction du port de Montevideo en Uruguay qui sera en quelques sortes la vitrine de son savoir-faire. Elle obtiendra ensuite les chantiers du port de Mar del Plata en Argentine (1909) ainsi que celui d'une cale sèche dans le port militaire de talcahuano au Chili (1911).

L'Empire offre des débouchées pour les entreprises françaises [169] mais pas suffisamment pour sortir de la crise. Ces entreprises vont donc équiper l'Europe Centrale, en Europe de l'Est et la Russie en infrastructures ferroviaires et portuaires BARJOT [1995]. On retrouve les entreprises Hersent et les membres de la SNTP dans la construction de ports au Portugal (1884 et 1887), en Espagne (1884 et 1893), dans l'Empire Ottoman(1888). Au début du XX^{e} siècle, l'Amérique du Sud (Brésil, Uruguay, Chili et Argentine) [170], profitant d'une grande prospérité, attirent les entreprises de génie civil pour la construction de ports (voir les figures 5.40 et 5.39). On observe donc la participation des entreprises Hersent et les membres de la SNTP aux concours des ports de Rosario, Montevideo, Buenos Aires et Mar del Plata. On assiste a la mondialisation des travaux publics où de nombreuses firmes issues des pays occidentaux (Grande Bretagne, France et Allemagne) se positionnent pour remporter des concessions ou des contrats de construction de ports.

5.6.3 Les savoirs acquis par l'expérience.

D'après BARJOT [1987], en génie civil, le savoir acquis par l'expérience compte toujours beaucoup, un chantier influençant le prochain. Pour le port brestois, la construction a été influencée d'une part par les précédentes affectations des ingénieurs (voir tableau 5.35) ainsi que par les voyages d'étude qu'ils ont effectués (voir le tableau 5.41 et la carte 5.100) ; on retrouve dans les sources les mentions des influences reçues de part les autres ports.

Les ports qui ont influencé la construction du port Napoléon	**Type d'influence**
Ports de la Manche	aménagement des quais
Ports britanniques	aménagement des quais
Toulon, Marseille, Port-Venvres	organisation des travaux
Rochefort	exécution des quais
Fort Boyard	fondation à l'aide de blocs artificiels

TABLEAU 5.41 – Les ports qui ont influencé la construction du port Napoléon

169. Hersent est en Algérie dès 1866 pour la construction des quais de Bône et du port de Philippeville (voir tableau 5.39 et carte 5.97.
170. voir article JACOBSON [1913b]

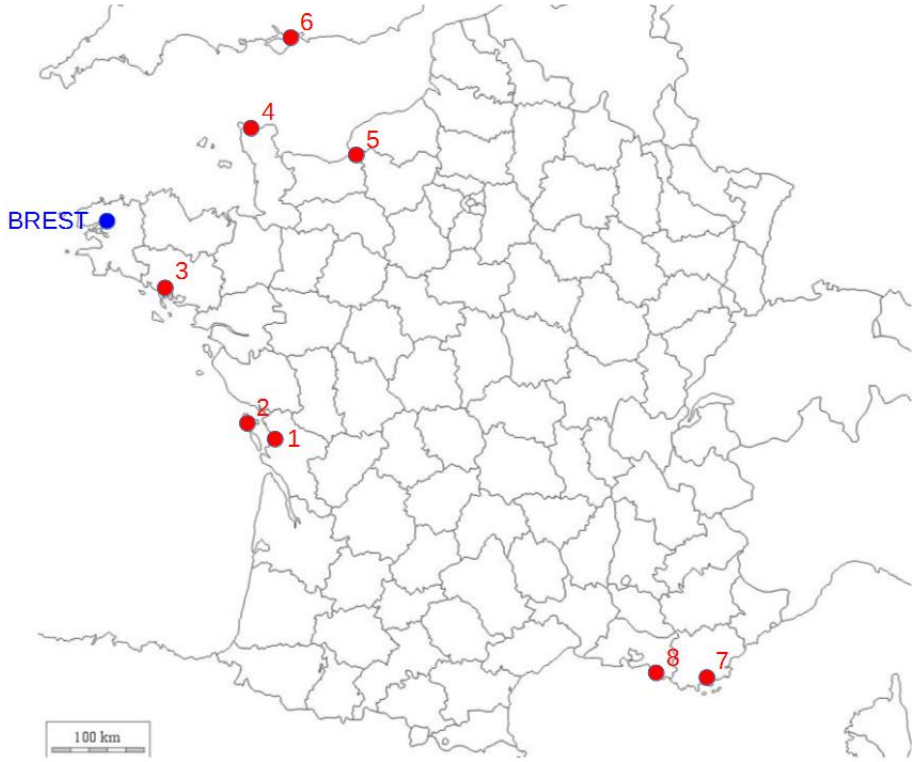


FIGURE 5.100 – Les ports qui ont influencé la construction du port de commerce de Brest. 1 : Rochefort - 2 : Fort Boyard - 3 : Lorient - 4 : Cherbourg - 5 : Le Havre - 6 : Les ports britaniques - 7 : Toulon - 8 : Marseille

Dans les années 1860-1870, pour le port de Brest en tout cas, les influences sont françaises, voire britanniques.

Tous les chantiers réalisés par Hersent et la SNTP ont constitué des influences, respectivement pour les ports de Rosario et de Mar del Plata. Sur les chantiers d'Anvers, de Brest et de Bordeaux, l'entreprise Hersent a utilisé la fondation par caissons ; sur les chantiers de Bilbao, Leixoes et Montevideo, la SNTP a utilisé les blocs de bétons déplacés à l'aide d'une grue puissante. Le matériel de construction est souvent le même et il suit l'entreprise à travers le monde. L'ingénieur Mathieu, dans ses carnets, nous rapporte qu'une grue Flottante "Hercule" de 70 tonnes est remorquée depuis le chantier de Talcahuano au Chili jusqu'à Mar del Plata d'après MATHIEU [1919]. De même, des entretiens menés en 1999 par le "Museo del hombre del puerto" de Mar del Plata, nous apprend que les ouvriers qualifiés employés par la SNTP à Montevideo ont suivi l'entreprise jusqu'a Mar del Plata [171].

5.6.4 Circulation des savoirs lors des usages des installations portuaires.

Une des façons de suivre la circulation des savoirs lors des usages des installations portuaires est de s'intéresser aux engins de levage et de répondre aux questions qui relèvent de la provenance des grues et des chantiers qui les ont construit. On peut ainsi voir qu'en un demi-siècle, la fourniture de l'outillage s'est mondialisée comme le montre le tableau 5.42 et les cartes 5.101, 5.102.

171. Entrevistas : Flia. Marteleur. Y Flia Prior. Museo del hombre del puerto. 1999.

Année	Constructeurs de grues en lien avec le port Napoléon	Lieu
1844	E. Calla Fils	Paris
1844	Mesnil	Nantes
1861	J. Voruz	Nantes
1917	Brownhoist	Bay City, Michigan, USA
1917	Stothert and Pitt	Bath, Grande Bretagne
1922	Caillard	Le Havre
1929	Welter Heerdt AG	Düsseldorf
1929	Kampnagel Eisenwerk AG	Hambourg

TABLEAU 5.42 – Constructeurs des grues en lien commercial avec le port de Brest.

Dans le tableau, les lignes blanches correspondent aux constructeurs de grues qui ont été retrouvés dans les archives sans que l'on sache s'ils ont effectivement livré une de leurs machines. Les lignes jaunes mettent en valeur les constructeurs de grues qui ont vendu une ou plusieurs de leurs machines au port de Brest.

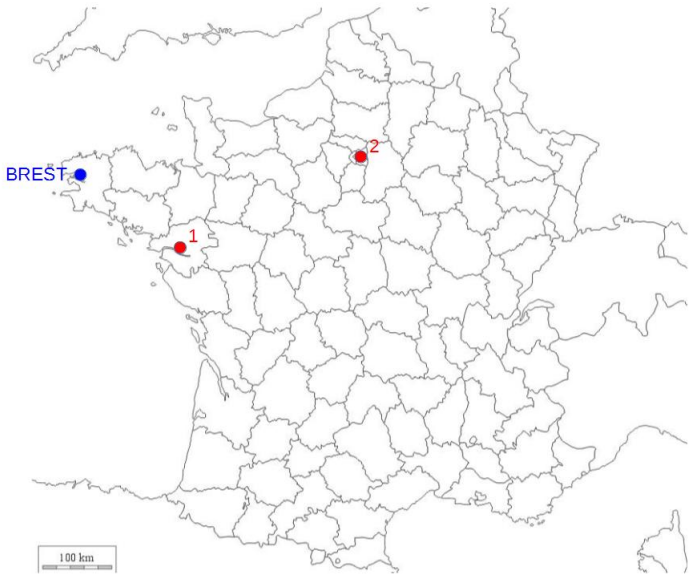


FIGURE 5.101 – Lieu de domiciliation des entreprises qui sont en contact avec le port de Brest pour livrer des grues entre 1844 et 1917. 1 : Nantes - 2 : Paris

Pour le port de Brest, au XIXème siècle, les constructeurs de grues en contact avec le port de Brest sont exclusivement français. Ils sont domiciliés à Nantes et à Paris (voir figure 5.101). Au XX^{e} siècle, on assiste à une mondialisation des provenances due entre autre à la première guerre mondiale. Brownhoist, Stothert and Pitt, Caillard, Welter Heerdt AG et Kampnagel Eisenwerk AG sont les entreprises internationales qui fournissent du matériel dans le monde entier (voir figure 5.102).

FIGURE 5.102 – Lieu de domiciliation des entreprises qui ont livré des grues au port de Brest entre 1917 et 1933. 1 : Bay City, Michigan, USA - 2 : Bath, Grande Bretagne - 3 : Le Havre - 4 : Düsseldorf - 5 : Hambourg

Pour le port de Rosario, le contrat de concession implique que l'entreprise constructrice fournisse l'outillage. Dans le contrat entre Hersent et Schneider, cette dernière fournit l'outillage depuis les chantiers de Chalon-sur-Saône, les ateliers de construction mécanique du Creusot et les ateliers d'électricité de Champagne-sur-Seine selon D'ANGIO [1995]. L'ensemble des grues du port de Rosario sont de construction française. Pour Mar del Plata, le contrat de construction stipule que la SNTP devra fournir les grues ; cependant, à ce stade de la recherche, nous ne savons pas quels ateliers ont fabriqué les grues pour ce port.

5.7 Conclusion

L'histoire comparée des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata a été rendue possible grâce à long travail de recherche dans les fonds documentaires, en France (Brest, Quimper, Nantes, Pierrefite sur Seine, Roubaix) et en Argentine (Buenos Aires, Mar del Plata, Rosario, Quequen). Un relevé des fonds analysés pendant notre travail de recherche est disponible en annexes. Les résultats obtenus en Histoire à l'issue de notre travail sont :

1. **Le processus de conception du modèle HST-PORT.** L'élaboration de l'ontologie informelle HST-PORT a été obtenue à partir des résultats de l'étude de l'Histoire des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata. L'ontologie informelle est présentée sous la forme d'une carte conceptuelle. C'est à partir de ce résultat que l'ontologie formelle PHO sera produite.
2. **La périodisation des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario (Cas d'étude n°1).** Nous avons élaboré les différentes étapes du cycle de vie des artefacts : quais, grues et silos-élévateurs. Des cycles de vie de chaque artefact, nous en avons déduit la périodisation de l'Histoire des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata.
3. **L'analyse de l'Histoire des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario (Cas d'étude n°2)** Cette analyse a permis d'écrire une histoire comparée des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata et d'élaborer des typologies de port pour l'histoire des sciences et des techniques.
4. **L'étude de la circulation des savoirs et des technologies (Cas d'étude n°3).** Le travail sur le port de Brest montre qu'au XIXème siècle, que la circulation des savoirs reste circonscrite à la France (avec quelques incursions en Grande Bretagne). Les

acteurs sont nationaux et ne se projettent pas à l'international. La construction des ports argentins sont par contre des indicateurs de la première globalisation (1870-1914) BERGER [2003], où les capitaux européens s'investissent dans les économies d'Amérique du Sud. La circulation des savoirs s'est elle même mondialisée.

A partir de l'ontologie informelle HST-PORT que nous avons élaborée dans ce chapitre à partir des résultats de l'étude comparée des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario, nous allons présenter l'ontologie PHO (Port History Ontology) dans le chapitre suivant.

5.8 Références

ACURSSO, R. V., A. D. BIASI, S. FERNÁNDEZ et L. SILVANI. 2013, «La riqueza del archivo torriglia. su aporte a la historia de las instalaciones portuarias rosarinas», *Corpus. Archivos virtuales de la alteridad americana*, vol. 3, nº 1. 143

BARJOT, D. 1987, «L'innovation dans les travaux publics (xlxe-xxe siècles). une réponse des firmes au défi de la demande publique?», *Histoire, économie et société*, vol. 6, nº 2, p. 209–231, ISSN 0752-5702. 135, 222, 224, 230

BARJOT, D. 1989, *La grande entreprise française de travaux publics (1883-1974) : contraintes et stratégies*, thèse de doctorat, Paris 4. 228

BARJOT, D. 1995, «Les grandes entreprises européennes de travaux publics face au marché international (1880-1914)», *Histoire, économie et société*, p. 361–383. 230

BELTRAMI, F. 1916, *Construcción del Puerto de Mar del Plata, Memoria Descriptiva*, Ministerio de Obras Públicas, Buenos Aires. 180

BERETTA, F. et R. LETRICOT. 2017, «Le portail xml du projet symogih.org : un projet d'edition numerique collaborative de sources et d'informations historiques», , p. 125–143. 85

BERGER, S. 2003, «Notre première mondialisation : leçons d'un échec oublié», *Le Seuil, Paris*. 234

BERNARD, M. 1842, «Notice nécrologique sur la vie et les services de Monsieur Lamblardie (Antoine-Élie), inspecteur général des ponts et chaussées et des travaux maritimes», *Annales des ponts et chaussées : Partie technique. 1ère partie*, p. 273–280.

BERNARD, M. 1914, «La Municipalité de Brest de 1750 à 1790», *Annales de Bretagne*, vol. 30, nº 3, doi :10.3406/abpo.1914.1598, p. 377–423. URL http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/abpo{_}0003-391x{_}1914{_}num{_}30{_}3{_}1598. 95

BIRD, J. H. 1963, *The major seaports of the United Kingdom*, Hutchinson. 103

BIXEL, P. B. et E. H. TURNER. 2000, *Galveston and the 1900 Storm : Catastrophe and catalyst*, University of Texas Press. 179

BLANCHE, A. P. 1885, *Dictionnaire général d'administration*, vol. 1, P. Dupont. 108

BLERZY, H. 1873, «Les fondations par l'air comprimé», *La Nature*, , nº 1, p. 148–151. 156

BRASSEUL, J. 1998, «Une revue des interprétations de la révolution industrielle», *Revue Région et développement*, , nº 7, p. 1–74. 191

CARDIEL, J., G. F. CÁRDIFF et F. F. OUTES. 1930, *Diario del viaje y misión al Río del Sauce realizado en 1748*, " Coni,". 169

CARRASCO, E. et G. CARRASCO. 1897, *Anales de la ciudad del Rosario de Santa Fé, con datos generales sobre Historia Argentina, 1527-1865*, Imprenta Peuser, Buenos Aires. URL https://archive.org/details/analesdelaciuda00carrgoog. 141, 142

CASTEL, M. S. 1930, «Brest, étude de géographie urbaine», dans *Annales de Bretagne*, vol. 39, Persée-Portail des revues scientifiques en SHS, p. 497–522. 92

CASTEL, S. 1932, «Brest, étude de géographie urbaine (Suite) chapitre IV», *Annales de Bretagne*, vol. 40, nº 4, p. 593–624. 93, 94

CHALIER, G. 2012, «L'ingénieur Abel Julien Pagnard. Un centralien à Punta Alta (Argentine)», . 155

CHALIER, G., L. IZARRA et G. VILAR. 2015, *Historia del Arsenal Naval Puerto Belgrano 1905-1960*, Punta Alta, Escuela de Oficiales de la Armada/ Departamento de Estudios Históricos Navales/Archivo Histórico Municipal de Punta Alta. 179

CHATZIS, K. 2009, «Les ingénieurs français au xixème siècle (1789–1914)–émergence et construction d'une spécificité nationale», *Bulletin de la Sabix. Société des amis de la Bibliothèque et de l'Histoire de l'École polytechnique*, , nº 44, p. 53–63. 222

CLOÎTRE-QUÉRÉ, M.-T. 1992, *Brest et la mer 1848-1874*, Centre de recherche bretonne et celtique. 106, 217

COVA, R. 1966, «Pedro luro. un pionero de la pampa», . 174

D'ANGIO, A. 1995, *Schneider & Cie et les travaux publics, 1895-1949*, vol. 45, Ecole nationale des chartes. 153, 154, 233

DAUVIN, J.-L. .-. 1816, «Essais topographiques, statistiques et historiques, sur la ville, le château, le port et la rade de Brest , par J.-L. Dauvin», . 94

DE MARCO, M. et B. ROHOU. 2015, «La nacionalización del puerto de Rosario a la luz de nuevos documentos sobre la mediación de la diplomacia francesa y actores universitarios», dans *6tas Jornadas Internacionales e Interdisciplinarias de Estudios Portuarios*. 139

DE MARCO, M. Á. 1999, *La batalla por el puerto de Rosario*, Ciudad Argentina. 155

DE MARCO(H), M. A. 2005, *El puerto de los Rosarinos*, ENAPRO. 141, 142, 153, 220

DUMAS, A. 1897, «Les grues électriques du port du Havre.», *Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères.*, , nº 797, p. 321–324. 191

DUPOUY, A. 1920, «Brest, port de commerce», *La Revue de Paris*, , nº 42, p. 607–635. 123, 127, 220

DE FRÉMINVILLE, C. 1832, *Antiquités de Bretagne*, vol. I. 93

GASCÓN, J. C. 1942, *Orígenes históricos de Mar del Plata*, vol. 20, Taller de impresiones oficiales. 169

GASQUET, R. 1907, «Comparaison entre les grues hydrauliques et les grues électriques», *Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères.*, , nº 1311, p. 209–213. 191, 192

GHYS, Y. 2012, *Los últimos pesqueros a vela latina de la playa Bristol : historia e imágenes. Mar del Plata 1893/1925.*, Martin, Mar del Plata. AR. ix, 174, 176, 210

GONZALEZ, S. S. 2009, «Puertas a la pampa : El estado y la creación de puertos en la provincia de buenos aires», *Hablemos de puertos*, p. 157–161. 175

GONZALEZ, S. S. et B. ROHOU. 2015, «Entre lo oficial y lo personal. la construcción del puerto de mar del plata en la visión de un ingeniero francés.», VI Jornadas Interdisciplinarias e Internacionales de Estudios Portuarios, Rosario. 139, 180

GONZÁLEZ, S. S. 2011, «Los puertos sobre playas de arenas móviles. el caso de los puertos de mar del plata y quequén en los inicios del s. xx.», dans *Argentina de Puerto*, III Jornadas Red de Estudios Portuarios, Buenos Aires 2011. 177, 218

GROSCLAUDE, J. 1892, «Les travaux du port de bilbao. note sur l'outillage des chantiers», *Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères*, , nº 15. 180

GROSS, L. 2004, *Deutschlands Wirtschaftsgeschichte von der Industralisierung bis heute Band 1 : 1800 - 1945*, Books on Demand (26604). 179

HERSENT, G. 1903, *Republique Argentine : port du Rosario*, A la Societe D'Encouragement Pour L'Industrie Nationale. viii, ix, 88, 155, 161, 162, 163

HERSENT, H. 1885, *Ensemble des ouvrages exécutés par H. Hersent, depuis 1842 jusqu'à ce jour.*, Exposition internationale de 1895 ; Amsterdam). 109

IÑURRIETA, V. E. 2005, *Los buzos del Puerto de Mar del Plata*, Ed. Martín. 181

JACOBSON, A. 1913a, «Les grands ports récents de l'amérique du sud (1)», *Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères*, , nº 1. 221

JACOBSON, A. 1913b, «Les grands ports récents de l'amérique du sud (3) : Port de montevideo, de rosario, agrandissement du port de buenos aires, port de mar del plata», *Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères*, , nº 1. 180, 230

LAUBÉ, S. 2009, «Modélisation des documents numériques pour l'histoire des techniques : une perspective de recherche», *Documents pour l'histoire des techniques. Nouvelle série*, , nº 18, p. 37–41. 190

LE BOLLAN, C. 2008, «L'arrivée du chemin de fer à brest ou les effets d'une logique stratégique», *Revue d'histoire des chemins de fer*, , nº 38, p. 72–86. 102

LE MAREC, Y. 2006, *L'industriel et la cité : Voruz, fondeur nantais*, Ed. MéMo. 121

LEVAINVILLE, J. 1919, «Le port de Brest», dans *Annales de Géographie*, vol. 28, JSTOR, p. 208–225. 220

LEVOT, P. 1864, *Histoire de la ville et du port de Brest*, vol. I. 92, 93, 94

MACKINNON, L. B., J. L. BUSANICHE et collab.. 1957, «La escuadra anglo-francesa en el Paraná, 1846», . 141

MARONESE, A. 2001, *Historia de la ciudad de Mar del Plata*, www.mardelplata-ayer.com.ar. 178

MARONESE, A. 2012, «Puerto de Mar del Plata (Parte I)», . 177, 217

MASSÉ, B. 1904, «Informe sobre el estado de las clases obreras en el interior de la república», . 149

MATHIEU, G. 1919, *Cahiers Personnels*. 180, 181, 231

MEMMI, A. 1979, *La dépendance*, vol. 5, Gallimard. 220

MOP. 1933, *Monografia del puerto de Mar del Plata.*, MOP. 182, 183

MORICE, D. 1779, «Preuves, t. i, col. 1142», *II, col*, vol. 779. 92

OLIVES, A. 1947, *Elevadores y Depositos De Granos,Red nacional de elevadores,leyes números 11742 y 12253.*, thèse de doctorat, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas. ix, 164

OPPERMANN, C. A. 1886, «Publication rapide et économique des documents les plus récents et les plus intéressants relatifs à la construction française et étrangère», . 155

PAULA, V. 2014, «El progreso como ensoñación social. Espacialidades de la modernidad en Rosario, Argentina.», *Anuario de la Escuela de Historia*, , nº 25, p. 57–90. 142

PAWLOWSKI, A. 1917a, «Les ports français dans la guerre. Brest et Cherbourg», *Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères.*, , nº 1822, p. 17–32. 123, 127, 220

PAWLOWSKI, A. 1917b, «Les ports français dans la guerre. Situations d'ensemble et conclusions générales», *Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères.*, , nº 1841, p. 341–345. 125

PAWLOWSKI, A. 1919, «Les ports français dans la guerre. Les Américains dans nos ports de l'Atlantique. Brest et Saint Nazaire», *Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères.*, , nº 1945, p. 501–528. viii, 121, 124, 125, 191

PETERSEN, M. E. 2017, «De la vaca al trigo : el desarrollo portuario del quequén entre 1879 y 1929», dans *Mesa Nº 79 : Puertos : trabajo, economía y configuraciones regionales (1880-1955)*, XVI Jornadas Interescuelas de Historia ; Mar del Plata. 177

PETERSON, H. F. 1942, «Edward a. hopkins : a pioneer promoter in paraguay», *The Hispanic American Historical Review*, vol. 22, nº 2, p. 245–261. 142

PLAISSE, A. 1964, «Le commerce du port de Brest a la fin du XVIe siècle», *Revue d'histoire économique et sociale*, vol. 42, nº 4, p. 499–545. 93

POIREL, M. 1841, *Mémoire sur les travaux à la Mer : comprenant l'historique des ouvrages executés, au port d'Alger, et l'exposé complet et détaillé d'un système de fondation à la mer au moyen de blocs de béton : avec planches*, Fain et Thunit. 112, 113, 180

POLLIO, M. V. 1859, *Les dix livres d'architecture de Vitruve*, A. Morel. 112

POUCEL, B. 1867, *Le Paraguay moderne et l'intérêt général du commerce fondé sur les lois de la géographie et sur les enseignements de l'histoire, de la statistique et d'une saine économie politique...*, Typographie ve m. Olive. 142

POULAIN-CORBION, I. 1858, *Récit du voyage de leurs Majestés l'Empereur et l'Impératrice, en Normandie et en Bretagne. Août 1858.* 107

PRIETO, A. 1991, «El obrero en la mira. una aproximación a la cuestión de la identidad de los trabajadores en la argentina del novecientos a partir de un estudio de caso», *Estudios Sociales*, vol. 1, nº 1, p. 107–124. 148

QUESADA, M. S. 1982, *El estado rebelde : Buenos Aires entre 1850/1860*, Editorial de Belgrano. 142

RAINERO, C. 2010, «Patrimonio industrial y transformaciones urbanas : marcas del paisaje de la producción, rosario (1985-2009)», *Labor e Engenho*, vol. 4, nº 1, p. 42–65. 146

DE LA ROGERIE, B. 1928, *Les fondations des villes et des bourgs en Bretagne du XIe au XIIIe siècle*, vol. IX, Mémoires de la Société d'Histoire et d'Arquéologie de Bretagne, 102 p.. 92

ROHOU, B. 2016a, «El informe Lamblardie (1822) : la genesis del puerto commercial de Brest (Francia).», dans *VIª Jornada de discusión de avances de investigación en Historia Argentina : fuentes, problemas y métodos*, Instituto de Historia, IDEHESI-CONICET, ROSARIO-ARGENTINA. 95

ROHOU, B. 2016b, «La grue titan de 50 tonnes.», Séminaire inaugural PAM-3D Lab : Patrimoine(s), Artefact(s), mediation(s) et 3D, Brest. 181

ROHOU, B. 2016c, «Modélisation des ports de Brest (France) et de Mar del Plata (Argentine) pour l'histoire des sciences et des techniques. Exemple : La Grue Titan de 50 tonnes», dans *PAM-3D-Lab :" Patrimoine (s), Artefact (s), mediation (s) et 3D"*. 139

ROHOU, B. 2017, «La modélisation 3D, un outil de valorisation du patrimoine portuaire disparu.», II Coloquio internacional sobre patrimonio portuario santafesino, Rosario. 181

ROHOU, B., M. DE MARCO, G. CHALIER et M. PETERSEN. 2017, «Construction des ports argentins par les entreprises françaises au début du XXème siècle», URL https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01858082, l'article sera publié dans les actes du colloque : 3CFHC - TROISIÈME CONGRÈS FRANCOPHONE D'HISTOIRE DE LA CONSTRUCTION (Nantes, juin 2017). 139, 179

ROHOU, B., M. DE MARCO, G. CHALIER et M. PETERSEN. 2019, «Les ports français en Argentine pendant la première mondialisation et le développement de leurs régions (à paraître)», L'article sera publié dans la revue des "Cahiers François Viète" en 2019.). 139

SOCIÉTÉ NATIONALE DE TRAVAUX PUBLICS. 1923, *Mar del Plata, Las obras del puerto*, Talleres S.A Casa Jacobo Peuser, Ltda, Buenos Aires. ix, 88, 180, 181, 183

TARTARINI, J. 2000, *Arquitectura ferroviaria*, Ediciones Colihue SRL. 171

VAUTHIER-VÉZIER, A. 2007, *L'estuaire et le port : l'identité maritime de Nantes au XIXe siècle*, PU Rennes. 105

Chapitre 6

Du modèle HST-PORT vers l'ontologie PHO.

Sommaire

6.1 Introduction 240
6.2 Transformation de HST-PORT en l'ontologie PHO 240
6.2.1 Transformation partielle de la carte conceptuelle 243
6.2.2 Alignement avec le CIDOC-CRM 245
6.2.3 Réutilisation d'ontologies spécifiques 249
6.3 Peuplement de l'ontologie PHO 251
6.3.1 Instanciation d'un artefact : le quai de cabotage 252
6.3.2 Instanciation d'une activité. 253
6.3.3 Instanciation d'un acteur. 253
6.4 Évaluation de l'ontologie PHO 254
6.4.1 Cas d'étude n°1 : périodisation de l'histoire des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata 255
6.4.2 Cas d'étude n°3 : l'étude de la circulation des savoirs et des technologies. 265
6.4.3 Application de PHO à d'autres ports 271
6.5 Conclusion 277
6.6 Références 277

6.1 Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons élaboré l'ontologie informelle HST-PORT - sous la forme d'une carte conceptuelle - en étudiant successivement les ports de Brest, Rosario et Mar del Plata. HST-PORT permet d'une part de produire une périodisation des ports pour l'Histoire des Sciences et des Techniques et d'autre part de rendre compte du rôle des acteurs et de la circulation des savoirs dans les activités liées au port. La carte conceptuelle de l'ontologie informelle HST-PORT est utilisée comme un modèle initial qu'il faut transformer pour concevoir l'ontologie formelle PHO. Ce chapitre a pour objet de présenter le processus de transformation de l'ontologie informelle HST-PORT en une ontologie formelle, appelée PHO, son peuplement et son évaluation au travers de cas d'étude analysés dans le chapitre précédent.

Le chapitre s'organise donc de la façon suivante autour de trois paragraphes :

- **Transformation de HST-PORT en l'ontologie PHO :** L'ontologie informelle HST-PORT est une carte conceptuelle fortement inspirée de la structure d'une ontologie. Il s'agit de la transformer en une ontologie formelle qui réutilise le CIDOC-CRM et donc qui sera alignée avec cette dernière.
- **Peuplement de l'ontologie :** Dans le cadre de ce travail de thèse, cette étape consiste à instancier les classes de PHO à partir de l'analyse des sources issues de l'étude historique des ports. En d'autres termes, cela revient à décrire les sources analysées à partir de l'ontologie PHO.
- **Évaluation de l'ontologie PHO :** L'évaluation de l'ontologie PHO est réalisée à partir de deux cas d'études les N°1 et N°3 afin de reproduire les résultats de l'historien par des requêtes SPARQL et des raisonnements et d'une application de l'ontologie PHO à un autre port, celui de Buenos Aires pour produire une périodisation de ce dernier.

6.2 Transformation de HST-PORT en l'ontologie PHO

L'ontologie informelle HST-PORT est une carte conceptuelle composée de nœuds et d'arcs. Les nœuds représentent des classes et les arcs représentent des relations entre classes. Parmi ces arcs, ceux étiquetés "est-un" représentent la relation de généralisation / spécialisation entre classes. La figure 6.1 met en évidence toutes les relations "est-un" - arcs en rouge. Comme HST-PORT reprend la modélisation événementielle du CIDOC-CRM (voir 2.5.1), les noeuds, les arcs et leur organisation "sont proches" de l'ontologie CIDOC-CRM réutilisée et de l'ontologie PHO à concevoir. Cette transformation se déroule donc en trois étapes de la manière suivante :

- **Etape 1 : Transformation partielle de la carte conceptuelle :**
  Cette première étape consiste d'une part à transformer les classes issues de l'ontologie informelle HST-PORT en classes de l'ontologie PHO - et d'autre part à transformer les arcs étiquetés "est-un" en relations "SubclassOf" entre classes. Cette transformation reproduira donc l'organisation informelle des classes de HST-PORT. Tous les autres arcs sont traités à l'étape suivante : certains seront transformés en relations du CIDOC-CRM et d'autres en relations de l'ontologie PHO.
- **Etape 2 : Alignement avec le CIDOC-CRM**
  Pour cet alignement, il est nécessaire de prendre en compte les classes de PHO qu'il faut aligner avec celles du CIDOC-CRM et les arcs de HST-PORT - non traités à l'étape 1 - pour les transformer en relations du CIDOC-CRM ou en relations de

PHO. En effet, les étiquettes associés à ces arcs reprennent la "terminologie" utilisée par les sources. Pour l'alignement des classes de PHO, deux cas sont à considérer : i) Une classe de HST-PORT a le même sens qu'une classe de CIDOC-CRM et réutilise toutes ses relations : la classe du CIDOC-CRM est utilisée directement dans PHO ; ii) Une classe de PHO a le même sens qu'une classe de CIDOC-CRM, réutilise toutes ses relations, mais nécessite d'en ajouter de nouvelles : la classe de PHO sera sous-classe de celle du CIDOC-CRM. Les relations propres à PHO sont ajoutées à cette sous-classe. Les étiquettes des arcs de HST-PORT représentant le sens de relations présentent dans CIDOC-CRM, sont transformées en relation du CIDOC-CRM. Les autres arcs sont transformés en relation de l'ontologie PHO.

- **Etapes 3 : Réutilisation d'ontologies spécifiques**
  Les ontologies CRM-GEO et OWL-TIME sont respectivement réutilisées pour la géo-localisation et la description du temps.

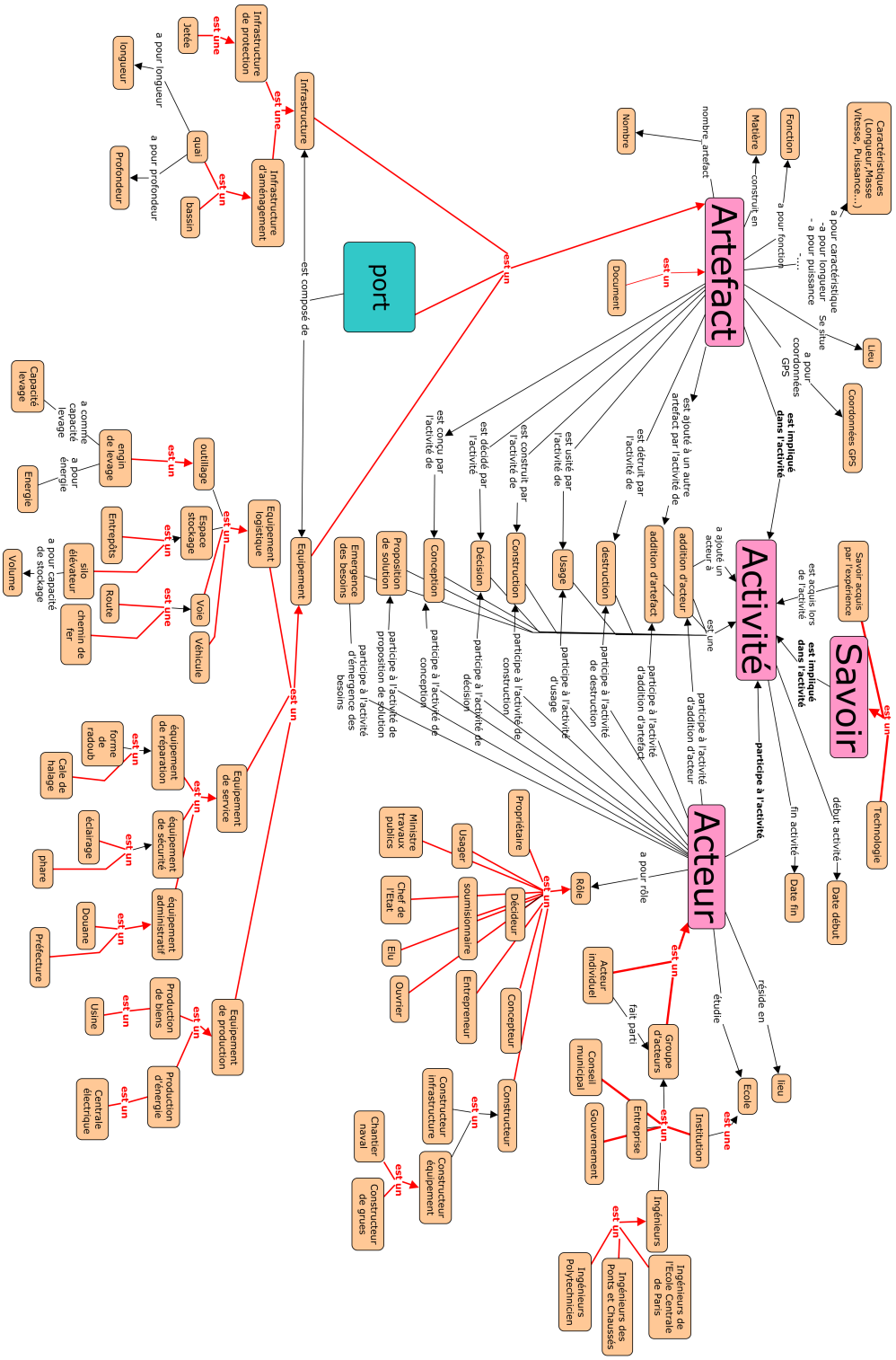


FIGURE 6.1 – Modèle HST-PORT avec la mise en valeur des relations de généralisation / spécialisation

6.2.1 Transformation partielle de la carte conceptuelle

Cette première étape consiste d'une part à transformer les classes issues de l'ontologie informelle HST-PORT en classes de l'ontologie PHO - et d'autre part à transformer les arcs étiquetés "est-un" en relations "SubclassOf" entre classes. De la carte conceptuelle, nous reprenons également les classes les plus abstraites qui seront au sommet de la hiérarchie de classe de l'ontologie PHO : "Activité", "Artefact", "Acteur", "Savoir", "Grandeur physique", "Lieu", "Rôle", "fonction". Le tableau 6.1 reproduit l'organisation de l'ontologie informelle HST-PORT.

Activité			
-	Émergence d'un besoin		
-	proposition de solution		
-	Décision		
-	Conception		
-	Construction		
-	Usage		
-	Addition d'artefact		
-	Réparation		
-	Destruction		
-	Acquisition		
-	Ajout_acteur		
Artefact			
-	Navire		
-	Port		
-	Infrastructure		
-	-	I. de protection	
-	-	-	Jetée
-	-	I. d'aménagement	
-	-	-	Quai
-	-	-	Bassin
-	Équipement		
-	-	Éq. logistique	
-	-	-	Outillage
-	-	-	Espace stockage
-	-	-	Voie
-	-	-	Véhicule
-	-	Éq. de service	
-	-	-	Éq. de réparation
-	-	-	Éq. de sécurité
-	-	-	Éq. administratif
-	-	Éq. de production	
-	-	-	Production de biens
-	-	-	Production d'énergie
-	Document		
Acteur			
-	Groupe d'acteurs		
-	-	Institution	
-	-	Entreprise	
-	-	Gouvernement	
-	-	Conseil municipal	
-	Acteur individuel		

Savoirs			
-	acquis d'expérience		
-	Savoir technologique		
Rôle			
-	Propriétaire		
-	Soumissionnaire		
-	Usager		
-	Décideur		
-	Concepteur		
-	Constructeur		
-	-	C. d'infrastructure	
-	-	C. d'équipement	
-	-	-	C. d'engin de levage
-	Entrepreneur		
-	Directeur		
-	Financeur		
-	Ouvrier		
-	Chef de l'Etat		
-	Ministre des T.P.		
-	Elu		
Lieu			
Energie			

TABLEAU 6.1 – L'organisation de l'ontologie informelle HST-PORT

La figure 6.2 reproduit la hiérarchie des classes de PHO qui est identique à celle présentée dans le tableau 6.1.

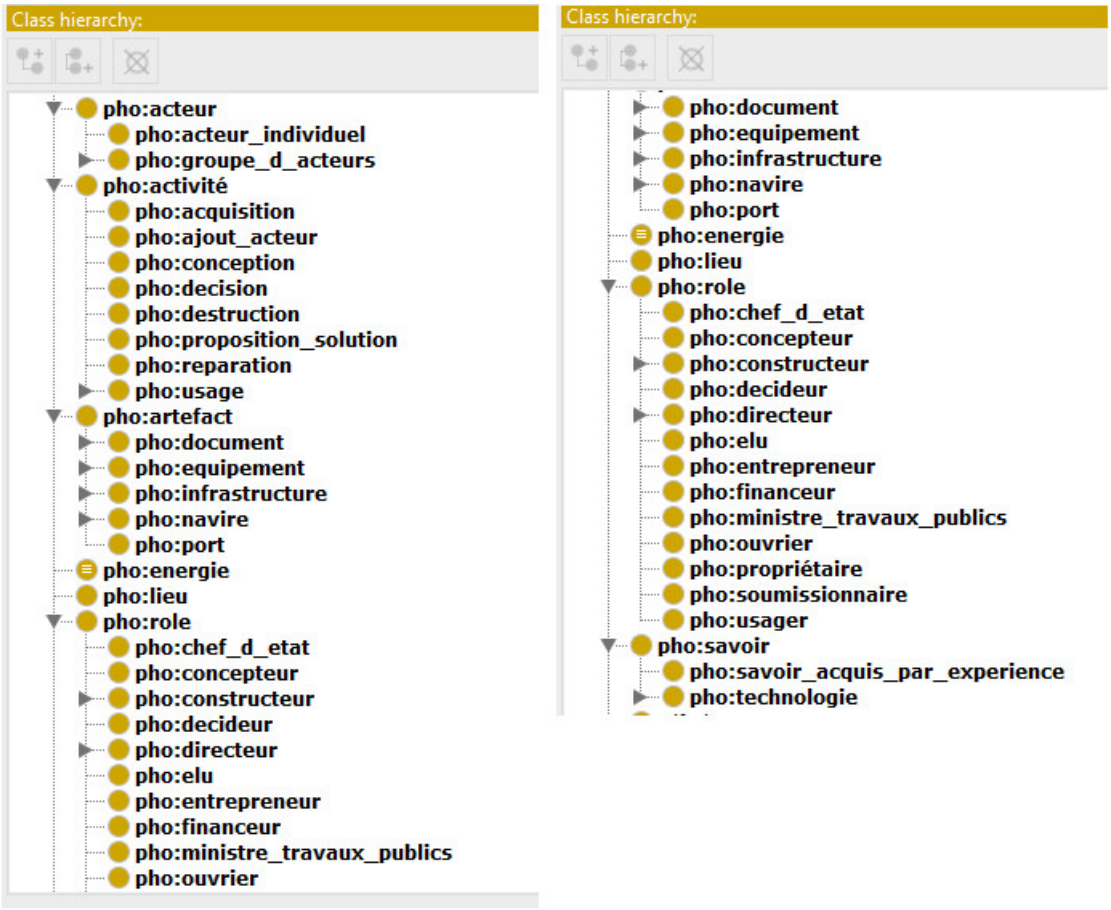


FIGURE 6.2 – Hiérarchie des classes dans l'ontologie PHO.

La hiérarchie des classes étant élaborée, nous allons maintenant traiter l'alignement de celles-ci avec le CIDOC-CRM.

6.2.2 Alignement avec le CIDOC-CRM

Pour cet alignement, il est nécessaire de prendre en compte les classes de PHO qu'il faut aligner avec celles du CIDOC-CRM et les arcs de HST-PORT, représentant des relations, - non traitées à l'étape 1 - pour les transformer en relations du CIDOC-CRM ou en relations de PHO. En effet, les étiquettes associées à ces arcs reprennent la "terminologie" utilisée par les sources. Pour l'alignement des classes de PHO, deux cas sont à considérer : i) Une classe de HST-PORT a le même sens qu'une classe de CIDOC-CRM et réutilise toutes ses relations : la classe du CIDOC-CRM est utilisée directement dans PHO ; ii) Une classe de PHO a le même sens qu'une classe de CIDOC-CRM, réutilise toutes ses relations, mais nécessite d'en ajouter de nouvelles : la classe de PHO sera sous-classe de celle du CIDOC-CRM. Les relations propres à PHO sont ajoutées à cette sous-classe. Les étiquettes des arcs de HST-PORT représentant le sens de relations présente dans CIDOC-CRM, sont transformées en relation du CIDOC-CRM. Les autres arcs sont transformée en relation de l'ontologie PHO.

L'alignement avec le CIDOC-CRM se déroule donc en trois étapes :

- Alignement des classes
- Transformations d'arcs en relations du CIDOC-CRM
- Transformations des autres arcs en relations de l'ontologie PHO

Alignement des classes

La figure 6.3 montre l'alignement de PHO avec CIDOC-CRM. Les classes "Artefact", "Acteur", "Savoir" et "Activité" ont des propriétés qui leur sont propres (voir tableau sur les propriétés de PHO). En conséquence, les classes "Artefact", "Acteur", "Savoir" et "Activité" seront respectivement des sous classes de "E24 Physical Man Made Thing", "E39 Actor", "E28 Conceptual object" et "E7 Activity" provenant du CIDOC-CRM.

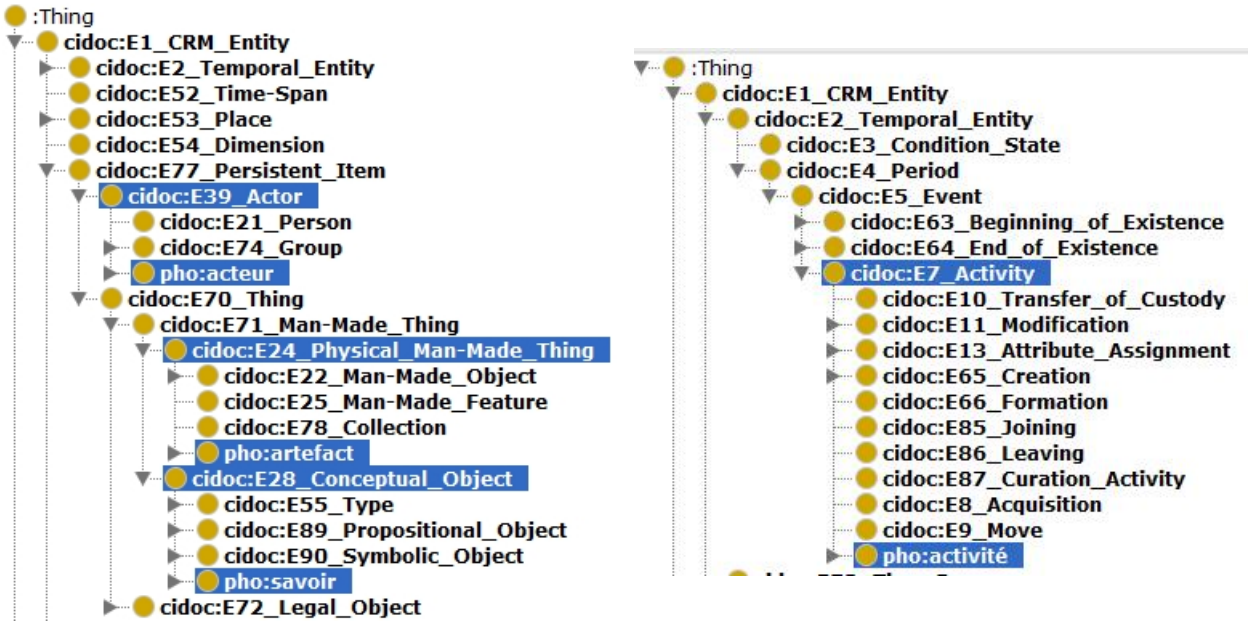


FIGURE 6.3 – Alignement de PHO avec le CIDOC-CRM

Dans la suite, nous détaillons et justifions l'alignement explicité ci-dessus de PHO avec CIDOC-CRM et donc sa réutilisation pour chacune des classes suivantes : acteurs, savoirs, artefacts et activités.

Les artefacts : L'étude des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata dans le chapitre 5, a permis de sélectionner les artefacts [1] pertinents pour périodiser l'histoire de l'évolution des ports : le quai, l'engin de levage (grue), le bâtiment de stockage (silo...).

Ce concept d'artefact se retrouve dans CIDOC-CRM dans une classe appelée "E70 thing". Si la classe "E70 Thing" regroupe toutes sortes d'objets, à la fois des objets faits par l'homme et des objets créés par la nature, et il peut s'agir de produits intellectuels ou de choses physiques. La classe "E70 Thing" ne fait pas de distinction entre l'origine des objets.

Cette classe se spécialise en plusieurs sous classes dont la classe "E71 Man-Made Thing". La classe "E71 Man-Made Thing" possède de nombreux points communs avec la classe "Artefact" dont le principal est de regrouper des objets construits par la main de l'homme. Cependant, la classe "E71 Man-Made Thing" ne fait pas de différence entre un objet qui a réellement existé et un objet immatériel. De plus, la classe "E 71 Man-Made Thing" ne fait aucune référence à l'activité humaine responsable de l'existence de l'objet.

Le CIDOC CRM a donc spécifié la classe "E71 Man-Made Thing" en une sous-classe appelée "E24 Physical Man-Made Thing". Elle regroupe tous les artefacts qui ont été construits ou modifiés par la main de l'homme. La classe "E24 Physical Man-Made Thing" est cohérente avec la définition d'artefact que donne Rabardel (voir POMIAN [2014]).

La classe pho :artefact possède plusieurs relations propres comme la relation "pho :nombre_artefact" (voir tableau 6.3)

Nous avons donc mis la classe pho :Artefact comme sous-classe de la classe "E24 Physical Man-Made Thing" du CIDOC CRM.

Les acteurs : Notre étude sur les ports nous a fait rencontrer de nombreux acteurs individuels comme les ingénieurs responsables de la construction des ports ou les hommes politiques ainsi que plusieurs groupes d'acteurs comme les entreprises constructrices, les écoles d'ingénieurs, etc. Ils seront tous responsables d'une activité. La notion d'acteur se retrouve également dans le CIDOC-CRM avec la classe "E39 Actor" qui comprend les personnes, individuellement ou en groupe, qui ont le potentiel d'accomplir des actions intentionnelles dont quelqu'un peut être tenu responsable. Les personnes individuelles doivent être des instances de la sous-classe personne "E21 Person", tandis que les groupes doivent être des instances de la sous-classe "E74 Group" selon AALBERG et collab. [2015]. La classe "pho :acteur" a plusieurs relations propres à PHO comme "pho :a_pour_rôle" : la classe pho :acteur sera sous classe de "E39 Actor".

Les savoirs : On entend par "Savoir", une théorie, un concept, mais aussi une procédure, un règlement, un savoir-faire technologique. La connaissance est impliquée dans l'activité de l'acteur. Le CIDOC-CRM regroupe également les connaissances au sens large dans la sous classe "E28 Conceptual objet". Cette classe comprend les produits non matériels de notre esprit et d'autres données produites par l'homme qui sont devenues des objets d'un discours sur ce qu'ils sont intrinsèquement, les circonstances de leur création ou leur implication historique selon AALBERG et collab. [2015]. La classe pho :savoir pos-

1. La notion d'artefact a déjà été définie dans le chapitre concernant le méta-modèle ANY-ARTEFACT

sède une relation propre qui est "pho :est_impliqué_dans". La classe "pho :savoir" sera sous-classe de la classe "E28 Conceptual objet".

Les activités : Nous avons vu dans le paragraphe 4.3.1 que nous pensons qu'une "Activité" est une action réalisée par un acteur en utilisant un artefact en mobilisant des savoirs et des savoirs-faire. Pour le Cidoc-CRM, une activité est une action qu'exécutent des acteurs poursuivant un but déterminé et qui modifie l'état des systèmes culturels, sociaux, matériels d'après AALBERG et collab. [2015]. La classe pho :activité possède des relations propres dans PHO comme par exemple "pho :debut_activité". La classe "pho :activité" sera sous-classe de la classe "E7 Activity".

La classe "E7 Activity" possède plusieurs sous classes ; nous en réutiliserons certaines.

- "E12-Production". Dans notre modèle, nous avons une sous classe d'activité qui s'appelle "Construction". Elle contient toutes les activités de construction de nouveaux artefacts. Avant la "Construction", l'artefact n'existait pas. Le Cidoc CRM décrit également la construction d'objet avec la classe "E12-Production" ; elle comprend les activités qui sont conçues pour créer un ou plusieurs nouveaux "E24 Physical Man-Made Thing". Lorsque l'artefact existe déjà, lorsqu'il est agrandi, on parlera d'addition d'élément sur l'artefact existant.
- E79-Part Addition : Dans HST-PORT, la classe "Addition Artefact" représente les activités qui impliquent qu'un artefact (Port, quai, grue,...) soit agrandi par l'ajout d'un élément. On peut réutiliser la classe "E79-Part Addition" qui comprend les activités qui font qu'une instance de "E24 Physical Man-Made Thing" est augmentée, agrandie ou augmentée par l'ajout d'une pièce.

Lorsque les classes de PHO sont alignées avec celles de CIDOC-CRM, nous nous intéressons aux relations entre les classes et analysons les relations de PHO qui peuvent être remplacées par des relations de CIDOC-CRM.

Transformation d'arcs d'HST-PORT en relation du CIDOC-CRM

Dans le modèle HST-PORT (voir figure 5.67), nous avons représenté les classes et leurs relations. Le tableau suivant explicite les arcs étiquettés d'HST-PORT qui sont transformés en relations du CIDOC-CRM.

Etiquette de l'arc dans HST-PORT	**Relation correspondante du CIDOC-CRM réutilisée dans PHO**
(un artefact) est composé de (un artefact)	is composed of
(un acteur)participe à (une activité)	cidoc :P11 had participant
(un acteur) a fait parti d'un groupe	cidoc :P107i is current or former member of
(Activité) est la conséquence d'un besoin	cidoc :P17 was motivated by
(un acteur) réside ou a résidé (un lieu)	cidoc :P74 has current or former residence
(un acteur) a réalisé une acquisition	cidoc :P22i acquired title through (artefact)
(une activité) a utilisé une technologie (savoirs)	cidoc :P16 used specific object
(un artefact) a été construit par (une activité)	cidoc :P108i was produced by
(un artefact) a été détruit par (une activité)	cidoc :P13i was destroyed by
(une activité) a été réalisée par (un acteur)	cidoc :P14 carried out by
(un artefact) se situe en (un lieu)	cidoc :P53 has former or current location
(un artefact) a pour fonction (fonction)	cidoc :P19i was made for
(un artefact) est impliqué dans (une activité)	cidoc :P16i was used for
(pho :activité) est documenté dans (pho :document)	cidoc :P70i is documented in

TABLEAU 6.2 – Les relations prises dans le CIDOC-CRM.

Dans ce tableau, nous avons fait la correspondance entre les relations décrites dans le modèle HST-PORT (voir figure) et les relations du CIDOC-CRM que nous allons reprendre dans PHO. Les relations issues de HST-PORT sont écrites de la forme qui ressemble à un triplet RDF : (Domaine) relation (attribut). En se référant à la figure 5.67, toutes les relations écrites en noir sont remplaçables par une relation existante dans le CIDOC-CRM. Les relations écrites en vert sont spécifiques à PHO.

Transformations des autres arcs en relation dans PHO

Dans le tableau 6.3, nous avons repris les relations qui sont écrites en vert dans la figure 5.67 représentant le modèle HST-PORT. Ces relations sont distinctes des autres car elles ne trouvent pas leurs équivalents dans les relations du CIDOC-CRM. Il s'agit de relations permettant des opérations mathématiques sur leurs attributs et de relations propres à l'histoire des ports.

PHO	commentaire
(artefact) pho :nombre artefact (xsd :integer)	
(grue) pho :capacite max levage (xsd :integer)	capacité de levage d'une grue
(artefact de stockage) pho :capacite stockage (xsd :integer)	capacité de stockage d'un bâtiment
(un quai) pho :longueur (xsd :decimal)	longueur d'un artefact (quai)
(un quai) pho :profondeur (xsd :decimal)	profondeur d'un artefact (quai)
(un acteur) pho :a_pour_role (rôle)	le rôle d'un acteur
pho :un_acteur_a_ete_ajouté_par (activité)	ajout d'un acteur à une activité
(artefact) pho :energie_artefact (énergie)	l'énergie utilisée par un artefact
(un acteur) pho :a_etudie (école) (un savoir) pho :est_impliqué_dans	école où a étudié un acteur Activité

TABLEAU 6.3 – Relations propres à PHO

Par exemple, la relation "a pour profondeur" peut avoir comme attribut 6 ou 7. L'ordinateur peut donc les comparer, les classer dans un ordre. Nous avons vu dans le paragraphe, que cela permettait de classer les quais par catégorie de profondeur. L'attribut de la relation "a pour profondeur" sera un nombre décimal.

Les relations propres sont les relations qu'il faudrait reprendre lors de la conception d'une autre ontologie en histoire des sciences et des techniques. Dans le cas des mines d'Atacama [2], les relations décriront les propriétés spécifiques de l'activité minière.

6.2.3 Réutilisation d'ontologies spécifiques

Nous avons travaillé sur deux ontologies particulières : une ontologie pour représenter le temps OWL-TIME et une autre pour utiliser les possibilités offertes par GEO-SPARQL, en l'occurrence CRMgeo.

OWL-Time, une ontologie du temps

Pour produire une périodisation de l'histoire des ports, l'ontologie PHO doit pouvoir comparer des dates, les classer et opérer des calculs sur ces dernières. Dans CIDOC-CRM, ces dates sont représentées par des chaînes de caractères. Il est nécessaire d'utiliser une autre ontologie qui permette de dater les évènements tout en autorisant des calculs sur ces dernières. Nous avons donc choisi d'utiliser l'ontologie OWL-Time pour représenter les dates et les intervalles de temps du fait de sa simplicité, qualité déjà reconnue dans les travaux de FOX [2013]. L'ontologie OWL-TIME a été définie par les travaux de ALLEN et FERGUSON [1994] et HOBBS et PAN [2006]. L'ontologie OWL-Time offre également la possibilité, lors de travaux futurs, d'effectuer des calculs bien plus complexe sur les intervalles de temps. Dans ce travail de thèse, nous allons uniquement nous consacrer à décrire des années [3]. Nous créons une relation nouvelle : "pho :a_un_time_interval" dont le domaine est "pho :activité" et le range est "time :interval".

2. (voir note concernant le projet du LIA MINES au chapitre 3)

3. Notre étude s'inscrit dans une période longue d'une part et d'autre part les sources ne donnent pas toujours les détails qui nous permettraient de définir plus finement un moment précis comme la mise en service d'un quai par exemple.

La classe time :Interval est une entité temporelle qui possède une durée selon HOBBS et PAN [2017]. Pour représenter le début de l'intervalle pendant lequel se déroule l'activité, nous utilisons la relation : "time :hasBeginning". La date choisie sera déclarée au format "time :inXSDgYear". Pour la fin de la période, on utilise de la même manière les propriétés "time :hasEnd" et "time :inXSDgYear". Chaque activité peut ainsi être datée et on peut par conséquent, faire des requêtes sur PHO afin de produire une périodisation.

Dans le schéma suivant, nous présentons une modélisation d'une période d'existence du quai de Brest décrit dans le paragraphe rappelant qu'un quai de Brest a été ajouté au port de Brest entre 1865 et 1921. L'instance "pho :addition_quai_brest_1865b" fait partie de la classe "pho :addition_artefact".

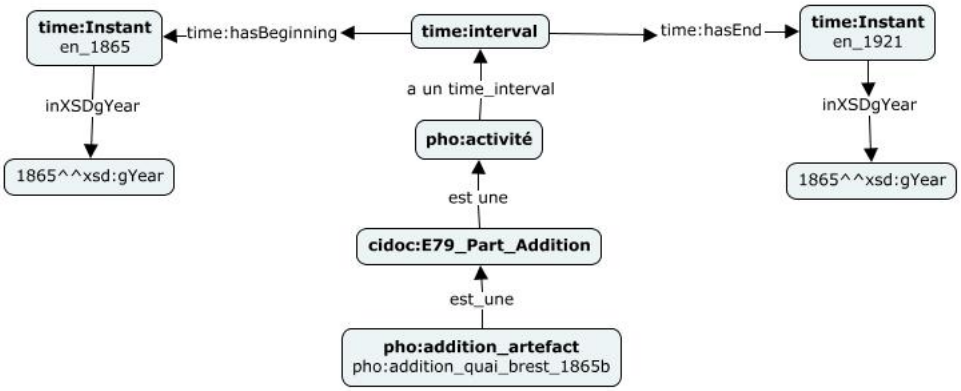


FIGURE 6.4 – Prise en compte du temps dans PHO.

CRMgeo

Dans les travaux que nous avons menés sur l'histoire des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario, nous avons étudié des artefacts (quais, grues, silos) qui étaient situés dans des lieux bien précis. Nous avons également étudié les acteurs comme les ingénieurs des entreprises de construction qui se sont déplacés au gré des chantiers. Nous avons donc étudié et testé l'apport de GeoSPARQL pour notre ontologie PHO. Nous avons, par exemple, utilisé la relation "ogc :LineString" définie dans l'une des ontologies associée à GeoSPARQL. Nous l'avons utilisée pour décrire avec précision les lignes de quais, représentées par une succession de segments. Par contre nous ne disposions pas des outils (algorithmes, mécanismes d'inférence) pour faire des requêtes et raisonner sur ces données géo-spatiales.

Nous avons envisagé de réutiliser CRMgeo qui intègre les possibilités offertes par GeoSPARQL. Mais, la dernière version de CRMgeo date de 2015. Pour la réutiliser, il fallait analyser en profondeur CRMgeo et voir si elle était compatible avec la dernière version du CIDOC-CRM, ce que nous n'avons pas fait, faute de temps. En cas de compatibilité de CRMgeo avec la dernière version du CIDOC-CRM, il restait néanmoins à choisir un outil capable de traiter les requêtes GeoSparql (comme par exemple les environnements Stardog, ARCHES Project, Parliament, OpenLink Virtuoso, etc.).

Néanmoins, le laboratoire travaille à une extension du CIDOC-CRM dans le cadre du projet DATA FOR HISTORY (http://dataforhistory.org/) qui devrait permettre de fournir les outils pour une exploitation des données de géo-localisation. A terme, il sera nécessaire d'intégrer ces possibilités pour la périodisation des ports et donc de disposer des outils de traitement de ce type de données.

6.3 Peuplement de l'ontologie PHO

Dans le cadre d'une thèse de ce type, on est généralement amené à publier les sources analysées sur un portail dédié au patrimoine et à la médiation culturelle afin de rendre public ces dernières et de permettre leur réutilisation. Parmi les environnements informatiques dédiés à cette publication et permettant l'utilisation d'ontologies, on peut notamment citer :

- Le projet SYMOGIH : il a développé un modèle générique de stockage des données historiques permettant leur interopérabilité et leur publication sélective. A partir de ce modèle, une plate-forme collaborative pour la recherche en histoire a été mise en place, http://symogih.org/ ; Elle a été développée par le Laboratoire de Recherche Historique Rhône-Alpes qui est spécialisé en histoire moderne et contemporaine.

- Arches : c'est une plate-forme logicielle open-source, permettant la géo-localisation d'objets, pour l'inventaire et la gestion du patrimoine culturel. Elle a été développée conjointement par le "Getty Conservation Institute" et le "World Monuments Fund", https://www.archesproject.org/ ;

- Karma : c'est un outil d'intégration de l'information qui permet aux utilisateurs d'intégrer rapidement et facilement des données provenant d'une variété de sources de données incluant des bases de données, des tableurs, des fichiers texte délimités, XML, JSON, KML et des API Web, http://usc-isi-i2.github.io/karma/. Elle a été développée par l'université de Californie du sud.

Ces plate-formes sont actuellement en cours d'étude au sein de l'équipe de recherche. Un choix n'a pas encore été fait. Par conséquent, nous n'avons pas été en mesure d'assurer la publication des sources analysées pendant cette thèse. Le peuplement de l'ontologie a donc été réalisé au sein de l'éditeur d'ontologie Protégé. Dans ce paragraphe, nous nous limiterons à quelques exemples d'instanciation relatifs aux classes Activité, Acteur et Artefact. Ces exemples ont été pris à partir de la description d'une partie de l'histoire du port de Rosario décrite dans le texte ci-dessous (texte qui n'est qu'une partie des sources analysées) voir 5.3.4) :

> *Le port de Rosario a été construit entre 1902 et 1912. Un des acteurs de la construction s'appelle Abel Pagnard et a participé à cette œuvre entre 1902 et 1905 en tant que directeur des travaux. Le quai de cabotage, mesurant 190m et ayant une profondeur de 6m a été livré en 1905.*

La figure 6.5 explicite la description de cette source sous la forme d'une Carte conceptuelle - plus facilement compréhensible. Dans cette figure, les classes sont écrites en noir et les instances des classes en bleu. Nous allons ensuite prendre des parties de cette carte pour présenter l'instanciation dans Protégé des classes artefact, activités et acteur. En annexe de la thèse, on trouve le peuplement - complet - de l'ontologie.

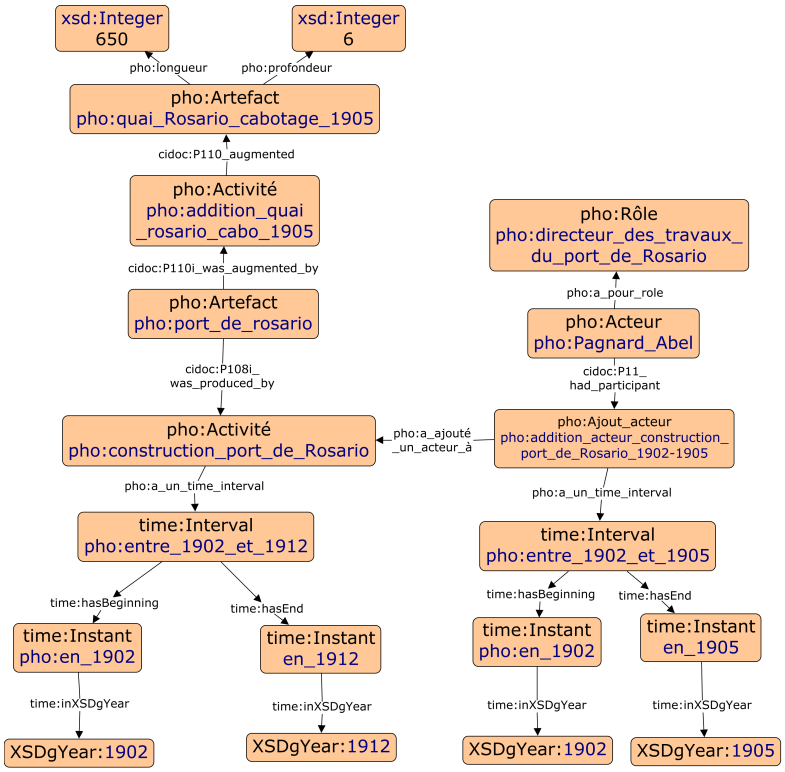


FIGURE 6.5 – Représentation de l'histoire de la construction du port de Rosario

6.3.1 Instanciation d'un artefact : le quai de cabotage

Dans la modélisation que nous avons proposée, un quai présente des propriétés pertinentes (longueur et profondeur) pour produire une périodisation. Nous avons représenté la livraison, dans le port de Rosario en 1905, du quai de cabotage à gauche à l'aide de CMapTools et à droite de Protégé..

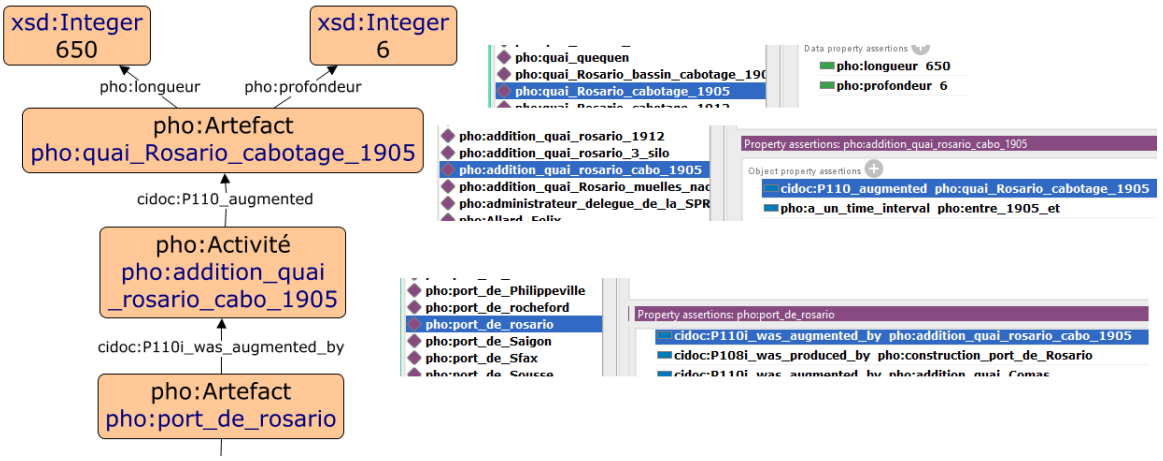


FIGURE 6.6 – Représentation de l'artefact "quai de cabotage" dans PHO.

Chaque triplet représenté à droite de la figure par des arcs et des nœuds est traduit à gauche en OWL 2 par l'intermédiaire de Protégé. La carte conceptuelle est un outil adapté pour traduire les triplets dans Protégé.

6.3.2 Instanciation d'une activité.

Un artefact possède un cycle de vie défini dans le chapitre relatif à ANY-ARTEFACT. Nous présentons l'instanciation de ce cycle de vie en OWL 2.

Un port est constitué d'artefacts; nous utilisons l'activité "addition d'artefact" pour ajouter de nouveaux artefacts comme un quai ou une grue à ce port. Pour illustrer notre propos, nous reprenons l'exemple du port de Rosario où nous avons représenté la construction du port, qui est une étape du cycle de vie d'un artefact (voir 4.3).

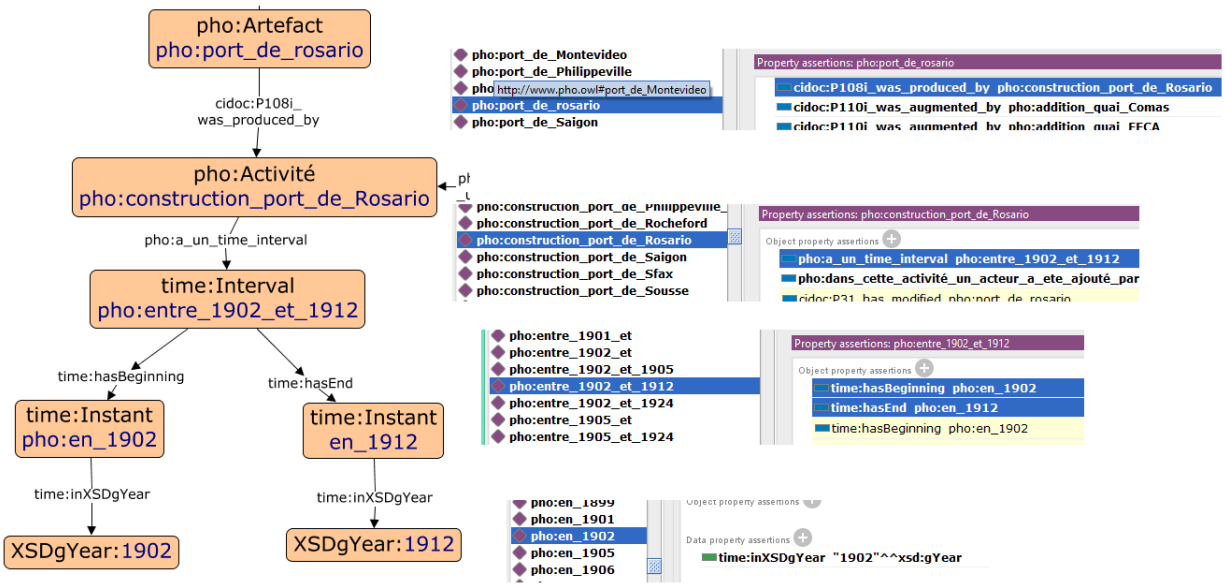


FIGURE 6.7 – Représentation de l'activité "Construction du port de Rosario dans PHO"

Le port de Rosario a été construit entre 1902 et 1912. Pour produire une périodisation, nous avons besoin de faire des opérations sur les dates; l'ontologie "OWL-TIME" propose cette possibilité (voir 6.4). A l'aide de Protégé, nous définissons les dates comme étant des types "XSD :gYear" [4]. Lorsque toutes les dates sont au format XSD :gYear, nous pourrons écrire des requêtes qui vont interroger l'ontologie afin de produire une périodisation du port en question.

6.3.3 Instanciation d'un acteur.

Dans ce paragraphe, nous présentons notre façon d'instancier un acteur. Un extrait de la figure 6.6 a été reproduit pour illustrer notre propos.

4. une petite définition de ce format

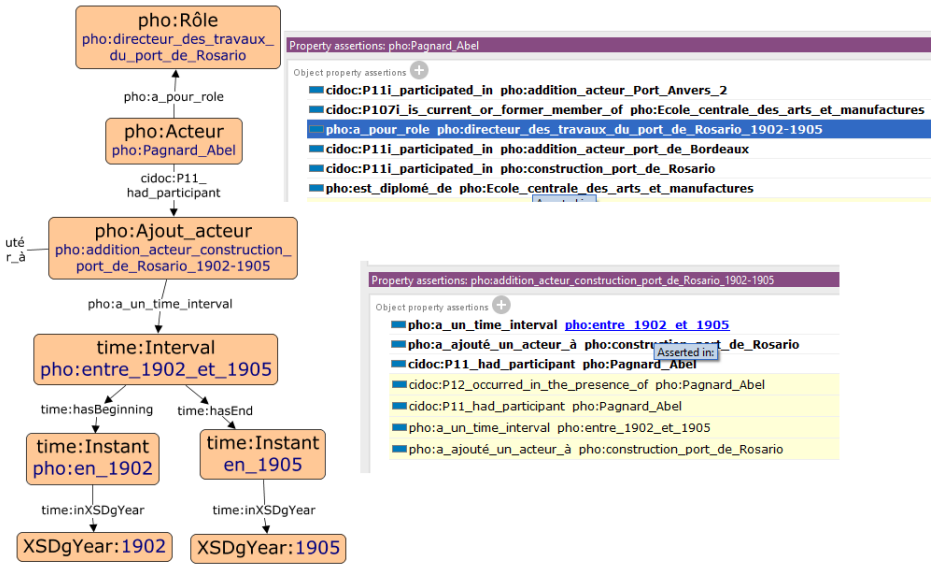


FIGURE 6.8 – Représentation de l'acteur Abel Pagnard dans PHO.

Dans la figure 6.8, nous avons reproduit à gauche les connaissances que nous avons sur l'ingénieur Abel Pagnard, directeur des travaux du port de Rosario. A droite de la figure, les instances "pho :Pagnard_Abel" et "addition_acteur_construction_port_de_Rosario_-1902-1905" sont présentées.

Un acteur participe à une activité mettant en jeu un artefact et mobilisant un savoir. Dans l'activité, l'acteur joue un rôle. Nous avons créé une propriété "pho :a_pour_role" dont le domaine est "pho :acteur" et le range est "pho :role" pour rendre compte du rôle tenu par un acteur. Dans l'exemple de la figure 6.8, Abel Pagnard joue le rôle de directeur des travaux du port de Rosario pendant la construction de ce port entre 1902 et 1905. Cette manière de décrire le rôle est simple mais elle pose un problème pour dater le moment où l'acteur l'a joué. En effet, un acteur peut jouer plusieurs rôles pendant sa vie mais pour nous, actuellement, "pho :role" n'est pas une activité temporelle. Nous ne pouvons pas attribué un rôle à un acteur suivant l'activité qu'il effectue. Abel Pagnard sera à partir de 1905, le concepteur du port argentin d'Arroyo Pareja près de Bahia Blanca. Nous ne pouvons pas à ce stade de nos recherches lier un rôle à une activité. Les travaux du laboratoire explorent actuellement plusieurs voies pour lever cette difficulté.

Abel Pagnard partipe à la construction du port de Rosario, entre 1902 et 1905 alors que la construction en elle même commence en 1902 et se termine en 1912 (voir 6.6). Nous ne pouvons donc pas écrire que "pho :Pagnard_Abel" a participé à "pho :construction_-port_de_Rosario", cela impliquerait que Abel Pagnard soit resté à Rosario jusqu'en 1912 ce qui n'est pas le cas. Nous avons donc créé une nouvelle propriété "pho :a_ajouté_un_-acteur_à" qui permet de rendre compte de la participation d'un acteur à une activité qui se poursuit (ou qui commence) sans lui.

6.4 Évaluation de l'ontologie PHO

Dans le chapitre traitant de la conception de HST-PORT, nous avions élaboré trois cas d'étude historiques (voir 5.1). L'évaluation de l'ontologie PHO est double d'une part nous allons reproduire les cas d'étude N°1 et N°3 afin de vérifier que notre modèle permet de reproduire ces cas d'étude à l'identique et d'autre part nous allons vérifier que notre ontologie peut s'appliquer à d'autres ports. Nous étudierons successivement :

- **Cas d'étude n°1 : périodisation de l'histoire des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata**. L'analyse de l'évolution dans le temps des propriétés des artefacts pertinents a été effectuée dans le chapitre 5. Elle portait, pour les trois ports sur :

  a) la longueur et la profondeur des quais

  b) le nombre et la technologie des grues

  c) la capacité totale de stockage des silos élévateurs

  Nous allons produire quelques requêtes SPARQL afin de retrouver les résultats de l'étude historique. Les autres seront disponible en annexe.
- **Cas d'étude n°3 : l'étude de la circulation des savoirs et des technologies.** L'ontologie PHO permet de rendre compte des résultats obtenus par l'historien au paragraphe dans le domaine de :

  a) la circulation des savoirs dans la construction portuaire.

  b) la circulation des savoirs dans l'usage des installations portuaires.
- **Application de PHO à un port** Notre ontologie PHO va être appliquée à un autre port pour en évaluer la pertinence et la généricité.

Pour mettre en œuvre les scénarios d'usage élaborés par l'historien, l'ontologie PHO en langage OWL2 associé à "Snap SPARQL Query" [5] qui donne la possibilité à l'utilisateur de faire des requêtes sur un grand nombre de données (voir HORRIDGE et MUSEN [2015]).

6.4.1 Cas d'étude n°1 : périodisation de l'histoire des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata

Pour périodiser un Macro-Système Technique tel un port, il faut d'une part choisir des artefacts pertinents susceptibles de produire des périodisations et d'autre part repérer des propriétés de ces artefacts. Leurs évolutions dans le temps nous donnent des indications pour repérer les moments où le système est stable ainsi que les moments où le système s'adapte. Les indicateurs pertinents ainsi que leurs propriétés sont :

- les grues (propriétés : nombre de grues, technologie utilisée et la capacité de levage)
- les quais (propriétés : longueur et profondeur)
- les silos élévateurs (propriété : capacité de stockage)

Nous allons interroger l'ontologie PHO à l'aide de requêtes SPARQL [6] pour retrouver automatiquement les données produites lors de l'étude de la périodisation des ports de Brest (5.3.3) , Rosario(5.3.4) et Mar del Plata(5.3.5).

Les quais comme indicateur de périodisation

L'ontologie PHO est interrogée à l'aide de requêtes SPARQL concernant les quais dont les propriétés de longueurs et de profondeur sont pertinentes pour périodiser l'histoire d'un port. Pour avoir le résultat des requêtes concernant les quais, nous faisons des inférences sur les types de quais. Dans les sources concernant les quais du port de Brest, les quais étaient classés selon leurs profondeurs : petites (profondeur<3m), moyenne (2m=<

5. Snap SPARQL est une application Java qui offre la possibilité de travailler en OWL2. Il contient un classifieur qui permet de lire, traiter et exécuter des requêtes exprimées en langage SPARQL 1.1 OWL. Il est intégré à PROTEGE et affiche les résultats des requêtes sous forme de tableaux.

6. Le standard SPARQL a déjà été abordé dans le paragraphe 2.3.2

profondeur<6m), grande (6m> profondeur) voir (5.3.3). Pour les quais, ce sont leurs types qui sont importants pour périodiser le port ; c'est pour cette raison que nous avons fait des classes des "types de quais". Nous avons donc une classe "type-quais" qui est une classe définie, avec trois sous-classes définies (quais de petites, moyennes et grandes profondeurs) qui permettent donc de classer les quais en faisant des inférences.

L'étude des quais comme indicateur pertinent se fera sur deux exemples :

- le port de Rosario où seule la propriété "longueur" varie au cours du temps.
- le port de Brest où les propriétés longueur et profondeur varient au cours du temps.

Les quais du port de Rosario. Nous avons reproduit un tableau issu des résultats obtenus pour les quais du port de Rosario (voir 5.26) :

Dates	longueur des quais en bois	longueur des quais en béton	longueur totale des quais
1854	40		40
1859	160		160
1860	160		160
1881	185		185
1883	785		785
1884	985		985
1885	1685		1685
1888	1645		1645
1902	1100		1100
1905	1750	350	2110
1912	3609	2752	6361
1931	3609	2752	6361
1932	3609	2752	6361
1940	3609	2752	6361
1942	3609	2752	6361

TABLEAU 6.4 – Artefacts : Quais du port de Rosario entre 1854 et 1942.

Nous cherchons à l'aide d'une requête SPARQL à reproduire le tableau 5.27 qui représente l'évolution de la longueur totale des quais suivant la technologie employée. Dans le cas du port de Rosario, seul le "type de quai" présent est le "quai de grande profondeur". Dans la figure, nous reproduisons la requête SPARQL 6.9.

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>

SELECT  ?date_d ?quai ?longueur ?date_f
 WHERE { ?quai rdf:type pho:quai_grande_profondeur. # On recherche un quai de grande profondeur
           pho:port_de_rosario  cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition. # On recherche un quai qui a fait partie du port de Rosario
           ?addition cidoc:P110_augmented  ?quai . # C'est l'activité "d'addition" qui ajoute le quai au port
          ?quai pho:longueur ?longueur. # On recherche la longueur du quai
           ?addition pho:a_un_time_interval ?interval. # L'activité se déroule sur un interval de temps
          ?interval time:hasBeginning  ?début. # On recherche le début de cet interval
          ?début time:inXSDgYear ?date_d. # On recherche la date au format XSD:gYear
 OPTIONAL {    ?interval time:hasEnd ?fin.  # On recherche la fin de cet interval
         ?fin time:inXSDgYear ?date_f.} # On recherche la date au format XSD:gYear
       }
        ORDER BY ?date_d # on souhaite que les résultats soient dans l'ordre croissant des dates
```

FIGURE 6.9 – Requête SPARQL : longueur des quais de grandes profondeur du port Rosario.

La requête nous propose les résultats reproduits dans la figure 6.10.

?date_d	?quai	?longueur	?date_f
1854^^xsd:gYear	pho:quai_hopkins	40	1860^^xsd:gYear
1859^^xsd:gYear	pho:quai_Comas	120	1902^^xsd:gYear
1860^^xsd:gYear	pho:quai_Castellano	40	1888^^xsd:gYear
1881^^xsd:gYear	pho:quai_FCOE	25	1902^^xsd:gYear
1883^^xsd:gYear	pho:quai_FFCA	600	1948^^xsd:gYear
1884^^xsd:gYear	pho:quai_del_gaz	200	1902^^xsd:gYear
1885^^xsd:gYear	pho:quais_muelles_nacionales	200	1902^^xsd:gYear
1885^^xsd:gYear	pho:quai_muelle_national	500	1912^^xsd:gYear
1905^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_cabotage_1905	650	
1905^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_bassin_cabotage_1...	350	
1912^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_importation_1912_...	913	1992^^xsd:gYear
1912^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_exportation_1912_b...	1327	1992^^xsd:gYear
1912^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_cabotage_1912	348	1992^^xsd:gYear
1912^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_importation_1912_...	1075	1992^^xsd:gYear
1912^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_pour_inflamable	598	1992^^xsd:gYear

FIGURE 6.10 – Résultats de la requête SPARQL : longueur des quais de grandes profondeur du port Rosario.

Les requêtes effectuées sur les quais de petites et moyennes profondeurs n'ont donné aucun résultat.

Le tableau obtenu (voir figure 6.10) propose pour chaque quai, sa longueur, sa date de mise en service (date_d) ainsi que sa date de mise hors service (date_f). Pour obtenir la longueur cumulée des quais au fur et à mesure de leurs évolutions comme dans le tableau (voir figure 6.4), il est nécessaire d'effectuer quelques calculs - décrits dans la suite . Le tableau 6.11, présente le résultat de ces calculs effectués à partir de ceux de la requête du tableau (voir figure 6.10).

date d	quai	longueur	longueur totale		prof	date f
1854^^xsd:gYear	pho:quai_hopkins	40	40		6	1860^^xsd:gYear
1859^^xsd:gYear	pho:quai_Comas	120	160	(a)	6	1902^^xsd:gYear
1860^^xsd:gYear	pho:quai_Castellano	40	160	(b)	6	1888^^xsd:gYear
1881^^xsd:gYear	pho:quai_FCOE	25	185		6	1902^^xsd:gYear
1883^^xsd:gYear	pho:quai_FFCA	600	785		6	1948^^xsd:gYear
1884^^xsd:gYear	pho:quai_del_gaz	200	985		6	1902^^xsd:gYear
1885^^xsd:gYear	pho:quais_muelles_nacionales	200	1185		6	1902^^xsd:gYear
1885^^xsd:gYear	pho:quai_muelle_national	500	1685		6	1912^^xsd:gYear
1888			1645	(c)	6	
1902			1100	(d)	6	
1905^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_cabotage_1905	650	1750		6	
1905^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_bassin_cabotage_1905	350	2100	(e)	6	
1912^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_importation_1912_bois	913	3013		6	
1912^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_exportation_1912_béton	1327	4340		6	
1912^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_cabotage_1912	348	4688		6	
1912^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_importation_1912_beton	1075	5763		6	
1912^^xsd:gYear	pho:quai_Rosario_pour_inflamable	598	6361		6	

FIGURE 6.11 – Tableur présentant la longueur cumulée des quais du port de Rosario.

Les cellules en jaune présentent le résultat du calcul des longueurs cumulées des quais à partir du tableau issu de la requête. Les lettres (a), (b), etc, renvoient aux commentaires qui expliquent les calculs effectués :

(a) Pour calculer la longueur totale des quais obtenue en 1859, on ajoute les longueurs des quais Hopkins et Comas qui existent effectivement en 1859. Longueur totale = 40 + 120 = 160

(b) Pour calculer la longueur totale des quais obtenue en 1860, on ajoute les longueurs des quais présents à cette date. En 1860, les quais Castellano et Comas sont utilisés. A partir de 1860, le quai Hopkins n'est plus utilisé. Longueur totale = 40 + 120 = 160

(c) Pour calculer la longueur totale des quais obtenue en 1888, faisons le bilan des quais existants à cette date : les quais Comas, FCOE, FFCA, del gaz ainsi que les deux quais nationaux (muelles nacionales et muelle nacional). En 1888, le quai Castellano cesse d'être utilisé. Longueur totale = 120+25+600+200+200+500 = 1645

(d) Des quais utilisés en 1888, quatre sont détruits en 1902 : les quais Comas, FCOE, del gaz et les quais "muelles nacionales". Longueur totale = 1645 - 120 - 25 - 200 - 200 = 1100

(e) En 1905, des quais sont mis en service, s'ajoutant à ceux présent en 1902. Longueur totale = 1100 + 650 + 350 = 2100

Les résultats de l'interrogation de l'ontologie PHO - avec une requête SPARQL - auxquels on associe une procédure de calcul - telle que décrite ci-dessus - permet de retrouver les résultats de l'historien pour produire la périodisation de l'histoire du port de Rosario en choisissant le quai comme indicateur pertinent.

date	longueur totale
1854	40
1859	160
1860	160
1881	185
1883	785
1884	985
1885	1685
1888	1645
1902	1100
1905	2100
1912	6361

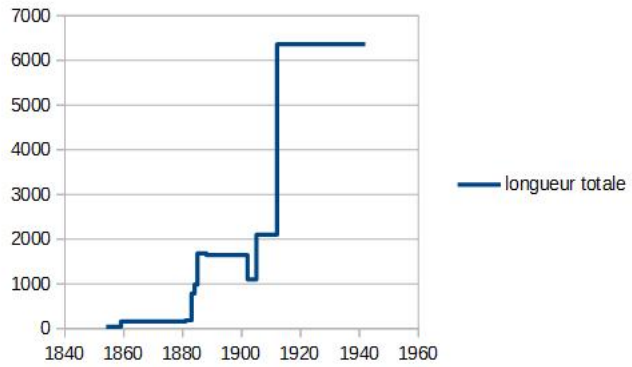


FIGURE 6.12 – Tableur et courbe présentant la longueur cumulée des quais du port de Rosario.

Nous avons refait la courbe d'évolution (6.12)de la profondeur des quais du ports de Rosario à partir du tableau de valeur obtenu dans la figure 6.11.

Les quais du port de Brest Nous souhaitons retrouver les résultats du tableau qui ont permis de réaliser les courbes d'évolution de la longueur et de la profondeur des quais du port de Brest. Nous les avons reproduits ci-dessous.

Année	quais d'échouage 0m <= p < 3m	quais de profondeurs moyennes 3m <= p < 6m	quais de grandes profondeurs >=6m
1822	-	477	-
1855	-	214	-
1865	400	262	670
1873	400	444	1018
1921	400	-	2114
1934	400	-	2114

TABLEAU 6.5 – Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest entre 1822 et 1934 (reproduction du tableau 5.24).

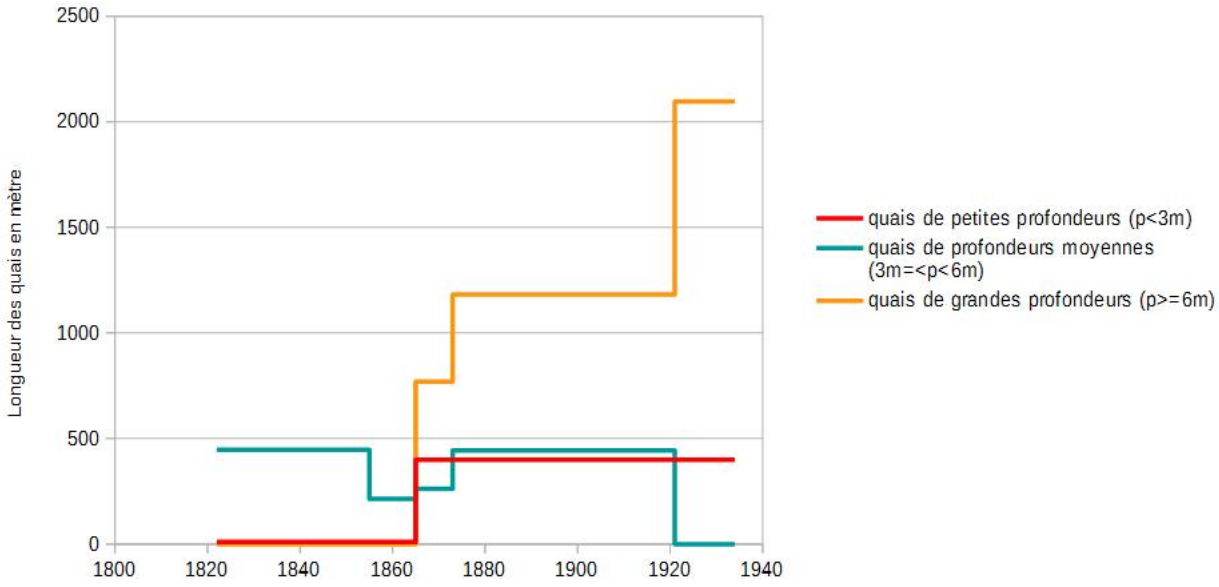
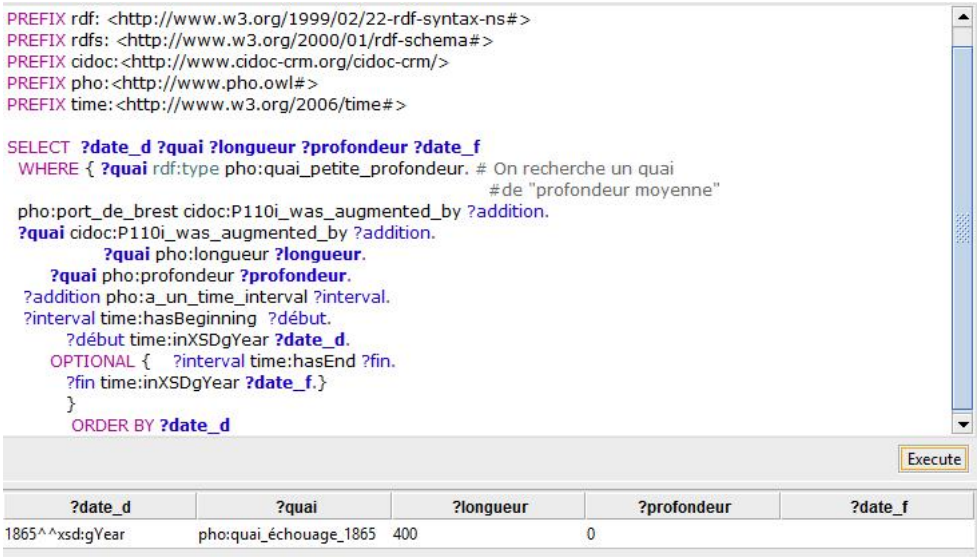


FIGURE 6.13 – Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest entre 1822 et 1934 (reproduction du tableau 5.70).

Nous allons donc interroger l'ontologie PHO en écrivant des trois requêtes sur les quais du port de Brest. La première requête concerne les quais de petites profondeurs, la seconde les quais de moyennes profondeurs et troisième, les quais de grandes profondeurs.

Les quais de petites profondeurs. La requête réutilise pour grande partie celle écrire pour les quais du port de Rosario (voir 6.9). On a remplacé dans la requête, "pho :port_de_rosario" par "pho :port_de_brest" et "pho :quai" par "pho :quai_petite_profondeur".



```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>

SELECT  ?date_d ?quai ?longueur ?profondeur ?date_f
  WHERE { ?quai rdf:type pho:quai_petite_profondeur. # On recherche un quai
                                                     #de "profondeur moyenne"
 pho:port_de_brest cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition.
 ?quai cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition.
            ?quai pho:longueur ?longueur.
       ?quai pho:profondeur ?profondeur.
  ?addition pho:a_un_time_interval ?interval.
  ?interval time:hasBeginning  ?début.
        ?début time:inXSDgYear ?date_d.
      OPTIONAL {    ?interval time:hasEnd ?fin.
        ?fin time:inXSDgYear ?date_f.}
        }
         ORDER BY ?date_d
```

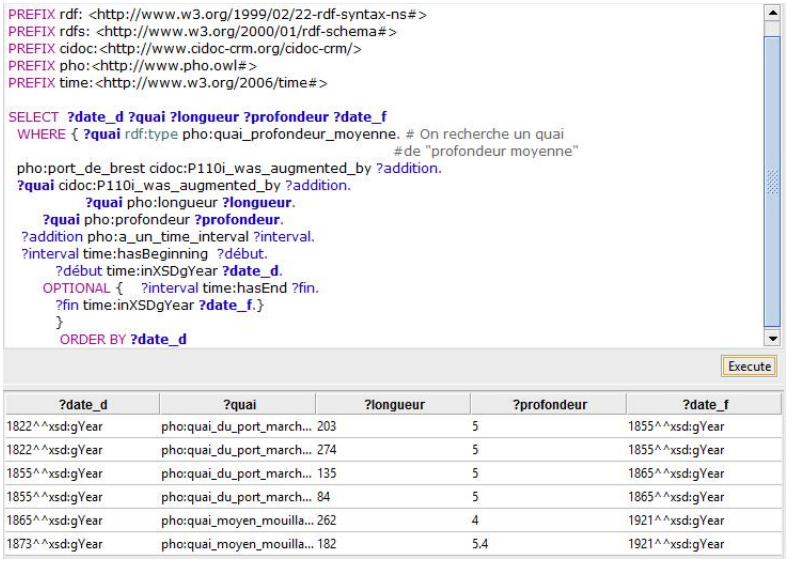
Execute

?date_d	?quai	?longueur	?profondeur	?date_f
1865^^xsd:gYear	pho:quai_échouage_1865	400	0	

FIGURE 6.14 – Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest de petites profondeurs entre 1822 et 1934.

Les quais de petites profondeurs restent à 400 m de 1865 à 1934.

Les quais de profondeurs moyennes. On interroge l'ontologie en remplaçant "pho :quai_petite_profondeur" par "pho :quai_profondeur_moyenne".



```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>

SELECT  ?date_d ?quai ?longueur ?profondeur ?date_f
  WHERE { ?quai rdf:type pho:quai_profondeur_moyenne. # On recherche un quai
                                                     #de "profondeur moyenne"
 pho:port_de_brest cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition.
 ?quai cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition.
            ?quai pho:longueur ?longueur.
       ?quai pho:profondeur ?profondeur.
  ?addition pho:a_un_time_interval ?interval.
  ?interval time:hasBeginning  ?début.
        ?début time:inXSDgYear ?date_d.
      OPTIONAL {    ?interval time:hasEnd ?fin.
        ?fin time:inXSDgYear ?date_f.}
        }
         ORDER BY ?date_d
```

Execute

?date_d	?quai	?longueur	?profondeur	?date_f
1822^^xsd:gYear	pho:quai_du_port_march...	203	5	1855^^xsd:gYear
1822^^xsd:gYear	pho:quai_du_port_march...	274	5	1855^^xsd:gYear
1855^^xsd:gYear	pho:quai_du_port_march...	135	5	1865^^xsd:gYear
1855^^xsd:gYear	pho:quai_du_port_march...	84	5	1865^^xsd:gYear
1865^^xsd:gYear	pho:quai_moyen_mouilla...	262	4	1921^^xsd:gYear
1873^^xsd:gYear	pho:quai_moyen_mouilla...	182	5.4	1921^^xsd:gYear

FIGURE 6.15 – Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest de moyennes profondeurs entre 1822 et 1934.

Nous avons reproduit dans un tableur les résultats de la requête.

date d	quai	longueur	longueur totale		prof	date f
1822^^xsd:gYear	pho:quai_du_port_marchand_coté_brest_1822	203			5	1855^^xsd:gYear
1822^^xsd:gYear	pho:quai_du_port_marchand_recouvrance_1822	274	477	(a)	5	1855^^xsd:gYear
1855^^xsd:gYear	pho:quai_du_port_marchand_coté_brest_1855	135	135		5	1865^^xsd:gYear
1855^^xsd:gYear	pho:quai_du_port_marchand_recouvrance_1855	84	219	(b)	5	1865^^xsd:gYear
1865^^xsd:gYear	pho:quai_moyen_mouillage_brest_1865-4m	262	262	(c)	4	1921^^xsd:gYear
1873^^xsd:gYear	pho:quai_moyen_mouillage_brest_1873	182	444	(d)	5.4	1921^^xsd:gYear

FIGURE 6.16 – Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest de moyennes profondeurs entre 1822 et 1934.

Les lettres (a), (b), etc, envoient vers des commentaires qui expliquent les résultats obtenus :

(a) On ajoute les deux longueurs de quais qui existent en 1822. Longueur totale (1822) = 203+274 = 477

(b) En 1855, les quais précédents ont été réduits. Longueur totale (1855) = 135+84 = 219

(c) En 1865, les quais du port marchand disparaissent (ils sont récupérés par l'arsenal et interdits aux civils). Le seul quai de moyenne profondeur mesure 262m.

(d) En 1873, on ajoute les longueurs des deux quais présents à cette date. Longueur totale (1873) = 262+182 = 444. En 1921, il n'y a plus de quai de moyennes profondeurs à Brest : "date_f" indique la date à laquelle, les quais disparaissent, en l'occurrence en 1921.

Les quais de grandes profondeurs. On interroge l'ontologie en remplaçant "pho :quai_-profondeur_moyenne" par "pho :quai_grande_profondeur".

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc: <http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho: <http://www.pho.owl#>
PREFIX time: <http://www.w3.org/2006/time#>

SELECT  ?date_d ?quai ?longueur ?profondeur ?date_f
  WHERE { ?quai rdf:type pho:quai_grande_profondeur. # On recherche un quai
                                                     #de "grande profondeur"
 pho:port_de_brest cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition.
 ?quai cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition.
            ?quai pho:longueur ?longueur.
      ?quai pho:profondeur ?profondeur.
  ?addition pho:a_un_time_interval ?interval.
  ?interval time:hasBeginning  ?début.
        ?début time:inXSDgYear ?date_d.
      OPTIONAL {    ?interval time:hasEnd ?fin.
        ?fin time:inXSDgYear ?date_f.}
        }
```

Execute

?date_d	?quai	?longueur	?profondeur	?date_f
1865^^xsd:gYear	pho:quai_grand_mouillage_1865-6m	500	6	
1865^^xsd:gYear	pho:quai_grand_mouillage_1865-7m	170	7	
1873^^xsd:gYear	pho:quai_grand_mouillage_1873-6m	183	6	
1873^^xsd:gYear	pho:quai_grand_mouillage_1873-7m	165	7	
1921^^xsd:gYear	pho:quai_grand_mouillage_1921	1096	7.5	

FIGURE 6.17 – Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest de grandes profondeurs entre 1822 et 1934.

Nous avons reproduit dans un tableur les résultats de la requête.

date	quais	longueur	longueur totale		profondeur
1865^^xsd:gYear	pho:quai_grand_mouillage_1865-6m	500	500		6
1865^^xsd:gYear	pho:quai_grand_mouillage_1865-7m	170	670	(a)	7
1873^^xsd:gYear	pho:quai_grand_mouillage_1873-6m	183	853		6
1873^^xsd:gYear	pho:quai_grand_mouillage_1873-7m	165	1018		7
1921^^xsd:gYear	pho:quai_grand_mouillage_1921	1096	2114	(b)	7.5

FIGURE 6.18 – Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest de grandes profondeurs entre 1822 et 1934.

Les lettres (a) et (b), etc, envoient vers des commentaires qui expliquent les résultats obtenus :

(a) On ajoute en 1865, la longueur des deux quais existants. Longueur totale (1865) = 500+170 = 670

(b) En 1921, on ajoute tous les quais existant. Longueur totale (1921) = 500+170+183+165+1096 = 2114

En regroupant les résultats pour les trois types de quais, on obtient un tableau 6.19 :

	longueur totale		
date	quais de petites profondeurs	quais de moyennes profondeurs	quais de grandes profondeurs
1822		477	
1855		219	
1865	400	262	670
1873	400	444	1018
1921	400	0	2114
1934	400	0	2114

FIGURE 6.19 – Longueurs et profondeurs des quais du port de Brest de grandes profondeurs entre 1822 et 1934.

Le tableau 6.19 est identique à celui trouvé par l'historien.

Les quais du port de Mar del Plata On interroge l'ontologie PHO pour les quais du port de Mar del Plata. Les résultats sont en Annexe A.2.1.

Les requêtes SPARQL interrogent l'ontologie pour rendre compte de l'évolution des longueurs et des profondeurs des trois ports étudiés dans la thèse. Les résultats des requêtes sont traités dans un tableur pour obtenir les mêmes tableaux de valeurs que l'historien. Cela valide donc l'ontologie pour ce qui concerne la modélisation de l'évolution des longueurs et des profondeurs des quais.

La grue comme indicateur de périodisation

L'étude de la grue comme indicateur pertinent pour la périodisation se fera à partir des données du port de Rosario en produisant des requêtes qui interrogeront l'ontologie PHO. Nous montrerons que ces résultats sont identiques à ceux produits par l'historien.

Dans le tableau 6.6, nous reprenons les résultats obtenus lors de l'étude historique des grues du port de Rosario.

Dates	grues à vapeur	grues électriques
1854		
1859	2	
1860	2	
1881	3	
1883	8	
1884	8	
1885	15	
1888	13	
1902	10	
1905	10	10
1912	21	46
1931	21	46
1932	21	50

TABLEAU 6.6 – Grues du port de Rosario entre 1854 et 1932.

Nous interrogeons l'ontologie PHO sur les grues du port de Rosario avec la requête représentée par la figure 6.20. Les commentaires en gris permettent de comprendre les instructions en SPARQL.

```
Snap SPARQL Query:
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>
PREFIX  op:<http://www.w3.org/2005/xpath-functions/collation/codepoint.>

SELECT ?date_d ?grue_rosario ?nombre ?energie ?date_f
  WHERE {

        ?grue_rosario rdf:type pho:grue_rosario.   # on recherche les grues de Rosario
                ?grue_rosario  pho:nombre_grue ?nombre.  # On veut leurs nombres
                 ?grue_rosario pho:a_pour_energie ?energie. # on souhaite connaitre l'énergie
                                                            # qu'elles utilisent
                ?addition_grues cidoc:P110_augmented  ?grue_rosario.
                 ?addition_grues pho:a_un_time_interval ?interval. # L'activité se déroule sur un interval de temps
  ?interval time:hasBeginning  ?début. # On recherche le début de cet interval
        ?début time:inXSDgYear ?date_d. # On recherche la date au format XSD:gYear
      OPTIONAL {    ?interval time:hasEnd ?fin.  # On recherche la fin de cet interval
            ?fin time:inXSDgYear ?date_f.} # On recherche la date au format XSD:gYear
        }
         ORDER BY ?date_d # on souhaite que les résultats soient dans l'ordre croissant des dates de début
```

FIGURE 6.20 – Requête SPARQL : grues du port de Rosario entre 1854 et 1932.

?date_d	?grue_rosario	?nombre	?energie	?date_f
1860^^xsd:gYear	pho:grues_rosario_1860	2	pho:energie_vapeur	1888^^xsd:gYear
1881^^xsd:gYear	pho:grue_Rosario_vapeur...	1	pho:energie_vapeur	1902^^xsd:gYear
1883^^xsd:gYear	pho:grues_quai_FFCA	5	pho:energie_vapeur	1948^^xsd:gYear
1885^^xsd:gYear	pho:grues_muelle_nacio...	5	pho:energie_vapeur	1912^^xsd:gYear
1885^^xsd:gYear	pho:grues_muelles_nacio...	2	pho:energie_vapeur	1902^^xsd:gYear
1905^^xsd:gYear	pho:grues_rosario_1905	10	pho:energie_electrique	1992^^xsd:gYear
1912^^xsd:gYear	pho:grues_rosario_1912_a	1	pho:energie_electrique	1992^^xsd:gYear
1912^^xsd:gYear	pho:grues_rosario_1912_b	1	pho:energie_electrique	1992^^xsd:gYear
1912^^xsd:gYear	pho:grues_rosario_1912c	34	pho:energie_electrique	1992^^xsd:gYear
1912^^xsd:gYear	pho:grue_vapeur_Rosario...	16	pho:energie_vapeur	1992^^xsd:gYear
1932^^xsd:gYear	pho:grue_Rosario_1932	4	pho:energie_electrique	1992^^xsd:gYear

FIGURE 6.21 – Résultats de la requête SPARQL sur les grues du port de Rosario entre 1854 et 1942.

Nous avons reproduit les résultats de la requête dans un tableur où nous avons fait le bilan, année par année du nombre de grues électrique et à vapeur.

date	grues	nombre	nombre total		technologie	date
1860	pho:grues_rosario_1860	2	2		pho:energie_vapeur	1888
1881	pho:grue_Rosario_vapeur_1881	1	3	(a)	pho:energie_vapeur	1902
1883	pho:grues_quai_FFCA	5	8		pho:energie_vapeur	1948
1885	pho:grues_muelle_nacional	5	13		pho:energie_vapeur	1912
1885	pho:grues_muelles_nacionales	2	15		pho:energie_vapeur	1902
1888			13	(b)		
1902			10	(c)		
1912	pho:grue_vapeur_Rosario_1912	16	21	(d)	pho:energie_vapeur	
1932			21			

date	grues	nombre	nombre total		technologie	date
1905	pho:grues_rosario_1905	10	10		pho:energie_electrique	1992
1912	pho:grues_rosario_1912_a	1	11		pho:energie_electrique	1992
1912	pho:grues_rosario_1912_b	1	12		pho:energie_electrique	1992
1912	pho:grues_rosario_1912c	34	46	(e)	pho:energie_electrique	1992
1932	pho:grue_Rosario_1932	4	50	(f)	pho:energie_electrique	1992

FIGURE 6.22 – Les grues du port de Rosario entre 1854 et 1932.

Les lettres (a), (b), etc, envoient vers des commentaires qui expliquent les résultats obtenus :

(a) En 1860, il y a 2 grues. En 1881, une grue supplémentaire est ajoutée dans le port. Nombre total de grues à vapeur (1881) = 2+1=3

(b) En 1888, les 2 grues apparues en 1860 ne sont plus présentes. On fait donc le bilan des grues apparues en 1881, 1883, 1885 et 1888. Nombre total de grues à vapeur (1888) = 1+5+5+2=13.

(c) En 1902, une grue apparue en 1881 et deux grues apparues en 1885 ont disparu. On fait donc le bilan des grues apparues en 1883 et 1885. Nombre total de grues à vapeur (1902) = 5+5=10.

(d) En 1912, 5 grues apparues en 1885 ne sont plus présentes. 16 grues apparaissent en 1912. On fait donc le bilan des grues restantes. Nombre total de grues à vapeur (1912) = 5+16=21

(e) En 1912, 10 grues apparues en 1905 sont encore présentes. En 1912, trois types de grues électriques ont été ajoutés dans le ports. Nombre total de grues électriques (1912) = 10+1+1+34=46

(f) En 1932, on ajoute 4 nouvelles grues aux 46 déjà présentes. Nombre total de grues électriques (1932) = 46+4=50

Nous pouvons donc dresser le bilan de l'évolution du nombre de grues à vapeur et électriques dans le port de Rosario. Le bilan est présenté dans la figure.

date	nombre de grues à vapeur	nombre de grues électriques
1860	2	
1881	3	
1883	8	
1885	15	
1888	13	
1902	10	
1905	10	10
1912	21	46
1932	21	50

FIGURE 6.23 – Bilan de l'évolution du nombre de grues à vapeur et électriques dans le port de Rosario

Le tableau 6.23 est identique à celui trouvé par l'historien (voir 6.6). L'interrogation de l'ontologie à l'aide d'une requête portant sur les grues permet de retrouver automatiquement les résultats produits par l'historien.

Conclusion de l'étude de cas n°1

L'étude historique a montré que pour périodiser un macro-système technique tel un port, il fallait déterminer les indicateurs pertinents associés à leurs propriétés et suivre leurs évolutions dans le temps. Nous avons montré que pour le quai, la grue et le silo-élévateur, l'interrogation de l'ontologie PHO avec des requêtes SPARQL produit des résultats identiques à ceux fournis par l'historien. Il est bien évident qu'il sera plus tard nécessaire de proposer des interfaces hommes/machines orientées vers les besoins des historiens d'une part en proposant des requêtes et/ou des gabarits de requêtes pré-établies afin de masquer la complexité des requêtes SPARQL et d'autre part de calculer automatiquement les graphiques d'évolution des propriétés pertinentes de la périodisation des ports (la longueur totale des quais par exemple). Cette automatisation permettra, lorsqu'elle sera effective, de traiter un grand nombre de données sur les ports et donc d'apporter une aide précieuse à l'historien des sciences et des techniques pour déterminer la périodisation de chacun d'entre eux.

6.4.2 Cas d'étude n°3 : l'étude de la circulation des savoirs et des technologies.

L'étude de la circulation des savoirs et des technologies a été menée dans le paragraphe 5.6. Nous allons montrer dans ce paragraphe que l'interrogation de l'ontologie PHO peut exprimer automatiquement :

1. la formation des acteurs. Déjà abordée en 5.6.1, l'étude rend compte de la formation initiale des ingénieurs qui sont intervenus lors de la construction des trois ports étudiés dans la thèse. On s'intéressera aussi aux chantiers auxquels ils ont déjà participé.
2. la circulation des savoirs dans la construction portuaire. Les savoirs dans la construction portuaire sont issus de l'expérience. Dans le paragraphe 5.6.2, nous rechercherons les chantiers auxquels les entreprises constructrices de Brest, Mar del Plata et Rosario avaient précédemment participé.
3. la circulation des savoirs lors des usages de l'outillage portuaire. Dans l'étude historique (voir 5.6.4), on s'est attaché à retrouver les constructeurs des engins de levage.

La formation des acteurs

Nous allons nous intéresser à la formation initiale des acteurs ayant participé à la construction du port de Rosario. Nous avions trouvé lors de l'étude historique, le tableau suivant (voir 5.36) :

Ingénieur rôle	**Ecole**	**Chantiers précédents**
Georges Hersent Directeur de l'entreprise Hersent et Fils	Ecole Centrale de Paris	port de Lisbonne (1887) port de Toulon (1879) port de Philippeville en Algérie (1887) port de Bizerte en Tunisie (1902)
Auguste Flondrois Directeur de la SPR (1902-?)	?	wharf de Tamatave à Madagascar (1896)
Abel Pagnard Directeur des travaux de construction (1902-1905)	Ecole Centrale de Paris	port de Lisbonne (1887-1891) port de Bordeaux (1891-1897) port d'Anvers (1897-1902)
Eugène Hausserman Directeur des travaux de construction (1905-1912)	Ecole Centrale de Paris	Port de Bizerte port de Dakar
Louis Alexandre Barbet Administrateur délégué de la SPR	Ecole Centrale de Paris	?
Hendrik Willem Ackermans Responsable du dragage du port	Ecole polytechnique de Delft (Pays-Bas)	port de Boulogne (1902) port d'Anvers port Saïd (1903)

TABLEAU 6.7 – Les ingénieurs ayant participé à la conception et la construction du Port de Rosario.

Nous souhaitons retrouver les acteurs de la construction du port de Rosario. Nous interrogeons l'ontologie avec une requête SPARQL (6.24) qui utilise plusieurs variables :

- ?acteur : on cherche un acteur

- ?role : on veut connaître le rôle de l'acteur
- ?ecole : quelle école a fréquenté l'acteur ?
- ?chantier_précédent : quels sont les chantiers auxquels a participé l'acteur ?
- ?date_chantier : à quelle date l'acteur a t-il commencé sa participation au chantier ?

Chaque ligne de commande est suivie d'une explication sur la figure.

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>

SELECT  ?acteur ?role ?ecole ?chantier_précédant  ?date_chantier
WHERE {
    ?acteur cidoc:P11i_participated_in pho:construction_port_de_Rosario. #on cherche un acteur qui a participé à  la construction du port de Rosario
   ?addition rdf:type pho:ajout_acteur. #la variable ?addition est une activité qui ajoute des acteurs  à une autre activité (par ex, l'activité de construction)
     ?acteur cidoc:P11i_participated_in ?addition. # on cherche un acteur qui a été ajouté a une activité "d'addition d'acteur".
      ?addition pho:a_ajouté_un_acteur_à  ?chantier_précédant. #L'activité "d'addition d'acteur" a ajouté un acteur à un chantier
      OPTIONAL{
     ?addition pho:a_un_time_interval ?interval.
      ?interval time:hasBeginning  ?instant.
      ?instant time:inXSDgYear ?date_chantier.} #Si elle existe, on cherche la date à laquelle l'acteur à participé à un chantier
     ?acteur pho:a_pour_role ?role. #On veut connaitre le rôle de l'acteur sur lors de la construction du port de Rosario
    ?acteur pho:a_etudie ?ecole. # On cherche l'école où a étudié l'acteur

    }
    ORDER BY?acteur ?date_chantier
```

FIGURE 6.24 – Les acteurs de la construction du port de Rosario

Les résultats de la requête sont présentés dans la figure.

?acteur	?role	?ecole	?chantier_précédant	?date_chantier
pho:Ackermans_Hendrik_Willem	pho:Responsable_du_dragage_port_de_Rosario	pho:Ecole_Polytechnique_de_Delf_P.B	pho:construction_port_de_Anvers	1877^^xsd:gYear
pho:Ackermans_Hendrik_Willem	pho:Responsable_du_dragage_port_de_Rosario	pho:Ecole_Polytechnique_de_Delf_P.B	pho:construction_port_de_Rosario	1902^^xsd:gYear
pho:Ackermans_Hendrik_Willem	pho:Responsable_du_dragage_port_de_Rosario	pho:Ecole_Polytechnique_de_Delf_P.B	pho:construction_port_de_Boulogne	1902^^xsd:gYear
pho:Ackermans_Hendrik_Willem	pho:Responsable_du_dragage_port_de_Rosario	pho:Ecole_Polytechnique_de_Delf_P.B	pho:construction_port_Said	1903^^xsd:gYear
pho:Barbet_Louis_Alexandre	pho:administrateur_delegue_de_la_SPR	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures	pho:construction_port_de_Rosario	1902^^xsd:gYear
pho:Flondrois_Auguste	pho:directeur_de_la_SPR	pho:ecole_non_connue	pho:construction_wharf_de_Tamatave_Madaga...	1896^^xsd:gYear
pho:Flondrois_Auguste	pho:directeur_de_la_SPR	pho:ecole_non_connue	pho:construction_port_de_Rosario	1902^^xsd:gYear
pho:Hausermann_Eugène	pho:directeur_des_travaux_du_port_de_Rosario	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures	pho:construction_port_de_Rosario	1902^^xsd:gYear
pho:Hausermann_Eugène	pho:directeur_des_travaux_du_port_de_Rosario	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures	pho:construction_port_de_Dakar	
pho:Hausermann_Eugène	pho:directeur_des_travaux_du_port_de_Rosario	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures	pho:construction_port_de_Bizerte	
pho:Hersent_Georges	pho:directeur_Entreprise_Hersent	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures	pho:construction_port_de_Toulon	1879^^xsd:gYear
pho:Hersent_Georges	pho:directeur_Entreprise_Hersent	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures	pho:construction_port_de_Lisbonne	1887^^xsd:gYear
pho:Hersent_Georges	pho:directeur_Entreprise_Hersent	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures	pho:construction_port_de_Philippeville_en_Alge...	1887^^xsd:gYear
pho:Hersent_Georges	pho:directeur_Entreprise_Hersent	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures	pho:construction_port_de_Bizerte	1902^^xsd:gYear
pho:Hersent_Georges	pho:directeur_Entreprise_Hersent	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures	pho:construction_port_de_Rosario	1902^^xsd:gYear
pho:Pagnard_Abel	pho:directeur_des_travaux_du_port_de_Rosario	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures	pho:construction_port_de_Lisbonne	1887^^xsd:gYear
pho:Pagnard_Abel	pho:directeur_des_travaux_du_port_de_Rosario	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures	pho:construction_port_de_Bordeaux	1891^^xsd:gYear
pho:Pagnard_Abel	pho:directeur_des_travaux_du_port_de_Rosario	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures	pho:construction_port_de_Anvers	1897^^xsd:gYear

19 results

FIGURE 6.25 – Les acteurs de la construction du port de Rosario

Les résultats de la requête sont présentés dans le tableau. Il est conforme à celui de l'étude historique. Les six ingénieurs sont présents ainsi que les renseignements demandés. En annexe, on interroge l'ontologie PHO sur les acteurs de la construction des ports de Brest et de Mar del Plata.

La circulation des savoirs dans la construction portuaire

Pour une entreprise, l'expérience est acquise au cours des chantiers. Nous allons rechercher les chantiers auxquels l'entreprise constructrice [7] du port de Mar de Plata a participé. Nous reprenons le tableau issu de l'étude historique.

Pays	**Participation aux chantiers portuaires**
Algérie	Oran (1880)
Portugal	Leixoes, près de Porto (1884)
Espagne	Bilbao (1884)
Beyrouth	Empire Ottoman (1888)
Espagne	Gandia (1893)
France	Dunkerque (1894)
Tunisie	Tunis (1894)
Tunisie	Sousse (1894)
Tunisie	Sfax (1894)
Belgique	Zee-Bruges (1895)
France	Le Havre (1897)
Tunisie	Bizerte (1899)
Uruguay	Montevideo(1901)
Argentine	Rosario (1902) -soumissionnaire-
Algérie	Djidjelli (1905)
France	Marseille (1910)
Chili	Talcahuano (1911)

TABLEAU 6.8 – Les chantiers portuaires exécutés par les membres de la SNTP.

Le tableau rend compte du port ainsi que la date du début du chantier de construction. Nous proposons donc une requête pour interroger l'ontologie PHO afin de retrouver

7. L'entreprise constructrice, la SNTP, est dirigée par quatre ingénieurs : Allard, Dollfus, Sillard et Wirriot. Avant de créer la SNTP pour construire le port de Mar del Plata, les ingénieurs, seuls ou associés, ont participé à des chantiers de constructions de ports.

le port ainsi que la date qui lui est associée. Les variables utilisées sont :

- ?date_du_début_de_la_construction : cette variable représente la date à laquelle commence le chantier de construction.
- ?entreprise : cette variable représente les entreprises.
- port : elle représente les ports construits par la SNTP.

Les commentaires notés en gris donnent le sens de la ligne de code.

Snap SPARQL Query:

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>
PREFIX  op:<http://www.w3.org/2005/xpath-functions/collation/codepoint.>

 SELECT   ?date_du_début_de_la_construction ?entreprise  ?port
  WHERE {

      ?entreprise  rdf:type pho:entreprise. #la variable ?entreprise est la classe des entreprises
      ?port rdf:type pho:port.        #la variable ?port est la classe des ports
            ?port cidoc:P108i_was_produced_by ?construction. #on cherche un port produit par une activité de construction
             ?construction pho:dans_cette_activité_un_acteur_a_ete_ajouté_par ?ajout_acteur. #des acteurs ont participé à la construction
             ?ajout_acteur cidoc:P11_had_participant ?entreprise. # on cherche des acteurs qui sont des entreprises
             ?ajout_acteur pho:a_un_time_interval ?interval.
             ?interval time:hasBeginning  ?début.
             ?début time:inXSDgYear  ?date_du_début_de_la_construction. #on cherche la date du débur de la construction
    }

    ORDER BY  ?entreprise  ?date_d
```

FIGURE 6.26 – Requêtes interrogeant PHO sur les chantiers de constructions des membres de la SNTP.

La requête produit le tableau présenté dans la figure 6.27. La première colonne nous renseigne sur la date du chantier, la deuxième, sur l'entreprise constructrice, et la dernière, sur le lieu du chantier.

?date_du_début_de_la_construction	?entreprise	?port
1909^^xsd:gYear	pho:Entreprise_Société_des_Grands_Travaux_de_Marseille	pho:port_de_Mar_del_Plata
1911^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Talcahuano
1905^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Djidjelli
1894^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Sousse
1884^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Bilbao
1897^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_du_Havre
1884^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Sfax
1902^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_rosario
1880^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_d_Oran
1888^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Beyrouth
1899^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Bizerte
1893^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Gandia
1910^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Marseille
1895^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Zee_Bruges
1894^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Tunis
1909^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Mar_del_Plata
1884^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Leixoes
1894^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Dunkerque
1901^^xsd:gYear	pho:SNTP	pho:port_de_Montevideo
1866^^xsd:gYear	pho:entreprise_Hersent	pho:port_de_Philippeville

47 results

Reasoner

FIGURE 6.27 – SNTP

L'interrogation de PHO donne les mêmes résultats présentés dans le tableau 6.8. Les ports ainsi que les dates qui leur sont associées sont conformes à l'étude historique.

La circulation des savoirs lors des usages de l'outillage portuaire.

Nous avons montré dans le paragraphe 5.6.4 que les engins de levage étaient des indicateurs de la circulation des savoirs lors des usages des installations portuaires. Nous avons retrouvé les entreprises qui étaient en lien avec le port de Brest (voir tableau 6.9).

Année	**Constructeurs de grues en lien avec le port Napoléon**	**Lieu**
1844	E. Calla Fils	Paris
1844	Mesnil	Nantes
1861	J. Voruz	Nantes
1917	Brownhoist	Bay City, Michigan, USA
1917	Stothert and Pitt	Bath, Grande Bretagne
1922	Caillard	Le Havre
1929	Welter Heerdt AG	Düsseldorf
1929	Kampnagel Eisenwerk AG	Hambourg

TABLEAU 6.9 – Constructeurs des grues en lien commercial avec le port de Brest.

Le tableau 6.9 rend compte des entreprises constructrices de grues en lien avec le port de Brest. Les dates correspondent aux devis qu'elles ont proposés ou aux dates de livraison des engins de levage. Nous proposons donc une requête pour interroger l'ontologie PHO afin de retrouver ces résultats. Les variables utilisées sont :

- ?entreprise : cette variable représente une entreprise.

- ?en_lien_avec_le_port_de_Brest_en : cette variable représente la date à laquelle l'entreprise était en lien commercial avec le port de Brest (devis, livraison, etc.).

Les commentaires notés en gris donnent le sens de la ligne de code.

```
Snap SPARQL Query:

PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>

SELECT ?entreprise ?en_lien_avec_le_port_de_Brest_en
 WHERE {
  ?entreprise rdf:type pho:entreprise. #on recherche une entreprise
 ?entreprise pho:a_pour_role pho:constructeur_de_grue. # l'entreprise construit des grues
pho:usage_port_de_brest pho:dans_cette_activité_un_acteur_a_ete_ajouté_par ?ajout_acteur.  #on recherche un acteur qui a participé
                                                                                          #à l'activité d'usage du port de Brest
?ajout_acteur cidoc:P11_had_participant ?entreprise. #on recherche une entreprise qui a participé a une activité d'usage
?ajout_acteur pho:a_un_time_interval ?interval. #L'activité s'est déroulée sur un interval de temps
        ?interval time:hasBeginning  ?instant.     # On recherche le début de cet interval
                ?instant time:inXSDgYear ?en_lien_avec_le_port_de_Brest_en. # On recherche la date au format XSD:gYear
}
ORDER BY  ?en_lien_avec_le_port_de_Brest_en
```

FIGURE 6.28 – Requêtes interrogeant PHO sur les chantiers de constructions des membres de la SNTP.

L'exécution de la requête 6.28 dans l'ontologie PHO produit le tableau 6.29.

Execute

?entreprise	?en_lien_avec_le_port_de_Brest_en
pho:Mesnil	1844^^xsd:gYear
pho:Calla_Fils	1844^^xsd:gYear
pho:Voruz	1861^^xsd:gYear
pho:Entreprise_Browning	1917^^xsd:gYear
pho:entreprise_Stothert_et_Pitt	1917^^xsd:gYear
pho:Entreprise_Caillard	1922^^xsd:gYear
pho:Entreprise_Welter_Heerdt_AG	1929^^xsd:gYear
pho:Entreprise_Kampnagel_Eisenwerk_AG	1929^^xsd:gYear

FIGURE 6.29 – Résultats de la requête interrogeant PHO sur les chantiers de constructions des membres de la SNTP.

L'interrogation de l'ontologie PHO par des requêtes SPARQL permet donc de retrouver les mêmes résultats que ceux obtenus dans l'étude historique. Il est prévu de développer une interface pour l'historien afin qu'il puisse interroger l'ontologie sans avoir à écrire des requêtes en SPARQL. Dans l'objectif de poursuivre les études comparées en histoire portuaire, nous sommes désireux de recevoir des données provenant d'autres ports. Nous avons donc conçu un formulaire qui sera utile pour recueillir les données produites par les historiens. Ces données serviront à peupler l'ontologie pour périodiser l'histoire de ces ports et poursuivre l'histoire comparée.

6.4.3 Application de PHO à d'autres ports

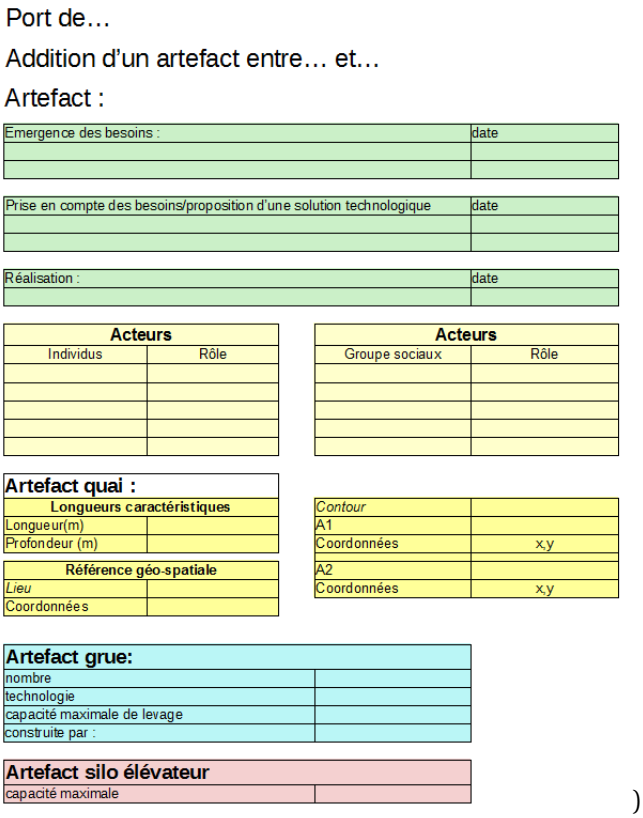
Tout au long de ce chapitre, nous avons présenté la méthodologie permettant de concevoir l'ontologie PHO. Cette méthodologie est fondée sur l'étude de trois ports : Brest, Mar del Plata et Rosario. Pour continuer notre évaluation de l'ontologie PHO, nous devons appliquer ce modèle à d'autres ports pour en évaluer la pertinence et la généricité.

- Nous avons conçu un formulaire à l'attention des historiens afin qu'ils puissent nous partager leurs données. Ce formulaire reprend les propriétés fondamentales de notre ontologie PHO. A partir de ce formulaire, il sera possible de vérifier si notre ontologie PHO s'applique à un autre et/ou d'autres ports. A partir des données recueillies, il est possible peupler l'ontologie pour un autre port.

- Des historiens du "Núcleo de Estudios Históricos de las Ciudades Portuarias Regionales, del IDEHESI-CONICET [8]" en Argentine ont été contactés pour qu'ils complètent les formulaires du port de Buenos Aires. A partir des données collectées, l'ontologie PHO a été complétée et le cycle de vie du port ainsi que sa périodisation ont été établis.

Un formulaire à l'attention des historiens

Afin de recueillir des données qui pourront être directement intégrées dans l'ontologie, nous avons élaboré un formulaire qui prépare le travail de modélisation en ciblant les données pertinentes à récupérer. Nous nous intéressons à l'activité d'ajout d'artefact dans un port. Cela nous permettra de périodiser l'histoire du port de Buenos Aires et ainsi de comparer son développement avec les ports de Brest, Mar del Plata et Rosario.



Port de…

Addition d'un artefact entre… et…

Artefact :

Emergence des besoins :	date

Prise en compte des besoins/proposition d'une solution technologique	date

Réalisation :	date

Acteurs	
Individus	Rôle

Acteurs	
Groupe sociaux	Rôle

Artefact quai :	
Longueurs caractéristiques	
Longueur(m)	
Profondeur (m)	

Référence géo-spatiale	
Lieu	
Coordonnées	

Contour	
A1	
Coordonnées	x,y
A2	
Coordonnées	x,y

Artefact grue:	
nombre	
technologie	
capacité maximale de levage	
construite par :	

Artefact silo élévateur	
capacité maximale	

)

FIGURE 6.30 – Formulaire à l'attention des historiens

Les données collectées dans le formulaire sont :

- l'émergence des besoins, leurs prises en compte ainsi que la réalisation de l'artefact qui répond à ce besoin. Ces informations permettront de produire le cycle de vie de l'artefact.
- les acteurs. Il s'agit de prendre en compte les acteurs individuels ainsi que les groupes qui ont agi pendant le cycle de vie de l'artefact. Le rôle de chaque acteur est demandé.
- les artefacts pertinents pour la périodisation. Les artefacts retenus sont les quais, les grues ainsi que les silos, conformément à l'étude du chapitre 5.

8. https://ciudadport.hypotheses.org/

Pour valider à nouveau la méthodologie, nous prenons un port qui n'a pas été étudié dans la thèse. Notre choix s'est porté sur le port de Buenos Aires en Argentine. Ici encore, il sera nécessaire de produire des interfaces homme/machine adaptées aux historiens pour qu'ils puissent saisir ces informations sur un portail dédié à la publication des sources et à leur indexation.

Périodisation du port de Buenos Aires.

Le formulaire 6.30 a été envoyé à nos collègues [9] du "Núcleo de Estudios Históricos de las Ciudades Portuarias Regionales, del IDEHESI-CONICET" en Argentine. Ce groupe de recherche international regroupe une vingtaine de chercheurs en histoire portuaire qui collaborent avec nous depuis cinq ans. Le port étudié sera celui de Buenos Aires car nous avions rédigé en 2013, un mémoire de master intitulé : "Histoire scientifique et technologique du port de Buenos Aires en tant que "Large Technical System" : approche systémique". Nous reprendrons donc nos données que nous compléterons avec celles apportées par les collègues argentins.

Le premier formulaire obtenu est représenté dans la figure 6.31. Les autres sont en annexe A.1.

Port de Buenos Aires

Addition d'un artefact entre 1854 et 1871

Artefact : quai de la douane

Emergence des besoins :	date
Aucun quai a Buenos Aires	1536

Prise en compte des besoins/proposition d'une solution technologique	date
Projet Rodriguez y Cardoso	1771
Projet Cerviño	1805
Projet Bevans	1822

Réalisation :	date
Quai de la Douane (muelle de la Aduana nueva)	1855

Acteurs	
Individus	Rôle
Taylor	Concepteur

Acteurs	
Groupe sociaux	Rôle
Gouvernement	Décideur

Artefact quai :	
Longueurs caractéristiques	
Longueur(m)	210
Profondeur* (m)	2

Référence géo-spatiale	
Lieu	Buenos Aires
Coordonnées	

Contour	
A1	
Coordonnées	x,y
A2	
Coordonnées	x,y

)

FIGURE 6.31 – Formulaire renseignant les propriétés du quai de la douane à Buenos Aires.

Nous avons utilisé les données du port de Buenos Aires pour renseigner l'ontologie PHO.

Interrogation de l'ontologie PHO

A l'aide d'une requête SPARQL, nous interrogeons l'ontologie PHO pour connaître l'évolution des propriétés pertinentes que sont la longueur et la profondeur des quais du port de Buenos Aires.

Les variables utilisées sont :

9. La liste des membres du groupe de recherche est disponible sur : https://ciudadport.hypotheses.org/credits

- ?date_d représente la date de mise en service du quai dans le port.

- ?date_f représente la date à partir de laquelle, le quai n'est plus utilisé.

- ?quai est la variable qui est utilisée pour représenter le quai.

- ?longueur : la longueur est une propriété pertinente du quai pour périodiser, au même titre que ?profondeur qui représente la profondeur d'un quai.

Les commentaires en gris donnent du sens aux lignes de code.

Snap SPARQL Query:

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>

SELECT  ?date_d ?quai ?longueur ?profondeur ?date_f
 WHERE { ?quai rdf:type pho:quai. # On recherche un quai
          pho:port_de_Buenos_Aires  cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition. # On recherche un quai qui a fait partie du port de Buenos Aires
          ?addition cidoc:P110_augmented  ?quai . # C'est l'activité "d'addition" qui ajoute le quai au port
         ?quai pho:longueur ?longueur. # On recherche la longueur du quai
         ?quai pho:profondeur ?profondeur. # On recherche la profondeur du quai
         ?addition pho:a_un_time_interval ?interval. # L'activité se déroule sur un interval de temps
         ?interval time:hasBeginning  ?début. # On recherche le début de cet interval
         ?début time:inXSDgYear ?date_d. # On recherche la date au format XSD:gYear
 OPTIONAL {    ?interval time:hasEnd ?fin.  # On recherche la fin de cet interval
          ?fin time:inXSDgYear ?date_f.} # On recherche la date au format XSD:gYear
       }
        ORDER BY ?date_d # on souhaite que les résultats soient dans l'ordre croissant des dates
```

)

FIGURE 6.32 – Requête SPARQL sur les longueurs et les profondeurs des quais de Buenos Aires

Lorsque l'ontologie est interrogée avec la requête 6.32, elle produit le tableau représenté par la figure 6.33.

?date_d	?quai	?longueur	?profondeur	?date_f
1855^^xsd:gYear	pho:quai_de_la_douane_1855	210	2	1865^^xsd:gYear
1871^^xsd:gYear	pho:quai_de_la_douane_1871	600	2	1884^^xsd:gYear
1883^^xsd:gYear	pho:quai_du_Riachuelo	3800	4.8	
1898^^xsd:gYear	pho:quai_Puerto_Madero	5840	6.9	1919^^xsd:gYear
1919^^xsd:gYear	pho:quai_Puerto_Nuevo	7250	9.75	

)

FIGURE 6.33 – Résultats de la requête SPARQL sur les longueurs et les profondeurs des quais de Buenos Aires

A partir de ces données et en suivant la méthode présentée pour les ports de Brest (5.4.1), Rosario (5.4.2) et Mar del Plata (5.4.3), nous pouvons construire le graphique indiquant l'évolution des longueurs des quais en fonction du temps.

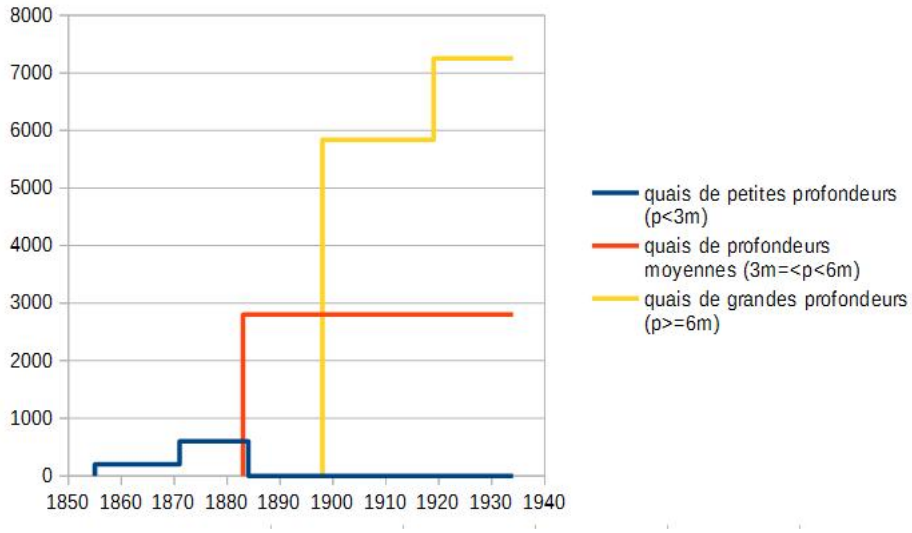


FIGURE 6.34 – Longueurs et profondeurs des quais du port Buenos Aires entre 1855 et 1934

A partir de ce graphique, nous construisons le cycle de vie du port de Buenos Aires, comme nous l'avons fait pour Brest, Rosario et Mar del Plata. Les éléments sur l'émergence des besoins ainsi que leurs prises en compte par les acteurs nous permettrons de compléter le cycle de vie.

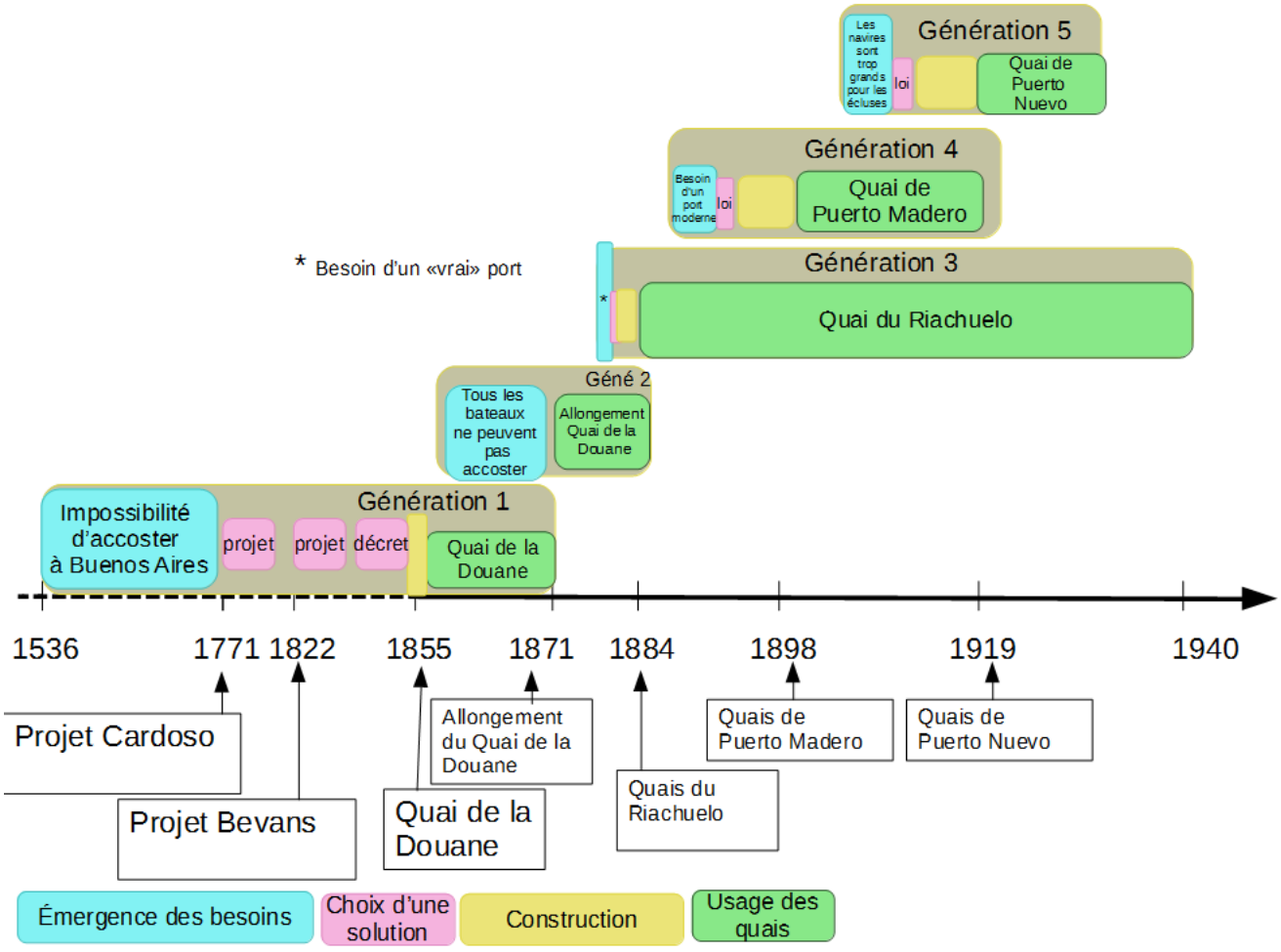


FIGURE 6.35 – Longueurs et profondeurs des quais du port Buenos Aires entre 1855 et 1934

Le cycle de vie du port de Buenos Aires présenté dans la figure 6.35 comprend cinq générations :

- Génération 1 [1536-1871] : cette génération débute au début de la colonisation espagnole de l'Argentine. Aucun navire ne peut s'approcher de la côte. Pour résoudre ce problème, de nombreux projets sont proposés. En 1855, le projet du quai de la Douane porté par Edward Taylor, est accepté, financé et réalisé.
- Génération 2 [1871-1884] : le quai de la douane est allongé pour permettre à tous les navires de décharger et charger leur marchandises. Il est détruit à partir de 1884.
- Génération 3 [1883-1960] : la ville de Buenos Aires veut s'équiper d'un vrai port. Les travaux de canalisation de la rivière Riachuelo sont effectués et près de 2800 m de quais sont construits. Il reste utilisé pour les embarcations ayant un tirant d'eau inférieur à 5 mètres.
- Génération 4 [1898-1919] : le port du Riachuelo ne peut pas recevoir tous les navires du fait de leur tirant d'eau. Un projet de port moderne est conduit par Edouardo Madero. Le port moderne prend le nom de Puerto Madero et est livré en 1898. Il est constitué d'une chaîne de quatre bassins reliés entre eux par des écluses. Dès 1908, Puerto Madero est obsolète : les écluses sont trop petites pour recevoir tous les navires. Il cesse d'être utilisé après la construction de Puerto Nuevo.
- Génération 5 [1919-] : En 1911, la construction d'un nouveau port commence. En 1919, Puerto Nuevo est inauguré. Il est encore utilisé de nos jours.

Nous pouvons donc déduire de ce cycle de vie, la périodisation du port de Buenos Aires présentée en 6.36.

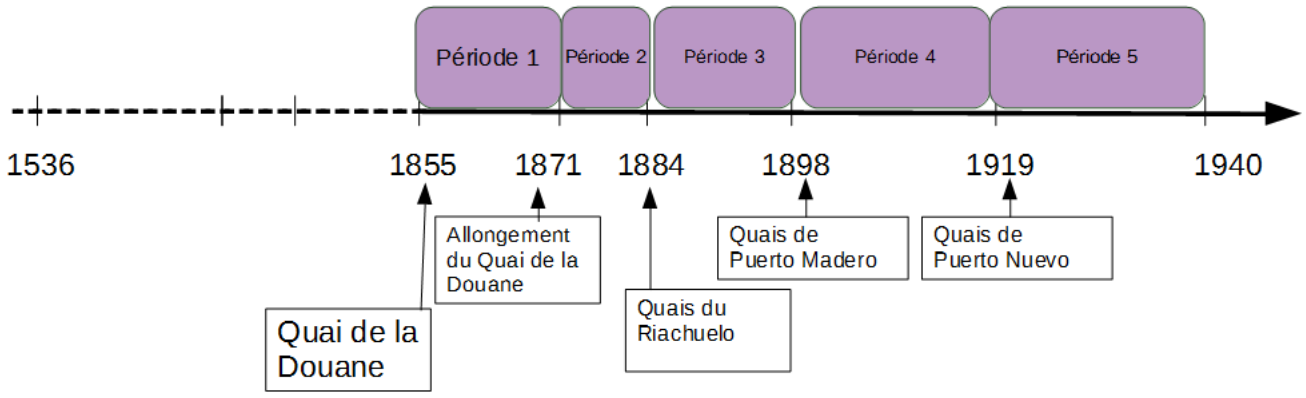


FIGURE 6.36 – Longueurs et profondeurs des quais du port Buenos Aires entre 1855 et 1934

La périodisation de l'usage du port de Buenos Aires se présente en cinq périodes :

- période 1 [1855-1871] : le quai de la douane est utilisé. C'est la première infrastructure construite à Buenos Aires pour recevoir les navires.
- période 2 [1871-1883] : le quai de la douane passe de 200m à 600m de long pour permettre à tous les navires de pouvoir s'y amarrer. Il est rapidement obsolète.
- période 3 [1883-1898] : les quais du Riachuelo sont inaugurés en 1883.
- période 4 [1898-1919] : la ville veut se doter d'un port moderne. Il est inauguré en 1898 sous le nom de Puerto Madero

- période 4 [1898-1919] : rapidement obsolète, Buenos Aires se dote d'un nouveau port à partir de 1911.

L'étude du port de Buenos Aires s'est faite en recueillant, dans un formulaire, des données pertinentes pour notre ontologie. Nous avons montré que sans connaître l'histoire du port de Buenos Aires, que nous pouvons produire une périodisation pour l'histoire des sciences et des techniques. Cette étude a été lue et validée par l'historien argentin Gustavo Chalier, de l'Archivo Histórico Municipal de Punta Alta [10] et de l'Universidad Nacional del Sur de Bahia Blanca.

6.5 Conclusion

"L'ontologie informelle " HST-PORT a été élaborée dans le chapitre précédant en étudiant successivement l'évolution des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata. Dans ce chapitre, nous avons produit l'ontologie PHO (PORT HISTORY ONTOLOGY) en passant par trois étapes successives :

- **Transformation de HST-PORT en l'ontologie PHO.** Les classes de l'ontologie informelle HST-PORT ont été transformées en classe de PHO et les arcs étiquetés "est-un" en relations "SubclassOf" entre les classes. Nous avons obtenu la hiérarchie des classes de l'ontologie PHO. Nous avons ensuite aligné les classes de PHO avec celles du CIDOC-CRM en comparant le sens de chaque classe de PHO avec les classes du CIDOC-CRM. Enfin, pour la description du temps, nous avons réutilisé OWL-TIME.
- **Peuplement de l'ontologie PHO.** L'ontologie PHO a été instanciée à partir de l'analyse des sources des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario. Nous avons présenté en détail l'instanciation d'un artefact, d'une activité et d'un acteur.
- **Évaluation de l'ontologie PHO.** Elle a été faite à partir des cas d'études n°1 et n°3, respectivement la périodisation de l'histoire des ports et la circulation des savoirs. L'objectif était de reproduire les résultats de l'historien par des requêtes SPARQL et des raisonnements. A partir de formulaires rédigés à l'attention des historiens, un troisième port, celui de Buenos Aires, a été périodisé.

6.6 Références

AALBERG, C. T., D. BALZER, C. BEKIARI, L. BOUDOURI, N. CROFTS, Ø. EIDE, T. GILL, G. GOERZ, M. HAGEDORN, G. HIEBEL, J. INKARI, D. IORIZZO, J. KOTIPELTO, S. KRAUSE, K. H. LAMPE, J. LINDENTHAL, M. NYMAN, P. RIVA, L. ROLD, R. SMIRAGLIA, R. STEIN, M. STIFF et M. ŽUMER. 2015, «Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model Documentation Standards Group V6», vol. voir page. URL http://www.cidoc-crm.org/docs/cidoc{_}crm{_}version{_}6.0.pdf. 246, 247

ALLEN, J. F. et G. FERGUSON. 1994, «Actions and events in interval temporal logic», *Journal of logic and computation*, vol. 4, n° 5, p. 531–579. 249

FOX, M. S. 2013, «A foundation ontology for global city indicators», *University of Toronto, Toronto, Global Cities Institute*. 249

HOBBS, J. R. et F. PAN. 2006, «Time ontology in owl», *W3C working draft*, vol. 27, p. 133. 249

10. http ://www.archivodepunta.com.ar/

HOBBS, J. R. et F. PAN. 2017, «Time ontology in owl, w3c recommendation 19 october 2017», . 250

HORRIDGE, M. et M. MUSEN. 2015, «Snap-sparql : A java framework for working with sparql and owl», dans *International Experiences and Directions Workshop on OWL*, Springer, p. 154–165. 255

POMIAN, K. 2014, «De l'exception humaine», *Le Débat*, , n° 3, p. 31–44. 246

Chapitre 7

Conclusion et perspectives

Sommaire

7.1 Conclusion 280
7.2 Perspectives 281
7.3 Références 283

7.1 Conclusion

Dans le cadre de nos travaux de recherche, nous nous sommes intéressés à la périodisation des ports pour l'histoire des sciences et des techniques ainsi qu'à l'élaboration d'une ontologie de référence à l'attention de l'historien. Par une approche systémique et historique considérant le port comme un macro-système technologique complexe, nous avions énoncé les différentes questions de recherche auxquelles nous avons réussi à répondre dans le champ de l'histoire des sciences et des techniques et dans celui des humanités numériques et de l'ingénierie des connaissances.

Nos principales contributions se résument dans les points suivants :

- dans le champ de l'histoire des sciences et des techniques :

1. Une étude de chacun des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata du point de vue de l'histoire des sciences et des techniques. Une périodisation pour chaque port a été élaborée en étudiant les activités de construction et d'usage des trois ports. Une histoire comparée a été produite du point de vue de l'histoire des sciences et des techniques des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario. Nous avons montré que sur une durée longue, la comparaison des cycles de vie des ports est possible en choisissant des indicateurs liées à l'activité.
2. Une étude de la circulation des savoirs et des technologies avec la formation initiale des acteurs, la circulation des savoirs dans la construction portuaire et dans l'usage de l'outillage portuaire.
3. Une proposition de nouvelles typologies de ports basées sur la prise en compte des besoins d'une part et la satisfaction de ce besoin d'autre part. Ces typologies de ports sont portées par l'étude du cycle de vie des artefacts.
4. Une contribution à la sauvegarde des archives des ports de Mar del Plata, Rosario et Brest. A Quequen, les archives du port de Mar del Plata ont été découvertes et soustraites à l'humidité. Un premier relèvement des sources a été effectué (voir annexe A.5.3). A Rosario, nous avons collaboré au relèvement des archives du port déposées dans le bâtiment de l'ENAPRO (voir annexe A.5.5). Pour le port de Brest, les documents déposés aux archives départementales ont été dépouillés et un relèvement détaillé des séries 4S et 16S a été réalisé (voir annexe A.5.7). L'ensemble des documents des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario constitue un corpus numérique conséquent.
5. Une contribution à la construction d'un réseau de recherche entre la France et l'Argentine. Les quatre voyages d'étude en Argentine ont permis de construire un réseau de recherche entre les chercheurs argentins des laboratoires de recherche GESMAR à Mar del Plata et "Núcleo de Estudios Históricos de las Ciudades Portuarias Regionales, del IDEHESI-CONICET" dirigé par Miguel Angel de Marco (h) et les chercheurs français du Centre F. Viète. Cette collaboration s'est traduite par des publications communes (De Marco et Rohou [2015], Gonzalez et Rohou [2015], Rohou [2016], Rohou et collab. [2017], ROHOU et collab. [2019]), par trois colloques sur le patrimoine portuaire [1], et le dépôt d'un projet franco-argentin ECOS-SUD.

1. colloque de 2016 (https://ciudadport.hypotheses.org/26), colloque de 2017 (https://ciudadport.hypotheses.org/100) et colloque de 2018 (https://ciudadport.hypotheses.org/266)

6. L'élaboration de l'ontologie informelle HST-PORT à partir des résultats obtenus par l'analyse de l'histoire des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata. L'ontologie informelle est une carte conceptuelle construite à l'aide de l'outil CMAPTools.

- dans le champ de la recherche sur les humanités numériques et l'ingénierie des connaissances pour l'histoire des sciences et des techniques :

1. Une méthodologie de conception de l'ontologie de référence PHO, à l'attention de l'historien.

   - Cette méthodologie est principalement fondée sur le méta-modèle ANY-ARTEFACT en SHS et un modèle pivot sous forme de carte conceptuelle créée par l'outil CMAPTool. Ce modèle pivot, appelé HST-PORT est à mi-chemin entre les SHS et l'ingénierie des connaissances. En effet, ce type de carte conceptuelle est suffisamment informelle pour les historiens, tout en étant proche d'une ontologie sur sa forme. Ce modèle est le résultat du travail d'expertise d'un historien, qui analyse les sources historiques, guidé par le méta-modèle ANY-ARTEFACT. La carte conceptuelle est donc autant un outil de modélisation pour les historiens que pour les ingénieurs des connaissances. Ce modèle pivot facilite l'acquisition des connaissances par les historiens accompagnés d'un ingénieur des connaissances. Ce modèle HST-PORT est ensuite transformé en une ontologie formelle.

2. Une ontologie PHO (Port History Ontology) permettant de décrire l'évolution spatio-temporelle des ports au travers d'artefacts (grue, quai, ouvrage de protection, espace de stockage, etc.) et de leurs propriétés pertinentes.
3. Une évaluation de l'ontologie PHO a été réalisée en reproduisant la périodisation de l'histoire des ports de Brest, Rosario et Mar del Plata et sur la circulation des savoirs et des technologies. Cette évaluation a été réalisée grâce à l'ontologie PHO et à son peuplement, des requêtes SPARQL et des raisonnements associés qui reproduisent l'analyse historique d'un historien. Nous avons également appliqué l'ontologie PHO au port de Buenos Aires par enrichissement de son peuplement pour produire une périodisation de ce dernier.

7.2 Perspectives

Nos contributions à travers l'étude historique des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario et à travers la conception de l'ontologie PHO ouvrent les pistes de recherches suivantes :

- dans le domaine de l'histoire des ports.

1. poursuivre l'histoire comparée des ports. Nous souhaitons continuer le travail engagé sur les typologies des cycles de vie des ports de Brest, Mar del Plata et Rosario. Notre groupe de recherche "Núcleo de Estudios Históricos de las Ciudades Portuarias Regionales" dirigé par Miguel Angel de Marco travaille sur l'ensemble des ports argentins. Les chercheurs du Núcleo souhaitent étendre l'étude comparative aux ports de Arroyo Pareja et Quequen dans un premier temps [2]. Il s'agirait de comparer les cycles de vie des ports argentins de Rosario,

2. Nous avons déjà rédigé un article sur l'histoire de la construction des ports de Rosario, Mar del Plata, Quequen et Arroyo Pareja avec Gustavo Chalier, Martin Petersen et Miguel Angel de Marco.

Mar del Plata, Quequen et Arroyo Pajera. Ces quatre ports ont la particularité d'avoir été construits par des entreprises françaises.

2. Développer, dans le cadre du projet ECOS-SUD entre les groupes de recherche du Centre Francois Viète de l'Université de Bretagne occidentale - France (CFV UBO) et le Núcleo de Ciudades Portuarias Regionales IDEHESI-CONICET Nodo IH-Argentina (N.CPR), des méthodologies innovantes et des environnements informatiques basés sur l'intelligence artificielle dédiés aux thèmes de recherche :
   (a) Etudes historiques comparatives visant à promouvoir la conservation et la mise en valeur des paysages culturels portuaires dans le cadre d'une science participative.
   (b) Appui à la prise de décision des acteurs de la zone portuaire pour la gestion de leur patrimoine et sa valorisation d'un point de vue socio-économique (communications, urbanisme, habitat, tourisme, travaux d'infrastructure, impact environnemental, promotion culturelle, technologie appliquée au développement, etc.

En humanité numérique

- PHO une ontologie de référence :
  - Assurer la généricité de PHO. Il est nécessaire d'étudier d'autres ports selon la méthodologie mise en place dans cette thèse. La rédaction d'un article est prévue pour janvier 2019 avec les chercheurs argentins De Marco, Petersen et Chalier pour ajouter Quequen et Arroyo Pajera aux ports de Brest, Rosario, Mar del Plata et Buenos Aires. Pour faciliter le travail de saisie des informations pertinentes, des formulaires ont été créés à l'attention des historiens. Les sources seront également indexées et liées à une bibliothèque numérique à construire [3]
  - Les travaux initiés dans cette thèse ont permis de produire les premières bases de l'ontologie PHO. Il s'agit maintenant d'enrichir cette ontologie en y ajoutant d'autres artefacts, d'y intégrer la modélisation des procédures industrielles comme celles étudiées dans le cadre des travaux de thèse menées par Marie-Morgane Abiven (portant sur les humanités numériques et les méthodes de conservation/valorisation des patrimoines maritimes à partir de l'exemple des arsenaux de Brest et Venise ABIVEN et collab. [2018]).

    Concernant la thématique des ports, l'approche développée et validée dans le cadre de cette thèse a été retenue dans le cadre d'un programme de recherche européen au sein du GIS Histoire Maritime et Sciences de la Mer concernant la conservation préventive des patrimoines maritimes. Par ailleurs, l'application du méta-modèle ANY-ARTEFACT à une première typologie de macro-système technologique que sont les ports a permis de valider une méthodologie qui est désormais étendue aux paysages industriels miniers qui se traduira par une ontologie spécifique dont certains éléments seront communs à PHO. Enfin, il s'agit bien en terme de perspectives de contribuer à la production d'ontologies de référence en histoire dans le cadre du consortium européen dataforhistory (http://dataforhistory.org/) sur les thématiques spécifiques de l'histoire et du patrimoine industriel.

3. Une numérisation des sources a déjà effectuée par nos soins dans le cadre de la thèse.

- Problématique de sémantique et d'alignement d'ontologies
  - Alignement avec CIDOC-CRM. L'alignement de PHO avec le CIDOC-CRM pose quelques problèmes avec certaines classes. L'usage de la classe E39-Acteur du CIDOC-CRM ne nous convient pas complètement. Dans notre thèse, chaque acteur est une personne dont on connaît une partie de sa biographie. Il possède un rôle bien précis, qu'ils s'agissent d'un directeur d'entreprise, d'un ingénieur ou d'un chef d'Etat. Lorsqu'on s'intéresse aux chantiers ou aux usines, les ouvriers sont souvent anonymes et se confondent avec leurs rôles : un chaudronnier, un manutentionnaire, un cariste, etc. Le Centre F. Viète travaille actuellement sur cette problématique acteur/-rôle.
  - Alignement avec CIDOC-CRM Géo. Le CRM-Geo propose des propriétés qui permettent de localiser avec précision des bâtiments, des lignes de quais, etc. Nous imaginons les opportunités de cette ontologie sans nous en rendre compte explicitement car il nous manque une plate-forme dédiée à la géo-localisation. Cette future plate-forme offrirait des possibilités de requêtes géo-spatiales.
- Un portail pour l'histoire
  - En histoire, il est nécessaire de publier les sources historiques analysées sur un portail dédié au patrimoine et à la médiation culturelle afin de rendre public ces dernières, mais aussi permettre leur réutilisation. Il est nécessaire pour cela de choisir un environnement informatique dédié à cette publication et permettant l'utilisation d'ontologies. Ce dernier doit permettre l'indexation et la recherche de sources historiques avec des données géo-spatiales, leur publication et leur réutilisation, notamment pour la périodisation. Ce portail doit aussi permettre de reproduire automatiquement les graphiques relatifs à la périodisation des ports tels que ceux présentés dans cette thèse, mais aussi d'autres types de graphiques répondant aux besoins des historiens. Pour cela, il sera nécessaire de développer des interfaces hommes/machines à partir de bibliothèques de type "Q3.js" ou d'autres permettant un traitement des résultats de requêtes SPARQL et des raisonnements associés.

7.3 Références

ABIVEN, M.-M., S. LAUBÉ, R. QUERREC, S. GARLATTI, B. ROHOU, M. COURGEON, R. VOURCH et J.-P. ROUÉ. 2018, «Histoire des paysages portuaires et humanités numériques», URL http://hal.univ-brest.fr/hal-01797296, working paper or preprint. 282

DE MARCO, M. et B. ROHOU. 2015, «La nacionalización del puerto de rosario a la luz de nuevos documentos sobre la mediación de la diplomacia francesa y actores universitarios», dans *6tas Jornadas Internacionales e Interdisciplinarias de Estudios Portuarios.* 280

GONZALEZ, S. S. et B. ROHOU. 2015, «Entre lo oficial y lo personal. la construcción del puerto de mar del plata en la visión de un ingeniero francés.», dans *6tas Jornadas Internacionales e Interdisciplinarias de Estudios Portuarios.* 280

ROHOU, B. 2016, «Modélisation des ports de Brest (France) et de Mar del Plata (Argentine) pour l'histoire des sciences et des techniques. Exemple : La Grue Titan de 50 tonnes», dans *PAM-3D-Lab :" Patrimoine (s), Artefact (s), mediation (s) et 3D"*. 280

ROHOU, B., M. DE MARCO, G. CHALIER et M. PETERSEN. 2017, «Construction des ports argentins par les entreprises françaises au début du XX^{e} siècle», . 280

ROHOU, B., M. DE MARCO, G. CHALIER et M. PETERSEN. 2019, «Les ports français en Argentine pendant la première mondialisation et le développement de leurs régions (à paraître)», L'article sera publié dans la revue des "Cahiers François Viète" en 2019.). 280

Annexe A

Annexes

A.1 Les formulaires à l'attention des historiens.

Port de Buenos Aires

Addition d'un artefact entre 1854 et 1871

Artefact : quai de la douane

Emergence des besoins :	date
Aucun quai a Buenos Aires	1536

Prise en compte des besoins/proposition d'une solution technologique	date
Projet Rodriguez y Cardoso	1771
Projet Cerviño	1805
Projet Bevans	1822

Réalisation :	date
Quai de la Douane (muelle de la Aduana nueva)	1855

Acteurs	
Individus	Rôle
Taylor	Concepteur

Acteurs	
Groupe sociaux	Rôle
Gouvernement	Décideur

Artefact quai :	
Longueurs caractéristiques	
Longueur(m)	210
Profondeur* (m)	2

Référence géo-spatiale	
Lieu	Buenos Aires
Coordonnées	

Contour	
A1	
Coordonnées	x,y
A2	
Coordonnées	x,y

)

FIGURE A.1 – Formulaire à l'attention des historiens

Port de Buenos Aires

Addition d'un artefact entre 1871 et 1875

Artefact : quai de la douane (transformation)

Emergence des besoins :	date
Le quai n'est pas assez long	1870

Prise en compte des besoins/proposition d'une solution technologique	date
?	

Réalisation :	date
Allongement du quai de la douane	1871

Acteurs	
Individus	Rôle

Acteurs	
Groupe sociaux	Rôle

Artefact quai :			
Longueurs caractéristiques		*Contour*	
Longueur(m)	600	A1	
Profondeur* (m)	2	Coordonnées	x,y
Référence géo-spatiale		A2	
Lieu	Buenos Aires	Coordonnées	x,y
Coordonnées			

)

FIGURE A.2 – Formulaire à l'attention des historiens

Port de Buenos Aires

Addition d'un artefact entre 1883 et

Artefact : Port du Riachuelo

Emergence des besoins :	date
besoin d'infrastructures portuaires	1860
Obsolescence du quai de la douane	1875

Prise en compte des besoins/proposition d'une solution technologique	date
Loi 1871	1871

Réalisation :	date
Construction du port du Riachuelo	1876-1883

Acteurs	
Individus	Rôle
Luis Huergo	Concepteur
Luis Huergo	Directeur tvx

Acteurs	
Groupe sociaux	Rôle
Gouvernement	Décideur

Artefact quai :			
Longueurs caractéristiques		*Contour*	
Longueur(m)	3800	A1	
Profondeur* (m)	4,8	Coordonnées	x,y
Référence géo-spatiale		A2	
Lieu	Buenos Aires	Coordonnées	x,y
Coordonnées			

)

FIGURE A.3 – Formulaire à l'attention des historiens

Port de Buenos Aires

Addition d'un artefact entre 1898 et 1919

Artefact : Puerto Madero

Emergence des besoins :	date
besoin d'un port en eaux profonde	1880

Prise en compte des besoins/proposition d'une solution technologique	date
Demande d'une étude de projet	1882

Réalisation :	date
Construction de Puerto Madero	1887-1898

Acteurs	
Individus	**Rôle**
Eduardo Madero	Concepteur
Hawkshaw	Concepteur
Hayter	Concepteur

Acteurs	
Groupe sociaux	**Rôle**
Gouvernement	Décideur
Ent. Thomas Walker	Constructeur

Artefact quai :	
Longueurs caractéristiques	
Longueur(m)	5840
Profondeur* (m)	6,9

Référence géo-spatiale	
Lieu	Buenos Aires
Coordonnées	

Contour	
A1	
Coordonnées	x,y
A2	
Coordonnées	x,y

)

FIGURE A.4 – Formulaire à l'attention des historiens

Port de Buenos Aires

Addition d'un artefact entre 1919 et

Artefact : Puerto Madero

Emergence des besoins :	date
Obsolescence de Puerto Madero	1908

Prise en compte des besoins/proposition d'une solution technologique	date
Loi pour la construction de Puerto nuevo	1908

Réalisation :	date
Construction de Puerto Nuevo	1908-1919

Acteurs	
Individus	**Rôle**
Luis Huergo	Concepteur
Levesey	Concepteur
Henderson	Concepteur

Acteurs	
Groupe sociaux	**Rôle**
Gouvernement	Décideur
Ent. Thomas Walker	Constructeur

Artefact quai :

Longueurs caractéristiques	
Longueur(m)	5840
Profondeur* (m)	6,9

Référence géo-spatiale	
Lieu	Buenos Aires
Coordonnées	

Contour	
A1	
Coordonnées	x,y
A2	
Coordonnées	x,y

)

FIGURE A.5 – Formulaire à l'attention des historiens

A.2 Les requêtes

A.2.1 Les quais du port de Mar del Plata

Nous reproduisons le tableau présentant l'évolution des quais du port de Mar del Plata tel qu'il a été établi dans le paragraphe 5.29

Date	Longueur des quais en bois de p [1]<3m	Longueur des quais en béton de 3m=<p<6m	Longueur des quais en béton de p>=6m	Présence de grues à vapeur	Présence de grues électriques
1864	100				
1878	100			oui	
1905	640			oui	
1916	240			oui	
1917	240	221		oui	
1922	240	221	980	oui	oui
1924		221	980		oui
1933		221	980		oui

TABLEAU A.1 – Artefacts : quais et grues du port de Mar del Plata entre 1864 et 1933.

Nous présentons les requêtes et les résultats concernant les quais du port de Mar del Plata selon les profondeurs petites, moyennes et grandes.

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>

SELECT  ?date_d ?quai ?longueur ?profondeur ?date_f
  WHERE { ?quai rdf:type pho:quai_petite_profondeur. # On recherche un quai
                                                     #de "petite profondeur"
 pho:port_de_Mar_del_Plata
 cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition.
  ?quai cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition.
            ?quai pho:longueur ?longueur.
      ?quai pho:profondeur ?profondeur.
   ?addition pho:a_un_time_interval ?interval.
   ?interval time:hasBeginning  ?début.
         ?début time:inXSDgYear ?date_d.
       OPTIONAL {    ?interval time:hasEnd ?fin.
         ?fin time:inXSDgYear ?date_f.}
         }
```

Execute

?date_d	?quai	?longueur	?profondeur	?date_f
1864^^xsd:gYear	pho:quai_Peralta_Ramos	100	2.5	1876^^xsd:gYear
1878^^xsd:gYear	pho:quai_Iuro	100	2.5	1917^^xsd:gYear
1902^^xsd:gYear	pho:quai_gardella	150	2.5	1924^^xsd:gYear

FIGURE A.6 – Requête SPARQL : quais de petites profondeurs du port de Mar del Plata

1. p représente la profondeur du quai.

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>

SELECT  ?date_d ?quai ?longueur ?profondeur ?date_f
 WHERE { ?quai rdf:type pho:quai_profondeur_moyenne. # On recherche un quai
                                                     #de "profondeur moyenne"
 pho:port_de_Mar_del_Plata cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition.
 ?quai cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition.
           ?quai pho:longueur ?longueur.
     ?quai pho:profondeur ?profondeur.
  ?addition pho:a_un_time_interval ?interval.
  ?interval time:hasBeginning  ?début.
       ?début time:inXSDgYear ?date_d.
     OPTIONAL {    ?interval time:hasEnd ?fin.
       ?fin time:inXSDgYear ?date_f.}
       }
        ORDER BY ?date_d
```

Execute

?date_d	?quai	?longueur	?profondeur	?date_f
1917^^xsd:gYear	pho:darse_des_pecheurs	221	4	

FIGURE A.7 – Requête SPARQL : quais de moyennes profondeurs du port de Mar del Plata

```
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>

SELECT  ?date_d ?quai ?longueur ?profondeur ?date_f
 WHERE { ?quai rdf:type pho:quai_grande_profondeur. # On recherche un quai de "grande profondeur"

 pho:port_de_Mar_del_Plata cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition.
 ?quai cidoc:P110i_was_augmented_by ?addition.
           ?quai pho:longueur ?longueur.
     ?quai pho:profondeur ?profondeur.
  ?addition pho:a_un_time_interval ?interval.
  ?interval time:hasBeginning  ?début.
       ?début time:inXSDgYear ?date_d.
     OPTIONAL {    ?interval time:hasEnd ?fin.
       ?fin time:inXSDgYear ?date_f.}
       }
```

Execute

?date_d	?quai	?longueur	?profondeur	?date_f
1922^^xsd:gYear	pho:quai_ultramar_mdp	620	9	
1924^^xsd:gYear	pho:quai_cabotage_mdp	360	6.20	

FIGURE A.8 – Requête SPARQL : quais de moyennes profondeurs du port de Mar del Plata

A.2.2 Les grues du port de Brest

Nous reproduisons le tableau présentant l'évolution des grues du port de Brest tel qu'il a été établi dans le paragraphe 5.25

Année	grue manuelle	grue à vapeur	grue électrique
1861	1	0	0
1873	2	0	0
1890	2	4	0
1914	3	7	0
1917	3	17	0
1919	3	23	0
1923	0	21	4
1928	0	10	14
1929	0	9	30
1933	0	9	33

TABLEAU A.2 – Outillage du port de Brest entre 1865 et 1933

Nous présentons les requêtes et les résultats concernant des grues du port de Brest selon leurs types d'énergie.

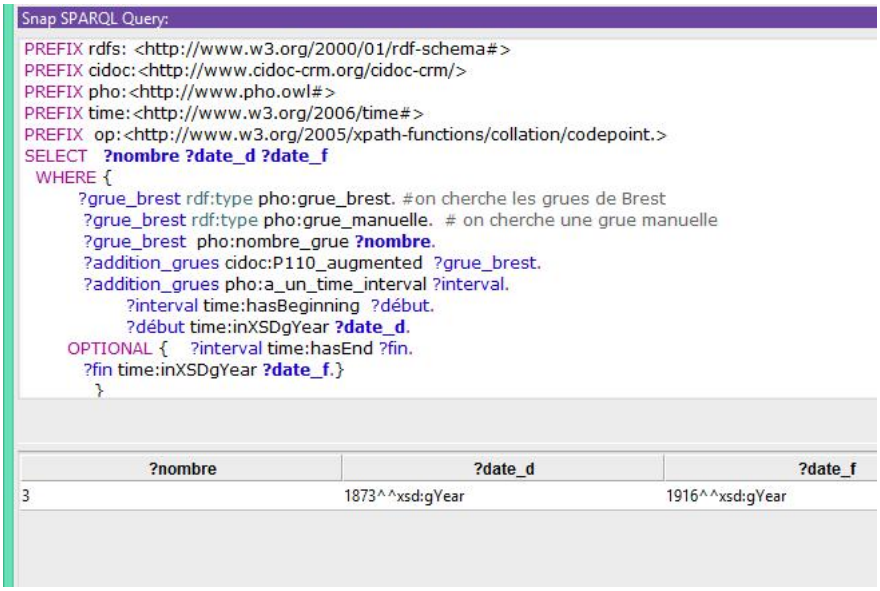


FIGURE A.9 – Requête SPARQL : grues manuelles du port de Brest

Snap SPARQL Query:

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>
PREFIX  op:<http://www.w3.org/2005/xpath-functions/collation/codepoint.>
SELECT  ?nombre ?date_d ?date_f
 WHERE {
       ?grue_brest rdf:type pho:grue_brest. #on cherche les grues de Brest
        ?grue_brest rdf:type pho:grue_vapeur.  # on cherche une grue vapeur
        ?grue_brest  pho:nombre_grue ?nombre.
        ?addition_grues cidoc:P110_augmented  ?grue_brest.
        ?addition_grues pho:a_un_time_interval ?interval.
              ?interval time:hasBeginning  ?début.
              ?début time:inXSDgYear ?date_d.
      OPTIONAL {    ?interval time:hasEnd ?fin.
        ?fin time:inXSDgYear ?date_f.}
         }
```

?nombre	?date_d	?date_f
2	1890^^xsd:gYear	1916^^xsd:gYear
2	1890^^xsd:gYear	1928^^xsd:gYear
1	1917^^xsd:gYear	1929^^xsd:gYear
6	1917^^xsd:gYear	1928^^xsd:gYear
4	1917^^xsd:gYear	1923^^xsd:gYear
4	1917^^xsd:gYear	
3	1919^^xsd:gYear	1928^^xsd:gYear
3	1919^^xsd:gYear	
2	1923^^xsd:gYear	

FIGURE A.10 – Requête SPARQL : grues vapeurs du port de Brest

Snap SPARQL Query:

```
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX cidoc:<http://www.cidoc-crm.org/cidoc-crm/>
PREFIX pho:<http://www.pho.owl#>
PREFIX time:<http://www.w3.org/2006/time#>
PREFIX  op:<http://www.w3.org/2005/xpath-functions/collation/codepoint.>
SELECT  ?nombre ?date_d ?date_f
 WHERE {
       ?grue_brest rdf:type pho:grue_brest. #on cherche les grues de Brest
        ?grue_brest rdf:type pho:grue_electrique.  # on cherche une grue électrique
        ?grue_brest  pho:nombre_grue ?nombre.
        ?addition_grues cidoc:P110_augmented  ?grue_brest.
        ?addition_grues pho:a_un_time_interval ?interval.
              ?interval time:hasBeginning  ?début.
              ?début time:inXSDgYear ?date_d.
      OPTIONAL {    ?interval time:hasEnd ?fin.
        ?fin time:inXSDgYear ?date_f.}
         }
```

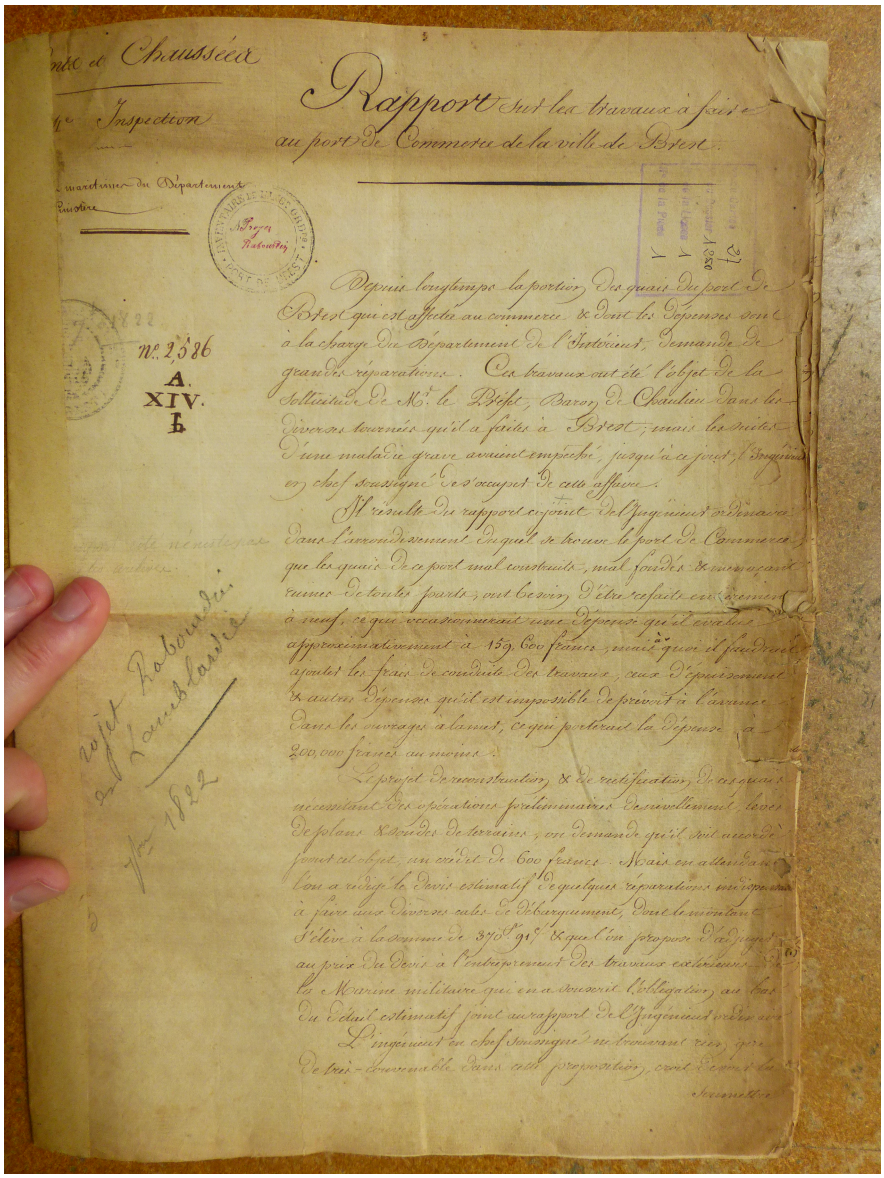
?nombre	?date_d	?date_f
4	1923^^xsd:gYear	
10	1928^^xsd:gYear	
12	1929^^xsd:gYear	
4	1929^^xsd:gYear	
3	1933^^xsd:gYear	

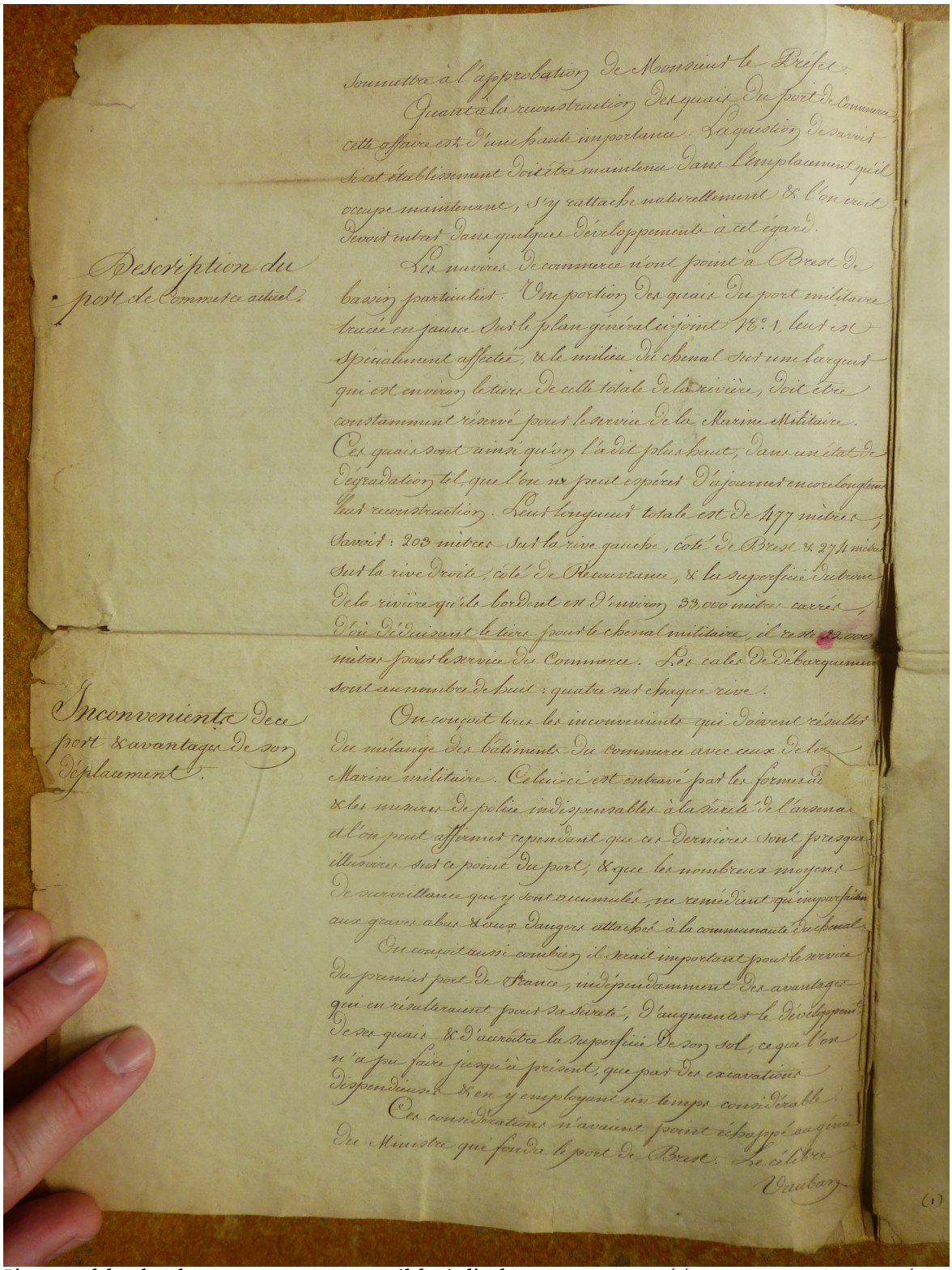
FIGURE A.11 – Requête SPARQL : grues électriques du port de Brest

A.3 Les sources

A.3.1 Le port de Brest

Rapport sur les travaux à faire au port de commerce de la ville de Brest, Archives départementales du Finistère, Quimper, cote 16S1, 1822





Soumettre à l'approbation De Monsieur le Préfet.

Quant à la reconstruction des quais du port de Commerce cette affaire est d'une haute importance. La question de savoir si cet établissement doit être maintenu dans l'emplacement qu'il occupe maintenant, s'y rattache naturellement & l'on croit devoir entrer dans quelques développements à cet égard.

Description du port de Commerce actuel.

Les navires de commerce n'ont point à Brest de bassin particulier. Une portion des quais du port militaire tracée en jaune sur le plan général ci-joint N°. 1. leur est spécialement affectée, & le milieu du chenal sur une largeur qui est environ le tiers de celle totale de la rivière, doit être constamment réservé pour le service de la Marine Militaire. Ces quais sont ainsi qu'on l'a dit plus haut, dans un état de dégradation tel que l'on ne peut espérer d'ajourner encore longtemps leur reconstruction. Leur longueur totale est de 477 mètres, savoir : 203 mètres sur la rive gauche, côté de Brest & 274 mètres sur la rive droite, côté de Recouvrance, & la superficie entière de la rivière qu'ils bordent est d'environ 33,000 mètres carrés, d'où déduisant le tiers pour le chenal militaire, il reste 22,000 mètres pour le service du Commerce. Les cales de débarquement sont au nombre de huit : quatre sur chaque rive.

Inconvenients de ce port & avantages de son déplacement.

On conçoit tous les inconvenients qui doivent résulter du mélange des bâtiments du commerce avec ceux de la Marine militaire. Celui-ci est entravé par les formalités & les mesures de police indispensables à la sûreté de l'arsenal et l'on peut affirmer cependant que ces dernières sont presque illusoires sur ce point du port, & que les nombreux moyens de surveillance qui y sont accumulés, ne remédient qu'imparfaitement aux graves abus & aux dangers attachés à la communauté du chenal.

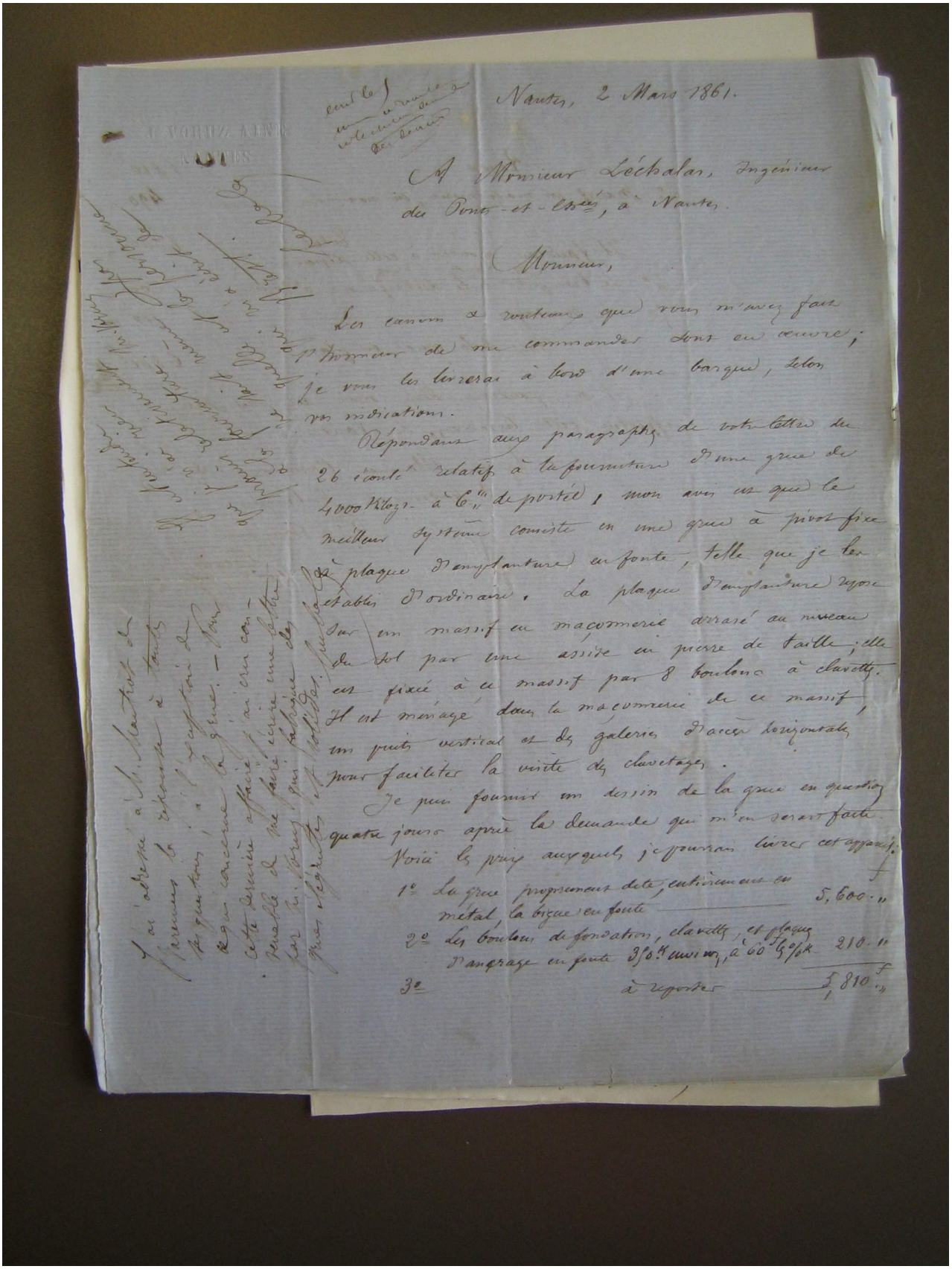
On conçoit aussi combien il serait important pour le service du premier port de France, indépendamment des avantages qui en résulteraient pour sa sûreté, d'augmenter le développement de ses quais & d'accroître la superficie de son sol, ce que l'on n'a pu faire jusqu'à présent, que par des excavations dispendieuses & en y employant un temps considérable.

Ces considérations n'avaient point échappé au génie du Ministre qui fonda le port de Brest. Le célèbre Vauban

(1)

L'ensemble du document est accessible à l'adresse : https://drive.google.com/open?id=1kqyLd6vNUywsti4f_w5R6H6t7rjiNRUj

Grue pour le port Napoléon - Lettre de Monsieur J. Voruz Ainé, Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S sup 27, 8 avril 1861.



J. VORUZ AINÉ
NANTES

Nantes, 2 Mars 1861.

A Monsieur Léchalas, Ingénieur
du Ponts-et-Chaussées, à Nantes.

Monsieur,

Les canons à vous que vous m'avez fait l'honneur de me commander sont en cuivre; je vous les livrerai à bord d'une barque, selon vos indications.

Répondant aux paragraphes de votre lettre du 26 courant relatif à la fourniture d'une grue de 4000 Kilogr. à 6m de portée, mon avis est que le meilleur système consiste en une grue à pivot fixe à plaque d'empâtement en fonte, telle que je les établis d'ordinaire. La plaque d'empâtement repose sur un massif en maçonnerie arasé au niveau du sol par une assise en pierre de taille; elle est fixée à ce massif par 8 boulons à clavette. Il est ménagé dans la maçonnerie de ce massif un puits vertical et des galeries d'accès horizontales pour faciliter la visite des clavetages.

Je vous fournirai un dessin de la grue en question quatre jours après la demande qui m'en sera faite.

Voici les prix auxquels je pourrais livrer cet appareil:

		F
1°	La grue proprement dite, entièrement en métal, la bigue en fonte	5,600.00
2°	Les boulons de fondation, clavettes, et plaque d'empâtement en fonte 3,500 kil. à 60 F. les 100 K.	210.00
3°	à reporter	5,810.00

Report ——— 5810. f

3e Massif en maçonnerie, au maximum ——— 490. "

Total ——— 6300 f. "

Il faudrait ajouter à cette dépense :

4e Le transport de Nantes à Brest et le déchargement à Brest ——— 200. "

5e Le montage ——— 300. "

Prix de la grue en place ——— 6800 f. "

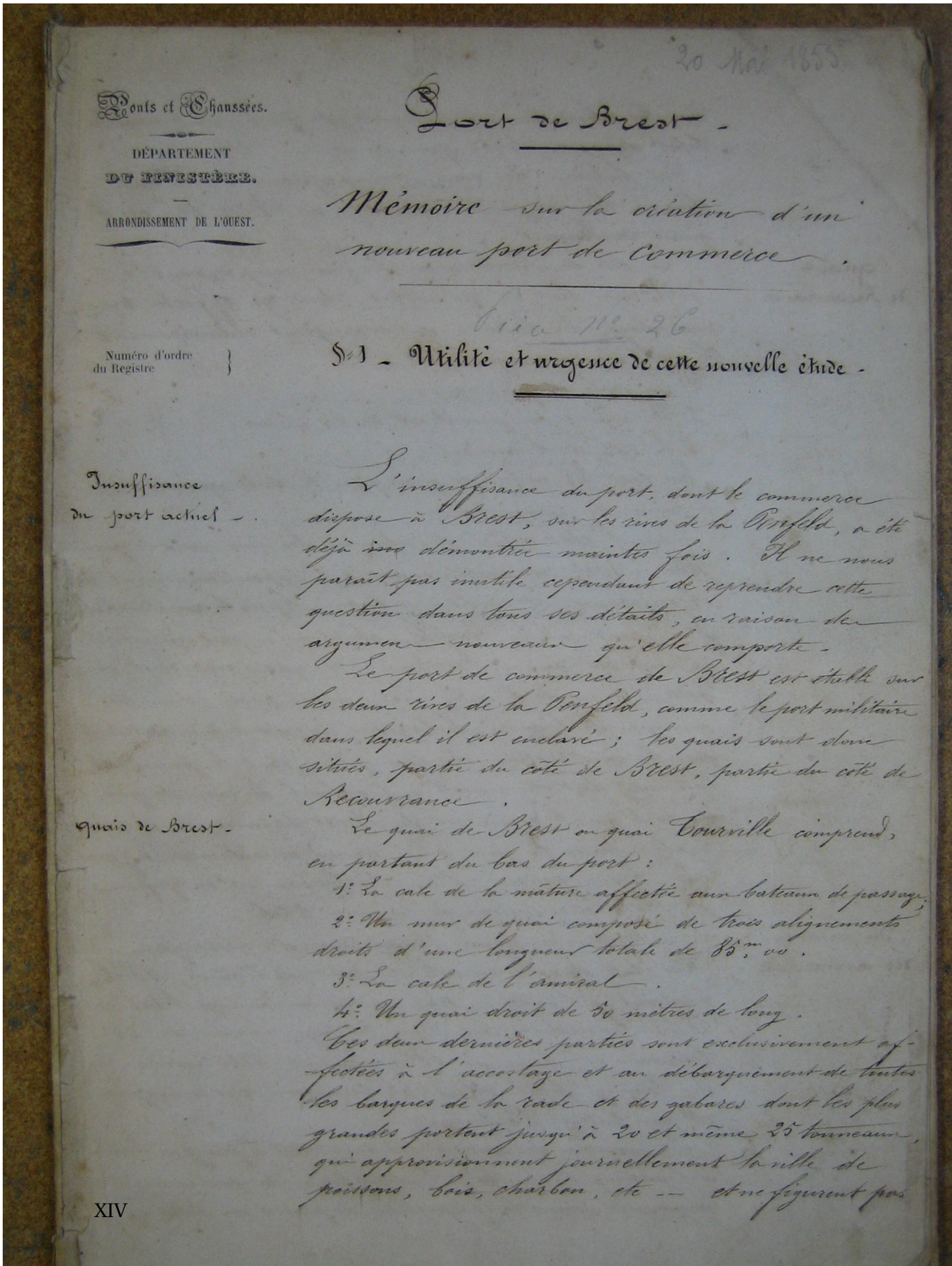
Il me faudrait deux mois au plus pour effectuer cette livraison, à Nantes.

Agréez, Monsieur, l'assurance de mes sentiments distingués.

Cte J. Voruz aîné.

Bourdon

Avant-projet de la construction du Port Napoléon – Mémoire sur la création d'un nouveau port de commerce, Archives départementales du Finistère, Quimper, cote 4Ssup17, 1855



Ponts et Chaussées.

DÉPARTEMENT DU FINISTÈRE.

ARRONDISSEMENT DE L'OUEST.

20 Mai 1855.

Port de Brest.

Mémoire sur la création d'un nouveau port de commerce.

Pièce N° 26

Numéro d'ordre du Registre

§ 1 – Utilité et urgence de cette nouvelle étude.

Insuffisance du port actuel.

L'insuffisance du port, dont le commerce dispose à Brest, sur les rives de la Penfeld, a été déjà maintes fois démontrée. Il ne nous paraît pas inutile cependant de reprendre cette question dans tous ses détails, en raison des arguments nouveaux qu'elle comporte.

Le port de commerce de Brest est établi sur les deux rives de la Penfeld, comme le port militaire dans lequel il est enclavé ; les quais sont donc situés, partie du côté de Brest, partie du côté de Recouvrance.

Quais de Brest.

Le quai de Brest ou quai Tourville comprend, en partant du bas du port :

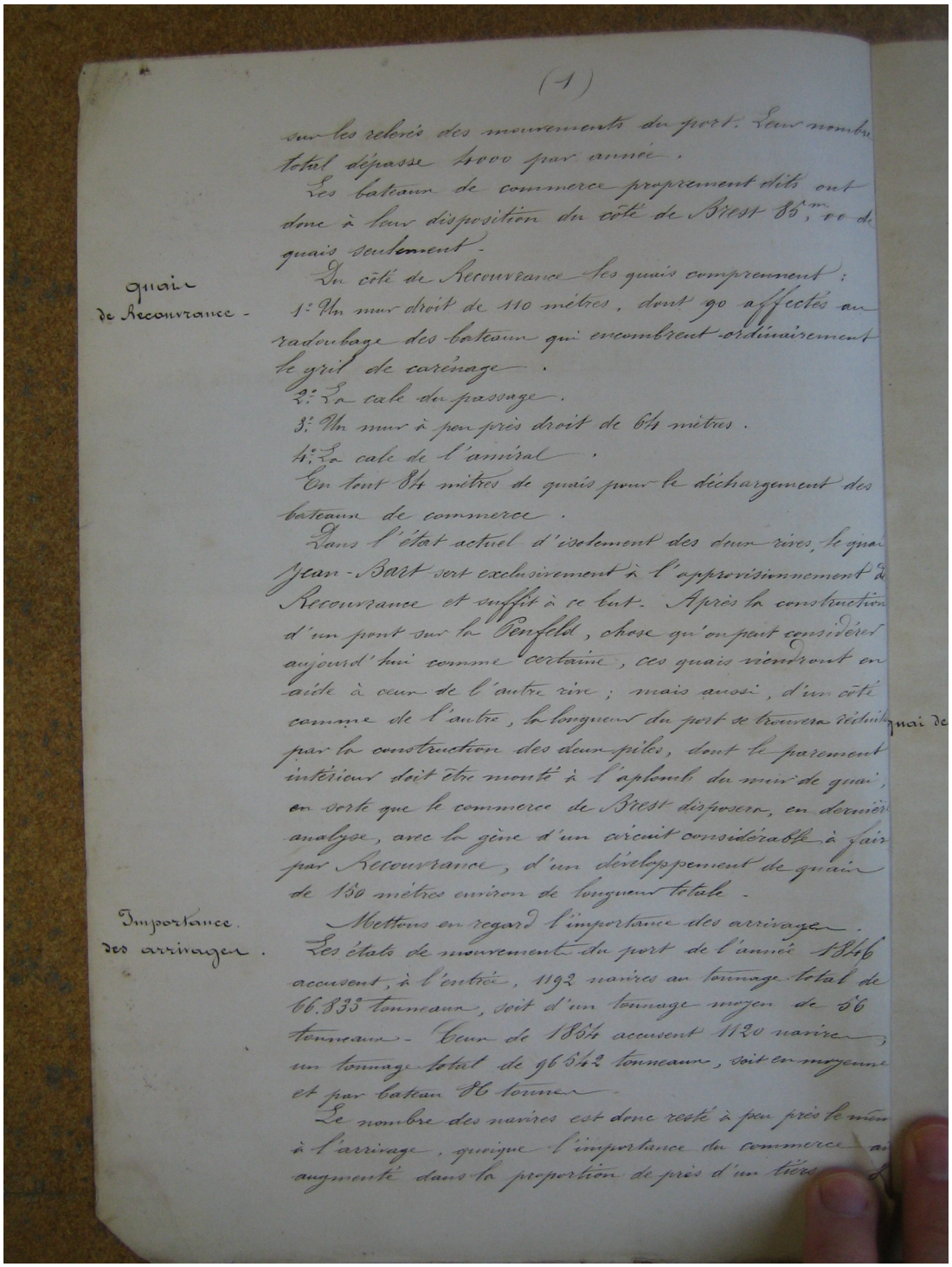
1° La cale de la mâture affectée aux bateaux de passage ;

2° Un mur de quai composé de trois alignements droits d'une longueur totale de 85m.00.

3° La cale de l'amiral.

4° Un quai droit de 50 mètres de long.

Ces deux dernières parties sont exclusivement affectées à l'accostage et au débarquement de toutes les barques de la rade et des gabares dont les plus grandes portent jusqu'à 20 et même 25 tonneaux, qui approvisionnent journellement la ville de poissons, bois, charbon, etc — et ne figurent pas



(1)

sur les relevés des mouvements du port. Leur nombre total dépasse 4000 par année.

Les bateaux de commerce proprement dits ont donc à leur disposition du côté de Brest 85m,00 de quais seulement.

quais de Recouvrance.

Du côté de Recouvrance les quais comprennent :

1° Un mur droit de 110 mètres, dont 90 affectés au radoubage des bateaux qui encombrent ordinairement le grit de carénage.

2° La cale du passage.

3° Un mur à peu près droit de 64 mètres.

4° La cale de l'amiral.

En tout 84 mètres de quais pour le déchargement des bateaux de commerce.

Dans l'état actuel d'isolement des deux rives, le quai Jean-Bart sert exclusivement à l'approvisionnement de Recouvrance et suffit à ce but. Après la construction d'un pont sur la Penfeld, chose qu'on peut considérer aujourd'hui comme certaine, ces quais viendront en aide à ceux de l'autre rive ; mais aussi, d'un côté comme de l'autre, la longueur du port se trouvera réduite par la construction des deux piles, dont le parement intérieur doit être monté à l'aplomb du mur de quai, en sorte que le commerce de Brest disposera, en dernière analyse, avec la gêne d'un circuit considérable à faire par Recouvrance, d'un développement de quais de 130 mètres environ de longueur totale.

quai de

Importance des arrivages.

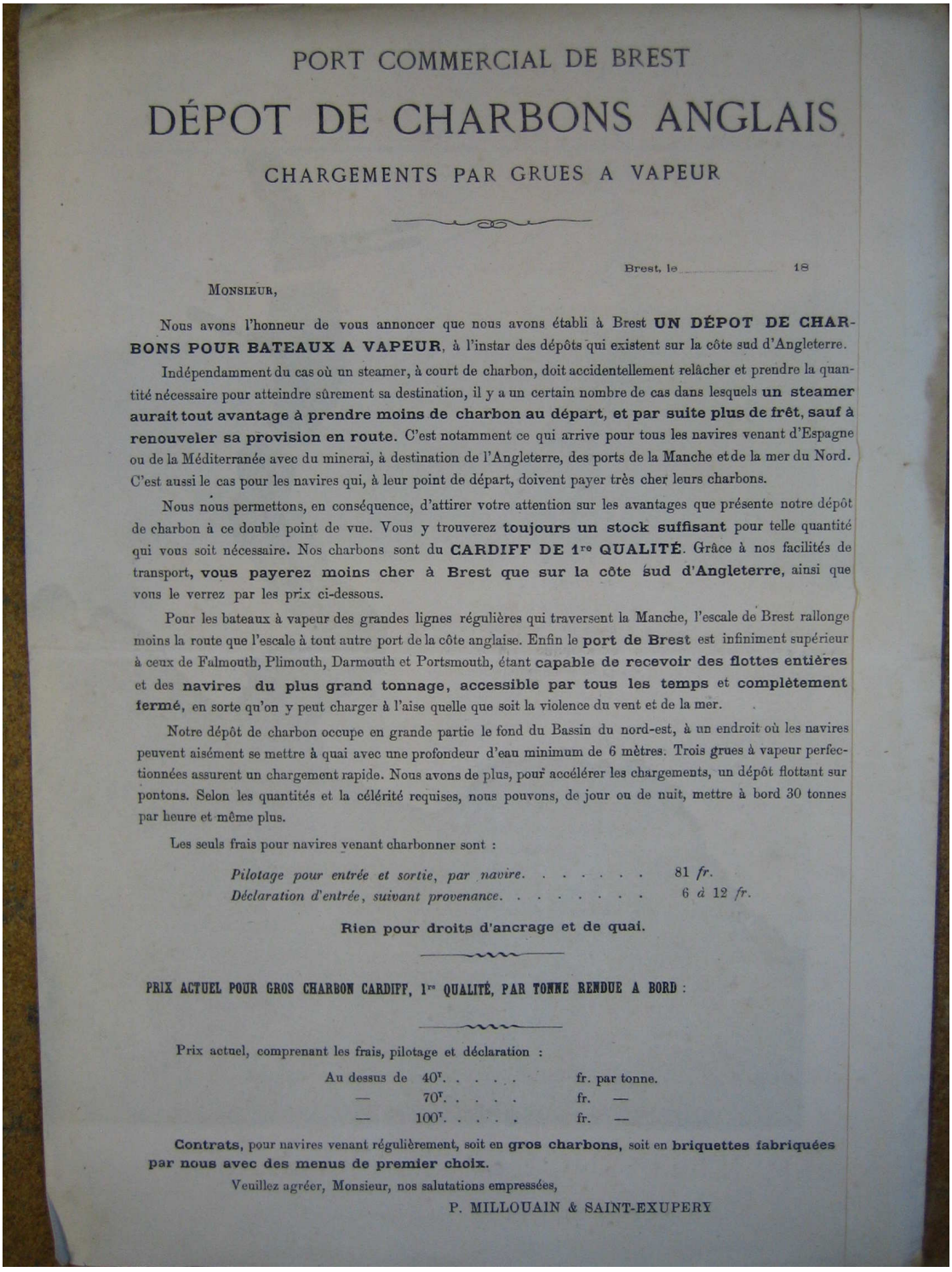
Mettons en regard l'importance des arrivages.

Les états de mouvement du port de l'année 1866 accusent, à l'entrée, 1192 navires au tonnage total de 66.833 tonneaux, soit d'un tonnage moyen de 56 tonneaux. Ceux de 1854 accusent 1120 navires, un tonnage total de 96542 tonneaux, soit en moyenne et par bateau 86 tonneaux.

Le nombre des navires est donc resté à peu près le même à l'arrivage, quoique l'importance du commerce ait augmenté dans la proportion de près d'un tiers.

L'ensemble du document est accessible à l'adresse : https://drive.google.com/open?id=1c8nDCoYq330VS39SbWE-s4o1_OrrfJBd

Port commercial de Brest-dépôt de charbon anglais-chargement par grues à vapeur. Archives départementales du Finistère, Quimper, cote 4S158bis, 1881



PORT COMMERCIAL DE BREST

DÉPOT DE CHARBONS ANGLAIS

CHARGEMENTS PAR GRUES A VAPEUR

Brest, le _____ 18

MONSIEUR,

Nous avons l'honneur de vous annoncer que nous avons établi à Brest **UN DÉPOT DE CHARBONS POUR BATEAUX A VAPEUR**, à l'instar des dépôts qui existent sur la côte sud d'Angleterre.

Indépendamment du cas où un steamer, à court de charbon, doit accidentellement relâcher et prendre la quantité nécessaire pour atteindre sûrement sa destination, il y a un certain nombre de cas dans lesquels **un steamer aurait tout avantage à prendre moins de charbon au départ, et par suite plus de frêt, sauf à renouveler sa provision en route.** C'est notamment ce qui arrive pour tous les navires venant d'Espagne ou de la Méditerranée avec du minerai, à destination de l'Angleterre, des ports de la Manche et de la mer du Nord. C'est aussi le cas pour les navires qui, à leur point de départ, doivent payer très cher leurs charbons.

Nous nous permettons, en conséquence, d'attirer votre attention sur les avantages que présente notre dépôt de charbon à ce double point de vue. Vous y trouverez **toujours un stock suffisant** pour telle quantité qui vous soit nécessaire. Nos charbons sont du **CARDIFF DE 1re QUALITÉ**. Grâce à nos facilités de transport, **vous payerez moins cher à Brest que sur la côte sud d'Angleterre**, ainsi que vous le verrez par les prix ci-dessous.

Pour les bateaux à vapeur des grandes lignes régulières qui traversent la Manche, l'escale de Brest rallonge moins la route que l'escale à tout autre port de la côte anglaise. Enfin le **port de Brest** est infiniment supérieur à ceux de Falmouth, Plimouth, Darmouth et Portsmouth, étant **capable de recevoir des flottes entières** et des **navires du plus grand tonnage, accessible par tous les temps** et **complètement fermé**, en sorte qu'on y peut charger à l'aise quelle que soit la violence du vent et de la mer.

Notre dépôt de charbon occupe en grande partie le fond du Bassin du nord-est, à un endroit où les navires peuvent aisément se mettre à quai avec une profondeur d'eau minimum de 6 mètres. Trois grues à vapeur perfectionnées assurent un chargement rapide. Nous avons de plus, pour accélérer les chargements, un dépôt flottant sur pontons. Selon les quantités et la célérité requises, nous pouvons, de jour ou de nuit, mettre à bord 30 tonnes par heure et même plus.

Les seuls frais pour navires venant charbonner sont :

Pilotage pour entrée et sortie, par navire.	81 *fr.*
Déclaration d'entrée, suivant provenance.	6 *à* 12 *fr.*

Rien pour droits d'ancrage et de quai.

PRIX ACTUEL POUR GROS CHARBON CARDIFF, 1re QUALITÉ, PAR TONNE RENDUE A BORD :

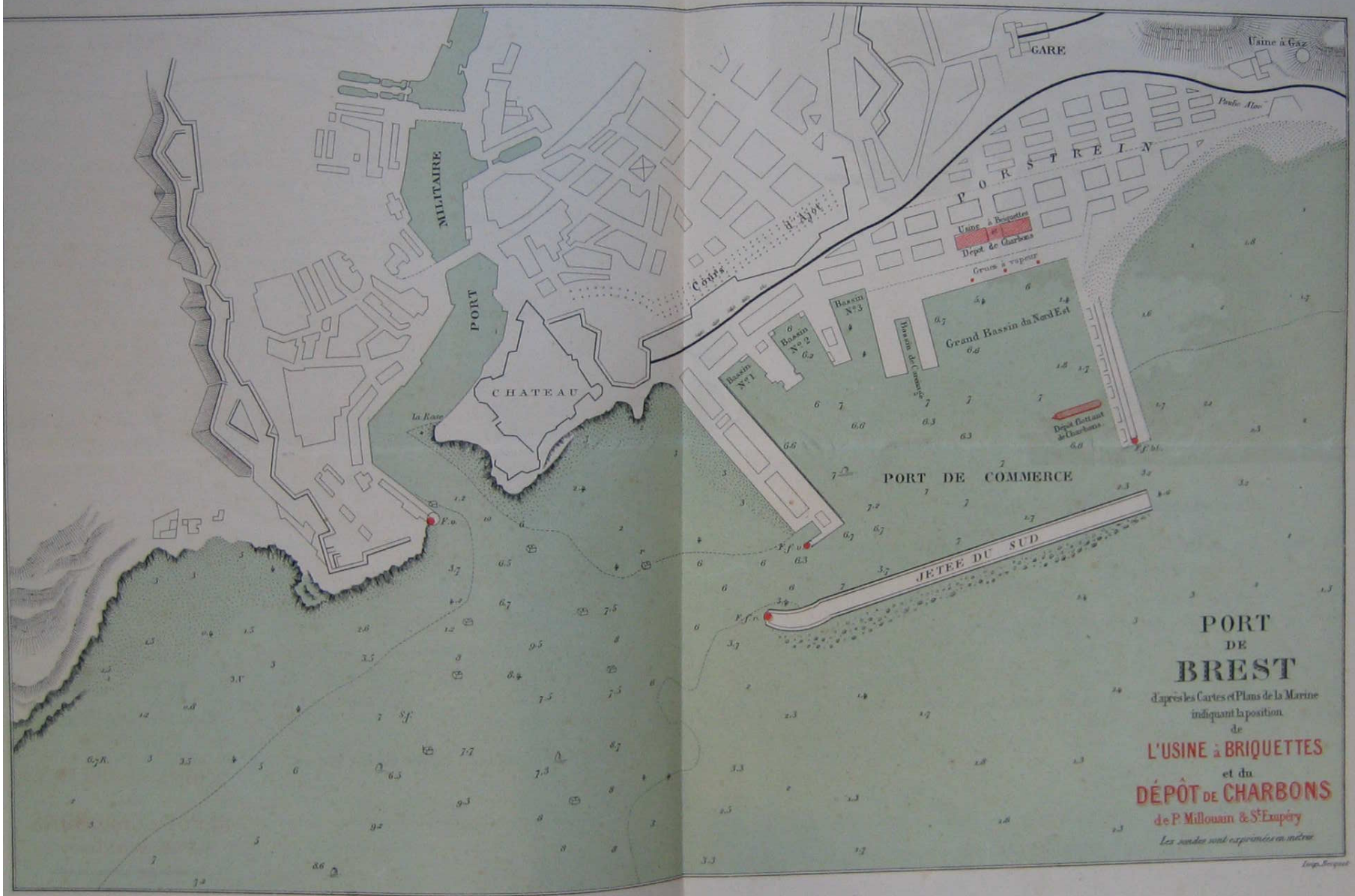
Prix actuel, comprenant les frais, pilotage et déclaration :

Au dessus de	40T.	fr. par tonne.
—	70T.	fr. —
—	100T.	fr. —

Contrats, pour navires venant régulièrement, soit en **gros charbons**, soit en **briquettes fabriquées par nous avec des menus de premier choix.**

Veuillez agréer, Monsieur, nos salutations empressées,

P. MILLOUAIN & SAINT-EXUPERY



PORT DE BREST

d'après les Cartes et Plans de la Marine indiquant la position de

L'USINE à BRIQUETTES

et du

DÉPÔT DE CHARBONS

de P. Millouam & St. Exupéry

Les sondes sont exprimées en mètres

Imp. Bourgoin

PORT DE COMMERCE
JETÉE DU SUD
Grand Bassin du Nord Est
Bassin N°1
Bassin N°2
Bassin N°3
Bassin de Carénage
Usine à Briquettes et Dépot de Charbons
Grues à vapeur
Dépôt flottant de Charbons.
Cours d'Ajot
F.f. v.
F.f. r.
F.f. bl.

AVANTAGES DU PORT DE BREST

— Charbon meilleur marché que dans aucun port de la côté sud d'Angleterre.

— Aucuns droits d'ancrage ni de quai.

— Frais de pilotage très modérés.

— Charbons mis à bord des steamers avec la plus grande célérité, de jour et de nuit.

— Port le plus rapproché de la ligne suivie par les steamers pour la Manche.

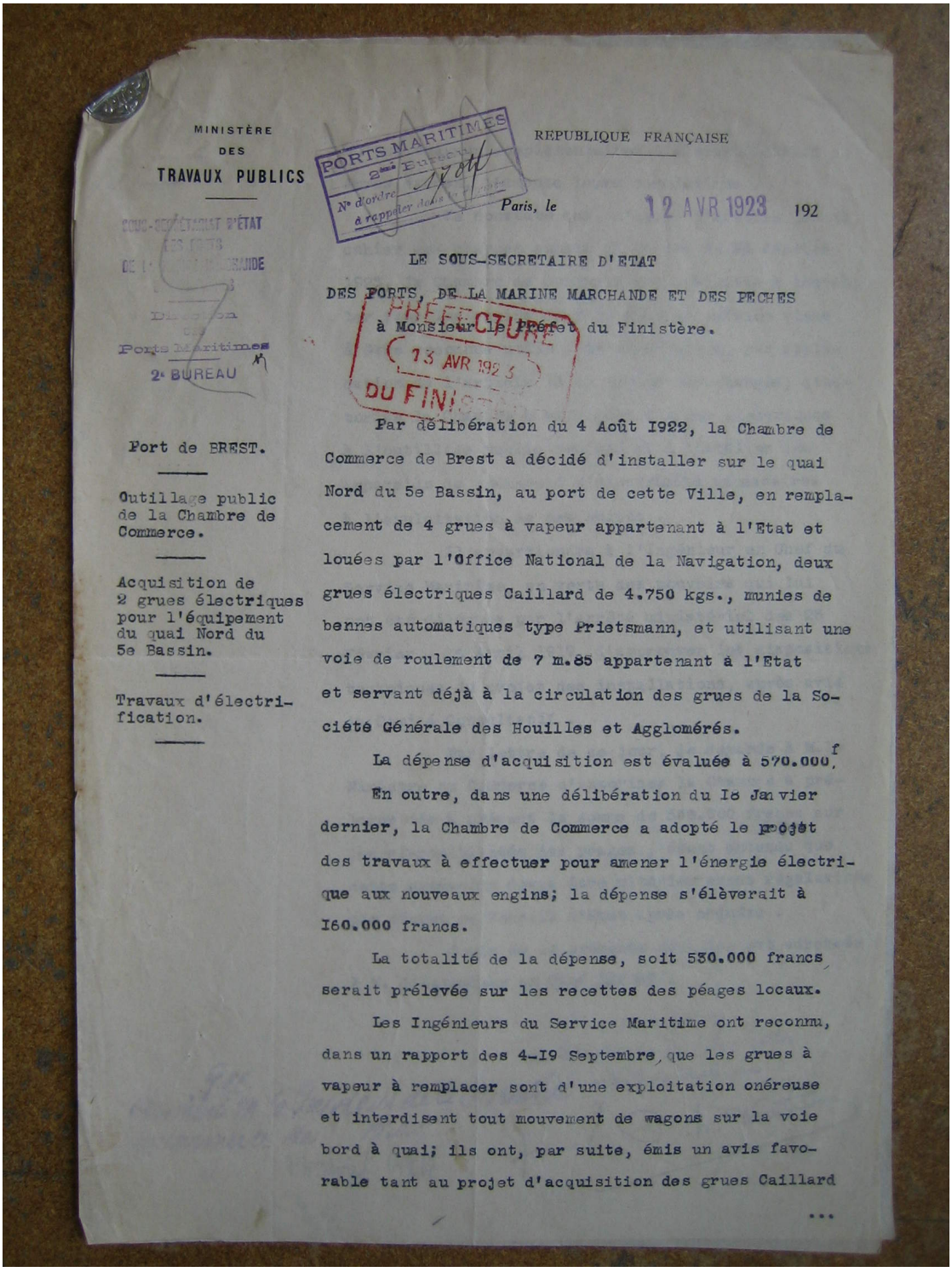
— Port vaste et sûr, capable de recevoir en tout temps les plus grands navires.

— Facilités pour réparations en cas d'avaries.

P. MILLOUAIN & SAINT-EXUPERY n'ont que des charbons à vapeur de première qualité ; leurs briquettes sont employées par les Compagnies de Chemins de fer françaises et la Marine Nationale.

4S, Brest 1866-1929, liasse coté S 104

Acquisition de 2 grues électriques Caillard et de 2 grues à vapeur par la Société Générale des Houilles et Agglomérées. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S156, Outillage de la Chambre de Commmerce,1923



MINISTÈRE
DES
TRAVAUX PUBLICS

SOUS-SECRÉTARIAT D'ÉTAT
DES PORTS
DE LA MARINE MARCHANDE
Direction
des
Ports Maritimes
2e BUREAU

PORTS MARITIMES
2ème Enregistrement
N° d'ordre 1704
à rappeler dans la réponse

REPUBLIQUE FRANÇAISE

Paris, le 12 AVR 1923 192

LE SOUS-SECRETAIRE D'ETAT
DES PORTS, DE LA MARINE MARCHANDE ET DES PECHES
à Monsieur le Préfet du Finistère.

PREFECTURE
13 AVR 1923
DU FINIS...

Port de BREST.

Outillage public de la Chambre de Commerce.

Acquisition de 2 grues électriques pour l'équipement du quai Nord du 5e Bassin.

Travaux d'électrification.

Par délibération du 4 Août I922, la Chambre de Commerce de Brest a décidé d'installer sur le quai Nord du 5e Bassin, au port de cette Ville, en remplacement de 4 grues à vapeur appartenant à l'Etat et louées par l'Office National de la Navigation, deux grues électriques Caillard de 4.750 kgs., munies de bennes automatiques type Prietsmann, et utilisant une voie de roulement de 7 m.85 appartenant à l'Etat et servant déjà à la circulation des grues de la Société Générale des Houilles et Agglomérés.

La dépense d'acquisition est évaluée à 570.000 f

En outre, dans une délibération du I8 Janvier dernier, la Chambre de Commerce a adopté le projet des travaux à effectuer pour amener l'énergie électrique aux nouveaux engins; la dépense s'élèverait à I60.000 francs.

La totalité de la dépense, soit 530.000 francs serait prélevée sur les recettes des péages locaux.

Les Ingénieurs du Service Maritime ont reconnu, dans un rapport des 4-I9 Septembre, que les grues à vapeur à remplacer sont d'une exploitation onéreuse et interdisent tout mouvement de wagons sur la voie bord à quai; ils ont, par suite, émis un avis favorable tant au projet d'acquisition des grues Caillard

...

qu'aux travaux complémentaires d'électrification . Après examen, j'adopte leurs conclusions .

Je constate que, d'après l'article 1er du cahier des charges annexé au décret du 25 Janvier 1923, la Chambre de Commerce est habilitée à installer tous les engins de manutention dont la mise en service vient à être reconnue utile . En conséquence, par application de l'article 13 du cahier des charges, j'autorise la Chambre à adjoindre 2 grues électriques à l'outillage public concédé et à installer les appareils de transport d'électricité nécessaires à l'exploitation de ces engins .

Il appartiendra à l'Ingénieur en Chef du Service Maritime, en vertu des pouvoirs qui lui ont été délégués par l'arrêté ministériel des 23 Février - 14 Avril 1919, d'approuver les dispositions techniques du projet des installations, après avis du Comité Consultatif .

Par lettre de ce jour, je demande à M.le Ministre du Commerce d'autoriser la Chambre à prélever dès à présent la somme de 530.000 francs sur les disponibilités des péages , étant entendu que cette opération devra être ultérieurement régularisée par décret en Conseil d'Etat après enquête .

Copie de la présente décision est adressée à M. l'Ingénieur en Chef LEFORT .

Par Autorisation,
Le Directeur des Voies Navigables
et des Ports Maritimes
O. h. Watier

P.C.C.
Remise à M. le Président de la Chambre de Commerce de Brest
le ... 24 Avril 1923

1er ex
26.

enquête

17.7.23

Port de Brest.

Mise en service d'engins de levage, par la Société générale des Houilles et agglomérés.

Mr

Mr

Dossier

Melle Teguillerm

Sous-secrétaire d'Etat des Ports, de la Marine marchande et des Pêches

(Dion des Ports M/ms - 2e B)

Paris.

20 juillet

Par une décision du 23 juin 1922, vous avez bien voulu prescrire l'ouverture, dans les formes déterminées par le décret du 12 mai 1912, d'une enquête sur la demande présentée par la Société Générale des Houilles et agglomérés, de Brest, en vue de la mise en service, au port de cette ville, de grues électriques et de grues à vapeur, ainsi que sur les dispositions du cahier des charges de cette exploitation qui intéressent le public.

L'enquête prescrite a été effectuée dans les conditions réglementaires et n'a donné lieu à aucune observation. De plus, la Commission d'enquête nommée et la Chambre de Commerce de Brest ont, respectivement, émis un avis favorable à l'octroi à ladite Société de l'autorisation sollicitée.

Je vous serai reconnaissant, dans ces conditions, de vouloir bien pourvoir

l'émission d'un décret autorisant la Société Générale de Houilles et Agglomérés à exploiter, au port de Brest, les engins dont il s'agit.

Je vous adresse, sous ce pli, le dossier de l'affaire, accompagné d'un rapport, du 10-13 courant, de MM. les Ingénieurs du Service Maritime.

Le Préfet,

J. Bernard

1re div. Anguis
2e b.

21-4-23

C. Longuet 2 Mai 23.

3 Mai

Port de Brest.

Mise en service de grues par la Société Générale des Houilles et Agglomérés.

Enquête.

Mr. Préfet de Brest

J'ai l'honneur de vous adresser, ci-joint, avec le dossier de l'affaire, quinze ampliations de mon arrêté de ce jour, prescrivant l'ouverture d'une enquête, à la mairie de Brest, du 11 au 20 courant inclusivement, sur la demande présentée par la Société Générale des Houilles et agglomérés en vue de la mise en service, au port de commerce de Brest, de grues électriques et de grues à vapeur, ainsi que sur les dispositions du cahier des charges relatif à cet outillage qui intéressent le public.

P. P.

Je vous serais obligé de faire publier et afficher cet arrêté, dans la commune de Brest, cinq jours au moins avant la date d'ouverture de l'enquête, c'est à dire le 5 courant au plus tard.

Je vous prie de vouloir bien, en outre, transmettre une ampliation de l'arrêté précité à M. le Maire de Brest, à M. le Directeur de la Société Générale des Houilles et agglomérés et à chacun des

REPUBLIQUE FRANCAISE

Nous Préfet du Finistère, Chevalier de la Légion d'Honneur :

Vu la pétition en date du 18 Janvier 1922, aux termes de laquelle la Société Générale des Houilles et Agglomérés a demandé l'autorisation de mettre en service, sur le quai Nord du 5ème bassin du port de commerce de Brest :

1° deux grues électriques sur portique d'une puissance respective de 5.000 K° et 4.750 K° ayant respectivement 15m20 et 16m50 de portée maximum et circulant sur voie ferrée de 7m85 de largeur d'axe en axe des rails;

2° deux grues à vapeur d'une puissance de 1.500 K° ayant respectivement 11m60 et 11m20 de portée maximum et circulant sur voie normale;

Vu le décret du 12 Mai 1912;

Vu la circulaire du Ministre des Travaux Publics en date du 30 Janvier 1915;

Vu l'arrêté du Ministre des Travaux Publics en date du 23 Février 1919;

Vu la dépêche ministérielle du 23 Juin 1922;

Vu les rapports et propositions des Ingénieurs du Service Maritime en date du 17-26 Avril 1923;

ARRETONS :

ARTICLE 1er.- Une enquête est ouverte sur la demande présentée par la Société Générale des Houilles et Agglomérés, ainsi que sur les dispositions du projet de Cahier des Charges qui intéressent le public.

ARTICLE 2.- Le dossier de l'affaire restera déposé pendant dix jours du 11 au 20 mai 1923 à la Mairie de Brest, pour être communiqué, sans déplacement, pendant cet intervalle, aux personnes qui voudront en prendre connaissance.

ARTICLE 3.- Un registre sera ouvert et déposé pendant le même temps et au même lieu pour recevoir les observations qui pourront être présentées.

ARTICLE 4.- A l'expiration du délai fixé par l'article 2, une Commission instituée, comme il est dit à l'article 5 ci-après, se réunira le 22 mai 1923, à 14 heures, à la mairie de Brest. Elle examinera les déclarations consignées au registre d'enquête, entendra les Ingénieurs du port et recueillera auprès de toutes les personnes, qu'elle jugera utile de consulter, les renseignements dont elle croit avoir besoin. Elle donnera ensuite son avis motivé, tant sur l'objet de l'enquête que sur les diverses questions qui auraient été soulevées au cours de l'instruction.

Ces diverses opérations, dont elle dressera procès-verbal, devront être terminées dans un délai de dix jours au maximum.

Le dit procès-verbal, avec toutes les pièces du dossier sera transmis à l'Ingénieur en Chef le jour même de la clôture des opérations de la Commission.

ARTICLE 5.- La Commission instituée à l'article précédent est composée comme suit :

1° .....

1° en qualité de Membres titulaires :

MM. SIMON, Alain, négociant à Brest,
BASTIT, Charles, armateur à Brest,
CHEVILLOTTE, René, armateur à Brest,
CORRE, courtier maritime à Brest,
HAMON, négociant à Brest
FEILLARD, industriel à Bohars,
PETTON, entrepreneur de travaux publics à Brest,
MARFILLE, industriel à Brest,
STEPHAN, armateur à Brest.

2° en qualité de Membres suppléants :

MM. GAYET, industriel à Landerneau,
LE GUEN de KERNEIZON, bijoutier à Brest,
NICOLAS, armateur à Brest.

Elle désignera elle-même son Président et son Secrétaire.

ARTICLE 6.- Le présent arrêté sera notifié et affiché 5 jours au moins avant la date de l'ouverture de l'enquête à la diligence de M. le Sous-Préfet de Brest.

L'accomplissement de ces formalités sera justifié par un certificat.

ARTICLE 7.- Expédition du présent arrêté sera adressée à M. le Sous-Préfet de Brest, à M. le Maire de Brest, à la Société Générale des Houilles et Agglomérés et à M. l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Quimper.

Copie en sera également adressée, pour lui tenir lieu de convocation, à chacun des Membres de la Commission d'enquête.

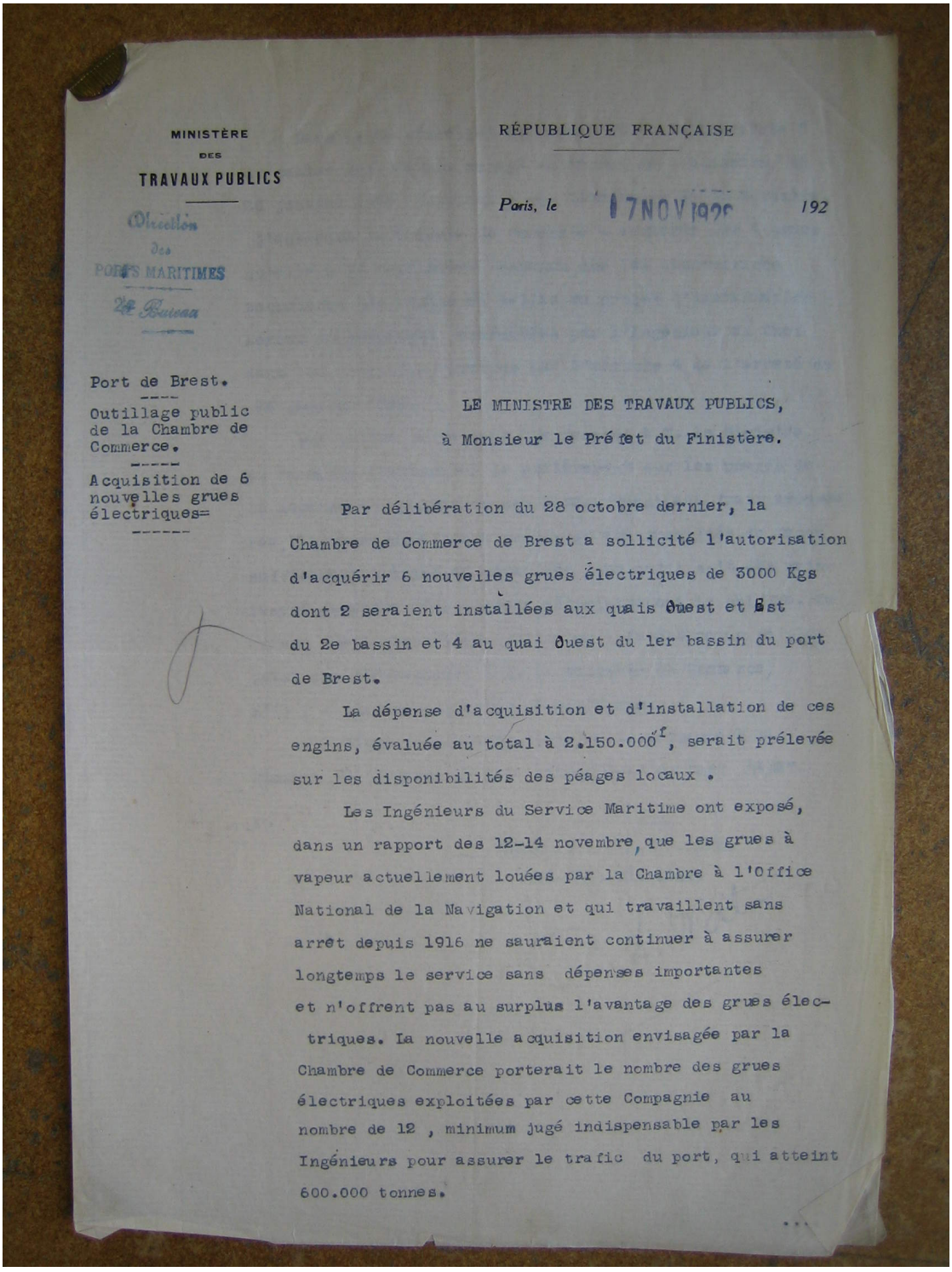
Fait à QUIMPER, le 2 [illegible] 1923

LE PREFET,

PREFECTURE DU FINISTERE

26 août

Acquisition de 6 nouvelles grues électriques. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S156, Outillage de la Chambre de Commmerce,1928



MINISTÈRE
DES
TRAVAUX PUBLICS

Direction
des
PORTS MARITIMES
2e Bureau

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Paris, le 17 NOV 1928 192

Port de Brest.

Outillage public de la Chambre de Commerce.

Acquisition de 6 nouvelles grues électriques=

LE MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS,
à Monsieur le Préfet du Finistère.

Par délibération du 28 octobre dernier, la Chambre de Commerce de Brest a sollicité l'autorisation d'acquérir 6 nouvelles grues électriques de 3000 Kgs dont 2 seraient installées aux quais Ouest et Est du 2e bassin et 4 au quai Ouest du 1er bassin du port de Brest.

La dépense d'acquisition et d'installation de ces engins, évaluée au total à 2.150.000f, serait prélevée sur les disponibilités des péages locaux .

Les Ingénieurs du Service Maritime ont exposé, dans un rapport des 12-14 novembre, que les grues à vapeur actuellement louées par la Chambre à l'Office National de la Navigation et qui travaillent sans arrêt depuis 1916 ne sauraient continuer à assurer longtemps le service sans dépenses importantes et n'offrent pas au surplus l'avantage des grues électriques. La nouvelle acquisition envisagée par la Chambre de Commerce porterait le nombre des grues électriques exploitées par cette Compagnie au nombre de 12 , minimum jugé indispensable par les Ingénieurs pour assurer le trafic du port, qui atteint 600.000 tonnes.

...

Dans cette situation, par application de l'article 3 du cahier des charges annexé au décret de concession du 25 janvier 1923, confirmant mon télégramme du 16 Novembre, j'autorise la Chambre de Commerce à acquérir les 6 grues qu'elle a en vue, étant entendu que les dispositions techniques des engins et celles du projet d'installation seront au préalable approuvées par l'Ingénieur en Chef dans les conditions prévues par l'article 4 de l'arrêté du 25 janvier 1926.

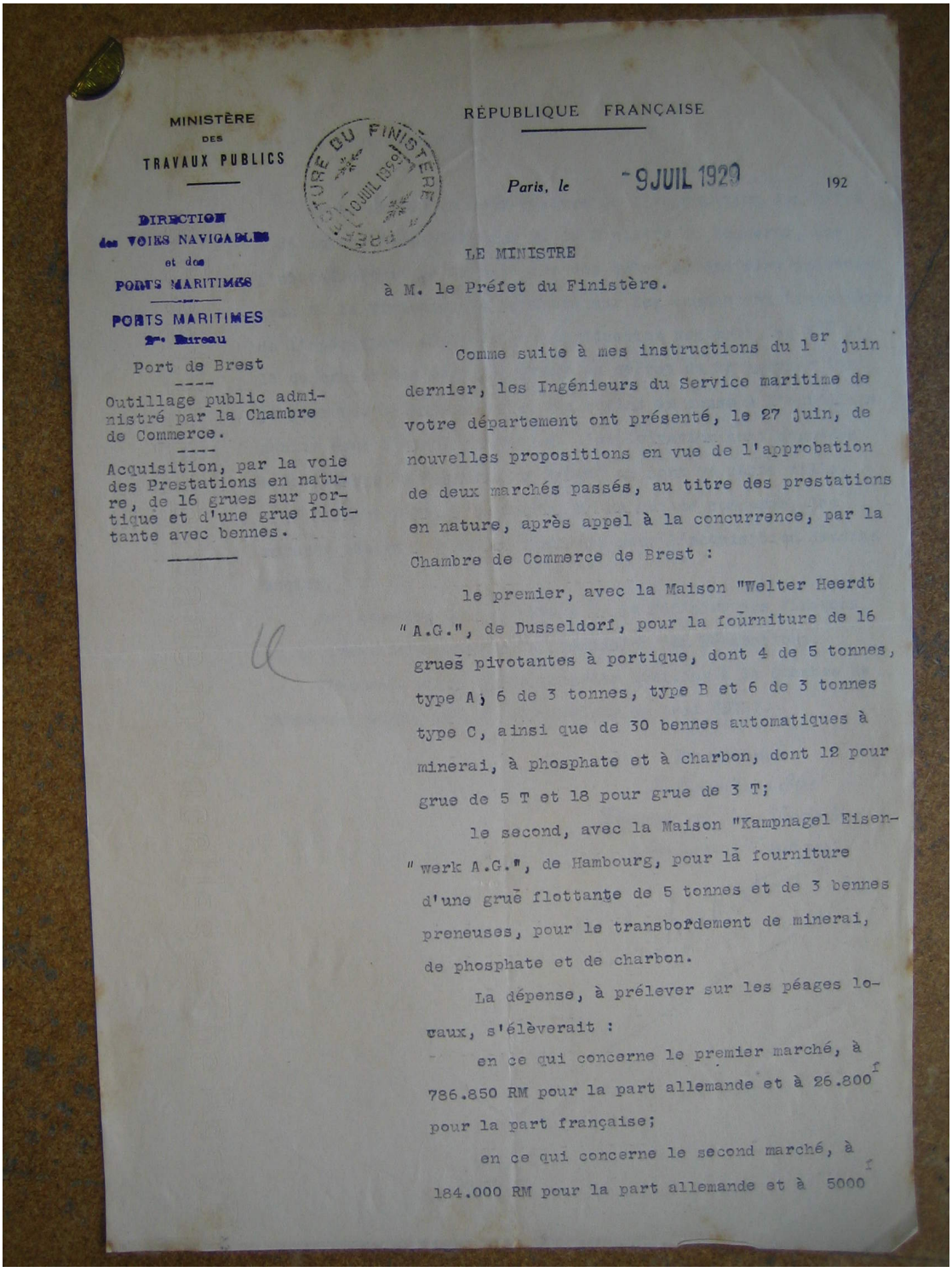
Par lettre de ce jour, je demande à M. le Ministre du Commerce d'autoriser le prélèvement sur les péages de la dépense d'acquisition des grues. Quant aux frais accessoires, ils ne me paraissent pas avoir été justifiés de façon suffisament précise et détaillée pour qu'il soit dès maintenant possible d'en arrêter définitivement le chiffre. Ce n'est que lorsque l'estimation en aura été revue de plus près que j'adresserai à M. le Ministre du Commerce, s'il y a lieu, de nouvelles propositions.

J'adresse directement copie de la présente à la Chambre de Commerce et à M. l'Ingénieur en Chef GENET.

Par Autorisation,
L'Directeur des Voies Navigables
et des Ports Maritimes

O. L. Watier

Acquisition par la voie de prestation en nature, de 16 grues sur portique et d'une grue flottante avec bennes. Archives Départementales du Finistère, Quimper, cote 4S156, Outillage de la Chambre de Commmerce,1929



MINISTÈRE
DES
TRAVAUX PUBLICS

DIRECTION
des VOIES NAVIGABLES
et des
PORTS MARITIMES

PORTS MARITIMES
2e Bureau

Port de Brest

Outillage public administré par la Chambre de Commerce.

Acquisition, par la voie des Prestations en nature, de 16 grues sur portique et d'une grue flottante avec bennes.

PRÉFECTURE DU FINISTÈRE 10 JUIL 1929

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Paris, le 9 JUIL 1929 192

LE MINISTRE

à M. le Préfet du Finistère.

Comme suite à mes instructions du 1er juin dernier, les Ingénieurs du Service maritime de votre département ont présenté, le 27 juin, de nouvelles propositions en vue de l'approbation de deux marchés passés, au titre des prestations en nature, après appel à la concurrence, par la Chambre de Commerce de Brest :

le premier, avec la Maison "Welter Heerdt "A.G.", de Dusseldorf, pour la fourniture de 16 grues pivotantes à portique, dont 4 de 5 tonnes, type A; 6 de 3 tonnes, type B et 6 de 3 tonnes type C, ainsi que de 30 bennes automatiques à minerai, à phosphate et à charbon, dont 12 pour grue de 5 T et 18 pour grue de 3 T;

le second, avec la Maison "Kampnagel Eisen-"werk A.G.", de Hambourg, pour la fourniture d'une grue flottante de 5 tonnes et de 3 bennes preneuses, pour le transbordement de minerai, de phosphate et de charbon.

La dépense, à prélever sur les péages locaux, s'élèverait :

en ce qui concerne le premier marché, à 786.850 RM pour la part allemande et à 26.800 f pour la part française;

en ce qui concerne le second marché, à 184.000 RM pour la part allemande et à 5000 f

pour la part française.

Après examen et sous réserve de l'approbation des voies et moyens financiers par M. le Ministre du Commerce, que j'entretiendrai de la question dès qu'un accord sera intervenu avec M. le Ministre des Finances sur les conditions financières de l'opération, statuant par application des articles 1er et 13 du cahier des charges annexé au décret du 25 janvier 1923, je prononce l'incorporation des engins en cause à l'outillage public dont l'établissement et l'exploitation sont concédés à la Chambre de Commerce de Brest, au port de cette ville.

D'autre part, j'approuve, en ce qui me concerne, les marchés passés par cette Compagnie pour l'acquisition desdits engins.

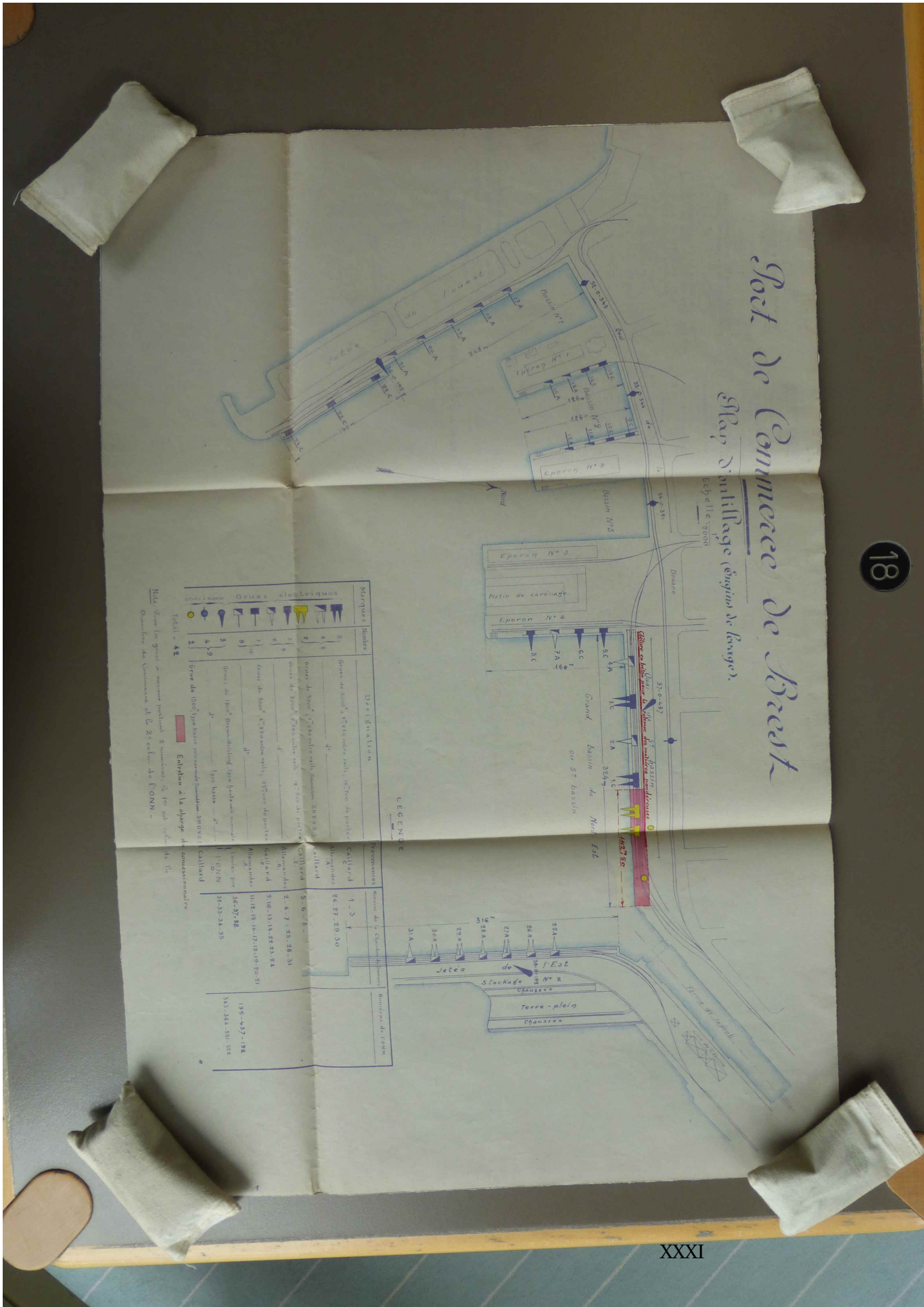
Je transmets ces marchés à M. le Ministre des Finances, en le priant d'en saisir la Commission des Réparations.

J'adresse copie de la présente décision à la Chambre de Commerce, ainsi qu'à M. l'Ingénieur en chef GENET.

Par Autorisation
Le Conseiller d'Etat
Directeur des Voies Navigables
et des Ports Maritimes

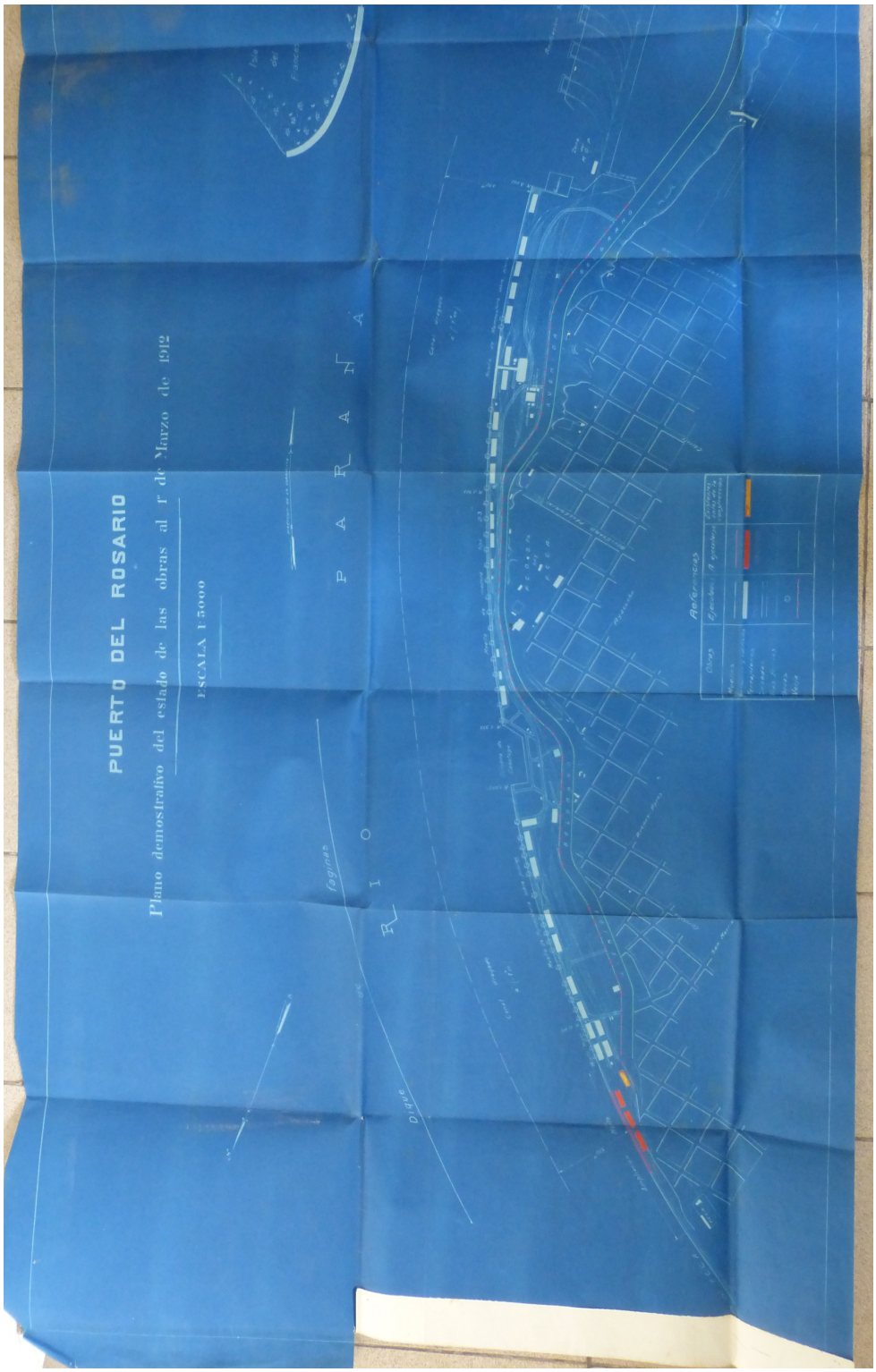
C. L. Mater

Outillage de la chambre de commerce, Archives départementales du Finistère, Quimper, cote 4S156, 1933



A.3.2 Le port de Rosario

Plan du port de Rosario en 1913. Archivo del ENAPRO, carpeta T55, plano general, 1913, Rosario, Argentina.



Le détail du plan est accessible à l'adresse : https://drive.google.com/open?id=1NdEZltleNec4L2_x_pI4Em7pYj0YDn39

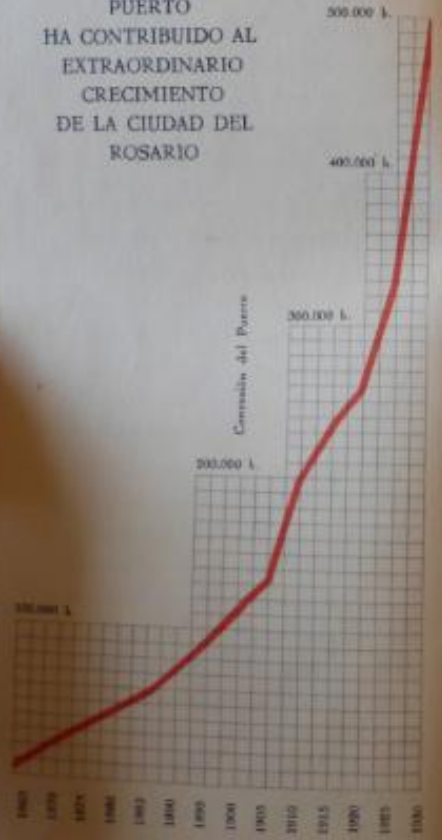
"Puerto de Rosario", CADN, Nantes, France, cote 132PO/3/178, 1930.

L'ensemble du document est accessible avec une meilleure résolution à l'adresse : https://drive.google.com/open?id=1d-IF_ZVorhHJPyPx14dLLunFbGJDzBIu

PUERTO DE ROSARIO

PUERTO DE ROSARIO
ISLA DE CASTELLANOS
Limite de la Zona del Puerto
ISLA DE LA INVERNADA
ISLA DEL ESPINILLO
ISLA DEL FRANCES
RIO PARANÁ
Muelles de la Sociedad
Embarcaderos Particulares
Ampliacion Proyectada
ESCALA

LA CONSTRUCCION DEL PUERTO HA CONTRIBUIDO AL EXTRAORDINARIO CRECIMIENTO DE LA CIUDAD DEL ROSARIO



EL PUERTO DEL ROSARIO desarrolla sus actividades en la Segunda Ciudad de la República

Buenos Aires y Avellaneda 2.425.000 habitantes

Rosario 475.000 habitantes

La Plata 204.000 habitantes

Córdoba 260.000 habitantes

Bahía Blanca 130.000 habitantes

Tucumán 126.000 habitantes

Santa Fe 120.000 habitantes

CONSTRUCCION DEL PUERTO DEL ROSARIO — ANTECEDENTES — FRACASO DE LOS PRIMEROS PROYECTOS.

PROYECTO DEL DEPARTAMENTO DE INGENIEROS — 1869.

DESDE el *año 1869* venía preocupando la cuestión sobre mejoras en las condiciones del Puerto de Rosario. La importancia del movimiento de su comercio en aquella época queda establecida por el monto de la importación y la exportación, que al año alcanzaba a *478,415* toneladas, conducidas por 1.877 embarcaciones de todas clases: a vapor, de vela, de ultramar y de cabotaje. No obstante, este exiguo movimiento con relación al que hoy existe, el Departamento de Ingenieros consideró oportuno preparar un proyecto, que respondiendo a la idea de Dársena y Docks estableciera un desarrollo total de muelle de no menos de *1.000 m. l.* e indicaba una superficie de *20.000 m.²* para depósitos provisorios y permanentes.

Dicho proyecto no fué aprobado por el Superior Gobierno.

PROYECTO DEL AÑO 1872.

En *1872* el Ingeniero Sr. Lintmark, Vicedirector de la Oficina de Ingenieros Nacionales, verificó a su vez estudios y formuló un proyecto definitivo de puerto. Consistían las obras proyectadas, en dos Dársenas de *139 metros* de longitud cada una por *59.75 m* de ancho, rodeadas por muelles de hierro y madera de un desarrollo total de 800 ms., la profundidad de que se disponía en su interior en aguas bajas era sólo 3.70 metros.

Dicho proyecto quedó sin realizarse *por falta* de recursos para llevar a cabo las obras.

CONTRATACIÓN CON EL F. C. C. A. — 1876 (LEY 819).

La falta de recursos hizo concebir la idea de contratar la construcción del puerto con una empresa

privada. Con fecha *9 de octubre de 1876* el H. Congreso sancionó una ley que autorizaba al P. Ejecutivo a contratar con la empresa F. C. Central Argentino la construcción de las obras proyectadas *garantiéndole un interés de 7 % anual*, pero habiéndose negado la empresa ferroviaria a aceptar el Art. 9.° de la Ley, que reservaba al Gobierno el derecho de expropiar las obras por su costo efectivo más un 20 %, no fué posible al Gobierno celebrar el contrato autorizado.

LEY DE SETIEMBRE 5 DE 1878 (LEY 930).

El *5 de setiembre de 1878* se sancionó la Ley que salvaba la dificultad y autorizaba al P. E. para contratar con una empresa cualquiera la construcción del muelle y de las obras autorizadas por la Ley 9 de octubre de 1876. Preparados los proyectos, fueron sacados a licitación y en 20 de agosto de 1880 se abrió la *única propuesta* presentada, de los Sres. Rodríguez y Cía. a quienes se adjudicó la concesión.

CONTRATO CON RODRIGUEZ & CIA. — 1881.

Formalizado el contrato se elevó al Ministerio, siendo aprobado el 4 de marzo de 1881 y reducido a escritura pública el 8 del mismo mes y año.

A cambio de la ejecución de las obras, que debían hacerse por cuenta de la empresa concesionaria, el Gobierno Nacional *garantía a dicha empresa un producido líquido anual equivalente al 7 % sobre el costo de las obras*, durante el plazo de *30 años*.

Los empresarios en vez de tomar las medidas conducentes a la realización de las obras concedidas, iniciaron diversos reclamos que fueron causas de demoras tales en la ejecución de las mismas, que determinaron al Poder Ejecutivo el 30 de enero de 1884, a rescindir el contrato. Se liquidaron las obras ejecutadas de acuerdo con el contrato

resultando a favor de la Empresa un saldo de $ 30.000 con el que no se declaró conforme y llevada la cuestión a un arbitraje hubo que abonarle *$ 207.000 m/n.*

LEY DE OCTUBRE 22 DE 1883 (N.° 1383).

El 22 de octubre de 1883 el H. Congreso Nacional sancionó otra Ley ordenando practicar nuevos estudios, complementando las obras ordenadas por la ley de 5 de setiembre de 1878 y autorizando al P. E. para invertir hasta la suma de dos millones de pesos.

En seguida se formularon nuevos proyectos, aprobados por decreto de fecha 6 de octubre de 1884. El puerto quedaba dividido en dos secciones, estimándose el *importe total de las obras en 1.369.427.46 m/n.* Realizadas dos licitaciones sin resultado alguno, el P. E. resolvió el 20 de Enero de 1885 que la *primera sección se construyera administrativamente.*

PRINCIPIO DE LAS OBRAS POR ADMINISTRACION — 1885.

Los trabajos preliminares se empezaron el 21 de marzo de 1885, pero la lentitud de la Administración no tardó mucho en manifestarse mayor que la de las empresas particulares. En noviembre de 1887 la prensa del Rosario hizo algunas denuncias que motivaron una inspección a las obras de dicho puerto. *Fué decidido volver a la acción privada,* "la que debidamente vigilada por la acción oficial tiene necesariamente que proceder más rápidamente".

1.er CONTRATO CON D. JUAN CANALS — 1888. SECCIÓN NORTE.

El 31 de diciembre de 1888 fué aprobado un contrato firmado con el Sr. Canals, quien se comprometió a terminar las obras en cinco años, cobrando para sí durante este tiempo los derechos

de muelle, eslingaje y depósito. Quedaba convenido que si al vencimiento del plazo el Sr. Canals no se hubiese cubierto de los gastos hechos, el P. E. le abonaría el saldo.

2.º CONTRATO CON D. JUAN CANALS — 1889. SECCION SUD.

Fundado en la autorización conferida por la ley 2401 de fecha 7 de noviembre de 1888 el P. E. *llamó a licitación* para la construcción de la parte Sud del puerto de Rosario. Se presentaron dos propuestas, resultando aceptada la del Sr. Canals, con el cual se firmó contrato el 6 de julio de 1889.

El Sr. Canals se comprometía a construir las obras proyectadas y en compensación se le concedía autorización para explotar por *40 años* las obras construídas. Quedaba fijado en 12.000.000 pesos la suma mínima a invertirse en las obras. El concesionario cobraba los derechos de muelle, eslingaje y depósito, *con arreglo a las tarifas nacionales*. Vencido el plazo de la concesión, todas las obras debían pasar gratuitamente a poder de la Nación.

PROYECTO CANALS 1890.

En 16 de enero de 1890 el Sr. Juan Canals presentó sus proyectos, más tarde hizo presente la conveniencia de construir en una misma forma las dos secciones del puerto, lo que fué aceptado celebrándose un nuevo contrato, reducido a escritura pública el 24 de julio de 1890.

RESCISION DEL CONTRATO CANALS.

En diciembre de 1890, no se habían empezado aún los trabajos en el puerto Sud de Rosario y dos años después, en el año 1892 el Gobierno Nacional *se vió obligado a rescindir el contrato*.

Tal era la situación en el año 1899 cuando se discutió en el Congreso la Ley 3885. Varios medios de construir el puerto habían sido encarados y puestos en ejecución durante los últimos 30 años, y *todos habían fracasado*.

LEY 3885

SIETE años después de la rescisión del contrato con Canals, seguían las cosas en el mismo estado, con gran daño para los intereses del Rosario y su hinterland.

Fué en esas circunstancias que se constituyó en 1898 la "*Asociación Popular Canalización de los Ríos y Puerto de Rosario*" Bajo el impulso del Presidente Sr. Gregorio J. Machain esta Asociación Popular logró llamar la atención de los poderes públicos sobre la necesidad de construir en Rosario un puerto moderno. Es curioso hacer notar que treinta años después, en circunstancias análogas había de constituirse una Comisión integrada por las fuerzas vivas de la Ciudad para tratar de conseguir se autorizaran las ampliaciones y mejoras que el puerto necesitaba.

Resultaron un éxito las gestiones de la "Asociación Popular".

"El 27 de Diciembre de 1899, el General "Roca, Presidente de la República Argentina, pro-"mulgaba la Ley N.° 3885, que ordenaba se *llamase* "a *concurso* para la construcción y explotación de "un puerto comercial en el Rosario de Santa Fe, "sobre el Río Paraná. Esta ley establecía especial-"mente que el Poder Ejecutivo abriría el concurso "en un plazo no menor de seis meses (artículo pri-

" mero), que los trabajos deberían ejecutarse en un
" plazo de cinco años a lo más y que comprenderían
" la construcción de muelles, edificios para oficinas y
" almacenes, guinches, amarras, calzadas, vías
" férreas y la unión de las vías del puerto con las
" de los otros ferrocarriles que llegan a la ciudad
" (artículo segundo); que los interesados se com-
" prometerían a ejecutar sus *proyectos por su cuenta*
" *y riesgo*, teniendo por *única* compensación el
" derecho de explotar el puerto durante un plazo
" determinado, al cabo del cual *entregarían a la*
" *Nación las obras* con todos sus accesorios sin
" excepción y en perfecto estado de conservación
" (artículo tercero); que el Poder Ejecutivo podría
" aceptar cualquier otra forma de pago de las
" obras, con tal que no importase un desembolso
" inmediato para la Nación, que no afectase más
" que las rentas del puerto de Rosario, y no cons-
" tituyese una enajenación perpetua de dicho
" puerto (artículo cuarto)".

"Esta ley, daba pues, a la vez, poderes y nor-
" mas generales al Gobierno, con mira al contrato
" a celebrarse después del concurso, y ella traducía
" un pensamiento cardinal, que se explica por la
" *crisis financiera* que había sufrido la Argentina en
" 1890 y cuyos efectos se hacían aún sentir: *eco-*
" *nomizar al Estado los desembolsos y los riesgos*,
" y no admitir por otra parte, más que una com-
" binación que no le despojara definitivamente
" de la propiedad del puerto".

"A pesar de un llamado hecho público en el
" mundo entero, *pocos concurrentes se presentaron*
" *y tres solamente quedaron en liza*. Desde 1890,
" la situación financiera de la Argentina, que

" felizmente se hizo próspera después, se presenta-
" ba incierta. Los trabajos proyectados eran, además,
" excepcionalmente difíciles. El Río Paraná es el
" segundo río del Globo por el caudal de sus aguas.
" La fuerza de la corriente, la variabilidad del
" lecho, la longitud y la importancia de las cre-
" cientes exponían a la empresa a reales peligros.
" Iba a ser preciso, por dragajes y facinajes, modi-
" ficar, en la zona del puerto, el curso mismo del
" Río Paraná, afirmar sobre el limo y la arena el
" emplazamiento de los nuevos muelles, establecer
" rellenos y terraplenes, emprender, en una pala-
" bra, una lucha muy penosa y muy costosa con la
" naturaleza. Después, para asegurar una explo-
" tación retributiva, sería igualmente necesario
" construir docks, elevadores, vías férreas, en una
" palabra, todo el aparejo indispensable al servi-
" cio rápido de los grandes vapores transatlán-
" ticos.

"Los señores Hersent et Fils et Schneider
" et Cie. fueron entre los *muy pocos empresarios*
" que tuvieron entonces plena confianza en el por-
" venir financiero de la República Argentina y del
" puerto del Rosario. Sus proposiciones fueron
" aceptadas y previa la licitación del 18 de enero
" de 1902, firmaban con el Ministro Argentino de
" Obras Públicas doctor Emilio Civit, represen-
" tante del Poder Ejecutivo, el contrato, de fecha
" 16 de octubre de 1902 por el cual tomaban a su
" cargo la construcción y la explotación del "Puerto
" Comercial de la Ciudad de Rosario", de acuerdo
" con la ley N.° 3885". (1)

---

(1) Reynaud Parmain.

EL CONTRATO

El contrato del 16 de octubre de 1902 entre el Gobierno de la Nación y los Sres. Hersent et Fils, Schneider & Cie., estipulaba las siguientes cláusulas principales:

Los concesionarios construirán por *su propia cuenta y riesgo* el puerto proyectado.

Los concesionarios fundarán una Sociedad Anónima, que tomará a su cargo la parte financiera de la construcción, la explotación y la administración del puerto.

La Empresa tendrá la explotación del puerto por el término de 40 años a cuyo vencimiento el puerto y sus accesorios previstos en el contrato primitivo, pasarán a poder del Estado *sin cargo alguno para el mismo*.

Las tarifas, susceptibles de modificación cada cinco años, o cada vez que haya déficit, serán establecidas *de acuerdo* entre el Superior Gobierno y la Sociedad.

A la Empresa se le *reconoce* para gastos de *explotación* el 40 % de las entradas brutas.

Los *beneficios* que se obtengan deduciendo de las entradas brutas el 40 % antes mencionado y las sumas pagadas a título de *interés y amortización* de las obras se reparten *por mitad* entre el Gobierno y la Sociedad.

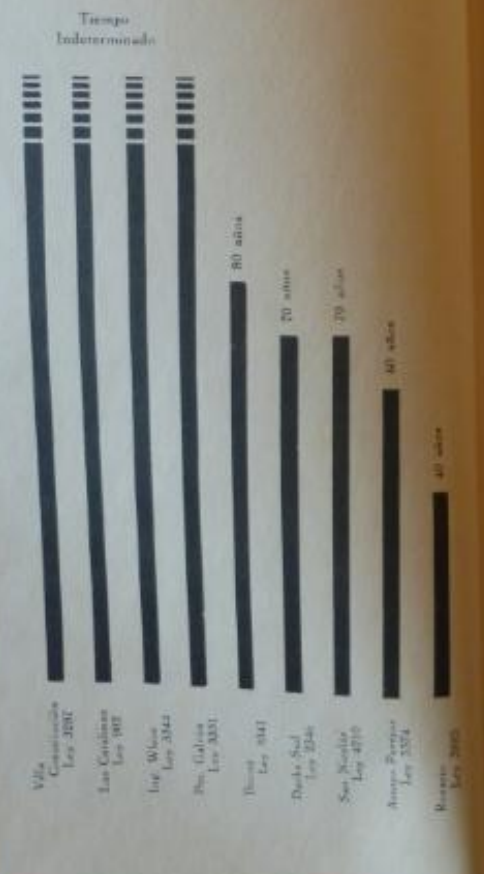
Al 31 de diciembre de 1931, la Sociedad Anónima del Puerto había acreditado al Superior Gobierno a título de participación en los beneficios más de

$ m/n 26 MILLONES

El contrato con la Sociedad Puerto Rosario, por los problemas de interés público que ha resuelto, por los beneficios pecuniarios que ha aportado al fisco, y por el breve plazo, al fin del cual, pasan a poder del Estado obras cuyo valor representan cuantiosos capitales, ha sido tal vez el contrato público más ventajoso celebrado por el Gobierno de la Nación.

GRAFICOS DEMOSTRATIVOS

El plazo de la Concesión del Puerto Rosario es uno de los más cortos otorgados a empresas similares.



Fueron numerosas las concesiones de puertos otorgadas pero también fueron numerosos los fracasos. He aquí un cuadro de concesiones que caducaron por incumplimiento de las obligaciones por parte del Concesionario.

ENTRADA TOTAL DE BUQUES: AÑO 1931: 4.946 Buques con 5.120.544 toneladas

Con carga, sin carga, en lastre.

Del Exterior y del Interior.

	Número de Buques	Tonelaje
Uruguay	2	1.769 T.
Paraguay	8	3.478 T.
Chile	2	5.084 T.
Hungría	2	5.190 T.
Panamá	3	12.201 T.
Finlandia	9	23.541 T.
Japón	6	23.999 T.
Francia	13	39.476 T.
Portugal	13	48.760 T.
Bélgica	22	68.231 T.
Dinamarca	24	70.150 T.
Argentina	3.558 Buques	1.272.565 T.
Inglaterra	628 Vapores	1.828.375 T.
Brasil	63	80.638 T.
Norte América	26	85.543 T.
Alemania	37	107.617 T.
España	36	111.704 T.
Suecia	71	120.742 T.
Yugo-Slavia	44	135.901 T.
Holanda	56	155.726 T.
Italia	57	203.907 T.
Noruega	89	237.146 T.
Grecia	177	478.801 T.

44 Líneas regulares de navegación.

5 Empresas ferroviarias sirven el tráfico del Puerto Rosario uniéndolo con el Centro y el Norte del país que transportaron en el año 1931

2.363.498 Ts.

de mercaderías, a las cuales se debe agregar 183.969 Ts. transportadas por camiones.

Estas cifras no incluyen las mercaderías transportadas a los embarcaderos particulares, ajenos a los muelles de la Sociedad.

PROMEDIO QUINQUENAL DEL MOVIMIENTO MARITIMO

Tonelaje de registro de Buques entrados y salidos

1900-1904

3.142.889 T.

1905-1909

4.152.225 T.

1910-1914

4.924.833 T.

1915-1919

2.829.892 T.

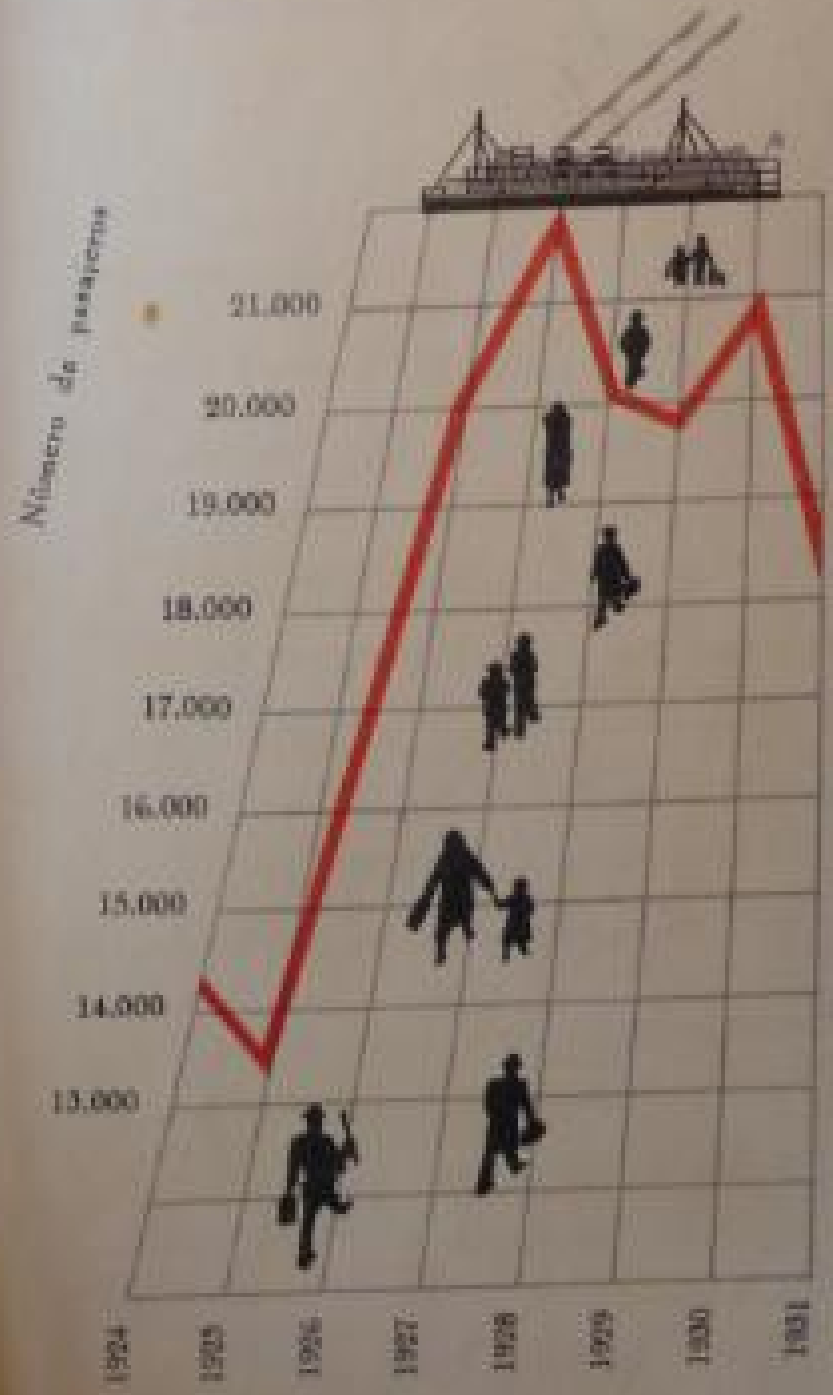
1920-1924

3.318.065 T.

1925-1929

8.943.740 Toneladas

MOVIMIENTO DE PASAJEROS



UTILES

35 Guinches eléctricos de 1.500 Kgs.

15 Guinches eléctricos de 3.000 Kgs.

4 Guinches a vapor de 2.500 Kgs.

7 Guinches a vapor de 3.000 Kgs.

1 Guinche a vapor de 3.500 Kgs.

1 Guinche a vapor de 10.000 Kgs.

3 Guinches a vapor de 14.000 Kgs.

2 Guinches petróleo-eléct. de 2.500 Kgs.

1 Grúa flotante de 55.000 Kgs.

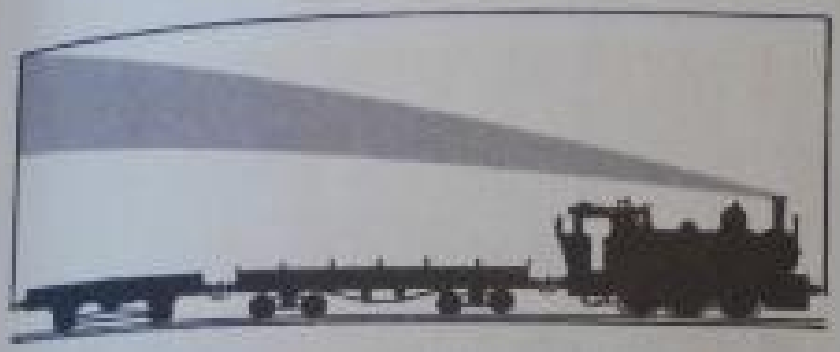
40 Cabrestantes eléctricos con 80 poleas de vuelta.

2 Aparatos cargadores de bolsas.

2 Transportadores eléctricos de bolsas.

6 Carritos eléctricos.

1 Vapor Remolcador de 100 c. v. de fuerza.



UTILES

9 Locomotoras de trocha ancha.

5 Locomotoras de trocha angosta.

3 Locomotoras Diesel eléctricas.

63 Vagones plataforma de 10 toneladas.

6 Vagones plataforma de 11 toneladas.

13 Vagones plataforma de 18 toneladas.

20 Vagones plataforma de 30 toneladas.

5 Carros transbordadores eléctricos.

2 Puentes Básculas de 70 toneladas.

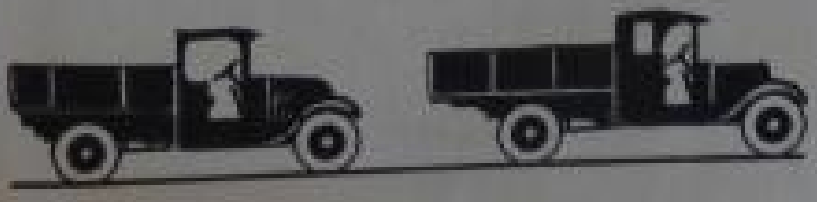
1 Puente Báscula de 110 toneladas.

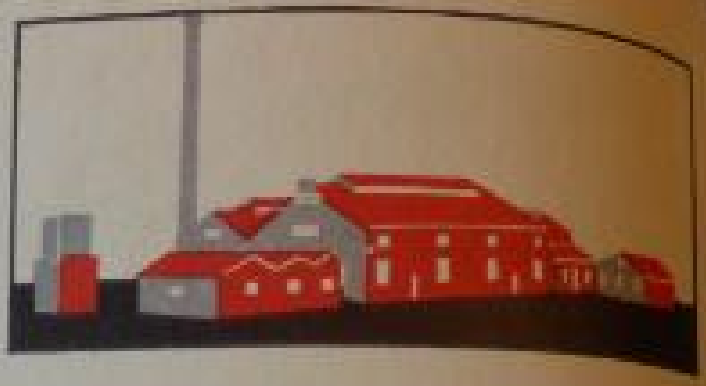
2 Puentes Básculas de 20 toneladas.
para carros

2 Camiones automóviles.

4 Coches automóviles.

1 Lancha a nafta.





INSTALACIONES

1 Usina eléctrica de 1.500 c. v. y dependencias — m.² 4.551

1 Depósito para locomotoras — m.² 414

16 Kioscos para w. c.

11 Tejadillos anexos a los depósitos de exportación.

1 Taller para reparaciones.

6 Ascensores eléctricos de 1.000 c. v. para los depósitos.

1 Usina de gas para el M. O. P.

1 Varadero para el M. O. P.

41 Depósitos — m.² 68.052

Plazoletas — m.² 343.834

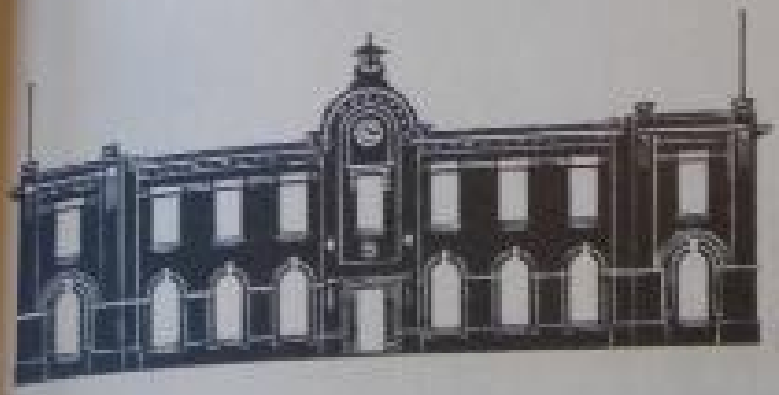
Calzadas adoquinadas — m.² 116.643

Muelles — ml. 5.550

Importación	1.900
Cabotaje	250
Exportación	2.330
Varadero	370
Inflamables	700

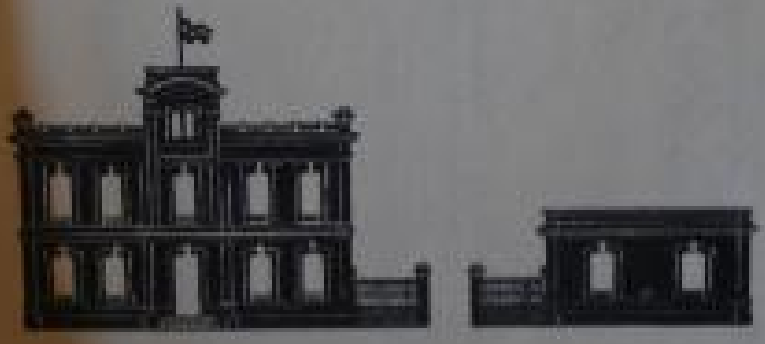
Vías férreas de 3 rieles con 348 cambios — ml. 64.000

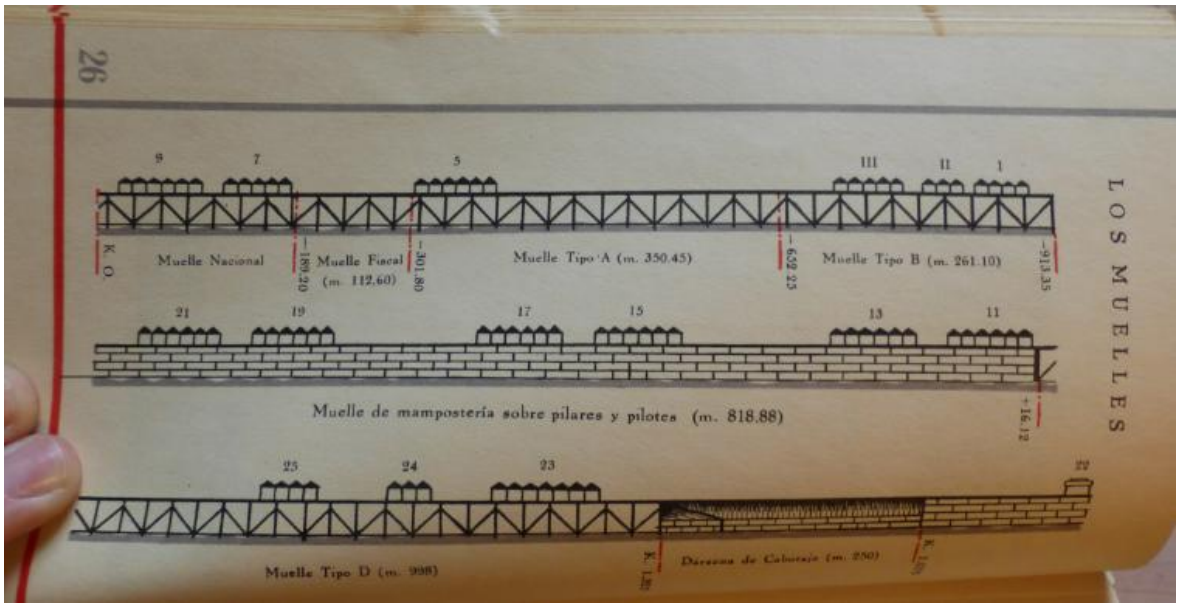
Vías férreas de 2 rieles para guinches eléctricos — ml. 4.366

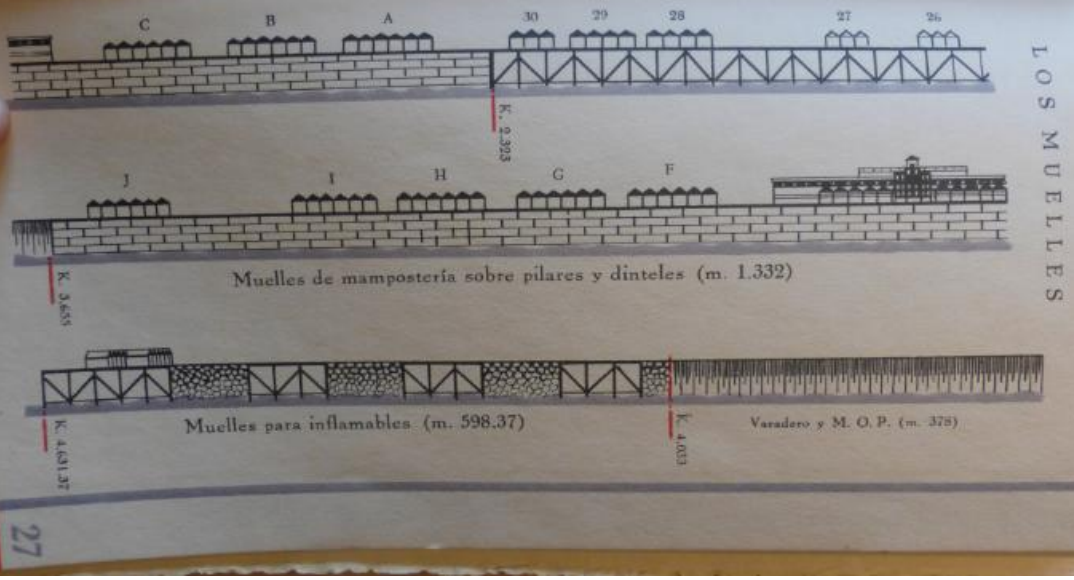


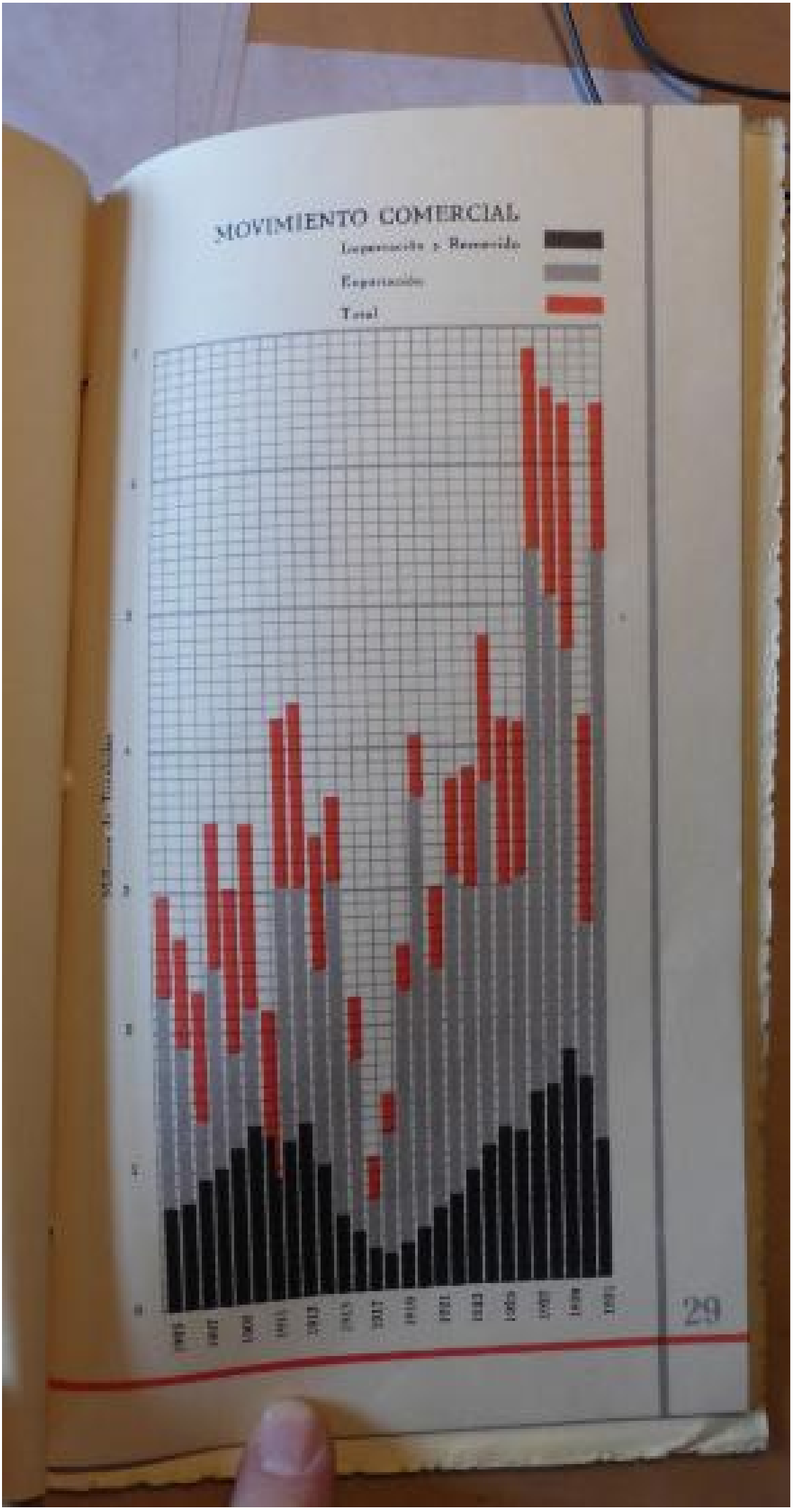
EDIFICIOS

1 Edificio de 2 pisos para la Subprefectura	m.²	1.178
1 Edificio de 2 pisos para la Inspección	m.²	684
1 Edificio de 2 pisos para la Sociedad	m.²	700
4 Edificios para la Explotación	m.²	234
1 Edificio para la Enfermería y dependencias	m.²	336
4 Edificios para el Resguardo	m.²	570
1 Edificio para el Destacamento de la Subprefectura	m.²	60
1 Edificio para la Inspección	m.²	45

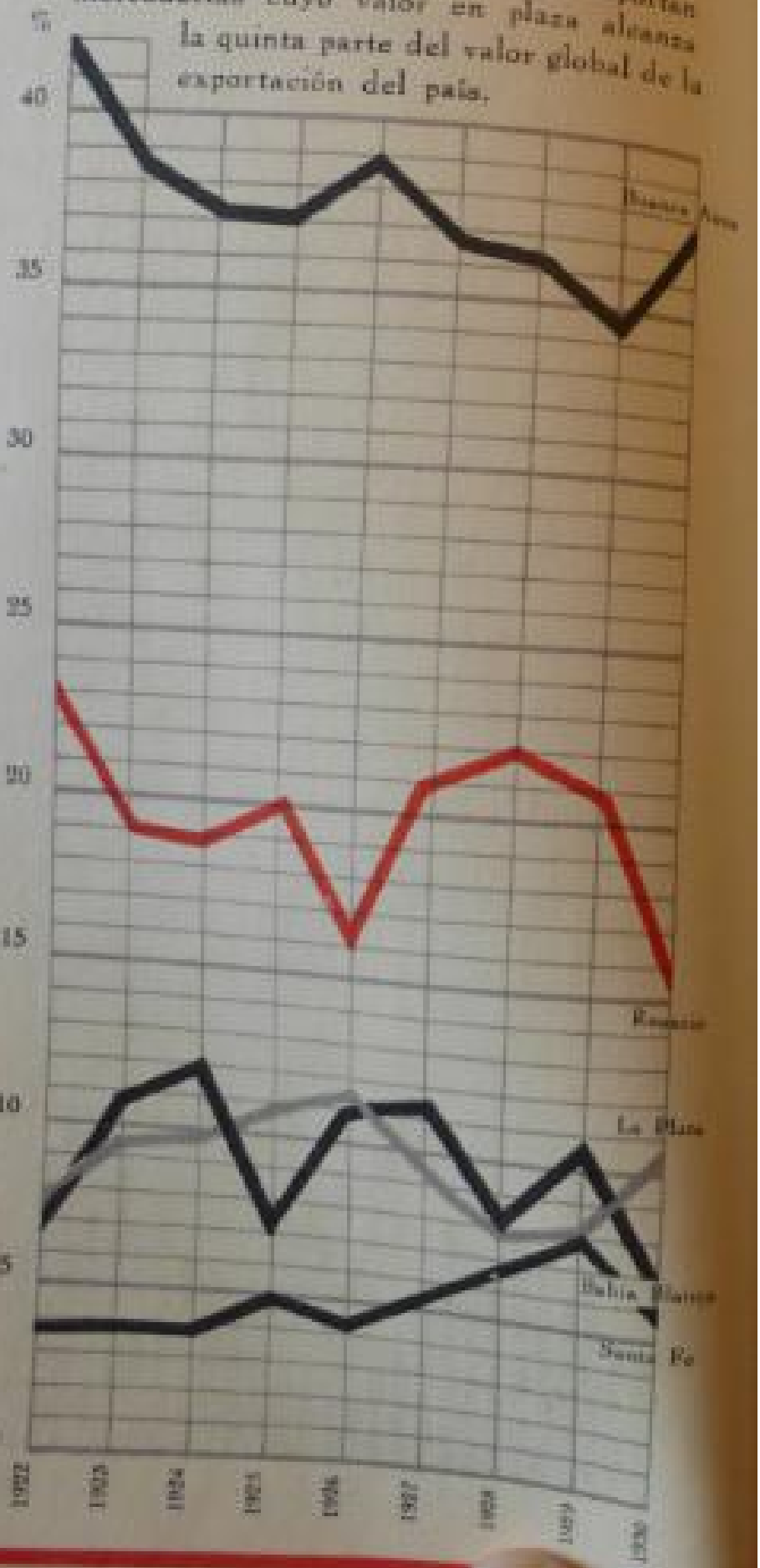



9
7
5
III
II
1
K. 0
Muelle Nacional
— 189.20
Muelle Fiscal
(m. 112.60)
— 301.80
Muelle Tipo A (m. 350.45)
— 639.25
Muelle Tipo B (m. 261.10)
— 913.35
21
19
17
15
13
11
Muelle de mampostería sobre pilares y pilotes (m. 818.88)
+ 16.12
25
24
23
22
Muelle Tipo D (m. 998)
K. 1.28
Dársena de Cabotaje (m. 250)
K. 1.50


C
B
A
30
29
28
27
26
K. 2.323
J
I
H
G
F
K. 3.655
Muelles de mampostería sobre pilares y dinteles (m. 1.332)
K. 4.631.37
Muelles para inflamables (m. 598.37)
K. 4.033
Varadero y M. O. P. (m. 378)


MOVIMIENTO COMERCIAL
Importación y Reexpedido
Exportación
Total

Por el puerto del Rosario se exportan mercaderías cuyo valor en plaza alcanza la quinta parte del valor global de la exportación del país.



ESTADISTICAS

El puerto del Rosario exporta el 40 % de los principales cereales que salen de todo el país.

ROSARIO

Primer puerto Cerealista de la República

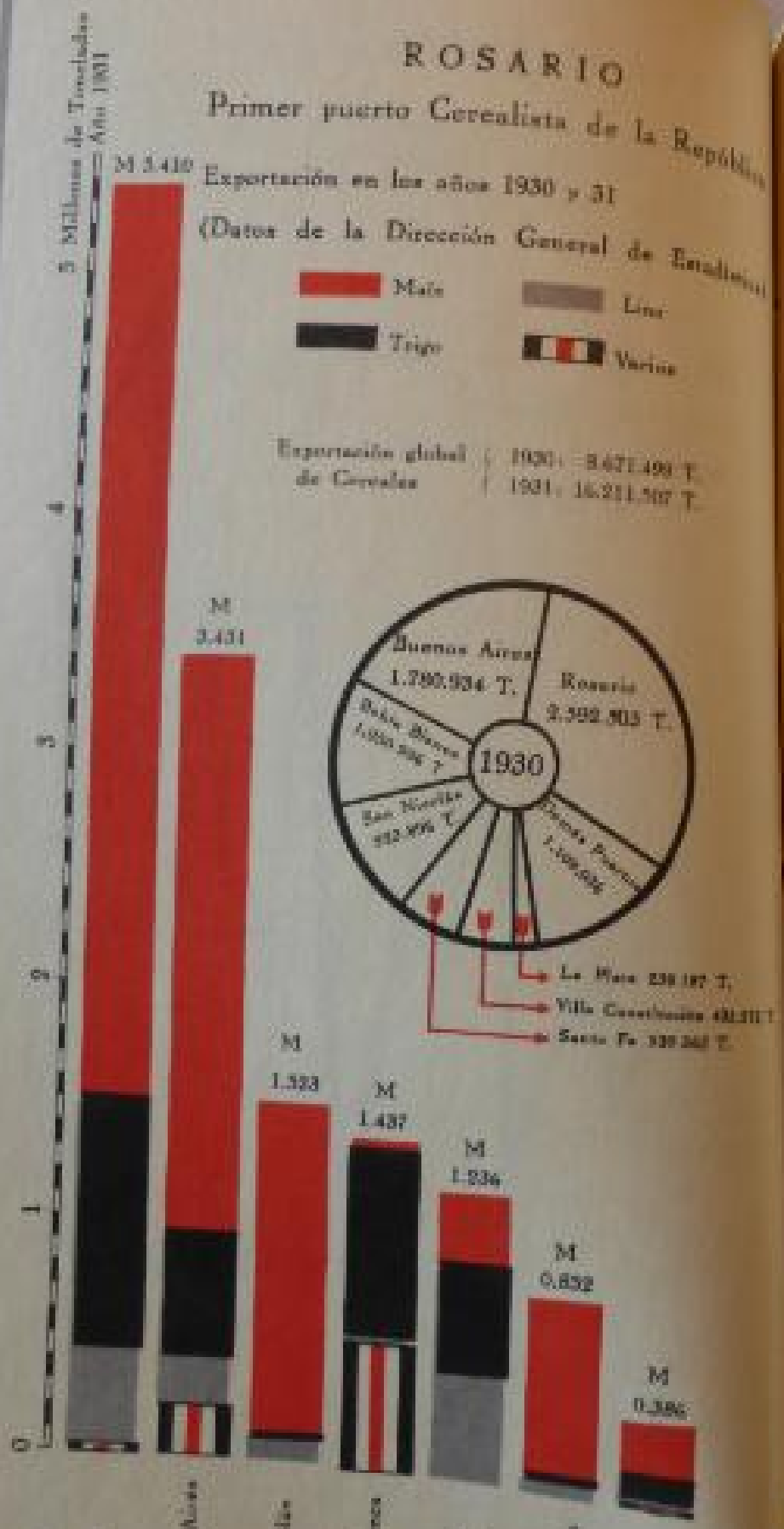
Exportación en los años 1930 y 31

(Datos de la Dirección General de Estadística)

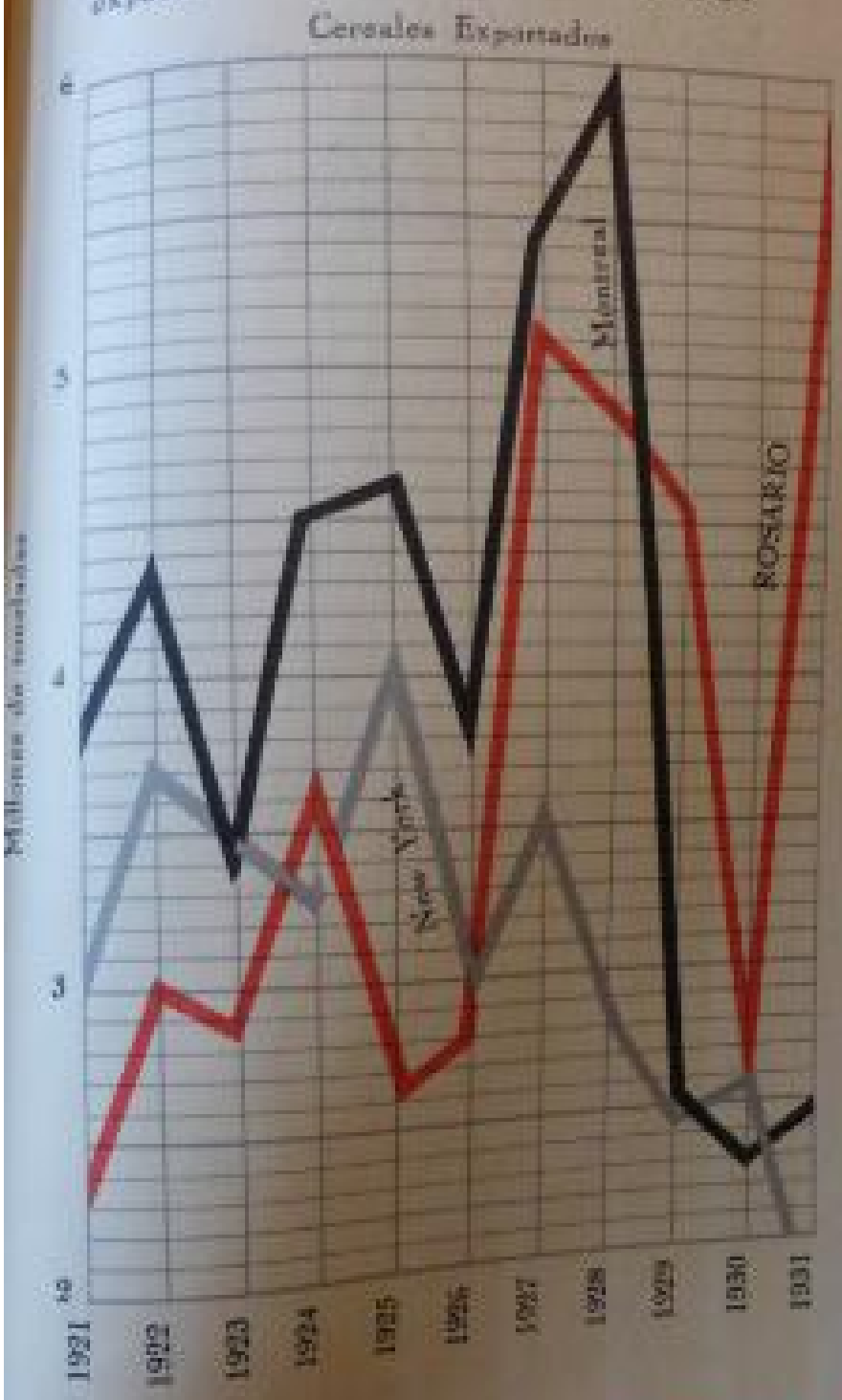
Maíz — Lino

Trigo — Varios

Exportación global de Cereales: 1930: 8.671.499 T. — 1931: 16.211.507 T.



Ejecutadas las AMPLIACIONES proyectadas, ROSARIO será el primer puerto exportador de cereales del MUNDO.



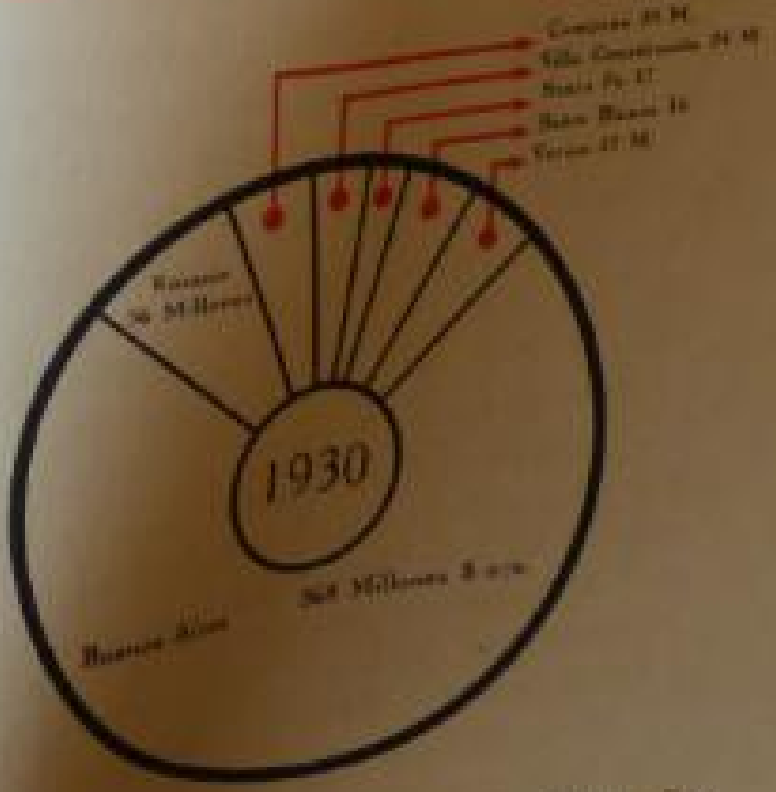
IMPORTACIONES

A pesar de que en cuanto a las importaciones, ROSARIO es el segundo puerto en la República, no guarda en importancia, la debida relación con el de Buenos Aires, por el cual se introducen al país las 3/4 partes de las mercaderías que se importan.

Del extranjero se reciben en Rosario los productos que se detallan a continuación:

De Norte América kerosén, nafta, maderas de pino, máquinas agrícolas y productos varios. Italia introduce a plaza arroz y aceite comestible. De Alemania se reciben alambres y máquinas diversas. Inglaterra suministra carbón de piedra y tejidos. Del Brasil se recibe café y yerba. En menor cantidad viene también yerba del Paraguay. De Francia se reciben tejidos de seda, vino embotellado y tierras en general.

TONELAJE IMPORTADO 958.134 T. EN ROSARIO



Valores de venta en Millones de Pesos Ors. de las mercaderías importadas por los principales puertos.

AMPLIACIONES

APENAS terminada la ejecución del proyecto inicial se manifestó la insuficiencia del puerto, cuyo rápido desarrollo había superado las más optimistas previsiones.

Para hacer frente a las necesidades del Comercio, la Sociedad elevó varios proyectos de ampliaciones, que fueron resueltos favorablemente en el año 1909. Al Norte los muelles de la Sociedad fueron prolongados hasta los viejos del F. C. C. A., al Sud se construyeron los cuatro muelles, que en su mayor parte sirven en la fecha para los inflamables.

Sin embargo, la Ciudad de Rosario continuaba creciendo y había pasado de 120.000 habitantes en 1902, a más de 210.000 en 1911: y la Sociedad, previendo el porvenir, en ese mismo año 1911, elevó a consideración del Sr. Ministro de Obras Públicas un proyecto de ampliación hacia el Sud, hasta el Saladillo. Dicho proyecto quedó sin respuesta.

Sobrevino luego la guerra europea: y ella determinó un prudente compás de espera. Sólo se hicieron mejoras parciales, constatadas por el monto del Capital invertido que pasó de 14.600.000 o$s. el año 1911 a o$s. 16.800.000 en el año 1920.

En ese mismo año, la Sociedad elevó nuevamente el proyecto de 1911, debidamente revisado y modernizado; pero

no obstante los ilustrativos informes de la Inspección Nacional del Puerto, en los cuales quedó demostrada la necesidad de las ampliaciones propuestas, el Ministro de Obras Públicas dispuso el archivo del expediente respectivo, con fecha 15 de mayo de 1922; fundándose para ello en la merma accidental de los embarques, registrado el año anterior; sin tomar en cuenta el constante y progresivo aumento de las operaciones portuarias, experimentado hasta entonces.

No obstante esos antecedentes durante un largo período ninguna ampliación fué autorizada.

A fines de 1930 el comercio de Rosario vió aparecer decretos que autorizaban obras cuya ejecución fueron solicitadas muchos años atrás; tal como la reconstrucción de un muelle hundido en 1914, mejoras de vías férreas, construcción de galpones, calzadas, etc. Los aludidos decretos fueron recibidos con cálido aplauso, no solamente de las fuerzas vivas del Rosario, sino de toda la prensa del país.

Aunque muy interesantes en sí, las últimas mejoras acordadas no dieron satisfacción a los legítimos anhelos de la progresista ciudad de Rosario. En el año 1928 la Sociedad había elevado a la consideración del Superior Gobierno un nuevo proyecto de ampliaciones generales hasta el Arroyo Saladillo, el cual fué sacado del olvido por el Gobierno Provisional. En abril de 1931

se dictó un decreto cuya parte dispositiva denunciaba las deficiencias del puerto de Rosario: la carencia de comodidades, la necesidad de modernizar las instalaciones, y fijó un plazo de seis meses para estudiar el proyecto definitivo, que la Sociedad presentó en oportunidad.

En octubre de 1931 se nombró una Comisión para estudiar la propuesta de la Sociedad, muy favorable al Gobierno. En efecto, por ella la Sociedad invertirá varios millones de francos oro, que contribuirán a mejorar el cambio, y combatir la desocupación dando trabajo durante algunos años a centenares de obreros.

Huelga decir que las proposiciones de la Sociedad no incluyen una prolongación del plazo de la concesión el cual vence indefectiblemente el 16 de octubre de 1942.

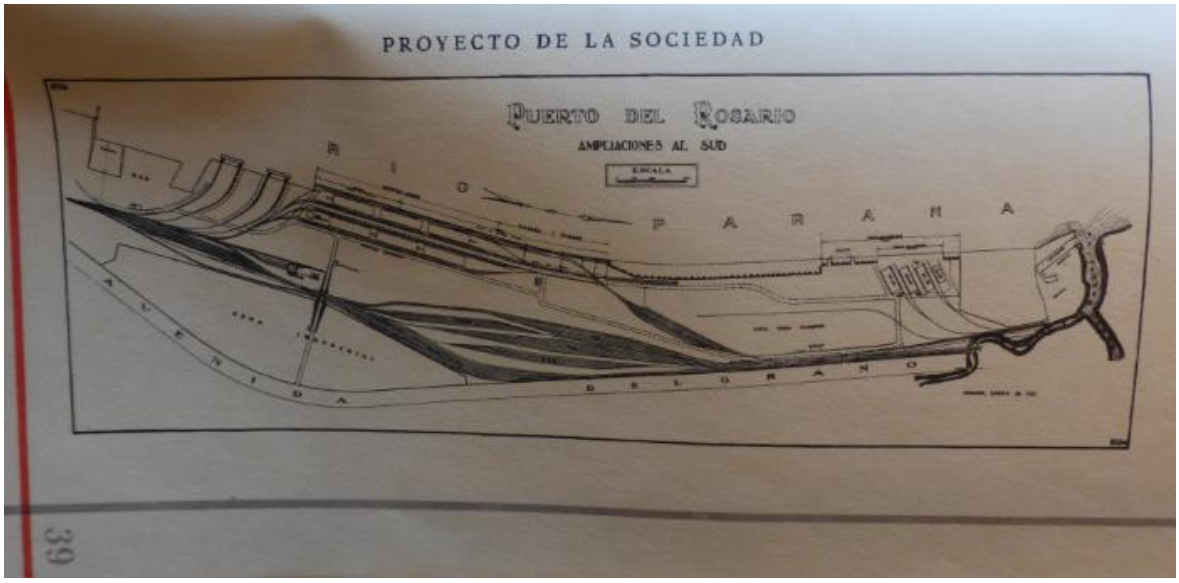
Insertamos más adelante el plano de las obras proyectadas y el siguiente párrafo del mensaje del Excmo. Sr. Presidente de la República del 2 de mayo del corriente año.

EL PUERTO DE ROSARIO

«Empeñado el Superior Gobierno de la Nación en llevar a la práctica lo que es una necesidad sentida y una aspiración de las fuerzas vivas del país, la ampliación del puerto de Rosario, la ha encarado en forma definitiva y espera llegar a resultados favorables en cuanto a su realización práctica, desde el punto de vista técnico, económico y financiero. En estos momentos se ha llegado al estudio necesario sobre el plan general de obras y se estudia la faz económica y financiación del mismo.

«Este plan comprenderá en sus lineamientos generales la ampliación de las actuales secciones de importación y exportación, y la creación de una zona nueva para inflamables, muelles especializados para carbón y maderas, y creación de una zona industrial».

PROYECTO DE LA SOCIEDAD



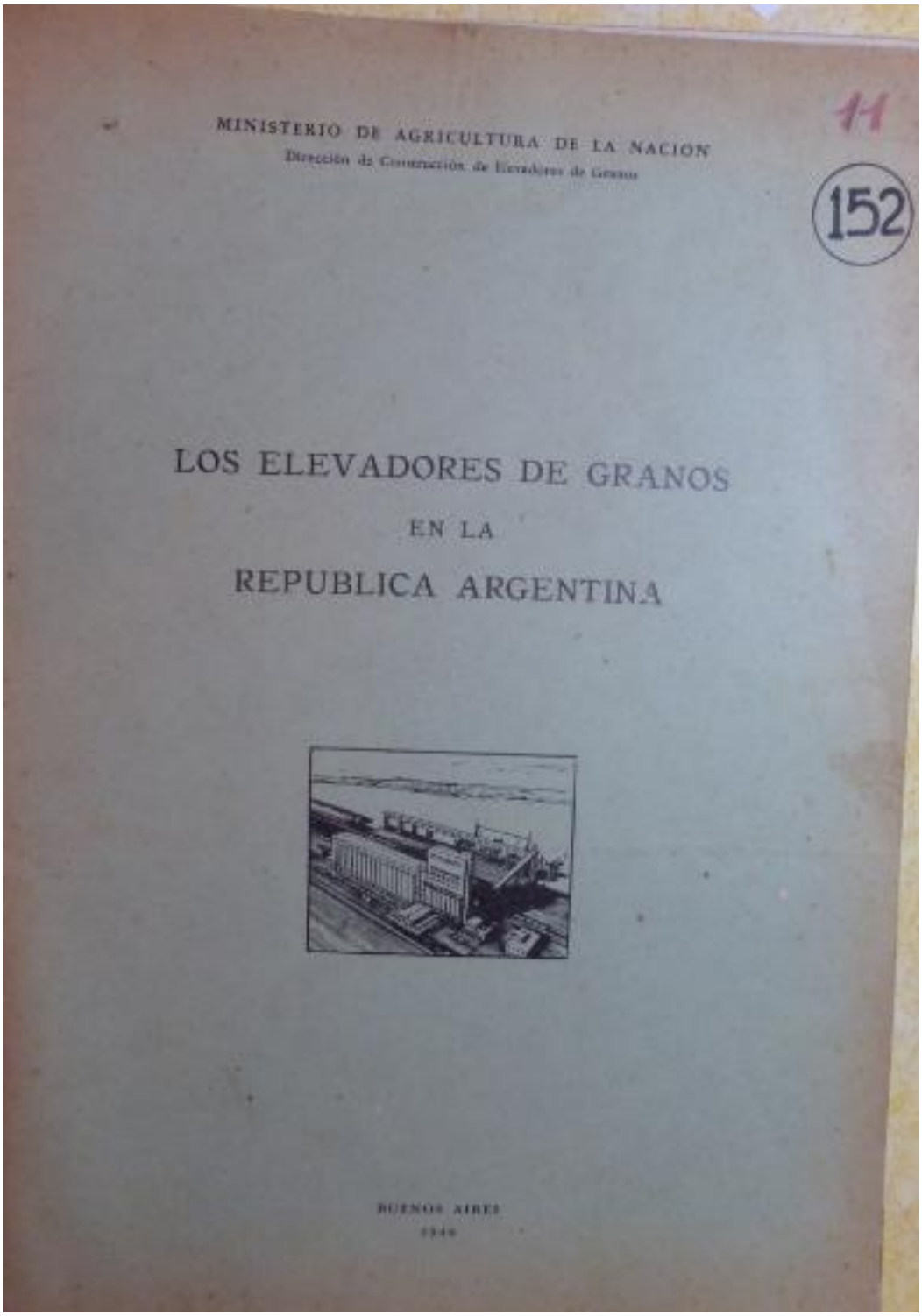
MOVIMIENTO DE IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN

Años	Importación	Exportación	Totales
1900	305.292	1.214.992	1.520.284
1901	345.750	1.063.314	1.409.064
1902	280.659	740.681	1.021.340
1903	399.750	1.635.982	2.035.732
1904	628.469	2.153.468	2.781.937
1905	726.908	2.234.437	2.961.345
1906	780.890	1.880.106	2.660.996
1907	941.719	1.347.067	2.288.786
1908	1.031.238	2.441.236	3.472.474
1909	1.170.601	1.840.042	3.010.643
1910	1.318.951	2.147.547	3.466.498
1911	1.221.348	901.661	2.123.009
1912	1.195.961	3.006.503	4.202.464
1913	1.307.681	3.012.970	4.320.651
1914	954.860	2.416.677	3.371.537
1915	589.144	3.057.663	3.646.807
1916	446.809	1.753.904	2.200.713
1617	306.854	697.262	1.003.946
1918	279.221	1.191.980	1.471.207
1919	330.685	2.232.484	2.563.169
1920	453.369	3.632.957	4.086.326
1921	588.639	2.397.369	2.984.008
1922	690.268	3.074.448	3.764.716
1923	872.108	2.964.682	3.836.790
1624	1.055.114	3.716.083	4.771.197
1925	1.190.146	2.982.114	4.172.260
1929	1.130.528	3.029.146	4.159.674
1927	1.442.271	5.387.386	6.829.657
1928	1.490.646	5.054.327	6.544.973
1929	1.736.585	4.693.052	6.429.637
1930	1.510.608	2.672.522	4.189.130
1931	1.040.080	5.390.847	6.439.927
1932	911.355	5.025.242	5.936.597
1933	797.893	4.071.854	4.869.747
1934	890.851	5.052.489	5.993.340
1935	999.806	5.189.471	6.189.277

PROMEDIO DEL MOVIMIENTO MARITIMO

Quinquenios	BUQUES ENTRADOS Y SALIDOS								MOVIMIENTO GENERAL	
	ULTRAMAR				CABOTAGE					
	Vapores	Tonelaje de Registro	Veleros	Tonelaje de Registro	Vapores	Tonelaje de Registro	Veleros	Tonelaje de Registro	Buques	Tonelaje de Registro
1900-1904	1.226	2.107.065,4	210	163.804,8	1.573	707.231,4	1.598	164.787,4	4.607	3.142.889
1905-1909	1.372	2.732.649,4	129	134.308,4	2.031	1.125.164,4	1.224	160.603,4	4.756	4.152.725,6
1910-1914	1.298	2.873.680,8	281	556.614	2.246	1.254.706	1.408	239.831,2	5.234	4.924.833
1915-1919	937	1.868.493	49	58.142	2.023	750.002,8	1.257	163.259,8	4.266	2.839.897,6
1920-1924	1.679	4.345.076,6	14	17.064,4	2.494	797.601,4	1.108	158.323,4	5.294	5.318.065,8
1925-1929	2.529	7.068.139,2	4	4.915	4.058	1.617.064,8	1.473	253.641,6	8.063	8.943.760,2
-1930	1.813	5.109.890	—	——	5.115	2.142.955	1.676	291.737	8.604	7.544.582
-1931	2.677	7.661.866	—	——	5.450	2.326.079	1.686	245.121	9.813	10.233.066
-1932	2.366	6.845.181	—	——	5.509	2.417.531	1.404	199.306	9.279	9.462.221
-1933	1.775	5.065.817	—	——	5.152	2.281.944	1.566	198.888	8.493	7.546.649
1930-1934	2.263	6.485.501	—	——	5.425	2.362.109	1.732	243.585	9.420	9.091.194
1935	2.207	6.449.851	—	——	6.094	2.693.895	2.622	308.954	10.923	9.452.710

Los elevadores de granos en la Republica Argentina, Ministerio de agricultura de la Nacion, Page 1, Dirección de Construcción de Elevadores de Granos, Archivos Vias Navegables, Quequen, Argentina, 1940.



L'ensemble du document est accessible à l'adresse : https://drive.google.com/open?id=1d-IF_ZVorhHJPyPx14dLLunFbGJDzBIu

Fotografía aérea tomada desde el Sudoeste. Se aprecian las cuatro secciones de silos de Almacenamiento, ya terminadas, y las plantas altas de la construcción de la galería sobre los silos.

Edificio de Manipulco en construcción. Se observa la ejecución de la segunda mitad de los silos. En la mitad ya ejecutada se aprecian las aberturas correspondientes a la galería interior de

ELEVADOR

Losa baja silos del edificio de Manipulco. Se puede apreciar la colocación de vigas encofrado y la formación de los embudos de los silos quedando así preparado para la colocación del encofrado móvil.

Vista tomada durante el hormigonado de la primera mitad de los silos del edificio de Manipulco. Comienzan a quedar libres del molde las ventanas de la galería interna de Embarque.

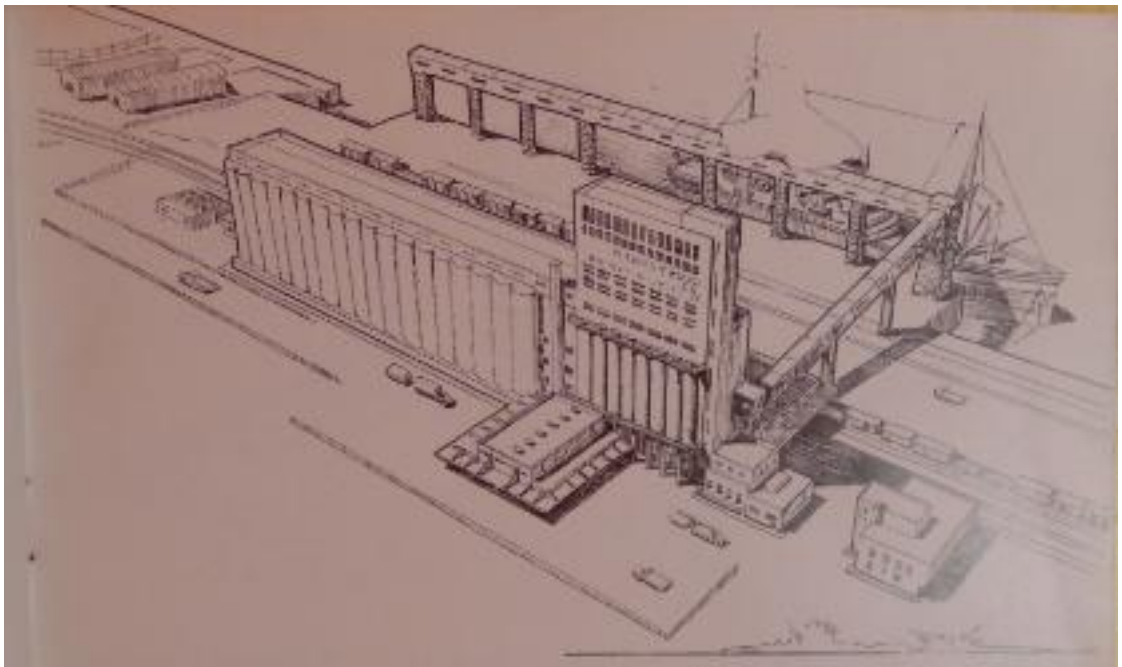
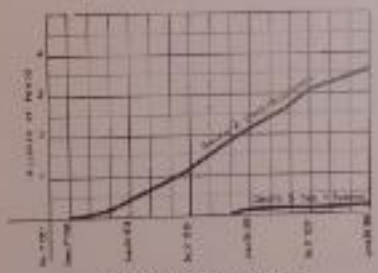


GRAFICO DE INVERSIONES



ROSARIO SUD

CARACTERISTICAS GENERALES

Capacidad total de almacenaje.
272 silos con capacidad para ..... 70.000 t

Capacidad diaria de recepción.
En camiones y vagones ..... 1.000 t

Capacidad diaria de embarque.
En dos silos de almacenaje para pellets y expansión directa ..... 3.000 t

Capacidad diaria de limpieza de cereales.
Con máquinas ventiladoras, clasificadoras y separadoras ..... 1.500 t

Capacidad diaria de secado.
Con cuatro secadores ..... 600 t

COSTOS ACTUALIZADOS
del Grupo "A" Construcciones
$ 5.466.000.00 m/n
del Grupo "B" Maquinarias y Equipos
$ 3.870.000.00 m/n
TOTAL DE LA OBRA
$ 9.525.000.00 m/n

Vista aérea desde el río Paraná. En primer término los muelles de atracar y apoyo de la galería de embarque, el de la derecha terminado y el otro en ejecución. Hacia atrás los edificios de Maniobras y Almacenamiento.

A.4 Les publications

La construction des ports argentins par les entreprises françaises au début du XXème siècle.

Bruno Rohou [*,1], Miguel De Marco[2], Gustavo Chalier[3], and Martín Petersen[,4]

[1]Centre François Viète (CFV), Université de Bretagne Occidentale (UBO), EA1161, France
[2]Instituto de Estudios Históricos, Económicos, Sociales e Internacionales (IH-IDEHESI/CONICET), Argentine
[3]Archivo Histórico Municipal de Punta Alta / Departamento de Humanidades, Universidad Nacional del Sur, Argentine
[4]Universidad de Mar del Plata, Argentine

27 septembre 2017

1 Introduction

Le projet s'insère dans les programmes de recherche «Mer, fleuve et littoral» et «humanités numériques», développé en France dans le cadre du PAM 3D lab (où le Centre F. Viète (EA 1161) collabore avec le LabSTICC et le CERV) et en Argentine dans le cadre d'une collaboration entre le GESMar (Grupo de Estudios Sociales Marítimos) et le IDEHESI (Instituto de Estudios Históricos, Económicos, Sociales e Internacionales). L'un des axes d'étude porte sur la compréhension de l'évolution scientifique et technologique des ports de Brest (France), Mar del Plata, Rosario, Quequén et Arroyo Pareja en Argentine à l'époque contemporaine.
Parallèlement, depuis 15 ans en Argentine, le port comme objet d'étude, est sorti de sa marginalité dans l'historiographie économique et sociale et a acquis une centralité et une visibilité chaque fois plus grande. L'intérêt pour les ports et pour les études portuaires ont pris de l'essor non seulement pour la quantité et la qualité travaux mais aussi pour l'ouverture de nouveaux axes de recherche qui incorporent les dimensions sociales (Ruocco, 2010), politiques, territoriales, archéologiques (Silveira, 2011) et artistiques. Il existe en Argentine des groupes de recherches scientifiques, universitaires et institutionnelles qui étudient l'évolution de l'activité portuaire à partir de différentes perspectives comme les relations entre le port et la ville (De Marco, 2016), la mise en valeur du patrimoine historique et culturel des installations, les investissements dans les infrastructures, les effets des politiques néolibérales et la globalisation sur les espaces portuaires (Eraso, 2009), les conflits laboraux (Abeledo, 2009), etc. La création d'un réseau d'études portuaires (Red de Estudios Portuarios (RedeP)) comme un espace de recherche et de débat, a servi pour donner une impulsion et faire connaître les différentes approches en sciences sociales du phénomène portuaire.
Les auteurs de cet article travaillent et diffusent dans le milieu scientifique, académique et scolaire, l'histoire des ports de Arroyo Pareja, Necochea, Mar del Plata, Rosario (Argentine) y Brest (France). Ces ports en eaux profondes partagent la caractéristique d'avoir été construits par des ingénieurs français. Ce dernier point a été à peine exploré et pour se faire les auteurs ont formé un groupe de recherche baptisé "Los puertos franceses en Argentina" afin d'éla-

[*]Intervenant

borer des études comparatives tant sur l'Histoire de la construction mais aussi sur l'Histoire politique et économique. La première préoccupation de ce groupe de recherche est la localisation et la conservation de la documentation existante dans les différents ports, condition nécessaire pour reconstruire le passé. Cet article constituera une première approche dans le thème peu étudié de la construction portuaire en Argentine.
Les principales contributions de notre travail de recherche sont : i) une étude des acteurs (entreprises et ingénieurs) des constructions françaises dans les ports de Arroyo Pareja, Rosario, Mar del Plata et Quequén. ii) une histoire des techniques de construction appliquée dans ces quatre ports.

2 Le contexte historique.

Depuis la moitié du XIXe siècle et jusqu'en 1930, un énorme et rapide développement économique se produit en Argentine : l'économie agro-exportatrice caractérisée par la croissance des échanges vers l'extérieur impose une nouvelle division du travail (Rapoport 2006).
Insérée fortement dans l'économie globalisée comme fournisseur de matières premières agricoles et sachant tirer avantage des vastes plaines fertiles, l'Argentine change radicalement de physionomie. En quelques années, elle se dote des infrastructures nécessaires pour le décollage de son économie. Les trains et les quais ont permis d'une part à la richesse agricole d'être exportée et d'autre part à permettre l'arrivée de millions d'immigrants provenant d'Europe qui apporteront leur force de travail au développement du pays. Cette transformation a été rendue possible par l'intermédiaire du capital étranger qui s'est taillé la part du lion dans les concessions de travaux publics avec la bénédiction du gouvernement argentin. Durant toute cette période, la Grande-Bretagne a été le plus grand investisseur même si au début du XXe siècle son statut est attaqué par d'autres puissances et principalement la France : si en 1855, 100/100 du capital étranger investi en Argentine étaient britanniques, en 1913 il n'était plus que de 55/100 ; la participation française était quant à elle de 13/100 (Regaslsky, 1986). C'est dans ce contexte qu'est né et s'est développé le système portuaire argentin. Durant ces années, le gouvernement a concédé ou a réalisé des infrastructures portuaires de grande ampleur qui se relèvera clé pour son système économique.

3 Les ports "français" d'Argentine

Si le port de Rosario est situé sur le fleuve Paraná, Arroyo Pareja, Mar del Plata et Quequén se trouvent sur la façade atlantique de la République d'Argentine. Ces ports modernes sont à chaque fois l'aboutissement d'une histoire mêlant intérêts privés et publics.

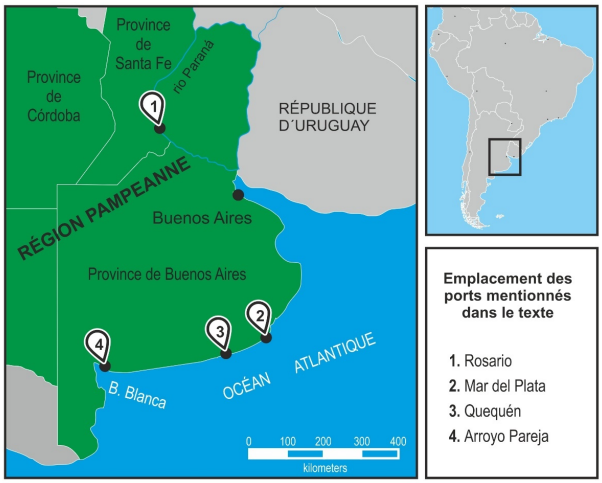


FIGURE 1 – Les ports "français" en Argentine. Carte : Juan Manuel Taraborelli

3.1 Rosario

L'activité portuaire a été l'axe de la surprenante transformation sociale économique et culturelle réalisée à Rosario Grâce à l'immigration, sa population a passé 2500 à 100 000 habitants en moins de 60 années ; en 1902, 54/100 de la population était étrangère. Parmi cette population, la communauté fran-

çaise n'était pas très nombreuse mais occupait des postes en vue dans la vie sociale et culturelle.
Rosario est un port naturel remarquable, spécialement pour l'exportation de céréales. Grâce à la hauteur de ses falaises et de la profondeur de son fleuve, les opérations de chargement pouvaient s'opérer sans la nécessité de construire des quais. Cependant, l'évolution de la construction navale et l'augmentation du volume des opérations portuaires ont nécessité la création de quai. Depuis 1856, et jusqu'en 1902, les quais nationaux [1] ont côtoyé les quais particuliers. À partir de cette date, commence une période longue de 40 ans, de 1902 à 1942, où le port reste sous le régime de la concession et de l'exploitation par une entreprise privée. Rosario expérimente alors un changement radical dans sa physionomie avec les travaux qui ont rendu possible la modernisation de son port. Un vaste complexe de quais, de hangars, d'ateliers et d'engins de levage a pris place dans le centre de la ville entre 1902 et 1930.
Le gouvernement national a chargé l'entreprise française "Hersent et Fils, Schneider et Cie" dont le siège est à Paris, de construire et d'exploiter le port. Cependant une partie des exportations seront opérées par des ports privés situés en amont et en aval de la zone concédée où l'entreprise française avait le monopole sur les opérations portuaires. Le dynamisme du port a bénéficié non seulement à la ville de Rosario mais aussi au développement en une des régions les plus prospères de la planète.

3.2 Arroyo Pareja

Dans la baie de Bahia Blanca, située à environ 700 km au sud de Buenos Aires, la compagnie britannique "Ferrocarril del Sud" avait construit son port appelé "Ingeniero White" dès 1885 et pu ainsi contrôler l'ensemble du commerce en imposant son monopole. Malgré cela, la prospère ville de Bahia Blanca a grandi proportionnellement aux activités économiques et commerciales de la compagnie ferroviaire, attirant ainsi des dizaines de milliers d'immigrants européens (Weinberg et Buffa,1982), (Randazzo, 2007), (Ribas et Tolcachier,2013).

1. On entend par "quais nationaux", des quais appartenant à l'État.

Dans la baie, la zone de mouillage naturel idéal pour sa proximité avec le canal d'accès et sa profondeur naturelle s'appelle Puerto Belgrano, situé environ à 25 km de Bahia Blanca. Cette zone était également convoitée par de nombreux projets privés (Chalier, 2010).
L'un d'entre eux projetait de construire un port impulsé par la compagnie française "Compagnie du Port Commercial de Bahía Blanca" constituée à Paris au début de 1912. Cette compagnie avait signé un contrat avec la "Régie Générale de Chemins de Fer et Travaux Publics" afin qu'elle se charge des travaux conformément à la concession octroyée à l'ingénieur Abel Pagnard en 1908 par l'État argentin. Les travaux commencés immédiatement projetaient 5000 m de quai, forme de radoub, bassins, grues, hangar, voies ferrées. Cet ensemble portuaire prétendait être le plus grand port en eau profonde d'Amérique du Sud. (Chalier, 2013)

3.3 Mar del Plata

La ville de Mar del Plata est située sur la côte atlantique. Son histoire portuaire est parsemée de nombreux projets privés. En 1905, le président de la république Argentine Manuel Quintana soumet une proposition de loi au congrès national concernant la construction de port sur la façade atlantique du pays afin de relier facilement les plaines riches aux consommateurs européens et ainsi permettre de développer la production et de poser les fondements d'une prospérité à venir. En effet les innovations technologiques que constituent les chambres froides et les bateaux frigorifiques permettent d'exporter de la viande bovine sur des milliers de kilomètres (Alves, 2017). En conséquence la loi 4580 autorise la construction du port de Mar del Plata et stipule que l'entreprise constructrice sera choisie sur concours. Le dossier du concours souligne que l'entreprise sera choisie sur sa capacité à construire des jetées robustes permettant de protéger le port contre les régulières tempêtes violentes que connaît la région. C'est l'entreprise française "Allard, Dollfus, Sillard et Wiriot" venant juste de livrer le port moderne de Montevideo qui est retenue pour construire le nouveau port de Mar del Plata. Les travaux commencent en 1909 mais sont interrompus par

la première guerre mondiale. La première partie du port réservée aux barques de pêcheurs est ouverte en 1917 et la deuxième partie du port sera inaugurée en 1922.

3.4 Quequén

Situé au sud-est de la province de Buenos Aires à l'embouchure du rio Quequén, se trouve un des ports céréaliers les plus importants de la république d'argentine. Un siècle après le commencement des travaux, l'histoire de "Puerto Quequén" impacte directement l'histoire du développement urbain des villes de Necochea et de Quequén. Les premières opérations portuaires ont été enregistrées vers 1879, c'est-à-dire deux années avant la fondation de la ville de Necochea en octobre 1881. Cette donnée est fondamentale pour comprendre la future configuration urbaine d'une des premières villes portuaires d'argentine.
Depuis son origine, les opérations portuaires étaient réalisées depuis différents quais situés sur les rives du fleuve. Avec une profondeur moyenne de 16 pieds, le port permettait l'entrée de petites embarcations appelées "Pailebots", capables de franchir le banc de sable à l'embouchure du fleuve.
En 1908, le gouvernement national autorise la construction d'un vrai port en eau profonde. C'est ainsi que le congrès national, par la loi 5705, a donné forme à l'actuel port de Quequén.

4 Les entreprises et les ingénieurs, acteurs de la construction.

La construction des ports en Argentine s'inscrit dans une histoire mondiale de la construction portuaire où les entreprises européennes et notamment françaises ont joué un rôle majeur. Les quatre entreprises françaises présentes sur le sol argentin au début du XXe siècle, sont en compétition dans de nombreux pays pour obtenir des contrats de construction ferroviaire ou maritime. Un point commun réunit ces entreprises : elles ont été constituées et dirigées par des ingénieurs-entrepreneurs issus des plus grandes écoles françaises dont l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures de Paris, l'Ecole des Arts et Métiers et l'Ecole des Ponts et Chaussées. Les entreprises françaises de réputation mondiale ont aussi marqué durablement l'histoire des villes où ont été implantés les ports [2].

4.1 Hersent et Fils, Schneider et Cie

La proposition retenue pour l'octroi de la concession de la construction du port de Rosario a été présentée par "Hersent et Fils, Schneider et Cie". Son président Hildever Hersent, était alors président de la société des ingénieurs civils de France et a reçu la Légion d'honneur pour avoir contribué à la renommée de la technologie française à l'étranger. Schneider et Cie était propriétaire de l'usine métallurgique du Creusot, symbole de l'industrie lourde française, en compétition ouverte avec la Grande-Bretagne, les États-Unis et l'Allemagne. Elle constituait un bras armé de la politique extérieure de la France pour étendre son pouvoir à l'étranger. La "Société du Port de Rosario" créée par Hersent et Fils pour assurer la construction, l'exploitation et l'administration du port, a désigné en 1903 comme directeur, l'ingénieur français Auguste Flondrois. Il assumera la charge pendant 20 ans avant de retourner à Paris où il prendra la direction centrale de la dite société. Sa désignation a été un succès non seulement au vu de ses capacités organisatrices et techniques mais aussi par sa capacité à nouer des relations avec l'élite de Rosario (De Marco, M. Á. , 1999).
Parmi les ingénieurs employés par Hersent, on notera également la présence d'Abel Pagnard (Chalier, 2012) directeur des travaux de construction entre 1902 et 1905 ainsi que Eugène Hausermann qui lui succèdera à la direction jusqu'en 1912. Arrivé en Argentine en 1905, Eugène Haussermann est employé par la firme Hersent dès sa sortie de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures en 1891. Après avoir participé à la construction des arsenaux de Bizerte et de Dakar, il arrive à Rosario en 1905.

2. En ce qui concerne le port de Quequén, les archives concernant la construction sont à ce stade des recherches quasi inexistantes. Martin Petersen projette prochainement de poursuivre des recherches auprès de l'entreprise VINCI, dont l'entreprise des "Grands Travaux de Marseille" est une filiale.

Une armée de professionnels, d'employés et de journaliers (bien souvent accompagnés par leur famille) est arrivée à Rosario pour travailler à la construction du port. Plus d'un d'entre eux provenaient de lieux éloignés, suivant les sous-traitants de la firme Hersent, comme l'ingénieur hollandais Williams Ackermans qui s'est vu confier une des tâches les plus ardues de la construction : la réalisation des ouvrages de protection contre la force du Parana en utilisant les technologies observées dans son pays natal et aux États-Unis, notamment sur le fleuve Mississippi.

4.2 Régie générale des chemins de Fer et travaux publics.

La construction du port de Arroyo Pareja a été rendue possible par l'action de deux acteurs principaux : la "régie générale des chemins de Fer et travaux publics" et l'ingénieur Abel Pagnard (Chalier, 2012).
La Régie est une entreprise dont le siège social est à Paris. Elle construit des chemins de fer et des ports dans le monde entier. Elle a été fondée par le compte Philippe Vitali, ingénieur diplômé de l'Ecole Centrale de Paris, qui s'intéresse depuis très longtemps à la construction ferroviaire. Responsable d'importantes constructions portuaires (Fiume, Beyrouth, Tripoli) entre 1859 et 1913, son axe principal de développement est constitué par la construction ferroviaire. Avant la première guerre mondiale, la régie est une des cinq entreprises les plus importantes du monde dans le domaine ferroviaire (Barjot, 1987).
L'ingénieur porteur du projet qui deviendra concessionnaire du port est le français Abel Julien Pagnard (1859-1913). Diplômé de l'école centrale de Paris, il entre au service de l'entreprise de travaux publics Hersent et arrive en Argentine en 1902, comme représentant de l'entreprise lors de la construction du port de Rosario. En 1905, il démissionne de l'entreprise et intègre la commission nationale qui réalise les études pour un projet d'établissement d'un port en eau profonde dans la région de Bahia Blanca. Pagnard utilise ses études comme base à son futur projet de construction d'un port à Bahia Blanca qu'il présentera à l'État argentin. Le 15 septembre 1908, la loi numéro 5574, lui octroie la concession pour créer un port à Arroyo Pareja. La concession acquise, il crée à Paris la "commission du Port commercial de Bahia Blanca". Dans l'organigramme de l'entreprise, il se réserve le rôle d'ingénieur conseil. Cependant, des désaccords permanents entre les ingénieurs de la Régie et Abel Pagnard n'ont pas permis de poursuivre le grand projet d'Arroyo Pareja jusqu'à son terme. Abel Pagnard mourant de façon prématurée en 1913, la direction technique du projet est modifiée. Cet événement provoque un conflit entre la compagnie et la régie qui abandonnera rapidement les travaux de construction. Seul un quai de 300 m de long sera effectivement terminé en 1918 et ouvert au commerce en 1920.

4.3 Sillard, Dollfus, Allard et Wiriot.

Sillard, Dollfus, Allard, Wiriot sont des ingénieurs français qui ont participé ensemble ou pour leur propre compte à de très nombreux ouvrages de travaux publics de par le monde. Pour la construction portuaire, les ingénieurs ont participé à la construction des ports de Bilbao (Grosclaude, 1892), Dunkerque, Tunis, Alger, Marseille... Ensemble, ils ont construit le port nouveau de Montevideo (Jacobson, 1913) en Uruguay et la cale sèche de Talcahuano au Chili. Dans le cas de la construction du port de Mar del Plata, le contrat est signé à Buenos Aires le 7 janvier 1911. Les quatre ingénieurs se regroupent dans une nouvelle entité qui s'appellera "Société Nationale de Travaux Publics, de Paris"(SNTP, 1923). Sur le chantier de construction du port de Mar del Plata, des quatre ingénieurs-entrepreneurs de la société, c'est Jean Sillard diplômé de l'école centrale de Paris qui sera le plus présent (Matthieu, 1919). Représentant accrédité de l'entreprise française devant le gouvernement argentin et également diplômé de l'Ecole Centrale de Paris, le français Jean Caubios dirige l'entreprise. Il a directement sous ses ordres les ingénieurs Henri Ribet, responsable des services mécaniques électriques de l'entreprise constructrice, Maurice Audoire, responsable des approvisionnements, Gustave Mathieu responsable de la construction des jetées (Gonzalez et Rohou, 2015).

L'étude des techniques de construction employée

dans les quatre ports argentins permet de présenter un panorama complet du savoir-faire français en matière de construction portuaire.

5 La construction des ports argentins au début du XXe siècle : un panorama du savoir-faire français.

Les technologies choisies sont directement liées aux contraintes techniques afférentes à chacun des ports. Sur les berges du Rio Parana, c'est la technologie de la fondation par air comprimé par l'intermédiaire de caissons métalliques qui sera privilégiée. À l'embouchure de l'Arroyo Pajera, la technique de la fondation par air comprimé a été un temps envisagé par l'ingénieur Pagnard mais ce sera l'utilisation de caissons en béton armé qui sera finalement choisi. Sur la façade atlantique, les courants violents venant du sud et des tempêtes régulières contraignent les ingénieurs à construire de longues et robustes jetées ; la robustesse sera permise par l'usage de blocs de béton de 100 tonnes.

5.1 Rosario : La fondation à l'air comprimé.

La technique de la fondation à l'air comprimé est utilisée depuis les années 1880 dans la construction de piles de ponts. Cette technique fera la renommée de l'entreprise Hersent dans le domaine de la construction portuaire (Oppermann, 1886). Le système de fondation par air comprimé par l'intermédiaire de l'emploi de caissons métalliques de 10 m de hauteur soutenus par un système de grues, a permis de fonder des quais de grandes profondeurs notamment sur les chantiers de Bône (Algérie), de Brest et à Anvers. Les caissons métalliques et la technologie de l'air comprimé ont été utilisés à Rosario en 1903 pour permettre la fondation des quais en maçonneries. Ces quais sont du type de «murs par piliers et linteaux» utilisés pour la première fois sur le chantier du port de Lisbonne (1885) ; ces murs sont constitués par une succession de piliers en maçonnerie disposés tous les 16 m (Hersent, 1904). Ces piliers sont reliés entre eux par des linteaux métalliques au-dessus duquel on construit un mur continu jusqu'à une hauteur de 8 m. Le quai maçonné est fondé sur des caissons métalliques et ces derniers sont descendus dans le fleuve par l'intermédiaire d'une grue. Grâce à l'air comprimé refoulant l'eau du fleuve, les ouvriers travaillent à l'excavation des vases permettant ainsi aux caissons de s'enfoncer jusqu'à la roche. Le caisson métallique, ouvert en dessous, est pourvu de trois cheminées sur le dessus, est déplacé à l'aide d'une grue sur l'emplacement du quai. En le surchargeant de maçonnerie, on le fait s'enfoncer dans le fond du fleuve. Une des cheminées permet l'évacuation des vases et des déblais, les deux autres sont munies d'écluses à air. Au fur et à mesure que le caisson s'enfonce dans le lit du fleuve, on élève la maçonnerie par-dessus ce qui permet de la réaliser toujours au-dessus de l'eau. Une fois que le caisson a atteint la roche, on le remplit de béton (Blerzy, 1867).
L'utilisation des caissons a été observée également lors de la construction du silo élévateur de grains. La hauteur des quais a été fixée à 6,50 m en prévision des crues périodiques du rio Parana dont la hauteur maximum est de 5 m. Selon les mesures qui ont été faites, les ingénieurs ont préféré diviser les quais en deux secteurs dont l'un sera fondé à 15 m et l'autre à 23 m.

5.2 Arroyo Pareja : la fondation par le caisson en béton.

L'ingénieur Pagnard, fort de son expérience avec la firme Hersent, propose également la fondation par air comprimé avec l'usage de caissons métalliques. Mais c'est la technologie des caissons étanches en béton armé qui sera finalement utilisée. Les caissons en question sont construits sur une grande cale dans une courbe de l'Arroyo Pareja. Pour déplacer les caissons, l'entreprise construit une énorme grue en fer sur rail ainsi qu'une plate-forme mobile également sur rail, sur lequel est monté le caisson. Chacun d'entre eux en béton armé, mesure 13,50 m de hauteur, 11,50 m de largeur et 30 m de longueur. Il est divisé en trois compartiments étanches permettant au caisson

d'être ainsi déplacé sur le fleuve depuis son lieu de construction jusqu'à son lieu d'échouage définitif. Le coffrage en bois du caisson était construit sur la cale puis rempli jusqu'à une hauteur de 7,50 m. On laissait le coffrage en place pendant environ 28 jours. Une fois le béton du caisson bien sec, il était transporté sur rail jusqu'au fleuve où un remorqueur se chargeait de le transférer jusqu'au lieu d'échouage. Une fois sur place, on le plaçait sur la ligne que formait déjà les autres caissons. L'ancrage des caissons était une manœuvre délicate qui requérait un maximum de précision (Chalier, 2013).

5.3 Mar del Plata et Quequén : fondation à l'aide de blocs de béton.

Le port de Mar del Plata est composé de deux jetées, l'une au nord et l'autre au sud mesurant respectivement 900 m et 2700 m. Ces deux jetées forment une rade abritée. À l'intérieur de celle-ci, 3000 m de quai sont construits ainsi que tout l'équipement nécessaire pour un port moderne de l'époque : des hangars, une usine de production électrique, une usine frigorifique, des grues, des bâtiments pour la douane et la sous-préfecture maritime. L'ouvrage principal sur lequel nous allons nous attarder est la construction des deux jetées de défense.

Pour construire ces jetées, on utilise la technologie des blocs de béton immergés. Cette technologie aurait été employée pour la première fois selon (Poirel, 1841) dans le port d'Alger dans les années 1833. La technique employée à Alger est sensiblement la même employée à Mar del Plata 80 ans plus tard. En effet, les anciennes jetées étaient constituées de blocs de pierre allant de 0,2 m3 à 3 m3 (Beltrami, 1916). Sous l'impact des vagues, ces blocs peuvent être déplacés et donc rendre la jetée instable. Il fallait donc un bloc qui ait un volume et une masse suffisamment importante pour résister à l'assaut des vagues : des blocs de 10 m3 ont été alors imaginés. Cependant, un tel bloc de pierre ne pouvait être difficilement transportable de la carrière où il était extrait jusqu'à l'endroit où il devait être immergé. C'est ainsi que naît l'idée de construire des blocs artificiels en béton, fabriqués dans des caisses sans fond, formées de quatre panneaux de bois. Ces caisses sont remplies d'un mélange de ciment, de sable et de pierres concassées. Les blocs sont démoulés 5 à 6 jours après le remplissage et les panneaux servent à produire d'autres blocs (Matthieu, 1919). Après un mois de séchage minimum, les blocs peuvent être placés en mer. Les ingrédients utilisés à Alger et à Mar del Plata restent les mêmes : mortier, sable et pierres concassées. Si à Alger, le mortier est préparé à partir de chaux présente en Algérie, celui de Mar del Plata est directement achetée auprès d'une cimenterie produisant du mortier de type "Portland" (Matthieu, 1919). Si la technologie de préparation des blocs évolue peu au cours du XIXe siècle, c'est toute la chaîne de transport, de levage ainsi que de placement des blocs en mer qui subit des changements considérables. Sur le chantier de Mar del Plata, ce qui frappe c'est l'extrême mécanisation des différentes étapes. Les pierres entrant dans la composition du mortier sont extraites d'une carrière à l'aide de marteau-piqueur à air comprimé ; ces pierres passent alors dans un concasseur électrique permettant d'obtenir des pierres de la taille désirée (SNTP, 1923). Une fois le bloc préparé et séché, une grue le dépose sur un chariot et celui-ci est déplacé à l'aide d'une machine à vapeur sur une voie de chemin de fer. Sur le chantier de construction de la jetée, une grue titan de 50 tonnes est placée à son extrémité. Cette grue, construite à Givors près de Lyon par l'entreprise Five Lille est expédiée en pièces détachées à Mar del Plata en 1912 [3] (Rohou, 2016 et 2017). Cette grue fonctionne avec une chaudière à charbon dont la vapeur entraîne un alternateur produisant l'énergie électrique nécessaire non seulement au déplacement et à la rotation de la grue mais aussi au levage des blocs. Le convoi de chariots arrive sous la grue titan qui prend un par un les blocs de 100 tonnes et les dispose dans l'eau à l'endroit désiré ; des scaphandriers guident l'opération [4] (Iñurrieta, 2005). Les jetées du port

3. Cette grue a fait l'objet d'un travail pédagogique en classe de 5ème. http ://brmdp.hypotheses.org/158

4. Voir le film de la construction du port de Mar del Plata. Ce film a été produit par l'entreprise entre 1913 et 1923. Il a été sauvegardé par le musée «Cleto Ciocchini», de Mar del Plata. https ://www.youtube.com/watch ?v=IRc7boEdUqI

de Quequén ont également été construites à partir de blocs de béton déposés en la mer à l'aide d'une grue Titan. Cependant les archives de l'entreprise constructrice «les Grands Travaux de Marseille», n'ont pas été retrouvées à ce jour et les historiens ont peu de détails sur la construction du port.

L'histoire de la construction des ports argentins a permis d'élaborer une étude comparative de l'activité de construction portuaire. Cette étude rentre dans un cadre plus large de la modélisation de l'activité pour l'Histoire des Sciences et des Techniques.

?ingenieur	?lieu	?ecole
pho:Jean_Caubios	pho:mar_del_plata	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures
pho:Sillard	pho:mar_del_plata	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures
pho:Pagnard	pho:punta_Alta	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures
pho:Pagnard	pho:rosario	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures
pho:Flondrois	pho:rosario	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures
pho:Hausermann_Eugène	pho:rosario	pho:Ecole_centrale_des_arts_et_manufactures
pho:Mathieu	pho:mar_del_plata	pho:Ecole_ponts_et_chaussees
pho:Wirriot	pho:mar_del_plata	pho:ecole_des_arts_et_metiers
pho:Audoire	pho:mar_del_plata	pho:_Ecole_non_connue
pho:Allard	pho:mar_del_plata	pho:_Ecole_non_connue
pho:André_Brochier	pho:rosario	pho:_Ecole_non_connue

FIGURE 2 – Le résultat de la requête.

6 Conclusion et perspectives.

Les études de cas en histoire comparée des ports de Rosario, Mar del Plata, Arroyo Pareja, Quequén ainsi que Brest en France ont permis d'élaborer un modèle d'évolution des ports pour l'histoire des sciences et des techniques dans le domaine des humanités numériques. Les travaux sur l'ontologie PHO (Port History Ontology) viennent d'être publiés (Rohou et al, 2017) et permettent de faire des requêtes sur les acteurs, les artefacts, les savoirs et les activités présentes dans les ports. Par ces requêtes, un historien peut interroger le modèle et produire des connaissances nouvelles. Nous allons vous présenter une requête illustrant l'activité de construction : *"Quels ingénieurs ont participé à la construction des ports argentins ? Pour chaque ingénieur, on cherchera à savoir de quelle école il est issu ainsi que le port dans lequel il a exercé son activité"*.

Le modèle nous apporte une information intéressante : la majorité des ingénieurs travaillant sur les ports argentins sont issues de l'Ecole Centrale. Ce résultat est validé par les travaux de Dominique Barjot sur la grande part prise par les centraliens dans les entreprises de travaux publics au début du XXe siècle.
D'autre part, ce travail est le résultat de la première analyse comparée des principales villes portuaires de l'Argentine construites par des entreprises françaises. Il met en évidence la nécessité d'approfondir les études sur ces constructions qui ont généré du savoir technologique et d'étudier leurs processus de transfert.»

7 Bibliographie

G.Alves, Campana y su frigorífico. La (in)dependencia económica de una company town. Buenos Aires, Ediciones Cooperativas, 2017

M.Aldazabal, V. Silveira V. et E. Emilio, «Arqueología del sector costero al sur de Bahía de San Blas : Sitio las Olas 11», Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Revolución de Mayo no1, 2011, p303-308.

L.Abeledo, «Relaciones de trabajo en el sector de conservas de pescado : conflicto y negociación,1880-1936», Revista de Estudios Marítimos y Sociales, no2, 2008

D.Barjot, Dominique (1987). L'innovation dans les travaux publics (XlXe-XXesiècles. Une réponse des firmes au défi de la demande publique ?, Histoire, économie et société, 1987, p. 209-231.

F.Beltrami, Construcción del Puerto de Mar del Plata, Memoria Descriptiva, Buenos Aires, Ministerio de Obras Públicas, 1916.

H.Blerzy, «Etudes sur les Travaux publics. L'assainissement des villes et des fabriques», Revue des deux mondes, no69, 1867.

G.Chalier, La Punta de la historia (Punta Alta y

su historia), Bahía Blanca, Ediuns, 2010.

G.Chalier, « L'ingénieur Abel Julien Pagnard.Uncentralien à Punta Alta (Argentine) ». Centraliens no620, 2012.

G.Chalier, « Guerra y conflictos : La Compañía del Puerto Comercial de Bahía Blanca y la construcción del puerto de Arroyo Pareja (1912-1919) », Argentina de puertos. Buenos Aires, Ministerio de Cultura - Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2013.

M.Á.(h)De Marco, La batalla por el puerto de Rosario, Rosario, Ciudad Argentina, 1999.

M.Á.(h)De Marco et M.ÁDe Marco, La ciudad puerto" como fundamento identitario de los actores del desarrollo institucional y económico regional frente las grandes crisis internacionales. El caso de Rosario (Argentina), 1890-2001". Nuevo Mundo Mundos Nuevos, 2016.

M.Eraso, Puerto y Territorio : análisis de lo global y debate de lo local. Revista de Estudios Marítimos y Sociales, no2, 2009

S. GonzálezS. et B.Rohou, « Entre lo oficial y lo personal. La construcción del puerto de Mar del Plata en la visión de un ingeniero francés ». Actas VI Jornadas Interdisciplinarias e Internacionales de Estudios Portuarios, Rosario, 2015.

J.Grosclaude, « Les travaux du port de Bilbao. Note sur l'outillage des chantiers », Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères, no15, 1892.

G.Hersent, République argentine. Son présent - son avenir. Port du Rosario, Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1904.

V.E.Iñurrieta, Los buzos del Puerto de Mar del Plata, Mar del Plata, Ed.Martín, 2015

A.Jacobson, (1913). « Les Grands Ports Récents de l'Amérique Du Sud (3) Port de Montevideo, de Rosario, Agrandissement Du Port de Buenos Aires, Port de Mar Del Plata ». Le Génie civil : revue générale des industries françaises et étrangères, no1, 1913. G.Matthieu, Cahiers personnels, 1919

C.A.Oppermann, Publication rapide et économique des documents les plus récents et les plus intéressants relatifs à la construction française et étrangère, Nouvelles annales de la construction, 1886.

M,Poirel, Mémoire sur les travaux à la Mer : comprenant l'historique des ouvrages exécutes, au port d'Alger, et l'exposé complet et détaillé d'un système de fondation à la mer au moyen de blocs de béton : avec planches. Fain et Thunit, 1841.

F,Randazzo, Las grietas del relato histórico : Apuntes sobre los orígenes del anarquismo en Bahía Blanca y la matanza de obreros en Ingeniero White en 1907, Buenos Aires, Departamento de Historia del Centro Cultural de la Cooperación, 2007.

D.Ribas et F.Tolcachier, La California del Sur. De la construcción del nudo ferro-portuario al centenario local (Bahía Blanca, 1884-1928), Bahía Blanca, EdiUNS, 2013.

M.Rapoport, Historia económica, política y social de la Argentina (1880-2003). Buenos Aires, EMECE, 2007.

M.Regalsky, Inversiones extranjeras en la Argentina (1860-1914), Buenos Aires, CELA, 1986.

B.Rohou, « La grue Titan de 50 tonnes », Séminaire inaugural PAM-3D Lab : Patrimoine(s), Artefact(s), mediation(s) et 3D, Brest, 2016.

B.Rohou, « La modélisation 3D, un outil de valorisation du patrimoine portuaire disparu », II Coloquio internacional sobre patrimonio portuario santafesino, Rosario, 2017.

B.Rohou, S.Laubé, et S.Garlatti, (2017). « The Port History Ontology », Databases and Information

FIGURE A.12 – La construction des ports argentins par les entreprises françaises au début du XXème siècle.

Systems, Springer, Cham, 2017

L.Ruocco, « Reivindicaciones de las mujeres obreras de la industria del pescado. Una perspectiva de clase y género a partir de los convenios colectivos de trabajo (Mar del Plata, 1942 – 1975) », Revista de Estudios Marítimos y Sociales, no3, 2010.

Société Nationale de Travaux Publics, de Paris, Las obras del puerto, Buenos Aires, 1923.

F.Weinberg et N.Buffa, « El aporte inmigratorio en la conformación de las clases medias en la ciudad de Bahía Blanca ». Cuadernos del Sur, no15, 1982.

EL INFORME LAMBLARDIE (1822): LA GENESIS DEL PUERTO COMERCIAL DE BREST (FRANCIA)

Bruno Rohou*

Resumen:
La ciudad de Brest se sitúa en el extremo occidental de Francia. Su puerto militar, "L´Arsenal" fue creado en 1685. Allí también funcionó un puerto comercial el que, a partir de 1822, quizó ser retirado de allí por la autoridad militar. Para entonces era el puerto militar francés más grande del atlántico. La presente ponencia analiza el informe del señor Lamblardie, director de las obras obras marítimas, para construir el puerto mercantil fuera del área militar. De la lectura de este documento se puede observar como el tratamiento de una cuestión que afectaba directamente a la población de Brest, fue abordado por la administración militar en relación con el ministerio de la guerra en París, sin consultar a los actores locales, lo que a su vez refleja tensiones entre una administración centralizada y las políticas de desarrollo de la región.

Palabras Clave: Francia, Brest, Puerto, Arsenal, Lamblardie

Cette communication s'inscrit dans le cadre des travaux de recherche en humanités numériques et en histoire des sciences et des techniques[1] développés dans le cadre d'une collaboration entre le GESMar (Grupo de Estudios Sociales Marítimos) et le IDEHESI (Instituto de Estudios Históricos, Económicos, Sociales e Internacionales), le Centre François Viète (EA 1161) et le LabSTICC (UMR 6285) pour une histoire comparée des ports de Brest (France), Mar del Plata et Rosario (Argentine)[2].

La ville de Brest se situe en France, sur la pointe occidentale de la péninsule armoricaine. Cette ville abrite un arsenal militaire créé sous Louis XIV en 1685. La fonction de celui-ci est de construire et de réparer les navires de la Marine Royale. L'Arsenal traversé par la rivière Penfeld, s'est développé sur ses deux rives. Il est entouré de fortifications dont les entrées sont solidement gardées. Les horaires de sortie et entrée des bateaux dans l'Arsenal sont très réglementées et contraignantes pour les commerçants. Les navires marchands sont juste tolérés dans quelques endroits de l'Arsenal. À partir de la fin du XVIIIe siècle, la question d'un port marchand en dehors

* Centre François Viète, Université de Bretagne Occidentale. Núcleo de Historia de las Ciudades Portuarios Regionales, IDEHESI-Nodo IH. Email: bruno.rohou@univ-brest.fr

1 Laubé Sylvain, Rohou Bruno, Garlatti Serge, **Humanités numériques et web sémantique : de l'intérêt de la modélisation des connaissances en histoire des sciences et des techniques pour une histoire comparée des ports de Brest (France) et Mar del Plata (Argentine)**. DI 2014 : 1st international conférence on Digital Intelligence, 17-19 septembre 2014, Nantes, France, 2014

2 Bruno Rohou, Sylvain Laubé, Serge Garlatti, Jose Antonio Mateo, Miguel Ángel De Marco (h), *Périodiser et comparer l'évolution des ports : intérêt croisé des humanités numériques et d'une approche en histoire des sciences et techniques appliquée aux ports de Brest (France), Mar del Plata et Rosario (Argentine)*, IVème colloque international du réseau La Gobernanza de los puertos Atlánticos (XIVe-XXIe siècles), Lorient - France, 6-7-8 octobre 2016

ISBN 978-987-28706-3-8

des fortifications se pose.

Monsieur de Lamblardie, né à Dieppe le 16 janvier 1784, est un ingénieur de l'École polytechnique et des Ponts et Chaussées. En 1816, il devient directeur des travaux maritimes à Lorient. Puis en 1819, il est nommé directeur des travaux maritimes à Brest. Il est responsable de l'exécution de nombreux ouvrages importants comme le phare de la Pointe Saint Mathieu, l'hôpital de Clermont-Tonnerre et la forme de radoub de la pointe du Salou[3]. En 1822, il prend en charge le dossier du port de commerce hors des fortifications.

L'article souhaite démontrer d'une part que le projet de port de commerce de Monsieur Lamblardie s'inspire directement des différents projets déjà déposé à la fin du XVIIIe et au début du XIXe siècle et d'autre part que l'étude de ce rapport permet de mettre en évidence l'implication des différents acteurs et le rôle de l'État dans l'élaboration du projet de port de commerce. On soulignera le peu de place laissé aux acteurs locaux. Ce port ne sera réalisé qu'en 1865 avec l'ouverture au commerce du nouveau Port Napoléon.

Situation géographique du port de Brest (source google map)

Brest et sa rade (source google map)

1 – Description du port de commerce de Brest en 1822.

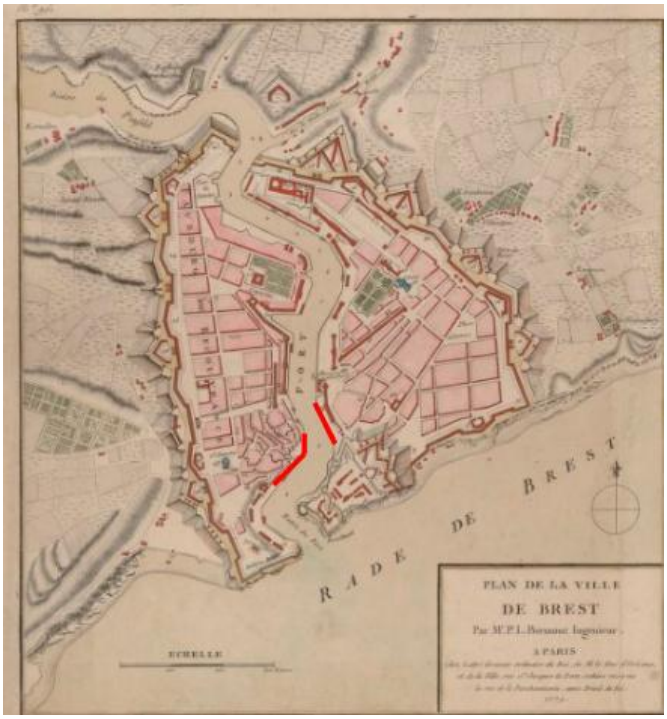
L'état du port est décrit par Monsieur Lamblardie dans l'objectif de procéder à une reconstruction et une rectification des quais.

« Les navires de commerce n'ont point à Brest de bassin particulier. Une portion des quais du port militaire leur est spécialement affectée et le milieu du chenal doit être constamment réservé à la marine militaire.

3 M. Bernard, « Notice nécrologique sur la vie et les services de Monsieur Lamblardie (Antoine-Élie), inspecteur général des ponts et chaussées et des travaux maritimes », Annales des ponts et chaussées: Partie technique, 1842, p. 273-280

- *longueur totale des quais est de 477 mètres*
- *203 m sur la rive gauche*
- *274 m sur la rive droite*
- *superficie de la rivière : 33000m² moins le 1/3 pour le chenal militaire : 22000 m² pour le service du commerce*
- *les cales de débarquement sont aux nombres de 8 : 4 sur chaque rive »*[4]

Le document de Monsieur Lamblardie fait référence un « dessin n°1 ». Dans les Archives Départementales, ce plan est manquant. Il n'y a pas de représentation précise du port marchand en 1822. Il faut donc que reprendre la carte de 1779 établie par l'ingénieur P. L. Bermont et celle de 1855 établie par l'ingénieur ordinaire Garet[5] pour retrouver sur la rive gauche et la rive droite l'emplacement du port de commerce.



Plan de la ville de Brest : Par Mr P. L. Bermont Ingénieur, 1779, Bibliothèque Nationale de France.
En rouge : hypothèse de la localisation du Port Marchand selon les données du rapport Lamblardie.

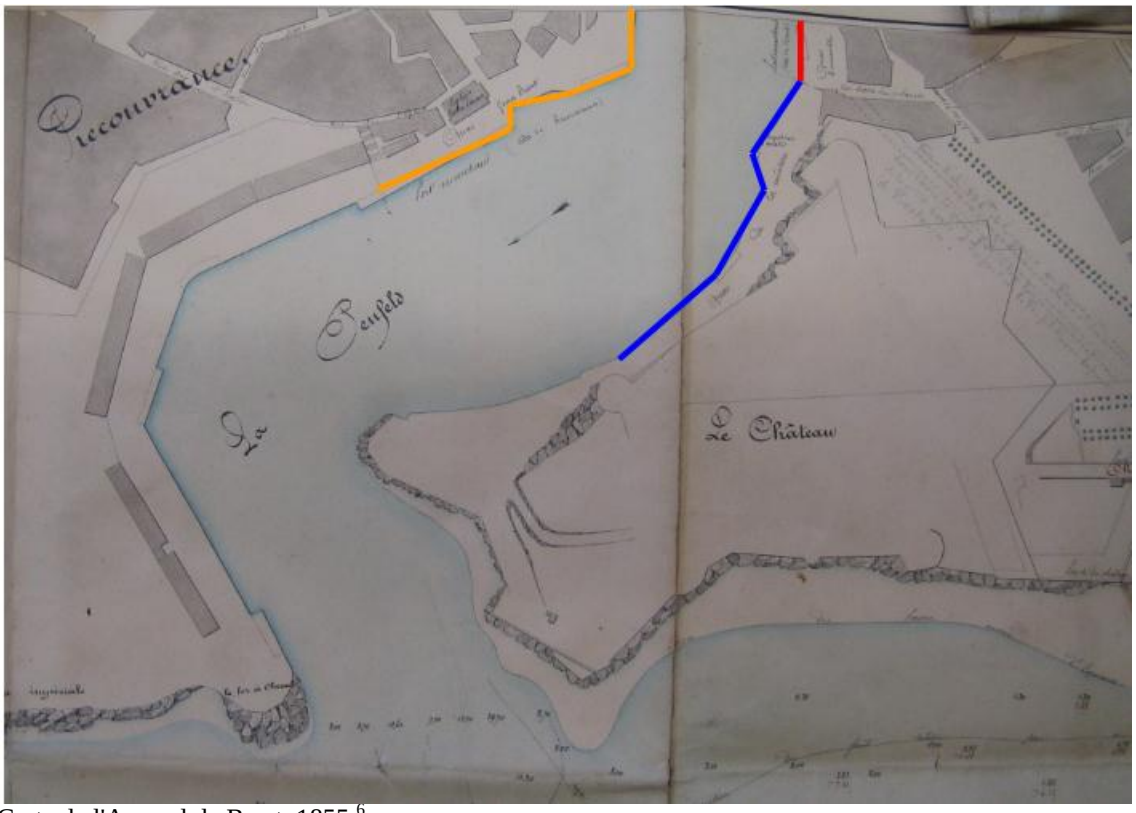
Du coté de Recouvrance, le port marchand se trouve sur le quai Jean Bart, sur une longueur de 274 mètres. En se basant sur la carte de 1855, on peut supposer que le port commence au niveau de l'église Notre Dame de Recouvrance et continue le long du

4 Archives Départementales du Finistère, Quimper, Cote : 16S1 non coté, Lamblardie, « Rapport sur les travaux à faire au port de commerce de la ville de Brest », 1822

5 Archives Départementales du Finistère, Quimper, Cote : 4S sup 17, « Avant-projet de la construction d ' un nouveau port de Commerce ; Plan des travaux projetés (N ° 3) », 1855

quai Jean Bart (voir carte).

Du côté de Brest, le port marchand mesure 203 mètres de long. Le nom des quais n'est pas écrit dans le document de 1822. On ne peut pas définir si le port marchand occupe le quai de la mâture ainsi que le quai Tourville. Selon le plan de 1779, la profondeur de la Penfeld, au niveau du port marchand est de 5 mètres et les quais ont une largeur d'environ 30m.



Carte de l'Arsenal de Brest, 1855 [6]

En jaune : le « quai Jean Bart » ; En bleu : le « quai de la mâture » ; en rouge : le quai du port marchand du côté de Brest.

Artefacts : Quais du port marchand de Brest en 1822.

Nom du quai	Longueur	Largeur	Profondeur
Quai côté Recouvrance	274m	30m	5m
Quai côté Brest	203m	30m	5m

La population commerçante de Brest aurait aussi un intérêt à la création du nouveau port marchand.

> *« Le commerce de son côté y trouverait le précieux avantage d'avoir un port mieux approprié à ses besoins, peut-être mieux abrité contre certains vents, et surtout, un*

6 Ibid

établissement destiné pour lui seul et dans lequel ces opérations ne seraient point entravées. Tout concours donc à appeler l'attention du gouvernement sur ce projet important et à réclamer une prompte décision sur son adoption ou sur son rejet définitif. »

La Marine de guerre souhaite depuis longtemps que les navires de commerce quitte l'Arsenal.

« On conçoit tous les inconvénients qui doivent résulter du mélange des bâtiments de commerce avec ceux de la marine militaire. Celui-ci est entravé par (illisible) et les mesures de police indispensables à la sûreté de l'Arsenal et on peut affirmer cependant que ces dernières sont presque illusoires sur ce point du port et que les nombreux moyens de surveillance qui sont accumulés , ne remédient qu'imparfaitement aux graves abus et aux dangers attachés à la communauté du chenal.
On conçoit aussi combien il serait important pour le service du premier port de France, indépendamment des avantages qui en résulteraient pour sa sûreté, d'augmenter le développement de ces quais et d'accroître la superficie de son sol, ce que l'on a pu faire jusqu'à présent, que par des excavations dispendieuses et en y employant un temps considérable.
Ces considérations n'avaient point échappé au génie du ministre qui fonda le port de Brest : Le célèbre Vauban »[7]

En 1822, le port de commerce de Brest se situe à l'intérieur de l'arsenal militaire. Cette situation pose problème à la fois à la population et à la Marine. Les installations sont de tailles insuffisantes pour permettre le développement du commerce brestois et la Marine de Guerre pourrait récupérer les quais du port marchand si celui-ci venait à quitter l'arsenal. Bien avant 1822, des projets de nouveau port avaient été proposés.

2 – Les différents projets proposés avant 1822.

La marine et les marchands de Brest souhaitent depuis longtemps que le port marchand quitte l'Arsenal. Cette nécessité a fait émerger différents projets. Porstrein est le lieu privilégié pour l'établissement du nouveau port (voir carte).

« On donne le nom de Porstrein à la portion de terrain comprise entre les fortifications de Brest et la mer [...]. Quelques maisons, quelques fours à chaux et une petite crique dans laquelle on répare les navires de commerce, sont les seuls établissements qui existent sur cet emplacement qui est maintenant la propriété du département de la guerre [...]. C'est cette portion du rivage de la mer dans le voisinage de Brest qui avait été indiqué par le maréchal de Vauban pour rétablir le port de commerce.»[8]

En 1785, l'architecte de la Marine, Monsieur Trouille propose d'établir le port de commerce à Portrein.

« Le premier projet qui a été fait pour l'établissement d'un bassin de commerce à Porstrein date de 1785 [...] et se rattache à de vaste projet qui a été fait pour être construit sur

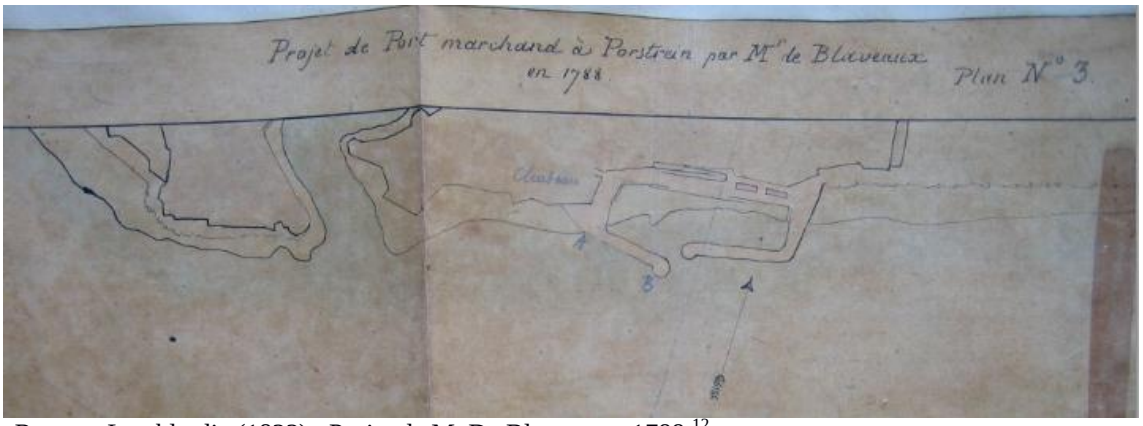
7 Archives Départementales du Finistère, Quimper, Cote : 16S1 non coté, Lamblardie, « Rapport sur les travaux à faire au port de commerce de la ville de Brest », 1822
8 Ibid

l'emplacement du château de cette ville que l'on suppose et devoir être démoli. La superficie du bassin est d'environ de 50000 mètres carrés, le développement des quais d'environ 1200 mètres.»[9]

Rapport Lamblardie (1822) : Projet de M. Trouille en 1785. [10]

En 1788, Messieurs De Blaveau et Desfour, officier du corps royal du génie militaire, proposent un second projet :

«La superficie de ce bassin n'est que de 31000 m² et le développement des quais est d'environ 820m. Le projet est approuvé par M de la Luzerne, alors Ministre de la Marine et a reçu un commencement d'exécution en 1788 et 1789 mais les circonstances de la Révolution en ont suspendu les travaux et il ne reste des ouvrages exécutés qu'une digue en pierre perdue qui découvre à marée basse de vive-eau d'environ 1 mètre 60 sur une longueur de 200 mètres et une largeur de 15 à 20 et dont les matériaux ont été en partie disséminés par l'effet de la mer.»[11]



Rapport Lamblardie (1822) : Projet de M. De Blaveau en 1788.[12]

En 1792, le troisième projet est proposé encore une fois par Monsieur Trouille.

«[Ce projet] se rattache encore à des plans de grandes constructions sur l'emplacement du

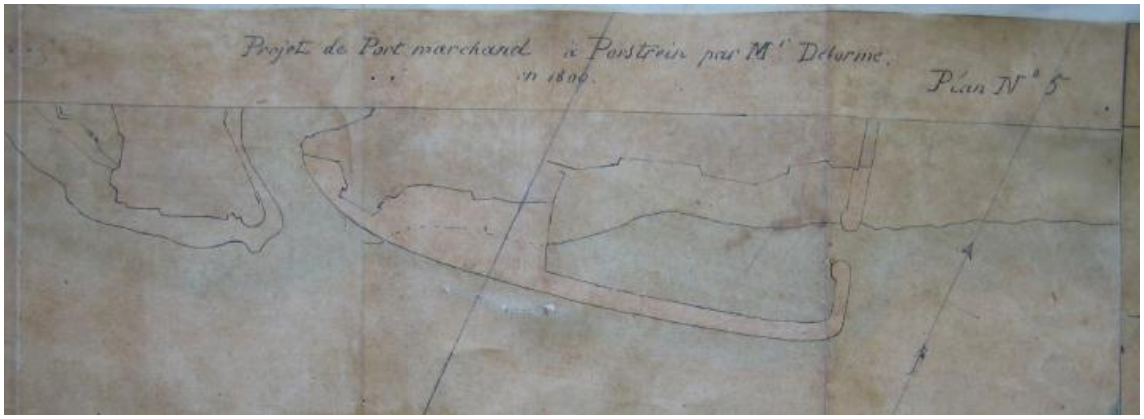
9 Ibid
10 Ibid
11 Ibid
12 Ibid

château. la superficie du bassin est de 60000 mètres carrés le développement des quais et de 1200 mètres. »[13]

Rapport Lamblardie (1822) : Projet de M. Trouille en 1792.[14]

Le quatrième projet date de 1800 ; il est de M Delorme, ingénieur en chef des ponts et chaussées alors directeur des travaux maritimes[15] à Brest.

« La superficie du bassin est de 121000 mètres carrés. Le développement des quais est de 1400 mètres en supposant que l'on se revêtit d'un quai la rive du côté de la ville ce qui n'est point indiqué dans le dessin. »[16]



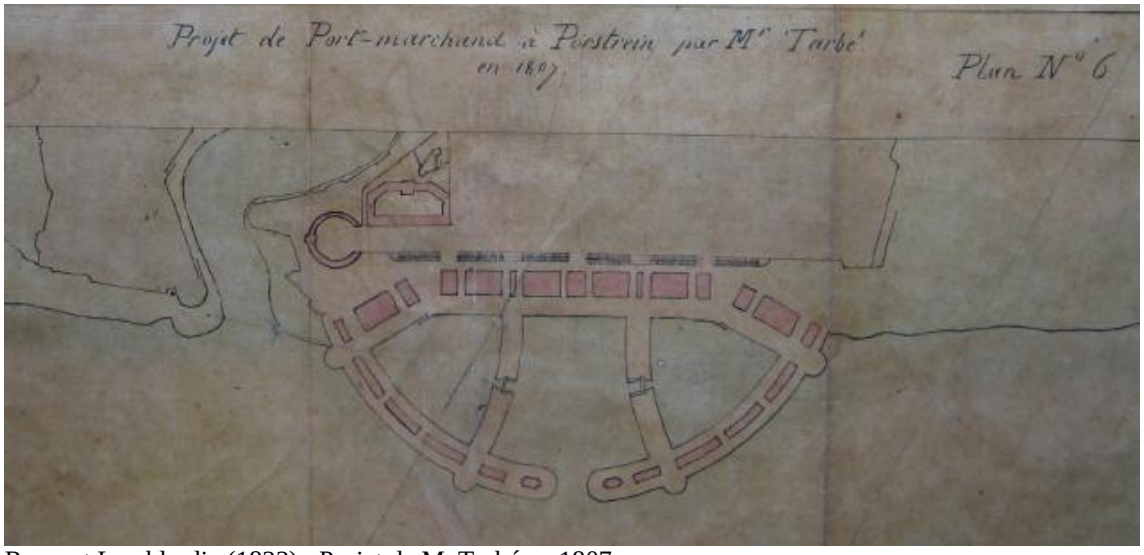
Rapport Lamblardie (1822) : Projet de M. Delorme en 1800.[17]

Le cinquième projet date de 1807. Il est de Monsieur Tarbé, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées alors directeur des travaux maritimes à Brest. Cette proposition est originale dans la mesure où elle propose trois bassins, dont un principal et deux autres reliés à celui-ci par des écluses. Les quais sont déjà pourvus de bâtiments.

La superficie des Trois Bassins qui le composent est d'environ 209800 mètres carrés le

13 Ibid
14 Ibid
15 Établissement chargé de l'entretient et de l'aménagement des infrastructures de la Marine
16 Archives Départementales du Finistère, Quimper, Cote : 16S1 non coté, Lamblardie, « Rapport sur les travaux à faire au port de commerce de la ville de Brest », 1822
17 Ibid

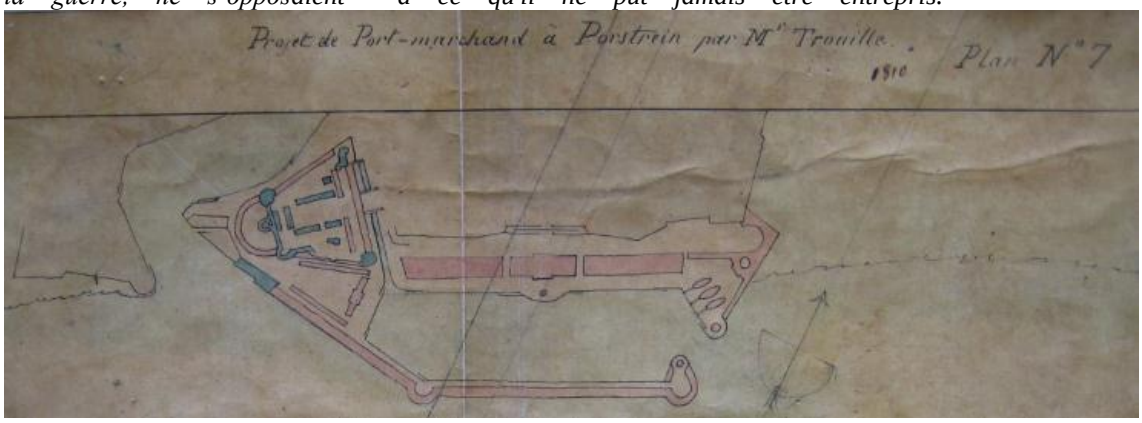
développement des quais est de 2300 mètres.[18]



Rapport Lamblardie (1822) : Projet de M. Tarbé en 1807.

Le sixième projet (1810), encore une fois rédigé par Monsieur Trouille, ingénieur en chef des ponts et chaussées, alors directeur des travaux maritimes à Brest.

> *La superficie est de 86000 mètres carrés ; le développement des quais et de 1400 mètres. [...] On y trouve tout ce qui peut être nécessaire aux besoins de la marine marchande et son ensemble ne laisserait rien à désirer si la difficulté de le mettre à exécution, tant sur le rapport de la dépense que sous celui des obstacles que pourrait y mettre le département de la guerre, ne s'opposaient à ce qu'il ne pût jamais être entrepris.* [19]



Rapport Lamblardie (1822) : Projet de M. Trouille en 1810.[20]

Ce tableau récapitule les différents projets de port marchand. On notera que l'ordre de grandeur des quais est de 1000 m environ dans cinq des six projets, bien supérieur au 477 m présent en 1822. Par contre, les superficies des bassins peuvent varier du simple au sextuple.

Date du projet	Auteur	Superficie Bassin	Longueur Quais	Travaux exécutés
1785	Trouille	50000 m^2	1200 m	non

18 Ibid
19 Ibid
20 Ibid

1788	De Blaveau	31000 m^2	820 m	oui
1792	Trouille	60000 m^2	1200 m	non
1800	Delorme	121000 m^2	1400 m	non
1807	Tarbé	209800 m^2	2300 m	non
1810	Trouille	86000 m^2	1400 m	non

Des 6 projets élaborés entre 1785 et 1810, un seul aura eu un début de réalisation. Il s'agit du projet de Monsieur de Blaveau. Les différents projets montrent aussi une volonté de l'État d'améliorer le fonctionnement de l'Arsenal en déplaçant le port marchand hors de l'enceinte militaire. Les troubles politiques dus à la Révolution Française ne permettront pas la réalisation des différents projets. Cependant monsieur de Lamblardie ajoute un autre argument à l'abandon du projet de Monsieur de Blaveau :

> *« Les événements de la Révolution ne sont pas les seules causes qui aient fait renoncer ; le principal motif qui a déterminé les successeurs de Monsieur de Blaveau à présenter de nouveaux projets et l'insuffisance du premier pour remplir son objet. »*

En effet les projets suivant sont beaucoup plus ambitieux que celui de celui de Monsieur De Blaveau. Monsieur de Lamblardie ne partage pas cette idée en faisant référence à la longueur et à la superficie du port à son époque :

> *« La superficie actuellement accordée aux besoins du commerce n'était que de 22000 mètres carrés et la longueur des quais de 477 mètres. Cependant cette superficie de bassin et cette longueur de quai suffisent à la quantité de navires marchands qui arrivent à Brest dans un moment que l'on peut regarder comme celui du maximum de commerce que fera jamais cette place. »*[21]

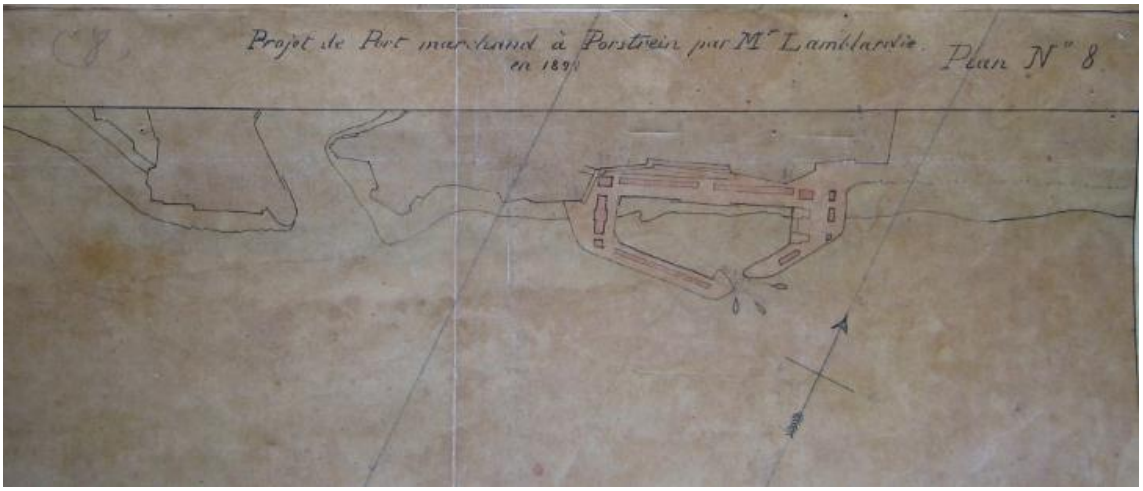
Monsieur Lamblardie propose donc de reprendre le projet de Monsieur de Blaveau en y apportant quelques modifications.

3 – Projet de Monsieur de Lamblardie en 1822.

Si monsieur Lamblardie pense que les dimensions du port de Monsieur de Blaveau sont suffisantes pour le futur port marchand, l'entrée de la passe n'est pas bien orientée pour que les navires puissent rentrer sans danger dans le port. Il reprend donc le projet 1810 pour placer la passe sur le côté Est du port et en explique les avantages dans son rapport.

> *« On a cherché en conséquence dans l'esquisse ci-jointe [...] à remédier aux inconvénients signalés plus haut.[…] En adoptant à peu de chose près les dimensions de Monsieur de Blaveau pour la superficie des bassins et le développement des quais, elle présente des dispositions telles :*
> *Que l'entrée serait possible par tous les vents régnants. [...]*
> *Que les bâtiments qui ne peuvent supporter l'échouage trouveraient le long du quai un emplacement commode et bien abrité. Enfin que le commerce trouverait autour du bassin des espaces suffisants pour le placement des magasins et chantiers nécessaires à ces opérations […]. »*[22]

21 Ibid
22 Ibid



Rapport Lamblardie (1822) : Projet de M. Lamblardie en 1822.

Dans la conclusion de son rapport, Monsieur de Lamblardie étudie les deux prolongements possibles dans un futur proche :

> *« Dans le cas où il serait décidé que l'on dût renoncer définitivement à déplacer le port de commerce du local qu'il occupe maintenant, il faudrait s'occuper immédiatement de la reconstruction de ses quais. »*[23]

Le directeur général des Ponts et Chaussées devra alors prendre toutes les dispositions pour permettre une réparation d'urgence des quais du port marchand présent dans l'arsenal.

> *« Dans le cas contraire, on pense que les documents contenus dans ce rapport suffisent pour éclairer le Conseil Général des Ponts et Chaussées, [...] il faudrait encore que Monsieur le Directeur Général de cette administration eût la beauté d'accorder une somme de 1000 à 1200 francs pour faire lever des plans, sonder, nivellement et autres travaux nécessaires à sa rédaction. »*

Le 10 février 1825, monsieur Lamblardie se réunit avec le chef de bataillon au camp royal du génie et ingénieur en chef de la place de Brest, monsieur Tinseau afin d'examiner son projet pour établissement d'un port de commerce dans l'emplacement de Porstrein. Le projet de construction d'un nouveau port ne semble donc pas abandonné par l'administration.

Le rapport donne les éléments constitutifs du ports : môles/quais, bassin, chantier, cale de construction.

> *« Les dispositions principales de ce projet consiste dans un bassin d'environ 41000 mètres carrés de superficie dont la figure est un pentagone irrégulier ayant son grand côté parallèle à une ligne passant par les angles saillants des bastions est situé à 62 mètres 50 de distance moyenne du pied de la fortification. Ce bassin doit être fermé du côté de la mer par un môle en maçonnerie construit sur enrochement laissant entre leurs extrémités du côté du large un espace vide suffisant pour le passage des bâtiments. Un chantier et des cales de construction doivent être placés à l'extrémité ouest de ce bassin. »*[24]

23 Archives Départementales du Finistère, Quimper, Cote : 16S1 non coté, Lamblardie, « Rapport sur les travaux à faire au port de commerce de la ville de Brest », 1822

24 Archives Départementales du Finistère, Quimper. Cote : 4S sup 16

A ces éléments, s'ajoutent des bâtiments de stockage des marchandises et autres bureaux ainsi que des voies de communication pour relier le nouveau port avec la ville :

> *Des édifices pour servir de magasins, entrepôts des douanes, bureaux, auberge doivent être construits au pourtour des quais [...]. Enfin 2 chemins en rampes doivent être établis pour communiquer ; l'un avec la ville en traversant la pièce et débouchant sur la place du château par la porte de cet ouvrage, l'autre avec la route Landerneau en contournant la fortification.*[25]

Le 21 juin 1825, le comité des fortifications émet un avis qui reçoit une approbation ministérielle le 6 juillet 1825.

> *Le comité après avoir remarqué que la construction d'un port de commerce à Brest, d'après les dispositions arrêtées par les chefs de service, ne paraît pas devoir nuire à la défense [...] est d'avis que toute décision sur l'établissement d'un port de commerce à Brest doit être suspendu jusqu'à qu'il ait été rédigée [...] un projet détaillé de ce port.*[26]

Selon les documents disponibles, les autorités locales ne sont pas conviées à ce stade à l'élaboration du projet de port. Pour la population brestoise, la création d'un port à Porstrein, ne pourra se faire que lorsque les deux rives de la Penfeld seront réunies par un pont. C'est ce qu'affirme le conseil municipal en 1822[27].

En 1847, l'ingénieur Hellocq élabore un projet détaillé avec plans et description précise des travaux à entreprendre. Ce rapport va être remis aux autorités compétentes dont le conseil général du Finistère. On retrouve également dans les archives départementales une délibération du conseil général du Finistère de 1849.

> *Le conseil général a examiné avec un vif intérêt les premières études qui ont été faites pour la création d'un port de commerce à Porstrein. Il prie instamment le gouvernement de rectifier ses premières études de manière :*
> *1 - à permettre au navire d'être constamment à flot le long du quai parallèle au rempart.*
> *2 - à augmenter la largeur des quais.*
> *3 – à donner plus d'ampleur aux cales de carénage et de construction.*[28]

En 1854, l'ingénieur ordinaire Garet écrit à l'ingénieur en chef Lepord pour lui signifier qu'il a compulsé toutes les archives des « Constructions hydrauliques de la Marine », anciennement « Direction des travaux maritimes » pour étudier les anciens projets. C'est à partir de ce moment que la construction du port de commerce de Brest prend une tournure définitive.

4 – Conclusion

De nombreux projets de construction d'un nouveau port de commerce à Porstrein ont été élaborés entre 1785 et 1822. Monsieur Lamblardie reconnaît que plusieurs des projets proposés sont trop ambitieux pour la place de Brest. Un port surdimensionné aurait sans doute un coût d'utilisation trop coûteux. Il choisit donc de s'inspirer du port de Monsieur Blaveau dont la superficie du bassin prévu (31000m²), est du même ordre de grandeur dont bénéficie le commerce dans l'Arsenal en 1822 (22000m²). Il opterait

25 Ibid
26 Ibid
27 Brest et la mer (1848-1874), Cloître-Querré, CRBC, 1992
28 Ibid

FIGURE A.13 – El informe Lamblardie (1822) : la genesis del puerto commercial de Brest (Francia).

FIGURE A.14 – Extrait du livre de la SNTP sur la construction du port de Mar del Plata

Wiener y Graux, todos ellos reputados empresarios de obras públicas.

El ingeniero don Juan Sillard es administrador delegado para la América del Sud; la representación de la Sociedad en la Argentina y dirección de las obras del Puerto están a cargo del ingeniero don Juan Caubios.

Obras Contratadas.

El puerto está situado, de acuerdo con la Ley N° 6499, en las inmediaciones del Arroyo del Barco, frente al océano Atlántico, del lado Sud de la ciudad de Mar del Plata, entre el Cabo Corrientes y Punta Mogotes, lugar este último provisto de un faro de gran alcance y de una estación radiotelegráfica.

Las obras a construir son las siguientes:

a) Dos escolleras (rompe-olas) de abrigo que partiendo de la costa llegan hasta las profundidades de unos once metros bajo cero (—11 m.) y forman una rada abrigada en la que se establecerán las instalaciones del puerto;
b) Dragado del antepuerto y de las dársenas de ultramar a treinta pies (—9.15 m.) y de la dársena de cabotaje a veinte pies (—6.05 m.);
c) Construcción de los muelles de ultramar con un desarrollo total de 2234 metros;
d) Construcción de los muelles de cabotaje con un desarrollo de 700 metros;
e) Revestimiento de taludes;
f) Dos muelles para embarcaciones pescadoras;
g) Terraplenamientos a (+5 m.) de los terrenos ganados al mar;
h) Construcción de hangares y depósitos;
i) Edificios para aduana, subprefectura y servicio del puerto;
j) Pabellones para W. C. y mingitorios;
k) Usina eléctrica para luz y fuerza motriz;
l) Usina frigorífica e instalación para preparación del pescado;
m) Instalación de grúas de pórtico y de pared, y flotantes, cabrestantes, básculas y correas transportadoras de cereales;

A.5 Inventaire des sources

Pour rédiger la thèse, nous avons collecté, en France et en Argentine, des documents relatifs aux ports de Brest, Mar del Plata et Rosario.

Les archives du port de Brest sont essentiellement déposées aux Archives départementales du Finistère, à Quimper. Quelques documents, très peu nombreux, sont également déposés aux Archives municipales de la ville de Brest.

Les archives du port de Rosario sont dispersés entre la France et l'Argentine. Une partie importante est conservé à l'ENAPRO de Rosario : le relèvement est en cours et nous y avons participé. Une autre partie est en France : au Centre des Archives Diplomatiques de Nantes (CADN) et aux Archives nationales du monde du travail (ANMT) à Roubaix qui conservent les documents de la Société du Port de Rosario (SPR).

Les archives du port de Mar del Plata sont conservées en Argentine dans des conditions précaires dans les locaux de "Vias Navegables" et aux "Archivos General de la Nacion" à Buenos Aires. En France, des documents sont déposés au Centre des Archives Diplomatiques de Nantes (CADN).

A.5.1 Centre des Archives Diplomatiques Nantes (CADN)

PORT DE MAR DEL PLATA

COTE 132PO/2/91– (DOSSIER 1054) DATE : 1910 - 1919

Jean Caubios

- port de Mar del Plata. né à Montevideo en 1875. Note sur Jean Caubios, ingenieur à la SNTP depuis 1901
- lettre de Sillard a l'ambassade de France. Demande de la légion d'honneur à Caubios.
- lettre de Caubios pour demande de révision du contrat de construction

COTE 132PO/3/89 - (1916)

demande de sursit

- Jean Caubios : directeur – représentant accrédité auprès du Gouvernement Argentin
- Henri Ribet : Chef des services mécaniques et électriques de l'Entreprise
- Maurice Audoire : chef des approvisionnements de l'Entreprise.

COTE 133PO/1/100 - (1920)

Passeports

- Gustave Mathieu : ingenieur travaux du port de Mar del Plata

- Maurice Audoire : chef des approvisionnements de la Sté du Port de Mar del Plata (SNTP)
- Charles Marion : directeur de l'Entreprise dans les années 1930
- Jean Caubios : Directeur de l'entreprise (1909-192?)
- Jean Dupin

COTE 132PO/3/69 (1932)

Démarche de la SNTP en vue de l'agrandissement du Port de Mar del Plata (1932)

- concession obtenu par la SNTP (1933)
- construction d'un quai à -30 pieds pour l'élévateur de grains. Longueur 280m et largeur 100m
- prolongement du quai à – 40 pieds pour vapeur de haute vélocité
- paquebot Normandie
- adjudication (1936)

travaux public en Argentine : proposition allemande

- entretien entre l'ambassadeur et le président Justo sur l'achat de canon 75
- projet de construction du pont Alsina sur le Riachuelo par la SNTP
- projet de loi de contrat privé entre le gouvernement argentin et 3 entreprises allemandes crainte de la SNTP de perdre des contrats
- le gouvernement argentin peine a payer les travaux du port de MdP
- convertibilité des pesos or en pesos « papier »
- article de « La prensa »
- carte visite Charles Marion et Pierre Séré (directeur de la Sté du port de MdP)

Port de Mar del Plata (1924-1929)

- photo panoramica de la darsena submarino (28/08/1928)
- traduction du décret du Pouvoir Executif concernant les travaux pour le ministère de la Marine (22/02/1924)
- carte Maurice Audoire
- nombreuses lettres pour se plaindre du retard de paiement du gvt argentin (1926-1927)
- pression de l'entreprise pour quitter Mar del Plata si la dette n'est pas payée
- règlement du conflit (1928)

PORT DE ROSARIO

COTE 132PO/3/69 (1902-1943)

contrato entre el gobierno y la empresora concescionaria (1902)

- Contrat de concession

Contrat de la concession (1921)

- traduction à propos du contrat du port
- note sur un fait « extrement grave »
- avis d'un avocat à la cour de Paris consulté par la Sté du port de Rosario

Tarifs portuaires (1924-1929)

- décret du président Irigoyen concernant la Sté du port de Rosario sur l'abaissement des tarifs du port. Les tarifs alourdissent le prix des céréales à l'exportation
- les nouveaux tarifs profitent aux producteurs
- annulation de l'augmentation de tarifs de 1924
- nombreux articles de presse

Projet d'agrandissement du port de Rosario (1929-1931)

"Informe de la comision de examen y ajuste de las cuentas de construction y explotacion del puerto de Rosario (30 09 1928)" por Alberto Sicouly, Contador publico nacional

- note sur les difficultés récentes rencontrées au port de Rosario (1929)
- décret autorisant la Sté à émettre des obligations
- décret pour agrandissement du port
- obligations du port de Rosario
- articles de presse : La Prensa (16/04/1931)
- le ministre argentin des Travaux Publics incite les capitaux français à s'investir en Argentine
- après 18 ans de négociation, des travaux dans le port vont être entrepris (1930)
- inspection du Port par l'ingénieur Humberto Canale de la Direction générales de la navigation et des ports.
- obligations du port de Rosario à 5%
- résumé de la sentence arbitrale dans le conflit avec la sté du port de Rosario
- arbitrage plutôt favorable à la SPR (Société du Port de Rosario)
- articles de presse
- publication complète de l'arbitrage dans La Nacion
- tarifs du port pour 1931
- décret du Président Uriburu sur les agrandissements du port de Rosario cote 132PO/3/69

Plan du port de Rosario (septembre 1931)

Port de Rosario en 1931
- rapport annuel 1931
- exportation de céréales
- port de Rosario et les lignes de chemins de fer y aboutissant
- note sur les affrètements
- accès aux ports des différentes compagnies de chemin de fer
- carte de la zona de Barranca
- mapa de la zona de afluencia a puertos con la red de elevadores 1931
- détail de l'exportation du port de Rosario pour 1931
- état comparatif du tonnage pendant les années 1930 et 1931.
- travaux dans le port de Rosario effectués en 1931
- nouvelles locomotives diesel/électrique suisse
- électrification de la translation des grues reconstruction du quai A, écroulé en 1914

Plan du port de Rosario (janvier 1932)

Tarifs portuaires (1933)
- le gvt argentin impose à la sté du Port de Rosario une réduction de ses tarifs
- extrait du rapport du conseil d'administration de la Sté
- nombreux articles de presse
- "las tarifas del puerto de Rosario", signé la Sté du port de Rosario (19/05/1933)

Rapport sur le trafic du port de Rosario pour 1933

Rapport sur le trafic du port de Rosario pour 1935

Rapport sur le trafic du port de Rosario pour le premier semestre 1936

rapport sur le trafic du port de Rosario pour 1936

Rapport sur le trafic du port de Rosario pour premier semestre 1937

adjudication de silos à grain en Argentine – sociétés des grands travaux de Marseille (1937)

Rapport sur le trafic du port de Rosario pour premier semestre 1938

- baisse importante des exportations de céréales en 1938 dû à une mauvaise récolte.
- Surveillance des navires du Reich dans le port de Rosario
- outillage

Conflit entre la SPR et le gouvernement argentins. (1933

- conflit entre la sté du port de Rosario et le gvt argentin
- réduction de moitié des tarifs du port imposé par la force par le gvt argentin (1933)
- demande de la sté envers le gvt français afin qu'il intervienne auprès du gvt argentin
- contrôle des changes des autorités argentines qui empêche la rémunération des obligations des petits porteurs français.

Fin de la concession (1941-1943)

- présentation de « l'affaire du port de Rosario » par le consul de France à Rosario.
- Résumé du contrat de 1902
- possible négociation entre SPR et gouvernement (12/1941)
- courriers Hersent-Stévenin
- la concession ne peut être reprise si un déficit subsiste
- rencontre vice consul des Etats-Unis
- prise du port de Rosario par le gouvernement argentin
- Stévenin, agent de liaison de De Gaulle en Argentine d'où problème avec Vichy.
- télégrammes diplomatiques entre l'ambassade et Vichy
- Articles de « La capitale » du 17/10/1942
- rapport sur la remise prochaine du port de Rosario (1941)
- articles de presse (1941-1942)
- articles des 16-17 octobre 1942, jour de la nationalisation du port.

A.5.2 Archives Nationales du Monde du Travail Roubaix (France)

Les documents concernant le port de Rosario sont déposés dans les fonds de la Société du Port de Rosario (SPR) cotés 211 AQ et dans ceux de la Société de construction des Batignolles cotés 89 AQ.

CONSTRUCTION DU PORT DE ROSARIO

COTE 211AQ 5 ET 6 (1902 - 1908)

- silos et élévateurs (1901)
- grues et cabestans (1901)
- bons et actions de la société du port de Rosario (SPR). Carnet souches. Listes des premiers actionnaires (1902)
- testimonio de la escritura del Puerto de Rosario (1902)
- contrat de travaux entre Hersent et Schneider (1902)
- incendie dans magasin de l'usine (1902)
- règlement du port de Rosario (1903)
- station génératrice, lignes et appareillage. Grues (1903)
- navire de guerre français à Rosario (1903)
- fournitures de M Schneider. Atelier de Chalon, Champagne, Creusot. (1906)
- élévateur à grains. Lettre. Chalon (1906)
- augmentation de l'outillage (1907)
- Muelle de importacion
- prévisions pour les agrandissements futurs

COTE 89AQ 1481 : (1902-1912

- Contrato de 1902 (castellano) Informe
- Plano : Muro de mamposteria sobre pilares (1904)
- "Los intereses argentinos en sus grandes puertos
- Conferencia" de Luis Huergo (1906)
- Reproduccion del articulo por la revista "el commercio" sur la construction du port (1906)
- Conditions prévues pour le rachat de la concession (1908)
- Linea de Ferrocarril Rosario a Puerto Belgrano, informe del Ingeniero Edmundo Soulages (1912)
- Tarifa de derecho. Informe (1911)

SILOS ÉLÉVATEURS

COTE 89AQ 1471 (1936)

Anteproyectos de elevadores terminales (1936)

- Plan - ubicacion caneria de agua existente plan del elevador
- memoria descriptiva
- descripcion de la maquinaria y equipo
- tableau récapitulatif des elevateurs de grains en Argentine
- Plano de la ampliacion de la zona sur

A.5.3 Archives "Vias Navegables" à Puerto Quequen

Le fond "Vias Navegables" est constitué des documents concernant la construction du port de Mar del Plata par la SNTP (1909-1922) d'une part puis de son usage (1922 - 1945). A notre arrivée à Quequen en 2014, les documents étaient stockés dans un local humide et une partie des archives étaient déposées à même le sol. Nous avons contribué à faire l'inventaire sommaire des archives et à en faire une première numérisation. Notre intervention a permis de mettre à l'abri l'ensemble des archives du port de Mar del Plata, aidé par le chercheur Martin Petersen. Un projet de réhabilitation du bâtiment de "Vias Navegables" est actuellement à l'étude.

FIGURE A.15 – Bâtiment de Vias Navegables à Puerto Quequen (Argentine)

FIGURE A.16 – Archives du port de Mar del Plata et du port de Quequen

FIGURE A.17 – Archives du port de Mar del Plata et du port de Quequen

Construction du port de Mar del Plata (Les documents ne sont pas cotés).

- Plan general Mar del Plata (1909)
- Efectos de la tempesta 15-17 abril 1914 en las escolleras del Puerto de Mar del Plata
- Plano escalera de la banquina provisoria (1917)

- Perfil escollera Sud 400-800 (1913)
- Darsena de los Pescadores - proyecto muro de atraque – 1920
- Nivelacion arroyo proximo al frente de la empresa
- Escollera sud - Perfil modificado- Junio 20 de 1914
- Escollera Norte - Perfil desde progresiva 425m en adelante mayo 1920
- Escollera Norte julio 1914
- Proyecto de muelle por la compania argentina de navegacion Angel Gardelia (détail1)
- Escollera Sud - efectos del mar S.E de los dias 28 à 30 de Agosto de 1914
- Anemographe à diagramme perforados
- Escollera Norte - Estado del morro de proteccion despues del temporal de 18-20 agosto 1914
- Nivellement exécutés le 12 juilllet 1919
- Darsena de Pescadores - Proyecto de muro de atraque
- Anexo al acta de replanteo 1911
- Grue titan électrique de 50 tonnes - épure de détermination des charges pendant la rotation
- Arranque de la Escollera Sud - muro curvo de contencion
- Escollera Sud - Effectos causados al frente por el tempora del 13 al 14 nov 1914
- Escollera Norte-sept 1914
- Escollera Sud - Desperfectos causados al frente 18 09 1913
- Proyecto darsena pescadores
- Escollera norte - perfiles - feb 1913
- Escollera sud - desperfectos causados por el temporal 15-21 agosto 1913
- Avant projet grue titan 65 tonnes pour la construccion des quais (1)
- Trazado de las escolleras
- Escollera norte - desperfectos 15-16-17 abril de 1914
- Escollera sud - desperfectos 15-16-17 abril de 1914
- Sondaje escollera sept 1913
- Escollera norte - sondaje efectuado 28 de mayo 1913
- Plan del puerto 1915
- Plan Mar del Plata 1909
- Diferentes proyectos (concurso,1,2) mas sondeaje junio 1914
- Trazado de la primera curva - Escollera sud (2)
- Estacada de servicio - muelle de pescadores - bloques artificiales (7)
- Puente electrio para el embarque de los bloques artificiales (1)
- Grua electrica para el embarque de los enrocamientos (1)

USAGE DU PORT DE MAR DEL PLATA (1922-1948)

- DREYFUS-Casilllas y Galpones (1)
- BUNGE-Silos
- Dragamento darsena submarino 213C - Mexico
- Draga Mexico
- folletos sistema unipolar y bipolar en las instalaciones electricas de a bordo
- Traduccion sobre la rotura de las olas sobre paramentos verticales
- Tablestacas Belval
- Informe relativo al puerto de Amberes
- Articulo revista Fabricas y Talleres-Usos Industriales del propane
- Informe Dragados en terrenos duros
- Analis de tablestacas de acero
- Traduccion-Las escolleras de Humboldt Bay EEUU
- Traducciones-proteccion riberas erosibles-dragados-admistracion puertos cap III y IV
- Puertos y diques italianos
- Obrador de bloques
- Firma Catuogno y Cia
- Antecedentes historicos y legales del puerto quequen
- Draga 109-C
- Draga 2013-C
- Chata 304-B
- Chata 333-B
- Chata 334-B
- Chata 331-B
- Carenaje Chatas 331B - 334B (17)VNQ 73 –
- Informe relativo a defensas flotantes utilizadas en los nuevos muelles
- Los elevadores de granos en la Republica Argentina
- "OCEANICA" Compania de pesca e industria SL tda (1940)
- Detalle de los elementos necesarios para dedicar a la explotacion portuaria : Grua portico para muelles, Guinche para varadero, Aparejo de traccion (1946)
- Cooperativa MARPLATENSE de Pesca Proyecto mercado de ventas en banquina de pescadores (1948)
- Modificacion del recorrido del tranvia en la zona del puerto (1948)
- Solicita concesión fracción terreno en
- Darsena de Pescadores del Puerto de Mar del Plata para instalacion exposicion y venta de conservas de pescados, etc (1946)

Plan de la grue Titan de 50 tonnes.

Une grue Titan de 50 tonnes a été construite à Givors en 1909 et expédiée à Mar del Plata en pièces détachées. La grue était accompagnée de nombreux plans permettant le montage et les réparations. Quelques 137 plans de cette grue sont déposés aux archives de "Vias Navegables". Une grande partie d'entre eux a été numérisée et a fait l'objet de deux communications.

A.5.4 Archivos General de la Nacion (AGN) - Archivos del MOP (Paseo Colon, Buenos Aires)

On trouve dans les fonds déposés aux Archivos General de la Nacion (AGN) les archives du ministère des travaux publics (Ministerio Obras Publicas - MOP).

MUELLES PARTICULARES

caja 127 - carpeta 5877
Lloyd Commercial - muelle Lloyd (1907)

caja 363 - carpeta 1586
Muelle Luro (1916)

caja 460 - carpeta 10677
Muelle Lavorante (1918)

CONSTRUCCION PUERTO MAR DEL PLATA

caja 289 - carpeta 6681
Trabajos realisados (1913)

caja 304 - carpeta 242
Modificaciones escolleras (1914)

caja 407 - carpeta 1657
Construccion Puerto (1917)

caja 460 - carpeta 4748
Galpones (1918)

caja 607 - carpeta 16859
Tanque de petroleo (1922)

A.5.5 Archives de l'ENAPRO (Rosario)

Les archives de l'ENAPRO (Ente Administrador Puerto Rosario) contiennent de nombreux documents concernant la construction et l'usage du port moderne de Rosario. Ils sont organisés en "carpetas" ou dossiers. Nous avons participé au premier recensement des sources. Les documents sont archivés dans leurs dossiers numérotés d'origine. Actuellement, les archives de l'ENAPRO ne sont pas ouvertes aux chercheurs.

CONSTRUCTION DU PORT DE ROSARIO

Carpeta T17

Determinacion del caudal del rio Parana frente al Rosario durante la creciente extraordinaria de junio-julio de 1905

Carpeta T57

"Muelle del km 0 al km 1,075" (1909)

- Construcción de pilotes de cemento armado
- Estado de y situacion de los pilares al 31 de enero de 1909
- La SPR emite un nuevo proyecto de union del muelle de mamposteria sobre pilotes con muelle nacional nuevo
- Obrador de los pilotes

Carpeta T66

Iluminación (1910)
Nota de la sociedad relativa a la instalación de lamparas de arco giratorias en la extremidad de cada galpón de exportación.

Carpeta T76

Zona destinada al MOP (1910)

Expediente sobre ubicación del edificio – zona destinada al ministerio de obras publicas Planos del varadero e instalaciones para el MOP

Carpeta N1

Ampliacion norte del puerto (1911)

Muelle tipo 93 – Perfiles del terreno natural Estado de los trabajos al 31 de diciembre 1910

Carpeta T55

Calzadas (1912)

- Edificio para la marineria del resguardo
- obras de sanamiento de Parana
- Camara septica
- Plano general
- demolicion del edificio fiscal y adyacente a la aduana
- Puerto Rosario - Plano demostrativo del estado de las obras al 1er de marzo de 1912

Carpeta N6

Calzadas (1913)

- Ampliaciones al norte
- Vias : precio omitido para la via de 3 rieles a colocar sobre el muelle con piso de madera
- Ampliaciones al norte
- Refuerzo del muelle tipo B y las fundaciones de los dos galpones de 48m
- Puerto de Rosario : saladillo – perfiles
- Ampliaciones al Sud : Construccion de una calzada adoquinada lado N.O de las vias del muelle n°1
- Cabrestantes electricos – Ampliaciones Sud -
- Usina de gaz del MOP – Union de canalizacion para incendio
- Aprobacion de las cuentas correspondientes al año 1906 - «Puerto del Rosario»
- Contratos celebrados por la sociedad del puerto para el ano 1913 con las casas de :
    - A. Bunge y Born
    - General Mercantile conpany Ltd
    - H.C Ehiert
    - Louis Dreyfus y C°
    - Huni y Wormser
    - H. Ford y C°
    - Procter
    - Garrat
    - Marston LTD
    - Weil Hons.
    - Hardy y F Mullenkamp
    - Herbert H Grant y C°
    - Martin y C°

  - Remonda Monserrat y C°
  - Industria Reunidas F.

- Demanda de la West India Oil Company a la SPR (Sociedad del puerto del Rosario) alquiler de depositos para kerozene y nafta.
- Detalles de gastos
- Autorisacion a la SPR a emitir 7575 obligaciones – decreto del 28 de fevrero de 1913.

USAGE DU PORT DE ROSARIO

Carpeta T4

Personal inspeccion (1914)

- Certificaciones mensuales
- Administracion
- Construccion y propiedades particulares en la ribera
- Expropriacion Terrenos
- Vias Ferreas
- Muelles de Mamposteria + plan
- Muelle de Madera D3
- Tren de dragado
- Inspeccion technica en Europa

Carpeta T35

Partes mensuales (1920)

- Vias Ferreas
- Muelle Mamposteria
- Galpones
- Galpones “Sainte Marie”
- dragado
- grúas cabrestantes
- Guinches electricos + photos
- informe sobre las obras
- Memoria del puerto 1919 + plan
- desagües
- calzadas

- varios
- expropiación terrenos

Carpeta T5

Embarcaciones (1928)

- Bunge y Born : ampliar el galpon M
- Durrube frente al galpon 27
- Cia Argentina de Warrants y depositos
- Luis de Ridder Ltda
- Moisseff y Cia : tinglado
- Bunge y Born : ampliar el galpon M y construccion de un tunnel
- Firma Arencra del Parana
- Solar Hill y Cia
- Reconstruccion de delphines frente a los galpones 37 y 38
- Anglo Mexican Petroleum : pavimiento de sus depositos
- Anglo Mexican Petroleum : depositos para aceites lubrificantes
- memorias descriptivas de 3 locomotoras diesel electricas

SILOS ÉLÉVATEURS DU PORT DE ROSARIO

Carpeta T20a

Elevadores en el puerto (1937)

- Muelle Atraque Elevador Sud Puerto Rosario
- Elevador Sud Puerto Rosario : recabe de minas y geologia
- Elevador Sud Puerto Rosario : hormigon armado

Carpeta T20b

Elevadores (1939)

- Pilotaje «Franki» junto al muelle sud en construccion para el elevador terminal de Rosario Sud
- Elevador Rosario Sud
- Muelle Elevador Terminal Sud – Informe de su estado
- Ampliacion relleno Zona Sud frente al elevador sud – Eleva proyecto

A.5.6 Archives Nationales - Piereffittes sur Seine

COTE 128AP1/4 (1784)

JOSEPH DE CAFARELLI – PRÉFET MARITIME (1800-1809)

- documents concernant le port de Brest concernant la ville et le port de Brest avant son entrée en fonction 1er mémoire sur la nécessité d'établir un port marchand (1784)
- 2ème mémoire sur la nécessité d'établir un port marchand - approbation du ministre (1784)
- documents concernant le port de Brest apres le départ de Joseph Cafarelli. Lettre de Trouille, ingénieur en chef des travaux maritimes. 13 août 1810
- documents concernant le port de Brest apres le départ de Joseph Cafarelli. Lettre à Léger, préfet maritime, sur les constructions du port. 4 mars 1812
- notes sur le port de Brest (plan) 1800-1806. Rapport sur le volume d'eau qui entre dans la rade de Brest par le goulet selon les diverses hauteurs de marée direction des courants en rade. Réflexion sur les bassins de Brest. Notes sur les bassins de Brest – de la main de J Caffarelli, préfet maritime de Brest. Triangulation de la rade de Brest, levée en 1817 par M Planque, ingénieur géographe. Plan de la rade de Brest en 1806
- plan des ateliers en métaux de la direction des Constructions navales (23 mars 1844). Plateau des capucins, projet de de la grue du môle

A.5.7 Archives départementales du Finistère

Projet du futur port de commerce de Brest (1825 -)

COTE 16S1 "NON COTÉ"

Rapport Lamblardie : procès verbal de conférence sur un projet de port de commerce à établir en avant de Porstein (1822).

COTE 4S16SUP

- **documents relatifs au futur port de commerce (17/04/1825)**
- **correspondance (1844 - 1849)** - délibération du conseil général du Finistère au gouvernement pour la construction d'un futur port de commerce
- **avant-projet pour la création d'un nouveau port de commerce (1854 -)** - lettre de l'ingénieur ordinaire à l'ingénieur en chef (26/10/1854) : l'ingénieur ordinaire devra compulser tous les documents concernant le port de commerce à Porstrein aux archives des constructions hydrauliques de la marine - détail estimatif de la dépense (1854) - création d'un parc à charbon (1854) - étude de la rade ; dragage du banc de Saint-Marc (1854) - demande d'un avant-projet (08/04/1856) - études préparatoires du port de commerce (19/05/1856) - l'ingénieur en chef : demande de la marine de déposer du déblais dans l'anse de Porstrein (14/10/1856) - plan de l'anse avec le dépôt des déblais (1856) - avant-projet de l'ingénieur ordinaire De Carcaradec ; mémoire pièce n° 23 (28/11/1856) - avant-projet de l'ingénieur en chef (12/12/1856) - pièce n°24 (1856) - lettre du préfet du 31/03/1857 - rapport de l'ingénieur ordinaire : " création d'un nouveau port de commerce à Porstrein" - désignation des membres de la commission nautique qui auront à statuer sur le projet de port (1857) - examen d'une nouvelle disposition du tracé du quai (1857) - avis de la remise des pièces à la commission nautique (21/07/1857) - compte rendu du résultat des deux premières séances (29/07/1857) - emploi des déroctages provenant de l'anse du Salou (28/04/1857) - plan général ; plan n°4 (28/11/1856) - plan : quai de rive (détails) ; plan n°8 (28/11/1856) - plan n°12 (28/11/1856) : cale de débarquement et plan incliné d'échouage - bassin de carénage - plan n°15

COTE 16S2

- **avant-projet pour la création d'un nouveau port de commerce – avis de l'ingénieur ordinaire sur les dispositions de la conférence mixte (1857)** - examen des avant projets par la commission nautique et la conférence mixte - disposition proposée par la commission nautique : creusement du port à 9m, môle du large, jetée intérieure, jetée de l'ouest, tirant d'eau des paquebots qui font le services transalantiques (6m10 à 6m50), tirant d'eau du «Great Eastern» 8m50 - nouvelle disposition proposée pour faciliter la sortie. suppression demandé de la passe de l'est

-demande de bassin d'écluse - dispositon proposée par la conférence mixte - dispositions demandées par le génie militaire - disposition demandées par la Marine - nécessité d'examiner le port au point de vue de l'établissement d'un service transalantique - dépense à faire pour l'établissement demandé par la Marine - utilité de commencer les travaux promptement ; demande d'un crédit pour 1858 - extraction du Salou : demande de fixer la position du môle du large

- **avant-projet pour la création d'un nouveau port de commerce – Avis de l'ingénieur en chef sur les dispositions de la conférence mixte (1857)** - reporter vers le large les jetées extérieures pour parer à l'agrandissement des navires - disposition de la passe d'entrée ; approfondissement du port dépenses - matériaux à fournir par la marine - les travaux doivent être commencés en 1858

COTE 4S17SUP

- **avant-projet pour la création d'un nouveau port de commerce (1858 -)** - avant-projet comparatif et sommaire dressé en exécution de la dépêche ministérielle du 26/03/1857, pour être soumis à la commission nautique et à la commission mixte des travaux publics. Rapport de l'ingénieur ordinaire - avant-projet pour la création d'un nouveau port de commerce - rapport de la commission nautique (04/09/1857) - avis de l'ingénieur ordinaire sur les nouvelles dispositions proposées par la commission nautique ou réclamée par les services représentés à la conférence mixte au premier degré (15/09/1857) - avis du directeur des fortifications (02/10/1857) - avant-projet dressé en exécution de la dépêche ministérielle de 1858 et conformément aux prescriptions de la commission mixte des travaux publics (28/06/1858) - avant-projet contenant les modifications introduites suite aux enquêtes du 23 mars 1859.
- **distribution générale des travaux du port - commission nautique (1861 - 1862)** - arrêté préfectoral (05/06/1861) - avis de la commission nautique - rapport de l'ingénieur en chef (18/07/1862) - copie d'une dépêche du ministre de la marine et des colonies pour le vice-amiral, préfet maritime - lettre du préfet à l'ingénieur en chef - commission nautique : que la jetée du Sud soit assez grande pour recevoir un parc à charbon

COTE 16S3 "NON COTÉ"

- **Projet définitif (1859)** : exposé à l'appui de l'avant projet du port de Brest modifié conformément aux indications du conseil général le 27/01/1859 (Ingénieur en chef, Maitrot de Varennes et Ingénieur ordinaire M De Carcaradec) - Projet définitif conforme aux dispositions arrêtées par le conseil général des Ponts et Chaussées – Plan général (9/02/1859) - Plan général et profils en travers dressé par l'ingénieur ordinaire M De Carcaradec le 29 mars 1859. Vu par le conseil d'état le 10/08/1859

Construction du port de Brest (1855-1873)

COTE 4S16SUP

- **autorisations de voyage d'étude** - autorisation pour l'ingénieur en chef de visiter les principaux ports de la Manche et de trois ou quatre grands ports d'Angleterre (1860) - autorisation pour l'ingénieur ordinaire de visiter les principaux ports du midi de la France (16/06/1860)

COTE 4S17SUP

- **distribution générale des travaux du port : conférence mixte du second degré** - lettre de l'ingénieur en chef (10/07/1861) - commission mixte - instructions au second degré - avis du directeur des travaux hydrauliques et bâtiments civils de la marine (22/02/1861) - avis de l'ingénieur en chef du chemin de fer (22/02/1861) - avis du directeur d'artillerie (22/07/1861) - avis du colonel directeur d'artillerie de marine (27/02/1861) - projet - avis du directeur des fortifications - avis de l'ingénieur en chef des travaux du port - rapport de l'ingénieur en chef (19/05/1861) ; 1ère fois que la construction d'un bassin à flot est envisagée ; décret approbatif du 26/04/1862

COTE 4S1SUP

- **construction des quais (1861)** : premier projet de l'ingénieur en chef - projet présent : urgence - projet de détail conforme à celui de l'ensemble - description générale - division des quais entre les trois genres de mouillage - les quais échouages - les quais de mouillage moyen - les quais deux grands mouillage - cale et escaliers - Système de construction et d'exécution
- **achèvement du bassin n°3 (1873)** - plan général du port de Brest (11/06/1873) - M. Fénoux adresse 2 projets pour l'achèvement du bassin numéro 3 (06/09/1872) - l'ingénieur en chef invite l'ingénieur ordinaire a présenté des propositions définitives - deuxième projet ; avec une cale au bois - metré des travaux exécutés - détail estimatif des travaux à exécuter pour modifier la ligne du quai de l'Est en y faisant une cale a bois (19/06/1873) - avis de l'ingénieur en chef (26/07/1873) - premier projet (non approuvé) - plan du deuxième projet - plan du premier projet (non copié)

COTE 4S158SUP

- **Décision de la création du port Napoléon.** décret pour l'exécution des travaux du Port Napoléon du 24/08/1859 - délibération du conseil municipal pour la subvention de 1 million d'euros (30/03/1859)
- **procès-verbal d'adjudication des travaux de construction des quais de l'Ouest du Port Napoléon** - procès-verbal (3/07/1862) - engagement de l'entrepreneur Grand'Homme - affiche d'adjudication
- **établissement d'un bateau pompe** - construction accordée au Sieur Pennors - autorisation du préfet pour l'établissement d'un bateau pompe. (Sert à protéger les navires lors de chauffage de carène et de fumigination) - avis de l'ingénieur ordinaire ; différents articles pour l'attribution (23/07/1865) - lettre de l'ingénieur en

chef au préfet (09/07/1865) - lettre de Pennors à l'ingénieur en chef : proposition - lettre du président de la chambre de commerce à M. l'ingénieur ordinaire Fénoux ; discussion sur le prix de location du bateau pompe - lettre de la chambre de commerce à l'ingénieur en chef Maitrot de Varennes - lettre de Pennors pour un prix de huit francs par jour

COTE 4S27SUP

- **Matériel** : état de situation du magasin - " état des chaux et des ciments délivrés au service étranger au Port Napoléon" (1863-1866)
- État des objets et matières payées sur les fonds du Port Napoléon et fourni à d'autres services (1867)
- **Matériels** : commande de 40 vêtements imperméables et des tuyaux d'air pour les scaphandres ainsi que des casques (1864) - réception y commande des appareils de plongée pour les travaux du Port Napoléon (1865) - instruments provenant du chemin de fer : goniomètre - expédition de scaphandre et 10 vêtements imperméables (1868) - achat d'un rouleau compresseur pour l'empierrement - matériel de l'ancien passage de Recouvrance un grand chaland et 15 bateaux pour les travaux du Port Napoléon (1865) - offrent une locomobile des chemins de fer pour le Port Napoléon (1869)
- **Construction d'un chaland en tôle pour les travaux du Port Napoléon - lettres diverses - correspondance 1859 - 1862**

  le chaland permettait de transporter des blocs de pierre ou des moellons pour la construction des digues et des quais
  - programme devant servir à la rédaction d'un chaland porte pierres
  - devis du chaland par Jollet et Babin (26/09/1859)
  - lettre de l'ingénieur en chef à M. le préfet pour demander la fourniture de six chalands (17/11/1859)
  - programme pour servir à la rédaction du projet d'un chaland (1860)
  - soumissions pour un bateau - chaland en tôle d'Ernest Gouin (11/07/1860)
  - devis d'un chaland (détails supplémentaires) Jollet et Babin (1860)
  - soumissions pour le chaland de Dubigeon, constructeur à Chantonnay près de Nantes - lettre du constructeur où il propose des modifications comme la longueur et la largeur pour respecter la masse des pierres transportées (27/07/1860)
  - rapport de l'ingénieur en chef sur les différentes soumissions
  - lettre du ministre aux préfets : acquisition de chalands à clapets(13/09/1860) ; le ministre demande de rechercher si une entreprise ayant travaillée à Marseille ou à Cherbourg ne pourrait pas construire ces chalands.
- **remorqueur à vapeur pour tirer des chalands afin de construire des digues du Port Napoléon (1860/1861)**
  - programme pour l'exécution et la fourniture d'un remorqueur
  - lettre aux trois constructeurs des remorqueurs

    - Jollet et Babin de Nantes
    - Gouin de Nantes
    - Schneider du Creusot
  - lettre de Schneider pour le remorqueur (16/07/1860)
  - lettre de Ernest Gouin pour le remorqueur plus soumission (devis) (7/07/1860)
  - devis de Jollet et Babin
  - premier rapport de l'ingénieur en chef faisant le bilan des trois offres (09/08/1860)
  - lettre du ministre au préfet (13/09/1860)
  - explication de l'utilisation du remorqueur pour traquer les chalands chargés de pierres ; liens avec les ports de Marseille et de Cherbourg
  - lettre du préfet pour l'ingénieur en chef (19/09/1860)
  - le rapport de l'ingénieur en chef : explication de l'utilisation du remorqueur pour traquer les chalands (09/01/1861)
  - lettre du ministre du commerce et des travaux publics au préfet pour accepter la proposition de Gache, Jollet et Babin (11/02/1861) Gache fournit le moteur et Babin la coque
  - lettre du préfet à l'ingénieur en chef pour l'acquisition du remorqueur (15/02/1861)
  - lettre de l'inspecteur général à l'ingénieur en chef pour la commande d'août une deuxième chaloupe à vapeur pour les phares et balises (19/02/1861)
  - lettre de Jollet et Babin à l'ingénieur en chef (22/02/1861)
  - lettre de l'inspecteur général à l'ingénieur en chef pour une demande de rabais sur la deuxième chaloupe (25/02/1861)
  - lettre de Babin et Gâche : soumissions pour la chaloupe à vapeur
  - lettre de l'ingénieur en chef au préfet (illisible) (12/03/1861)
  - cahier des charges ou de vie d'une embarcation en fer et à vapeur destinée au Port Napoléon sur papier timbré (12/03/1861)
  - lettre du préfet pour commander la chaloupe à Nantes. Le chantier sera supervisé à Nantes par l'ingénieur des ponts et chaussées M. Le Cholos (?)
  - Lettre du préfet à l'ingénieur en chef : remboursement du cautionnement
- **Commande de scaphandre pour les travaux du Port Napoléon (1862-1865)**
  - lettre à en-tête de l'entreprise Cabirol
  - acquisition de deux scaphandres pour visiter et régulariser les enrochements (1860)
    - lettre de l'ingénieur des travaux publics à M. le ministre (24/06/1860)
    - lettre du ministre à l'ingénieur en chef (05/07/1860)
    - lettre de l'inspecteur général à l'ingénieur en chef (09/08/1860)
  - commande et livraison de quatre scaphandres
    - lettre de l'ingénieur en chef au préfet (18/10/1862)
    - lettre de l'inspecteur général, directeur de l'école des ponts et chaussées à l'ingénieur en chef (24/11/1862)

COTE 4S2SUP

- **construction des quais de l'Est et du nord-est . Exécution (1867-1874)** - arrêté acceptant la soumission de Grand homme - lettre du préfet accompagnant cet arrêté - situation des blocs au 01/01/1868 - accident à la cale au bloc (21/03/1868) - lettre de l'ingénieur en chef à l'ingénieur ordinaire Fénoux; fondation des contreforts; risbermes - note de Fénoux sur les résultats des campagnes 67 - 68; pose des blocs de fondation - démolition de la cale aux blocs - pose des blocs de fondation; résumé des opérations - travail à la cale - travail de pose - observations
- **Construction des quais du nord-est (éperon n°3); projet 1865 - 1873**
  rapport de l'ingénieur ordinaire (30/06/1865) - rapport de l'ingénieur en chef (17/07/1865) - devis - avant mètre et bordereau de prix - détail estimatif - plan général - modification des dispositions de lettre au numéro 3; rapport de l'ingénieur en chef -construction des quais du nord-est et du gril de carénage : rapport de l'ingénieur en chef (17/02/1866) -nouvel aménagement du port et déplacement de la gare maritime (11/12/1866)

USAGE DU PORT DE BREST

COTE 4S158BIS SUP

- **Entretien du port de Brest (1876-1901)** - crédit à demander en 1883 pour l'entretien - réfection des mur des quais en 1889 - état des quais et voies d'accès - lestages et délestages du navire - voirie du port de commerce conseils d'hygiène en 1887 - chenal du four; balisage en 1887 - temps de Brest. Relèvement du pavage de la jetée de l'Ouest (17/04/1886) - Platin de carénage - cahier des charges : modification après la mort de Tritschler; reprise par la chambre de commerce - construction d'une forme de radoub à la place du bassin à flot jamais construit (1880) - construction d'une usine de briquettes et d'un dépôt de charbon pour l'entreprise Millouain et St Exupéry; utilisation de trois grues à vapeur - pont à bascule pour peser les wagons (1901) - acquisition d'un ponton pour le transformer en bigue flottante pour faciliter le déchargement des céréales et des pièces lourdes (1918) - dragages partiels; le marché passé avec M. le castor - concession Tritschler : rachat. Rétrocession à la chambre de commerce - entreprise de dragage (1882) - adjudication du 30/11/1881; lestages et délestages du navire - construction d'égouts - concession Tritschler : interprétation du cahier des charges - dépenses d'exécution du port à marée; fixation des dépenses autorisées; construction d'un parc central; pavage est empierrement - parc central de balisage, construction (1876)

COTE 4S152

- **réglementation de la police du port** - procédure de chargement et de déchargement à l'aide de grues (1865) - procédure de déchargement (1868) - réglementation

de la police du port - déchargement des pétroles - pétition pour une demande de relâcher dans l'arrière port (1875) document qui fait suite à la pétition sur le mouillage des navires dans l'arrière port ; vitesse excessive des navires (1880) - modification du règlement du port en 1895 - abus des sirènes à bord des vapeurs de la rade - manutention des matières dangereuses ou inflammables 1922 - révision de l'arrêt préfectoral fixant les délais de chargement ou de déchargement des navires 1925 - contraventions Kerros + plusieurs autres - contraventions pour le pont tournant - déchargement des marchandises 1921

COTE 4S18SUP

BASSIN À FLOT

- **Avant-projet de Bassin à flot (1863) – Rapport ingénieur ordinaire** - emplacement de l'écluse - choix à faire entre écluse simple et écluse à sas - constitution de l'écluse - établissement du ravier - système de construction proposé - batardeau - exécution des maçonneries - épaisseur à donner au mur du batardeau
- **Avant-projet de Bassin à flot (1865) : Rapport de l'ingénieur ordinaire**
  - 1ère partie : disposition générale - exposé - utilité du bassin à flot - dimensions du bassin à flot - position de l'écluse - ouverture de l'écluse - profondeur d'eau : 7m voire 8m (le plus grand transaltlantique : le washington : 6m70) - choix entre une écluse simple et une écluse à sas disposition générale de l'écluse
  - 2ème partie : mode de construction - fondation de l'écluse - construction du batardeau - fondation du mur de quai - étanchéité du bassin à flot - objection prévue contre le mode général de construction proposé - conclusion
- **Bassin à flot** - Plan général du port Napoléon : bassin à flot (22/01/1868) - Rapport de l'ingénieur ordinaire (1868) : discussion autour de la taille des écluses du bassin à flot ; discussion autour des roues à aubes ou des hélices plusieurs navires mentionnés - articles sur les incidents du Great Eastern ; Données sur le tirant d'eau, le tonnage, les moteurs Navire construit pour l'Australie (1868) - Rapport de l'inspecteur général sur les études complémentaires : exposé, étude en réponse aux observations du conseil d'état (05/12/1868) -

COTE 4S156

OUTILLAGE (1920 - 1934)

- **électrification des engins de manutention (24/01/1923)** : demande de taxes (péage) - type de grue électrique ; grue Caillard
- **société générale des houilles et agglomérés** : 2 grues électriques : 5000 kg et 4750 kg - deux grues a vapeur : 1500 kg - quai Nord bassin numéro 5
- **chargement et déchargement des navires - entreprise Jules Heriots** : autorisation de poursuite d'une utilisation d'une grue a vapeur (26/01/23)

- **outillage public de la chambre de commerce (1923 -)** : - acquisition d'outillage de la forme de radoub (02/11/20) - raccordement quai ouest du deuxième bassin à l'arsenal (1923) - acquisition appareil Marot (1923) - électrification des engins de manutention du port de commerce (18/01/23) - acquisition de deux grues électriques Caillard - quai nord du bassin numéro 5 (1923) - prolongement des voies des grues sur le quai (1923) - homologation d'un tarif spécial pour l'usage des grues à vapeur fonctionnant à la benne automatique (22/08/23) -équipement électrique de deux grues Caillard; crédits supplémentaires (02/05/24) - installation d'un cabestan électrique et des poupées de renvoi (1924) - construction d'un atelier de réparation de l'outillage (21/02/24) - remplacement d'un magasin numéro 20 par une construction sur l'éperon n°2 (1926) - réparation de la cale élévatoire (1926) - arrêté du préfet du 19/08/26 sur l'emploi des engins de levage - acquisition d'un remorqueur acheté dans le port de Gand en remplacement du «rad ar mor»(11/10/26) - tarifs des outillages (1926) - acquisition de deux bennes spéciales à charbon pour les grues électriques de 3 t (01/06/27) - acquisition de six nouvelles grues électriques en remplacement des grues a vapeur qui fonctionnait depuis 1916 (1927) - demande de relèvements de taxes de l'outillage public, tarifs (11/02/28) - acquisition du magasin "Nicoleau et Gouriou" situé au nord de la forme de radoub pour servir d'atelier de réparation aux navires (1928) - acquisition par la voie " prestations en nature" de 16 grues sur portique et d'un ponton grue; ce sont des grues allemandes (1929) - entreprise "welter Heerdt A.G" de Dusseldorf : quatre grues de 5 t de type A, six grues de 3 t de type B, six grues de 3 t de type C, 30 bennes automatiques à minerai, phosphates, charbon (1929) - entreprise "Kempnagel Eisenwerk A.G" de Hambourg pour la fourniture d'une grue flottante de 5 tonnes (1929) - installation d'une voie ferrée sur le terre-plein nord du cinquième bassin et déplacement d'une grue (06/12/29) - décret du 24 octobre 1930 autorisant la chambre de commerce à l'acquisition de 16 grues électriques; création du môle de l'Est - acquisition d'un chaland métallique de 300 t pour le transport de fûts de vin de bassin à bassin (1930) - tarifs des outillages (1933) - modification au cahier des charges; concessions outillage publiques (18/07/33), modification assiette, gril, cale, platin - autorisation d'établissement d'un outillage privé : société des houilles et agglomérés (cinquième bassin); trois grues : une grue électrique 5000 kg; une grue électrique de 4750 kg; une grue a vapeur 1500 kg sur voie normale (1934) - plan outillage du port de commerce en 1934 - cahier des charges de l'outillage; décret du 28 juin 1934

UNIVERSITE / SOCIETES
BRETAGNE \ TEMPS
LOIRE / TERRITOIRES

UBO
Université de Bretagne Occidentale

Titre : Modélisation des ports de Brest (France), Rosario et Mar del Plata (Argentine) en tant que macro systèmes technologiques complexes : Application à la modélisation des connaissances pour l'histoire des sciences et des techniques.

Mots clés : Port, histoire, web sémantique

Résumé : Cette thèse s'insère dans le programme du Centre F. Viète "Histoire comparée des paysages culturels portuaires" et porte sur la compréhension de l'évolution scientifique et technologique des ports de Brest (France), Mar del Plata et Rosario en Argentine à l'époque contemporaine. L'hypothèse de recherche est de considérer un port comme un macro-système technologique complexe dont l'évolution spatio-temporelle en tant qu'artefact s'inscrit dans une histoire des sciences et des techniques. Ces artefacts sont considérés comme indicateurs signifiants de cette évolution. L'objectif de cette thèse est de bâtir une histoire comparée des ports, de proposer et de valider de nouvelles méthodes de travail en humanités numériques. Pour satisfaire à ces objectifs, nous avons produit une histoire comparée des ports considérés. Puis, nous avons développé un modèle d'évolution de ces ports, appelé HST-PORT, à partir du méta-modèle SHS, ANY-ARTEFACT. A partir du modèle HST-PORT, nous avons conçu une ontologie de référence, appelée PHO (Port History Ontology). Cette dernière est fondée sur l'ontologie CIDOC-CRM et en reprend donc le modèle évènementiel. Cette ontologie a été évaluée avec succès en reproduisant l'histoire comparée des ports considérés faites par des historiens. A terme, Il s'agit de concevoir de nouveaux systèmes d'information fondés sur ces ontologies et le web sémantique pour indexer, publier et d'interroger des sources historiques afin de produire une histoire comparée.

Title : Modelling of the ports of Brest (France), Rosario and Mar del Plata (Argentina) as Large Technical systems: Application to knowledge modeling for the history of science and technology.

Keywords : Port, History, Semantic Web

This thesis is part of the F. Viète Centre's "Comparative History of Port Cultural Landscapes" programme and focuses on understanding the scientific and technological evolution of the ports of Brest (France), Mar del Plata and Rosario in Argentina in contemporary times. The research hypothesis is to consider a port as a complex technological macro-system whose spatial and temporal evolution as an artifact is part of the history of science and technology. These artifacts are considered as significant indicators of this evolution. The objective of this thesis is to build a comparative history of ports, to propose and validate new research methods in digital humanities. To meet these objectives, we have produced a comparative history of the considered ports. Then, we have developed a model for the evolution of these ports, called HST-PORT, based on the SHS meta-model ANY-ARTEFACT. Based on the HST-PORT model, we have developed a reference ontology, called PHO (Port History Ontology). The latter is based on the CIDOC-CRM ontology and therefore uses the corresponding event model. This ontology has been successfully evaluated by reproducing the comparative history of the considered ports made by historians. In the long term, it will be necessary to design new information systems based on these ontologies and the semantic web to index, publish and query historical sources to produce a comparative history.