

LA FONDERIE DE CANONS D'INDRET. DE QUELQUES MODES DE CIRCULATION TECHNIQUE A LA FIN DU XVIII^E SIECLE

Patrice Bret
patrice.bret@yahoo.fr

0.- Introduction.

L'une des pièces maîtresses que Betancourt rapporta de France en retournant en Espagne à la fin de l'automne 1791 est un luxueux album *in-folio* relié intitulé *Descripción del establecimiento de Yndrid, donde se funden y barrenan los cañones de hierro para la Marina Real de Francia*¹. La graphie espagnole donnée à l'établissement d'Indret a probablement contribué à en occulter l'importance, y compris depuis la renaissance des études "betancouristes" initiée par Alekséi N. Bogoliúbov en Russie et José Antonio García Diego en Espagne². L'exposition de Madrid en 1996 et les recherches mieux contextualisées menées depuis par Irina Gouzévitch ont contribué à en prendre conscience³.

Compte tenu de l'importance de ce document, j'avais engagé le Département d'histoire de l'armement à développer le projet d'une édition trilingue faisant appel à Irina Gouzévitch et aux meilleurs spécialistes des nombreuses questions que cet album soulevait dans plusieurs domaines techniques comme dans les modes de circulation technique. Au-delà de sa valeur artistique et de son intérêt technique direct, le travail de Betancourt me semblait mériter d'être remis dans un contexte aussi crucial que complexe, analysé dans ses choix et jusque dans ses lacunes, et confronté aux autres sources archivistiques disponibles et aux découvertes archéologiques. Remettre cette pièce maîtresse dans son contexte devait permettre de mieux la comprendre et constituer aussi une histoire de la fonderie de canons d'Indret, lieu d'innovation industrielle de la

¹ Cet album manuscrit (textes et planches) est conservé sous le nom "Agustín de Bethencourt y Molina" à la Real Biblioteca du Palacio Real de Madrid, Álbum IX/M/97.

² Voir notamment BOGOLIUBOV, Alekséi N. (1973) *Un héroe español del progreso: Agustín de Betancourt*, Madrid, Seminarios y Ediciones; GARCÍA-DIEGO, José Antonio (1985) *En busca de Betancourt y Lanz*, Madrid, Editorial Castalia.

³ GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio (dir.) (1996) *Betancourt. Los inicios de la ingeniería moderna en Europa*, Madrid, CEHOPU (catalogue d'exposition, ci-après *Cat. Betancourt*).

Marine royale. Avec une ambition moindre, de fait réduite au seul album de Betancourt, la récente édition donnée par Fernando Sáenz, est venue ajourner ce projet, sinon y mettre un terme, par suite de la disparition du Centre des hautes études de l'armement et de son Département d'histoire à la fin 2009⁴. C'est pourtant bien une étude de cas exceptionnelle que mériterait un tel chef d'œuvre, où la politique d'innovation de la monarchie française croise le regard averti d'un ingénieur étranger, sa soif de connaissance et son désir de servir sa propre patrie sur la voie du progrès.

Pour autant, l'existence même de cet album à la Bibliothèque du Palais royal de Madrid n'est pas sans poser une série de questions que l'on pourra réduire ici à la principale: comment un ingénieur étranger put-il rapporter en Espagne dans ses bagages la description détaillée des installations industrielles les plus récentes de la Marine royale de France? Avant de répondre à cette question et aux énigmes que recouvre l'album, il convient, d'une part, de préciser les modes de circulation des innovations dans la fabrication des canons au XVIII^e siècle; d'autre part, de souligner le condensé d'innovations techniques que représentait Indret.

1.- La fabrication des canons au XVIII^e siècle: une révolution mitigée.

La fabrication des canons de bronze connaît au XVIII^e siècle une révolution technique avec le remplacement de la fonte sur noyau, suivie d'un alésage de l'âme grossièrement formée sur le noyau, par la fonte en plein et le forage de l'âme grâce au procédé de Maritz. Selon un type de tradition picturale didactique, Johann Ernst Heinsius (1740-1812) présente en une même vue, dans *La fonderie de Douai* (1776), les phases successives de la production⁵. Une lecture séquentielle complexe permet ainsi de suivre la chaîne opératoire de la fabrication des canons, qui s'achève sur une forerie horizontale de Maritz. Quelques années plus tôt, les planches "Fonderie de canons" de l'*Encyclopédie* ignorent cette innovation⁶.

⁴ SÁENZ RIDRUEJO, Fernando (éd.) (2008) *Descripción del establecimiento de Yndrid, donde se funden y barrenan los cañones de hierro para la Marina Real de Francia*, Madrid, CEHOPU, Ministerio de Fomento, 86 p.

⁵ Reproduite dans DE BEER, Carel (1991) *The Art of Gunfounding. The Casting of Bronze Cannon in the late 18th Century*, Rotherfield, East Sussex, Jean Boudriot Publications, 27.

⁶ Elles ne proposent qu'une "Élévation de l'Alézoir pour Forer et Alézer les Pieces" (pl. XVII).

C'est pourtant là que réside la révolution principale de la fabrication des canons, qui permet de diminuer considérablement les rebuts⁷. Dans une forerie traditionnelle (forerie verticale)⁸, la rotation du foret est assurée par un manège à chevaux, tandis que le canon, retenu par un système de palans, descend lentement par gravité sans se mouvoir sur lui-même. Mais la maîtrise de l'axe est délicate et les âmes déviées sont nombreuses, conduisant au rejet des pièces. Au contraire, dans la forerie à la Maritz, la machinerie assure la rotation du canon autour d'un foret horizontal qui avance en restant fixe sur son axe. Elle est mue soit par un manège à chevaux, avec transformation d'un mouvement de rotation d'un axe vertical à un mouvement horizontal, comme dans celle de Barcelone, construite par Maritz en 1766-1767⁹, soit par une roue hydraulique à entraînement direct, comme douze ans plus tôt à Ruelle, où deux roues actionnent deux bancs de forerie parallèles.

Lorsque Betancourt visite Indret à la fin du XVIII^e siècle, le système Maritz est déjà largement répandu. Mis au point par Jean I^{er} Maritz (1680-1743) en 1714, à Burgdorf et Berne, il est transporté à Genève en 1721 et le fils aîné de l'inventeur, Samuel, installe à ses frais une autre forerie à Berne en 1748¹⁰. Attiré à Lyon en 1734, puis à Strasbourg en 1739, Jean I^{er} finit par vendre son secret à la France en 1745 et équipe la fonderie de Douai (1745-1748), pour le bronze. C'est donc une technique révolutionnaire déjà bien maîtrisée qu'utilise l'artillerie nouvelle de Gribeauval au lendemain de la Guerre de Sept Ans. Enfin, le passage de la technique de l'artillerie de bronze à celle de fer revient à Jean II Maritz (1711-1790), fils et successeur de son père à la tête de ce secteur stratégique. La fabrication des canons de fonte de fer pour la Marine fut donc plus tardivement touchée par cette révolution, qu'elle chercha néanmoins à intro-

⁷ Par exemple, la recette des canons est portée à 97,4% par les Verbruggen à Woolwich, de 1775 à 1782, contre 72,7% pour les canons coulés à noyau par leur prédécesseur Schalh. Cf. MINOST, Lise (2005) "Jean II Maritz (1711-1790) et la fabrication des canons au XVIII^e siècle", *CERMA. Cahiers d'études et de recherches du musée de l'Armée*, hors série n° 2, 47.

⁸ Un bel exemple est celui de Séville en 1758 (Museo naval, Artillería, 25). Cf. *Cat. Betancourt*, p. 211.

⁹ Voir l'album original de Jean Maritz, 1766-1767 (Instituto de Historia Cultural Militar de Madrid, Cartoteca, Álbum 7030) ou sa copie en espagnol (Servicio Geográfico del Ejército, Album 111) et la maquette de sa machine présentée à Charles III en 1768 (Museo del Ejército, Ségovie). Voir aussi l'étude de SEGOVIA BARRIENTOS, Francisco (2008) *Las Reials Drassanes de Barcelona entre 1700 y 1936. Astillero, cuartel, parque y mastranza de artillería, Real Fundición de bronce y fuerte*, Barcelone, Museu Marítim de Barcelona & Angle Editorial, chap. "La Real Fundición de cañones de bronce", 59-83.

¹⁰ Sur l'histoire des Maritz, voir MINOST (2005) et SCHAFROTH, Max F. (1950) *Die Geschützgiesser Maritz: Geschichte einer Erfindung und einer Familie*, Berne.

duire, parallèlement à d'autres innovations au stade de la fonderie (moule au sable, couplage de hauts fourneaux à soufflets hydrauliques pour la production de canons de gros calibre), notamment avec Montalembert à Ruelle et dans la région, comme à Forgeneuve¹¹. Avec Jean II sont équipées tour à tour les fonderies pour les canons de fer, Rochefort et Ruelle (1754-1756), puis Indret (1778).

Mais lorsqu'Indret est créé, le procédé est déjà passé très officiellement en Espagne, avec Jean II, autorisé à équiper Barcelone (1766-1767) et Séville (1772-1773), dans le cadre du pacte de famille liant les Bourbons de France et d'Espagne – entre ces deux puissances, les Maritz n'équipent pas moins de quarante foreries! Il a même gagné aussi officiellement le royaume des Deux-Siciles, où les Bourbons de Naples bénéficient également du transfert, avec l'envoi d'un album de la machine de Strasbourg, dessiné par le capitaine de L'Épine en 1774¹², puis le détachement du général de Pommereul au service napolitain, pour y introduire l'artillerie de Gribeauval. Mieux, le gouvernement du Directoire envoie même Guyon de Pampelonne installer une fonderie à Constantinople en 1796: l'opération n'a finalement pas de suite, mais elle illustre bien la généralisation de cette technique à la fin du siècle. En 1810 enfin, l'ouvrage de Charles Dartein, fils d'un collaborateur de Maritz, achève de répandre et de fixer des procédés qui sont alors en usage dans toute l'Europe¹³. Il en diffuse tous les détails, que les artisans de l'atelier des modèles d'artillerie avaient également réalisés pour Gribeauval entre 1775 et 1785¹⁴.

Cette prolifération n'avait pas utilisé uniquement des voies légales. Sans doute les principes du procédé furent-ils éventés en partie très rapidement. Dès 1725, la Hollande tenta vainement de s'en emparer. En 1749, un ouvrier genevois David Chatel assura le transfert à Turin; en 1758, un allemand Jacob Ziegler en fit autant à La Haye. Mais, officiels ou interlopes, les transferts étaient loin d'aboutir à des résultats positifs. Quand Jean II Maritz arriva à Séville en 1768, par exemple, une machine horizontale installée dix ans plus

¹¹ Sur Ruelle, voir LANGINS, Jānis (2003) *Conserving the Enlightenment, French Military Engineering from Vauban to the Revolution*, Cambridge, Massachusetts, and London, MIT Press, 263-279; MINOST (2005), 94-157.

¹² Service historique de la Défense (Vincennes), Département armée de Terre, 4 W 32.

¹³ DARTEIN, Charles M.S. (1810) *Traité élémentaire sur les procédés en usage dans les fonderies pour la fabrication des bouches à feu d'artillerie et description des divers mécanismes qui y sont établis*, Strasbourg.

¹⁴ Cette collection contient le modèle d'un banc de forage type Maritz opérant un canon de 12 du système Gribeauval (reproduit par MINOST (2005), 33-34). Elle est conservée au musée de l'Armée (voir DECKER, Michel (1989) *Les canons de Valmy*, Paris, Musée de l'Armée).

tôt par Jean Druet existait déjà, mais elle semble n'avoir été d'aucun usage¹⁵. En 1751, l'Espagne s'était tournée vers un système utilisant un principe inspiré de Maritz, mais la rotation horizontale du canon était lourdement assurée par un arbre parallèle dont l'extrémité entraînait une lanterne fixée autour de la partie médiane du canon¹⁶. Un système similaire était proposé par Jan Verbruggen (1712-1781) en 1757¹⁷, mais, à l'issue d'une dizaine d'années difficiles, depuis l'époque de l'acquisition du procédé par la monarchie française, cet entrepreneur parvint à naturaliser l'invention, comme en témoignent les planches accompagnant le *Traité d'artillerie* inédit de David Emanuel Musly (17.-1777)¹⁸. Une fois le procédé bien rôdé aux Provinces-Unies, il le vendit au Royaume-Uni et se transporta à Woolwich avec son fils Pieter (1735-1786) pour l'y installer avec un succès exemplaire entre 1770 et 1773.

Pour autant, les résultats furent très inégaux d'un pays ou d'un établissement à l'autre, d'un type de métallurgie à l'autre. Alors que le rebut de la production des canons de bronze avait été réduit à 2,6% par les Verbruggen à Woolwich en 1775-1782, il atteignait plus de 82% pour les canons de fer coulés aux *Reales Fundiciones de Liérganes y La Cavada!* A tel point que l'Espagne revint à la fonte sur noyau en 1782¹⁹. Résoudre ce cruel problème pour les canons de la Marine de Sa Majesté Catholique pourrait avoir été une motivation particulière qui mena Betancourt à s'intéresser à Indret. Mais le lieu offrait de multiples raisons d'attirer le regard d'un ingénieur.

2.- Indret, lieu d'innovation technique de la Marine royale.

La décision de créer une fonderie à Indret remonte au 11 mars 1777²⁰. Dans le but de faciliter l'équipement de la flotte française en artillerie, un ministre réformateur, le secrétaire d'État à la Marine Antoine Gabriel de Sartine²¹,

¹⁵ MINOST (2005), 52.

¹⁶ "Máquina hidráulica para barrenar cañones fundidos en sólido", Archivo General de Simancas, M.P. y D. XXXV-7. Cf. *Cat. Betancourt*, 213.

¹⁷ Voir la reproduction, DE BEER (1991), 93; MINOST (2005), 47 (original à la Bibliothèque de l'Académie royale militaire de Bréda).

¹⁸ Bibliothèque de l'Académie royale militaire de Bréda. Ces planches forment la base de l'ouvrage de DE BEER (1991).

¹⁹ *Cat. Betancourt*, 213. Cf. *supra* note 7.

²⁰ Sur Indret: Archives nationales, Fonds Marine, B¹, B², C⁷ 325, D³ 33-34.

²¹ Né à Barcelone en 1729, Sartine fut ministre du mois d'août 1774 au mois de juin 1780. Il émigra en Espagne sous la Révolution et mourut à Tarragone en 1801.

décida de transformer le dépôt de bois que son département possédait sur l'île d'Indret –sur la Loire, non loin de l'estuaire du fleuve– en un nouvel établissement pour la production de canons de marine. Le site s'imposait en amont, par la facilité d'approvisionnement en combustible et en matière première (fer et canons de rebut), comme en aval, par la facilité d'approvisionnement des navires de la façade atlantique.

Malgré la guerre qui s'annonçait avec l'Angleterre, la France fit appel à William Wilkinson, frère du grand sidérurgiste John Wilkinson de la Severn, qui y installa en 1777-1778 une fonderie de seconde fusion à l'anglaise, avec four à réverbère et moulage au sable²². L'influence britannique se lit encore dans le premier chemin de fer, établi pour le transport des canons entre la fonderie et la forerie, distantes de plus d'un kilomètre. Faut-il la voir encore dans les roues à dents métalliques qui ont remplacé les engrenages de bois dans la machine à manège pour tourner les canons (pl. XL)? Ce sera aussi le cas dans la forerie à vapeur construite dix ans plus tard, comme encore en 1793 dans la fonderie de canons installée à Chaillot par les frères Perier, où un seul mécanisme entraîne le forage simultané de quatre canons²³. Quoi qu'il en soit, la forerie participait désormais du grand mouvement de mécanisation lié à la métallurgie.

Le 22 avril 1778, l'ingénieur des bâtiments civils de la Marine Pierre Toufaire remit le plan des installations prévues (fig. 1)²⁴. Il s'agit de créer sur le second bras du fleuve, au sud, un réservoir artificiel de 90.000 toises carrées (environ 34 hectares) retenu par des barrages de 5 pieds 6 pouces de hauteur, sur une longueur de 200 toises en amont et 148 en aval. L'usine elle-même est construite sur l'île au bout du barrage d'aval. Approuvé par le ministre Sartine, l'ensemble était livré le 29 mai 1779. Selon le principe des moulins de marée, deux roues de 6,4 mètres actionnaient quatre forets, à raison de deux fois cinq heures par jour, lors du reflux de la marée (fig. 2). Mais, sans compter les nombreux incidents mécaniques, il apparut bientôt que les périodes d'étiage, de crue ou de gel rendaient le fonctionnement de la forerie

²² À la différence d'un haut fourneau, qui traite le minerai, une fonderie de seconde fusion traite des produits déjà fondus, gueuses ou canons de rebut. Voir CHALONER, W.H. (1956) "Les frères John et William Wilkinson et leurs rapports avec la métallurgie française, 1775-1786", *Annales de l'Est*, n° 16.

²³ "Forerie de Chaillot, an II de la République, ateliers des citoyens Perier frères", Portefeuille de Vaucanson, inv. 13571/592 (Musée des arts et métiers, Paris).

²⁴ REYNE, A. (1965) "Un constructeur d'usines métallurgiques au XVIII^e siècle: Pierre Toufaire", *Revue d'histoire de la sidérurgie*, VI:2.

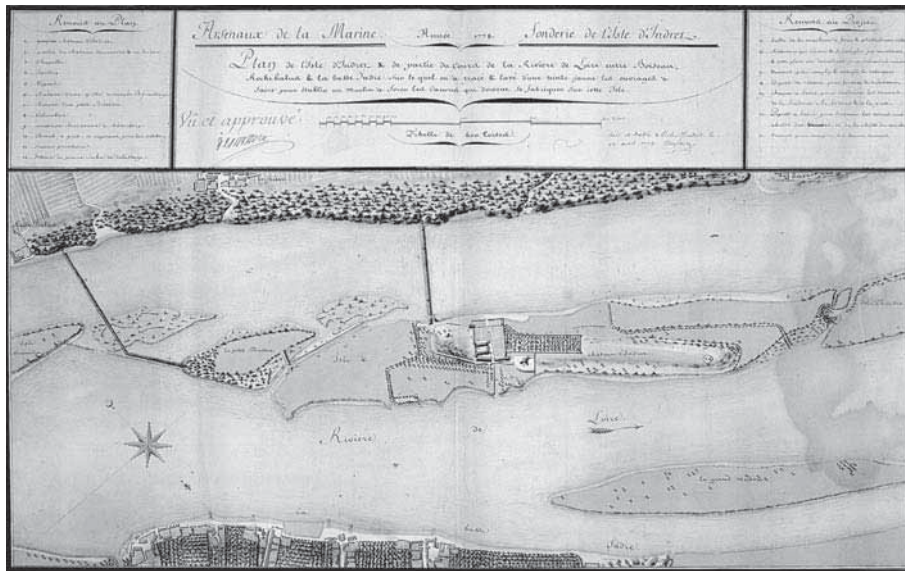


Figure 1. Pierre Toufaire, Fonderie de l'île d'Indret, 22 avril 1778 (Médiathèque de Nantes).

hydraulique trop aléatoire et que l'envasement du réservoir la condamnait irrémédiablement à terme. Elle perdura néanmoins en appont jusqu'en 1828, lorsque l'établissement fut transformé en manufacture de machines à vapeur pour la Marine²⁵.

La rose des vents montre que le plan est orienté au sud-ouest, la rive méridionale du fleuve, ou rive gauche, se trouvant ici en haut. Un fourneau à réverbère et une forerie provisoire sont déjà en place sur l'île. Toufaire propose ici le projet de construction d'une usine et d'un réservoir sur le grand bras secondaire du fleuve, entre l'île et la rive gauche (en haut).

L'établissement, qui ne répondait pas totalement aux attentes du ministre, fut affermé et il fallut envisager d'édifier une nouvelle forerie mue par une source d'énergie plus régulière. Ignace de Wendel, qui visita l'établissement le 7 avril 1780, en devint l'entrepreneur à compter du 1^{er} janvier 1781, et

²⁵ Désaffectée, la forerie fut alors remblayée et transformée en atelier de forge et de serrurerie, puis convertie en chapelle pour le personnel, en 1843, et en église paroissiale, l'année suivante et jusqu'en 1976. Sauvée de la destruction par l'activisme de l'Association Indre - Histoire d'îles en 1996, elle a fait l'objet de fouilles archéologiques de 1998 à 2006 avec la participation des bénévoles de l'Union régionale Rempart et le soutien de la Direction régionale des affaires culturelles. Je tiens à remercier Elisabeth Loir-Mongazon, conservateur départemental, de m'avoir fourni ces renseignements et les reproductions ci-dessus.

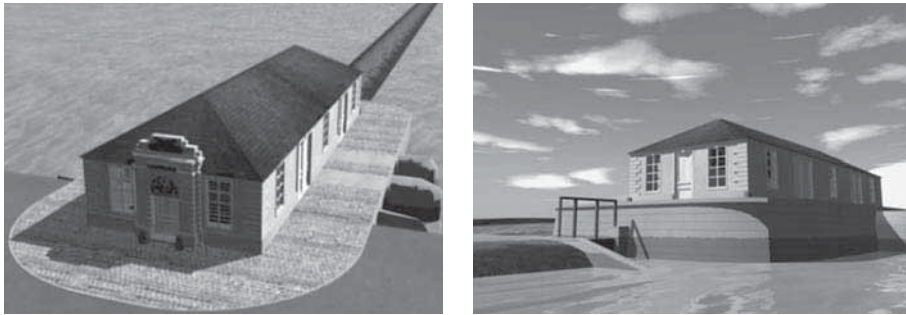


Figure 2. Yves Anfreville (graphisme) et Yann Le Sager (numérisation), Maquette numérique 3D de la forerie hydraulique d'Indret (Association Indre - Histoire d'Îles)

Lamotte (ou Delamotte) remplaça Wilkinson comme directeur d'Indret, poste qu'il occupa jusqu'en 1793. Quant au successeur de Sartine au portefeuille de la Marine de juin 1780 à août 1787, le maréchal de Castries, il tenta de convaincre le géomètre Gaspard Monge, examinateur de la Marine, d'accepter la direction d'Indret en lui faisant valoir que cette situation l'aiderait à marier ses filles. Monge refusa en invoquant son inaptitude à assurer cette charge²⁶. Pourtant il agit bien en maître de forges dans les Ardennes pour le compte de sa femme et plus tard, sous la Révolution, non seulement il fut à son tour ministre de la Marine, d'août 1792 à avril 1793, mais il enseigna la fabrication révolutionnaire des canons, avec Jean-Henri Hassenfratz et Jacques-Constantin Perier²⁷, et publia à la demande du gouvernement révolutionnaire un ouvrage qui ajoutait aux procédés et aux planches de Bénard gravées par Goussier pour l'*Encyclopédie*, mises au goût du jour, les procédés mis en œuvre par les frères Perier à Chaillot²⁸.

Wendel proposa une mutation technique capitale à l'échelle de son entreprise: il s'agissait d'alimenter Indret, non plus de canons de rebut et de fer importé, mais de fonte au coke coulée dans de nouveaux hauts fourneaux.

²⁶ AUBRY, Paul V. (1954) *Monge le savant ami de Napoléon Bonaparte, 1746-1818*, Paris, Gauthier-Villars, 58 (d'après les archives Marey-Monge).

²⁷ *Mort aux Tyrans — Programmes des cours révolutionnaires Sur la Fabrication des Salpêtres, des Poudres et des Canons. Faits à Paris, par ordre du Comité de Salut public, dans l'amphithéâtre du Muséum d'histoire naturelle, et dans la salle des Electeurs, maison du ci-devant Evêché, les 1, 11 et 21 Ventôse, deuxième année de la République Française une et indivisible; par les citoyens Guyton, Fourcroy, Dufourny, Bertholet [sic], Carny, Pluvinet, Monge, Hassenfratz et Perrier*, Paris, Impr. du Comité de Salut public, an 2 [1794].

²⁸ MONGE, G. (an II [1794]) *Description de l'art de fabriquer les canons, faite en exécution de l'arrêté du Comité de salut public, du 18 pluviôse de l'an II*, Paris, Impr. du Comité de Salut public.

Le maréchal de Castries accepta de soutenir ce projet en concourant partiellement au traitement de Wilkinson, chargé de monter le nouvel établissement au Creusot. Après un premier refus du directeur général des finances, Necker, Calonne obtint du roi une promesse de 600.000 livres à la société, le 28 août 1784, et Wendel obtint un prêt de ce montant en février 1786. Mais la faillite des principaux bailleurs de fonds et les difficultés accrues du Trésor royal multiplièrent les entraves jusqu'à l'émigration de Wendel sous la Révolution. Néanmoins, l'association de Wendel avec Perier eut une heureuse conséquence pour Indret. Le devis d'une forerie à vapeur à Indret fut accepté en 1785 et, trois ans plus tard, la première forerie à vapeur de France vint ajouter sept foreries à l'équipement en place. Ainsi, Lamotte put-il résumer l'activité de sa manufacture par la devise qu'il fit inscrire au fronton de la nouvelle forerie: "Terra Fingit, Aether Fundit, Ignis et Aqua Perforant – 1788".

Hors même ses liens avec Le Creusot, l'établissement généralement connu sous le nom de "fonderie royale d'Indret" était donc en fait un complexe regroupant une fonderie de seconde fusion et deux foreries avec une capacité importante. Il apparaissait ainsi légitimement comme l'un des fleurons industriels de l'entreprise de renaissance de la flotte française opérée sous le règne de Louis XVI, entreprise marquée par un esprit de rationalisation et d'innovation technique à tous les niveaux, et qui empruntait toutes les voies possibles, du concours à l'espionnage, en passant par l'invention et la diffusion d'instructions²⁹. L'intérêt de Betancourt pour ce site ne pouvait qu'en être aiguisé.

3.- L'album royal de Betancourt: les énigmes d'un chef d'œuvre.

Les relations entre Indret et Chaillot, manufacture des frères Perier aux portes de Paris, furent étroites dès la fin du ministère de Sartine. En mars

²⁹ LLINARES, Sylviane (1994) *Marine, propulsion et technique: l'évolution du système technologique du navire de guerre français au XVIII^e siècle*, Paris, Librairie de l'Inde, 2 vol.; HARRIS, John R. (1998) *Industrial espionage and technology transfer: Britain and France in the eighteenth century*, Aldeshot, Ashgate; HILAIRE-PÉREZ, Liliane (2000) *L'invention technique au siècle des Lumières*, Paris, Albin Michel (L'Évolution de l'humanité); VERIN, Hélène (1993) *La gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du XVI^e au XVIII^e siècle*, Paris, Albin Michel (L'Évolution de l'humanité). Pour le contexte français, voir BRET, P. (2002) *L'État, l'armée, la science. L'invention de la recherche publique en France, 1763-1830*, Rennes, Presses universitaires de Rennes (coll. Carnot).

1780, Perier précédait Wendel de quelques jours à Indret; le mois suivant, il recevait à Chaillot Toufaire, qui venait de rédiger un mémoire descriptif de l'établissement. En juillet 1781, alors que Wendel était l'entrepreneur d'Indret depuis six mois et que Lamotte y avait remplacé Wilkinson comme directeur, Toufaire, Wendel, Wilkinson se réunissaient chez Perier à Chaillot et le choix du Creusot était décidé pour la nouvelle fonderie de canons destinée à alimenter Indret. Le 10 décembre 1782 était créée la Société Perier, Bettinger et Cie, Wendel et Perier étant spécialement chargés de l'administration d'Indret et du Creusot. En 1787, des machines de rotation à simple effet de Perier étaient installées dans ces deux établissements.

C'est donc une toute nouvelle installation que visite Betancourt, le 16 mars 1788, au cours d'un voyage en Normandie et en Bretagne, du 13 mars au 7 avril. Sa correspondance officielle ne mentionne pas Indret et sa correspondance intime ne nous renseigne guère que sur cette visite éclair qu'il y fit, entre 11 heures et demie et 13 heures. Dans une petite note de voyage rédigée en cours de route et conservée dans les archives familiales, il mentionne brièvement les quatre points qui ont retenu son attention: le tripode, ou chèvre géante destinée à élever les canons de rebut pour les lâcher d'une hauteur considérable et les briser sur d'autres canons; la forerie hydraulique, construite dix ans plus tôt et décrite ci-dessus; la forerie à vapeur, qui entraînait à peine en service; la machine actionnant l'ouverture des fourneaux³⁰.

Avec le cabinet des machines et modèles qu'il avait longuement constitué à Paris, Betancourt rapporta à Madrid un nombre considérable de dessins³¹.

³⁰ "Al día siguiente [16 mars 1788] ... A las 10 y media nos embarcamos, pasamos en una hora a la Isla de Andret. Vimos en ella la maquina o trípode para limpiar los cañones. La que mueve el agua para barrenarlos (aun hasta el calibre de 36). La que están haciendo para la propia movida por una Bomba de Fuego y la que emplean para abrirle los fogones. De esta fabrica salimos a la 1, pasamos en el barco a comer en una posada que esta en la orilla del río, de donde salimos a las 3". Carta n° 3. Notas manuscritas a lápiz de un viaje realizado por José y Agustín de Betancourt y Molina, residentes en París, por Breñaña (France) el día 13 de marzo de 1788. Legajo 9.320 ANBC; publié dans: CULLEN SALAZAR, J. (2008) *La familia de Agustín de Betancourt y Molina: Correspondencia íntima*, Las Palmas de Gran Canaria, Domibari, 77-80; à propos du voyage d'Indret, page 79.

³¹ GOUZEVITCH, Irina (2008) "Le Cabinet des machines de Betancourt: à l'origine d'une culture technique de l'ingénieur des Lumières", communication inédite aimablement communiquée par l'auteur. – Pour le texte issu de cette communication, voir le présent volume, pp. 85-118.

³² L'autre, comportant 44 plans concernant l'artillerie (n° 234-277), était probablement tiré de la documentation sur le système Gribeauval, bien que le nombre de planches ne corresponde à aucune série identifiée.

Parmi ceux-ci figuraient deux albums reliés, dont celui qui nous intéresse ici³², composé des 49 planches en couleurs, présentant avec soin et minutie des plans, coupes, élévations et détails de diverses installations d'Indret (n° 278-326), précédées d'un mémoire descriptif calligraphié de 45 pages qu'il dédia au roi Charles IV le 1^{er} mai 1791, peu avant de quitter Paris.

A l'évidence, l'album n'a pas pu être réalisé à l'occasion de cette visite éclair. Est-ce là le fruit d'un autre séjour à Indret? Plusieurs semaines, voire plusieurs mois de présence sur place auraient été nécessaires et il semble étonnant qu'un tel séjour n'ait laissé aucune trace. Si le tripode destiné à briser les vieux canons et équipé d'un paratonnerre, ou, surtout, la forerie à vapeur tiennent une grande place dans son album, les deux autres centres d'intérêt marqués dans sa note du 16 mars 1788 sont omis: Betancourt ne dessine ni la forerie hydraulique, ni la machine actionnant l'ouverture des fourneaux qui avaient retenu son attention. Sans doute a-t-il opéré des choix et une forerie hydraulique, fût-elle mue par la marée et unique en son genre, n'offrait pas le même degré d'innovation, le même caractère d'originalité qu'une machine à vapeur à rotation capable d'activer sept forets.

Cette double lacune vient certainement à l'appui d'une autre possibilité, émise par Irina Gouzévitch³³: l'album aurait été une contrepartie gracieuse de l'introduction de la machine à double effet par Betancourt, qui avait ainsi livré à Perier, à Prony et à la France la principale innovation industrielle de la période. De novembre à décembre 1788, l'ingénieur espagnol avait fait un bref séjour d'étude en Angleterre. Malgré une visite infructueuse chez Watt et Boulton à leur manufacture Soho, près de Birmingham –ils refusèrent de lui ouvrir les portes de l'atelier des machines à vapeur– Betancourt parvint à observer la machine à double effet installée aux Albion Mills de Blackfriars, à Londres. De retour à Paris, il réalisa bientôt un modèle qu'il montra à Perier et à Prony. Un an plus tard, le 16 décembre 1789, il était en état de présenter sa propre machine à double effet à l'Académie royale des sciences. Enfin, le 17 mars 1791, la machine à double effet de Perier à l'île des Cygnes, construite d'après le modèle de Betancourt, était officiellement mise en œuvre³⁴. La dette de Perier envers Betancourt n'était pas mince...

³³ GOUZEVITCH (2008).

³⁴ PAYEN, Jacques (1967) "Betancourt et l'introduction en France de la machine à vapeur à double effet (1789)", *Revue d'histoire des sciences*, XX:2, 187-198; PAYEN, Jacques (1969) *Capital et machine à vapeur au XVIIIe siècle. Les frères Périer et l'introduction en France de la machine à vapeur de Watt*, Paris-La Haye, EPHE-Mouton.

Or, il se trouve que les équipements d'Indret mentionnés dans la lettre de Betancourt, mais absents de l'album sont justement des équipements antérieurs à l'association de Wendel et Perier. L'album ne représente pas l'établissement, mais les seuls équipements réalisés par les deux associés. Les planches n'auraient-elles donc pas été offertes à Betancourt par Perier lui-même ou par son subordonné Lamotte? L'ingénieur espagnol les aurait alors seulement recopiées ou fait recopier.

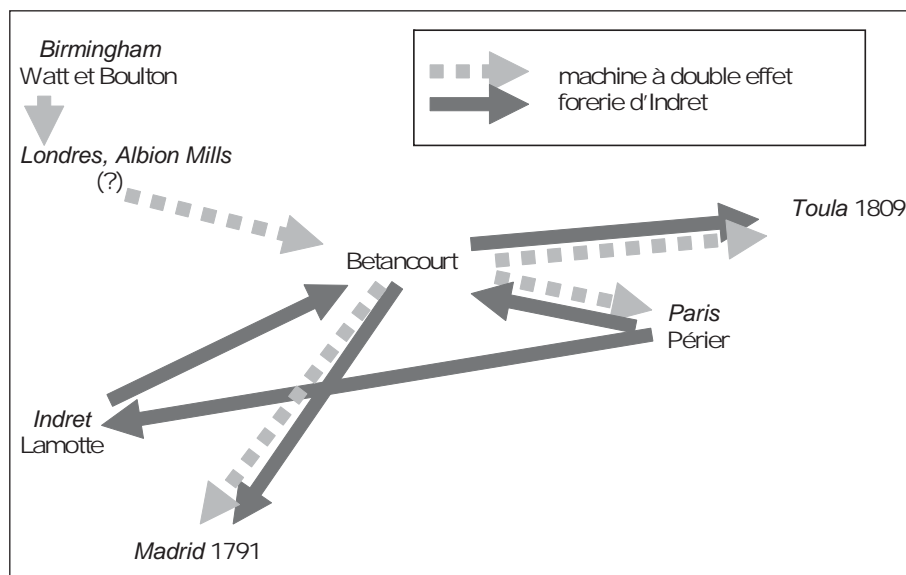


Figure 3. De Londres à Toula: Betancourt, la machine à vapeur et la forerie.

Une autre question émerge alors. Comment la France pouvait-elle laisser de tels documents passer aux mains d'un ingénieur étranger, même en récompense d'un service inestimable?

Au-delà de la nationalité, Betancourt était très bien intégré dans les réseaux scientifiques et techniques de la capitale française, lesquels s'étendaient, on l'a vu, jusque dans les grands établissements industriels à caractère stratégique. Mais il y a plus. D'une part, la redécouverte de la machine à double effet par Betancourt rendait obsolète la machine de rotation à simple effet de Perier, laquelle pouvait donc sans gravité lui être offerte. D'autre part, pour des raisons financières et techniques, l'échec du complexe d'Indret-

Montcenis était sans doute suffisamment patent et ces difficultés suffisaient à garantir qu'un transfert technique à partir de ces seules planches était assez illusoire. En 1788, Le Creusot ne produisait que des fontes cassantes, et donc inutilisables pour les canons³⁵. C'était encore le cas en 1793, malgré toute l'énergie de Wendel et l'espoir vain d'un recours à la science. En septembre 1787, Perier et lui recevaient au Creusot une mission de l'Académie des sciences, composée des meilleurs experts chimistes et métallurgistes (Gaspard Monge, Claude-Louis Berthollet, Alexandre Vandermonde, Antoine-Laurent Lavoisier, Antoine-François Fourcroy) – les confrères de Perier – envoyée à la demande du ministre et rejointe sur place par un spécialiste de l'académie de Dijon, Louis-Bernard Guyton de Morveau. Il s'ensuivit notamment des échanges épistolaires entre Lavoisier et Wendel, celui-ci proposant à celui-là, en mars 1789, de revenir sur place voir les progrès accomplis et lui envoyant des échantillons à analyser³⁶.

De fait, Indret ne répondit jamais aux espoirs du gouvernement et de ses administrateurs. Ainsi, l'établissement devait livrer en février 1790 une commande de 600 canons, coulés en seconde fusion à partir d'un double approvisionnement de fonte au coke en provenance du Creusot et d'Angleterre. Mais tandis que l'usine française se révélait incapable de fournir des produits de qualité, la fonte anglaise qui était débarquée en quantité à Indret (1.217.000 livres en 1789) revenait moins cher³⁷. Pourtant, c'est là un échec du complexe Indret-Montcenis bien plus qu'un échec d'Indret. Betancourt pouvait donc s'enorgueillir d'offrir son album au roi d'Espagne.

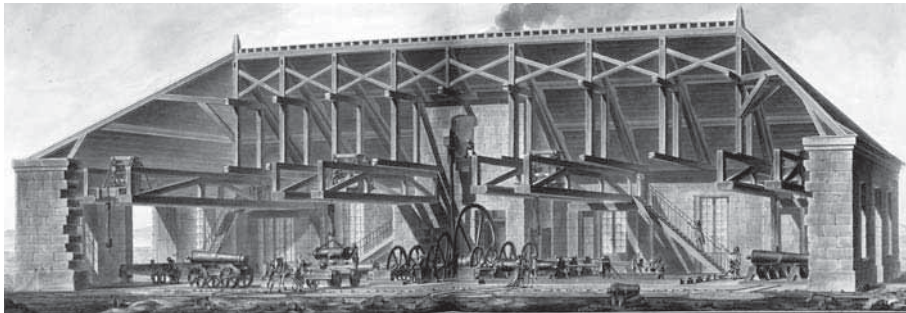
4.- Conclusion.

En récompense de l'importation-réinvention de la machine à double effet par Betancourt, laisser les secrets d'Indret partir dans une Cour alliée de la France n'était finalement qu'une contrepartie bien faible à rendre pour Perier. Somme toute, offrir à un ressortissant d'un pays allié qui venait de rendre cet inestimable service à l'industrie nationale la possibilité de retourner sur

³⁵ WORONOFF, Denis (1984) *L'industrie sidérurgique en France pendant la Révolution et l'Empire*, Paris, EHESS, 336.

³⁶ *Œuvres de Lavoisier. Correspondance*, Paris, Académie des sciences, t. 5 (éd. M. Goupil), 1993, Lettres 890 A-C et 892, 87-92; t. 6 (éd. P. Bret), 1997, Lettres 1133 A et B, 28-32.

³⁷ WORONOFF (1984), 336.



L'usine d'Indret (Biblioteca Real, Madrid, Copyright © Patrimonio Nacional).

place, ou plus probablement encore, de copier un album sur les installations établies sous l'entreprise de Wendel et Perier comportait peu de danger pour la monarchie française.

Mais, par-delà son succès général, Indret, lieu d'innovations multiples, devait intéresser à plus d'un titre un ingénieur aussi avide de connaissances que Betancourt. Il sut réinvestir plus tard ces connaissances, mêlées à bien d'autres acquises au cours de ses voyages et confrontées à ses connaissances et à ses expériences, en les réadaptant à ses besoins, à l'instar du chemin de fer d'Indret, représenté avec force détails, ou de sa machine à vapeur, sans doute encore présente à son esprit lorsqu'il construisit celle de la forerie de Toula en 1809. Mais l'énigme de l'album de la description d'Indret montre que les catégories d'espionnage militaire ou espionnage industriel, trop connotées par notre présent, rendent sans doute mal compte de la complexité des modes de circulation technique et de l'importance des réseaux d'amitié qui recourent les réseaux professionnels et les réseaux de sociabilités³⁸.

³⁸ Voir HILAIRE-PÉREZ (2000); THEBAUD-SORGER, Marie (2004) "Amitiés, entraides et circulations techniques: les affinités électives de l'entrepreneur". In: COTTE, Michel (éd.) *Circulations techniques, en amont de l'innovation: hommes, objets et idées en mouvement*, Besançon/Belfort, UTBM/Presse de l'Université de Franche-Comté, 111-128.