

STEPHANE DRZEWIECKI, CONCEPTEUR DE SOUS-MARINS AU SERVICE DES MARINES RUSSE ET FRANÇAISE (1877-1900)*

CLAUDINE FONTANON

ÉCOLE DES HAUTES ETUDES EN SCIENCES SOCIALES / CENTRE ALEXAN-
DRE KOYRE, PARIS.

fontanon@cnam.fr

Résumé: Cet article concerne les travaux de génie maritime de Stefan Drzewiecki (1844-1938), issu d'une riche famille polonaise européanisée et diplômé de l'Ecole centrale des arts et manufactures de Paris. Concepteur en 1877 d'un prototype de sous-marin à pédale appelé « Podascaphe », l'ingénieur civil ne cessera d'apporter des améliorations à son concept en terme de propulsion d'armement, de manoeuvrabilité, de vitesse et d'autonomie. S'il obtient la construction en série de ses premiers prototypes pour la marine russe, le désintérêt croissant des autorités russes au début des années 1890 l'amène à s'installer à Paris. En 1896, il participe au concours lancé par le ministère de la Marine pour un sous-marin aux caractéristiques bien définies. Le prix qu'il reçoit lui assure une aisance suffisante pour continuer à se consacrer à son activité inventive. Il s'intéresse dès lors à l'aviation naissante et en particulier à la propulsion des aéroplanes et conçoit une théorie des hélices propulsives aériennes. Ces nouvelles recherches le rapprochent de Gustave Eiffel devenu aérodynamicien avec lequel il collabore au Laboratoire aérodynamique d'Auteuil jusqu'en 1920. L'ingénieur

* Nous remercions chaleureusement Carles Puig-Pla de nous avoir invitée à participer au colloque international à Barcelone pour célébrer l'inventeur espagnol Monturiol, en évoquant un autre ingénieur concepteur de sous-marins dans le dernier tiers du XIXe siècle, Stefan Drzewiecki (1844-1938) dont la carrière exceptionnellement longue avait attiré mon attention pour ses recherches en aérodynamique théorique et pour sa collaboration avec Gustave Eiffel au Laboratoire aérodynamique d'Auteuil dans les années 1910.

polonais disparaît en 1938 au terme d'une longue carrière entièrement consacrée à l'invention dans le domaine du génie maritime et de l'aviation.

Mots clés: *inventeur, génie maritime, sous marin, aviation*

Stefan Drzewiecki, submarine inventor for the Russian and French navies (1877-1900)

Summary: This article concerns Stefan Drzewiecki's naval engineering researches. This civil engineer was born into a rich polish Europeanized family and graduated at the Ecole centrale des arts et manufactures in Paris. Inventor in 1877 of a submarine prototype named "Podascaphe", Drzewiecki pursued the improvement of his concept in terms of propulsion, manoeuvring, speed and autonomy. His first prototypes were mass-produced by the Russian navy, but the lack of interest by the Russian authorities in the early 1890s convinced him to settle in Paris. In 1896, he took part in a competition organized by the French Admiralty for a new type of submarine. The prize he received gave him enough freedom to pursue his activities as an inventor. He subsequently took an active interest in airplanes and conceived a propeller theory that drew him closer to Gustave Eiffel, who was himself involved in aerodynamics, and also collaborated with the Laboratoire aérodynamique d'Auteuil. This Polish engineer died in 1938 after a long career entirely devoted to naval engineering and aviation

Key words: inventor, naval engineering, submarine, aviation

C'est dans le cadre d'une problématique proposée par Irina Gouzévitch (EHESS) et André Grelon (EHESS) sur les ingénieurs au service des Princes et des États que nous nous sommes intéressés aux travaux de Génie maritime qui inaugurent la carrière du jeune centralien d'origine polonaise. Depuis nous avons enrichi nos sources sur le long épisode des recherches de Stéfán Drzewiecki dans le domaine de la navigation sous-marine où il se révéla un concepteur pionnier au service de la Marine russe (1877-1892) et plus tard au service de la Marine française (1892-1900).

L'actuel article s'appuie en effet sur des sources imprimées publiées en France ainsi que sur deux biographies, l'une établie par l'historien polonais Aleksander Dobraczynski (ingénieur docteur et ancien président de l'Association des ingénieurs et techniciens polonais en France)¹ et l'autre par un auteur anonyme à l'occasion de l'inauguration à Odessa du monument en l'honneur de l'ingénieur polonais². Par le recouplement des informations de ceux

1. A. DOBRACZYNSKI, *La vie et l'œuvre de Stefan Drzewiecki* ; voir <http://www.academie-polonaise.org/images/stories/pliki/PDF/Roczniki/R9/dobraczynski.pdf>

2. Je remercie chaleureusement Laurent Mazliak de m'avoir communiqué cette précieuse référence AAOMIR, « Association des anciens officiers de la marine impériale russe : « Stéfán Drzewiecki », <http://www.aaomir.net/spip.php?article12>

deux articles nous avons pu établir les débuts de la carrière de l'ingénieur en l'Europe orientale et sa contribution à la conception et à la réalisation des premiers sous-marins russes. Les sources imprimées françaises et des documents d'archives de la Marine française ont fourni les informations sur sa carrière parisienne à partir de 1892. Bien que le présent article concerne essentiellement l'invention des sous-marins, nous évoquerons brièvement les travaux aérodynamiques de Stéfan Drzewiecki, notamment ceux réalisés au Laboratoire aérodynamique Eiffel, pour montrer la diversité du talent inventif de ce précurseur.

Les origines et la formation de Drzewiecki (1844 -1938): de Kunka à Paris

Stéfan Drzewiecki naît à Kunka en Podolie en terre polonaise le 26 décembre 1844 au sein d'une famille noble. Son père Karol (1805-1879) était officier polonais lors de l'insurrection de 1830-1831. Celui-ci a voyagé en Europe, notamment en France et au Moyen Orient puis s'était tourné vers les lettres dans les années 1840. Sa mère était issue d'une famille noble de Podolie. A la suite de la russification de l'enseignement qui suit le deuxième partage de la Pologne et l'insurrection de 1831 en Podolie, le père se rend en France en 1859 avec son fils qu'il inscrit à Paris au collège Sainte-Barbe à Auteuil, réputé pour préparer les élèves aux concours d'entrée des grandes écoles (Belhoste, 2003: 351-354). La famille Drzewiecki appartient donc à l'élite européanisée des capitales de l'Empire russe qui n'hésite pas à envoyer ses fils en Europe occidentale pour faire ou compléter leurs études techniques ou scientifiques (Gousseff, 2008). Stefan est reçu en 1861 à l'Ecole centrale des arts et manufactures de Paris et semble avoir étudié les mathématiques à la Faculté des sciences de Paris, ce qui se vérifiera ultérieurement à travers ses recherches théoriques en hydrodynamique, science hautement mathématisée à la fin du XIXe siècle. A sa sortie de l'Ecole centrale, Stefan opte pour la carrière d'ingénieur civil.

Sa première invention est un compteur kilométrique pour fiacre qu'il produit en série de 1867 à 1870. En 1873, on le retrouve à Vienne en Autriche pour l'Exposition internationale où il présente divers inventions pour chemins de fer – un enregistreur de vitesse de trains, un régulateur de machine à vapeur et une turbine, mais aussi un dromographe (enregistreur automatique du trajet suivi par un bateau). Là, il est remarqué par le grand duc Constantin, frère du tsar Alexandre II et ministre de la marine (1855 à 1881), qui lui propose de le suivre à Saint-Petersbourg comme ingénieur-conseil au sein de la marine avec des appointements de 500 roubles par mois. Drzewiecki accepte la proposition et met au point son dromographe (table traçante intégrant les données de la déviation magnétique du compas) qui commence à équiper les navires de guerre russe. A Odessa, une canonnière est mise à sa disposition pour des expériences en Mer Noire.

De Saint-Petersbourg à Odessa: l'invention du Podascaphe

En 1876, alors qu'il est âgé de 32 ans, Drzewiecki quitte Saint-Petersbourg pour s'engager comme volontaire dans la flotte marchande armée de Russie et embarque en mer Noire

lorsque le conflit éclate avec la Turquie en 1877. A la suite de l'attaque d'une canonnière russe, Stefan commence à penser à un engin capable de se rapprocher d'un navire ennemi tout en restant invisible : un sous-marin qui fait, rappelons-le, fait son apparition pour la première fois pendant la guerre de Sécession (avec la destruction d'un navire de guerre par une torpille de sous-marin le 17 février 1863).

C'est à Odessa qu'il trouve un chantier pour réaliser son idée dans ce domaine, un sous-marin à pédales baptisé « Podascaphe » qui est construit entre fin 1877 et août 1878 aux usines Blanchard à Paris. Ce podascaphe est une coque ovoïde en feuille d'acier de 4,5 mètres de longueur sur 1,50 mètre de hauteur et 2 mètres de largeur, mû par un seul homme actionnant un pédalier qui entraînait une hélice et une petite pompe d'assèchement. La plongée était provoquée par le remplissage de la partie inférieure de l'engin, puis la descente était contrôlée par un ajustement du volume immergé au moyen d'un cylindre à piston manœuvré à la main. Le submersible de 2 tonnes était armé de 2 charges de dynamite de 25 kg que l'opérateur manœuvrait à travers des manches souples pour en fixer les ventouses sur la coque du navire adverse, et l'explosion commandée par un câble à distance. L'air comprimé stocké au dessus du ballaste servait à respirer avec une autonomie de 20 minutes. Des essais du podascaphe n°1 eurent lieu pendant cinq mois à Odessa. C'était la première fois qu'un submersible naviguait en mer Noire. Le concept du prototype est validé le 24 octobre 1878 par l'explosion d'un radeau en présence de l'amiral Arkas, commandant de la flotte de la mer Noire qui juge la nouvelle arme bien adaptée à la défense des côtes. Il demande à Saint-Petersbourg l'autorisation de mettre en construction le sous-marin, mais ne reçut aucune réponse. Le podascaphe n°1 devait rester à l'état de prototype.

Le retour à Saint- Pétersbourg : la production en série des sous-marins à pédales

Déçu, Drzewiecki rentre à Saint-Petersbourg où il trouve les relations et les capitaux nécessaires pour la réalisation d'un deuxième prototype de sous-marin à pédales qu'il fit construire en 1879 aux chantiers de la Néva et tester dans le lac de Gatchina, une des résidences impériales des environs de Saint-Petersbourg. Le sous-marin en forme de fuseau faisait 5, 80 m de longueur x1,80x1,20 déplaçait six tonnes avec un équipage de 4 pédaleurs et un armement de deux charges de dynamite à mise à feu électrique. Les pédaleurs étaient disposés par paire regardant vers l'avant et l'arrière à travers une petite tourelle à fenêtres renforcées et équipées d'un périscope de l'ingénieur français Daudenard. L'immersion maximale était de 12 mètres, vitesse de pointe de 3 nœuds. Le progrès consistait dans la plus grande manœuvrabilité du submersible par la mise en service d'un axe d'hélice propulsive orientable.

Il faut noter que plusieurs éléments avaient été conçus en France comme le périscope par l'ingénieur Daudenard et les coques des hélices, point essentiel du concept, par l'ingénieur Goubet. Suite à la présentation officielle devant l'Empereur Alexandre II et la tzarine, des instructions sont immédiatement données pour que le ministre de la Marine construise 50

unités pour renforcer les défenses côtières de Cronstadt et de Sébastopol. Le constructeur reçoit à cette occasion une somme de 100 000 roubles. La moitié des submersibles est construite en France aux usines du Plateau à Paris, l'autre moitié à Saint-Petersbourg. Le modèle de série comportait quelques améliorations par rapport au prototype n°1 : l'assiette était contrôlée par le déplacement intérieur de 2 poids de 320 kg ; un petit tube d'air pour la ventilation à l'immersion était disposé à l'arrière de la tourelle.

Puis vint le temps des commandes en grande série (50 unités construites en 1881, les essais en mer conduits à Cronstadt de mai à octobre 1882 ayant donné satisfaction), mais la vie à bord y était extrêmement difficile pour les pédaleurs qui devaient rester sans eau ni nourriture pendant plusieurs des dizaines d'heures (96 heures d'immersion au total sur 57 jours de mer). Un officier britannique de passage à Cronstadt en 1885 rapporte que « les russes eux-mêmes affirment que personne de sensé n'embarque sur ces unités ». Ces sous-marins répartis entre Sébastopol et Cronstadt restèrent cependant cinq ans en service. Mais dépassés à l'ère de la torpille, en raison de leur faible vitesse et de leur armement, ils sont désarmés et transformés en bouées et balises sauf huit coques mises en réserve par la Marine.

Lors de cet épisode, Drzewiecki au fait de sa renommée s'intéresse également à la navigation aérienne et à l'électricité et est élu vice-président de la section de navigation aérienne de l'Académie technique de Russie en 1882. Ce qui ne l'empêche pas de continuer à proposer à l'Etat-major de la Marine des projets d'amélioration de ses prototypes sous-marins ; en 1883, Drzewiecki propose l'électrification de la propulsion de deux prototypes (c'est la maison Bréguet qui devait livrer les moteurs électriques). Ses prédécesseurs dans cette voie étaient nombreux en 1882 (les russes Nikolaïev et Guillenschmidt en 1854, Mane-Davy en France en 1854, Newton en Angleterre et Alstitt aux Etats-Unis d'Amérique). Mais la plupart réalisaient des unités de vitesse et d'autonomie faibles du fait du volume et des poids élevés des batteries galvaniques de l'époque qui furent remplacées dans les années 1870 par les batteries au plomb. Concrètement le constructeur polonais proposait l'électrification de deux prototypes dont l'un utilisait un hydroréacteur. Ce dispositif devait permettre d'assurer la propulsion et le contrôle de la direction et jouait de surcroît le rôle de pompe d'épuisement et de vidange des ballasts.

Le projet est approuvé en 1884 puis réalisé en 1885. Mais lors des essais en mer, les performances de deux prototypes à propulsion électrique se révèlent médiocres et les deux modèles testés sont finalement refusés par la Marine en 1886, bien que Drzewiecki reçoive un prix à l'Exposition de l'électricité à Saint-Petersbourg. Il fut dit que cette année-là, la défense des ports est retirée au génie pour être confiée à la Marine qui s'empresse de mettre en réserve les sous-marins de poche de Drzewiecki. Au même moment un ingénieur français, Claude Goubet, met au point un sous-marin qui rappelle à divers titres celui du constructeur polonais.

Formé à l'école des arts et métiers d'Angers en 1853, Goubet est un inventeur qui dépose de nombreux brevets dans le domaine de la mécanique. En 1880, il étudie un modèle de joint sphérique pour le compte de Drzewiecki et se consacre désormais à la navigation sous-marine.

C'est en 1881 qu'il étudie un sous-marin dont les plans sont brevetés et présentés au ministère de la Marine. L'amiral Laube souhaite alors moderniser les forces navales françaises ce qui le rend attentif aux idées novatrices. Le prototype n°1 est mis en chantier en septembre 1886 et lancé en 1887 sur la Seine au pont d'Auteuil. Une campagne de tests est poursuivie à Cherbourg puis à Toulon, mais Goubet subit la forte concurrence des ingénieurs du Génie maritime et voit son projet refusé en 1892. Il est alors accusé par Dziewiecki d'avoir copié son « podascaphe », ce que Goubet réfute ayant utilisé la propulsion électrique. Puis il fait construire à ses frais un second sous-marin de 5 mètres sur 1,78 mètre et 1 mètre de section ovale avec 2 hommes embarqués et à propulsion électrique ; l'unité pèse 5 tonnes et est armé de deux torpilles. En chantier à Argenteuil, il compte de nombreuses améliorations par rapport au Goubet I (ailerons de stabilité, régulateur automatique d'immersion pour la tenue en plongée). Lancé en 1895, il est présenté à la Marine nationale pour essais à Toulon de 1900 à 1901 mais n'est pas retenu par la Marine. Ruiné et malade l'ingénieur français décède en 1903. A ses obsèques le ministre de la Marine Camille Pelletan salue sa ténacité et son esprit inventif bien qu'il fut un pionnier malheureux, contrairement à son rival Drzewiecki dont le sous-marin vient d'être primé par la Marine Française.

Quant à Drzewiecki, probablement déçu par ce manque d'intérêt des autorités navales russes, Drzewiecki se tourne vers la navigation aérienne tout en continuant à proposer à l'état-major de la marine des nouveaux modèles de sous-marins. En 1887, il propose l'électrification d'un grand nombre d'unités en service puis conçoit un modèle à vapeur et à électricité de 20 mètres de long et de 60 tonnes emportant 12 hommes et deux appareils de lancement de torpilles. En 1888, il suggère un moteur unique pour la surface et la plongée. Face au manque de réaction des autorités navales, Drzewiecki quitte la Russie entre 1889 et 1892 (selon les sources) pour s'installer définitivement à Paris. Mais il reste en contact avec les chantiers navals qui construisent en Russie les sous-marins de sa conception: plus de 50 unités de différents types. Le plus grand de 350 tonnes réalisé en 1908 est à propulsion électrique sous l'eau et à moteur à combustion interne en surface, un concept révolutionnaire. Dans le domaine de la construction navale, il continue ses réflexions et esquisse l'idée d'un torpilleur plongeant (en fait un semi-submersible) d'un déplacement de 550 tonnes propulsé par trois turbines de 2000 CV qui aurait pu résister à l'impact d'obus de 150 mm grâce au pacablindage procuré par une immersion, allant jusqu'à 4 mètres ; la vitesse pouvait atteindre 25 nœuds en émergence et 12 en immersion.

Puis il étudie à nouveau pour la marine russe un moteur unique pour propulser un sous-marin en surface comme en plongée (1892 puis en 1903) et propose d'armer avec des torpilles des sous-marins de défense de port construits selon ses plans. Certains projets furent réalisés comme le torpilleur semi-submersible construit à partir de 1904 de même que le sous-marin le « Potchovoï » (« le postier ») - construit avec l'argent récolté auprès du personnel des Postes. Lancé en 1906, essayé en 1907 puis relégué à des tâches de formation du personnel dès 1909, ce semi-submersible reprend du service en 1913 comme plate-forme

d'essai pour un moteur à oxygène ou encore pour différentes expérimentations de moteur unique, conduites par l'usine métallurgique de Saint Pétersbourg avant la Première guerre mondiale.

Un début de carrière parisienne au service de la marine française (1889-1909)

A part de brefs déplacements, Stefan ne quitte plus Paris où il occupe différents logements, Cité d'Antin, rue de Lisbonne puis à Passy enfin rue Boileau, où il précède Gustave Eiffel qui y installe son deuxième Laboratoire aérodynamique en 1912.

A Paris, dans l'effervescence des projets de bâtiments sous-marins, il poursuit ses réflexions sur les sous-marins de défense des ports et trouve une nouvelle occasion de mettre son savoir et son expérience au service de la Marine. Le 26 février 1896, le ministre français de la Marine ouvre un concours pour la conception d'un submersible aux spécifications précises. Le programme à réaliser est publié au *Journal officiel* et communiqué à divers chantiers navals et aux personnes étrangères à la Marine française qui en font la demande. Les conditions à remplir sont les suivantes :

- vitesse de 12 nœuds;
- distance franchissable totale de 100 miles à 8 nœuds;
- distance franchissable en immersion: 10 miles à 8 nœuds;
- le déplacement ne devait pas excéder 200 tonnes;
- chaque concurrent devait remettre une étude complète comprenant plans, notes, calculs et justificatifs;
- toute latitude était laissée aux concurrents en ce qui concerne les mécanismes de direction et de plongée et en matière de propulsion.

45 personnes participent au concours dont 36 étrangères à la Marine. Drzewiecki fait partie des concurrents ; 6 projets de sous-marins complets sont retenus par le Conseil des travaux de la Marine et au final deux sont retenus pour les performances qu'ils annoncent en matière d'autonomie et de propulsion ; celui de l'ingénieur du Génie maritime Maxime Laubeuf et celui de Drzewiecki. Les archives de la Marine conservent le mémoire manuscrit rédigé par celui qui se présente comme un ingénieur russe et qui rappelle qu'il a déjà construit des sous-marins lance-torpilles en Russie et que son système de lance-torpille équipe déjà le sous-marin français « Le Surcouf »³. Il s'agit d'un torpilleur armé de lance-torpilles qu'il a fait breveter en 1892, naviguant en surface et pouvant rester en plongée pendant 3 heures. Sa vitesse pouvait atteindre 10 nœuds. Le torpilleur était autonome en plongée avec une force motrice fournie par des accumulateurs ; Il était équipé d'une double coque d'acier calculée pour résister à des pressions de 30 mètres de profondeur, d'un moteur à vapeur pour la navigation en surface (une turbine Laval 300 CV) et d'un moteur électrique en plongée de 150 CV. La force motrice était communiquée à une hélice à 12 ailes ré-

3. Archives de la Marine – 47 GG2/ 3: Conseil des travaux de la Marine. Registre des délibérations. Séance du 4 juin 1897.

versibles. Le submersible disposait d'un réservoir d'air comprimé de 15 m³ à 80 atmosphères.

Les résultats du concours sont proclamés en juin 1897. Parmi les personnes étrangères à la Marine, Drzewiecki est classé second pour son projet d'unité de 120 tonnes pour 12 hommes correspondant à son 5^e prototype de sous-marin proposé à la marine russe. Il reçoit une prime de 5000 francs-or (il n'y eu aucun premier prix pour cette catégorie). Dans la catégorie des officiers, Maxime Laubeuf est classé premier et reçoit la médaille d'or du concours pour son submersible à double coque et double propulsion (alors un concept révolutionnaire). Ce submersible primé de Laubeuf devait équiper la marine nationale dès l'année suivante. En voici les caractéristiques:

- il s'agit d'un submersible complètement autonome à double coque et double propulsion mis en chantier sous le nom de « Narval » (Laubeuf & Stroh, 1923);
- pour la propulsion de surface, Laubeuf préconisait un moteur léger et économique soit un moteur à vapeur alimenté au mazout;
- malgré son faible tonnage (117 tonnes en surface), le submersible était doté d'un rayon d'action 4 à 5 fois plus grand que celui des sous-marins de 140 à 190 tonnes à propulsion électrique;
- le rayon d'action en immersion était accru par la possibilité d'employer un moteur électrique en surface comme générateur et de recharger les batteries d'accumulateurs; le « Narval » était affranchi de la nécessité de retourner à la base de rechargement ce qui lui conférait une large autonomie;
- ses dimensions étaient de 34 mètres de long ; il portait 4 torpilles placées à l'extérieur (avec des appareils conçus par Drzewiecki en 1897⁴) et prêtes à être lancées ce qui de l'avis du concepteur représentait un armement formidable pour l'époque;
- sa vitesse en plongée était de 5 nœuds et son rayon d'action de 400 miles à 8 nœuds en surface et 40 miles en plongée à 3 nœuds;
- le temps de remplissage des ballasts extérieurs était réduits à 15 minutes pour 80 m³.

La mise en construction du submersible a lieu dès 1898 et son armement est terminé en 1900. Quatre submersibles dérivés du « Narval » d'un tonnage plus élevé sont mis en chantier la même année (157 tonnes en surface) et d'une plus faible flottabilité (26% au lieu de 42%) ; ils disposent d'une double coque partielle sur les parties latérales et sur le haut une passerelle légèrement surélevée. En 1902, ils sont équipés d'un moteur Diesel. Puis se sont 18 submersibles à double propulsion vapeur et électricité qui sont mis en construction en 1904. A la veille de la Première guerre mondiale, la marine nationale française est dotée de 34 bâtiments homogènes type « Laubeuf », des navires robustes tenant la mer avec

4. Institut National de la Propriété Industrielle : Mémoire descriptif déposé à l'appui de la demande d'un brevet d'invention de quinze ans pour perfectionnement au lance-torpilles sous-marin par Mr Stefan Dziewiecki (trois dessins), 1 juin 1892, 8p., 3 dessins.

une flottabilité de 27% grâce au pont passerelle et dotés de 2 arbres d'hélices et de 2 appareils moteurs indépendants ce qui diminuait les risques d'immobilisation par avarie; 27 hommes d'équipage pouvaient être embarqués, ceci étant l'aboutissement logique des perfectionnements apportés au « Narval ».

Laubeuf dans un ouvrage consacré aux sous-marins conclut que la France, contrairement à la Russie a créé une flotte de submersibles qui tient le premier rang des puissances mondiales. Quant à la Russie, elle avait acheté des sous-marins de type américains et allemands tout en cherchant à créer un type national avec les sous-marins de Drzewiecki, de Koutenikof, de Kolbasieff et de Bobnoff Mais dit-il, elle ne réussit qu'à constituer une flotte hétéroclite fort peu utile pendant la première guerre mondiale. Quant à l'Espagne, l'ingénieur du Génie maritime ne mentionne pas même le nom de Monturiol.

Le concours Lockroy (nom du ministre de la marine) eut pour conséquence d'équiper le « Narval » de Laubeuf du lance-torpille conçue par Drzewiecki en 1897⁵, puis plusieurs séries de sous-marins français, ce qui à Drzewiecki assure aisance financière et renommée. Son influence au sein de la Marine fut grande et en jugea la demande de Laubeuf au ministre de la Marine en novembre 1898 de se rendre en mission en Russie plutôt qu'en Italie comme prévu initialement⁶. Laubeuf estimait que les renseignements qu'il pourrait recueillir dans ce pays pourraient être très utiles pour la construction du prochain submersible qu'il a présenté à l'examen du Conseil des travaux de la Marine. Il voulait examiner la chauffe aux résidus de pétrole fonctionnant couramment à bord des navires de la mer Noire et de la Caspienne. Le ministre approuva la demande et l'itinéraire proposé par Laubeuf comprenait la visite des chantiers de la Néva à Saint Pétersbourg, puis un itinéraire allant d'Astrakan sur la Caspienne à Sébastopol puis Odessa sur la mer Noire.

Du génie maritime à la technique aéronautique (1889-1920)

Revenant à Drzewiecki, le centralien s'est fait connaître dans le milieu des ingénieurs civils les années précédentes par les articles qu'il publie en français entre 1889 et 1891 sur le vol des oiseaux, le vol plané et les aéroplanes. Mais son plus grand apport au développement de construction maritime mais aussi à l'aviation concerne les hélices. En 1892, Drzewiecki présente à l'Association technique maritime et aéronautique (ATMA) Drzewiecki, 1892), association du corps du Génie maritime, une note sur une méthode de calcul des hélices mari-

5. « Notice explicative de l'appareil lance-torpilles de sous-marin système Drzewiecki modifié en vue de son installation à bord du submersible Laubeuf », signé Drzewiecki, ingénieur résidant 5 villa Damont à Passy, Paris.

6. Maxime Laubeuf (1864-1939), polytechnicien (promotion 1883) et ingénieur du Génie maritime, pionnier de la construction navale, concepteur en 1897 du premier sous-marin moderne (« Le narval »). En 1906 il quitte la Marine pour l'industrie privée, membre de l'Académie des sciences, Section des applications en 1920. Voir Service historique de la Marine - Fonds Maxime Laubeuf- 47 GG 2 et 47 GG 3 : conceptions du Narval (1896-1902). Le submersible est équipé d'un lance-torpilles conçu par Drzewiecki (5 novembre 1897).

times et aériennes qu'il enrichit par quatre autres communications entre 1900 et 1920 (Drzewiecki, 1909a; 1910a; 1912). L'ingénieur affirmait qu'il s'agissait de la première tentative pour mettre au point « une hélice parfaite déterminée entièrement par le calcul ».

L'hélice apparaît comme propulseur de navire en 1842 sur un navire construit par l'ingénieur français Auguste Normand. Son mode de fonctionnement est mal connu jusqu'en 1908 où un ingénieur du Génie maritime affirme que la similitude mécanique applicable à la résistance des carènes ne l'est nullement aux hélices. La théorie des hélices était alors un chaos où le directeur du Bassin des carènes de Paris, Pierre Bertin, affirmait être le premier à ne rien y comprendre. Dès 1892, on s'intéresse au cas d'un propulseur travaillant à l'arrière d'une carène et l'on perçoit la notion de sillage et de succion (cavitation) et les possibilités d'obtenir un bon rendement d'interaction hélice-carène. D'un point de vue expérimental, les tentatives de dégager un certain nombre de règles et de formules pratiques sont plus nombreuses. A partir d'essais en mer réalisés avec 4 torpilleurs, et analysés par les ingénieurs du Génie maritime, Laubeuf montre en 1903 que pour les navires à deux hélices la disposition en hélices supra divergentes sont supérieures à la disposition en hélices supra convergentes adoptée à l'époque par certains navires. Il montre aussi que deux hélices sont supérieures à trois (expériences faite en France et en Allemagne sur le croiseur « Kaiserin Augusta ».)

En 1892, Drzewiecki expose devant l'ATMA sa théorie de l'hélice : l'idée de départ était que le rapport entre la poussée utile (portance) d'un élément plan et sa résistance nuisible (la traînée) passe par un maximum de 0,08 pour un angle d'incidence de 3°. Tirant les conséquences de cette idée, Drzewiecki arrive à concevoir une hélice « normale » constituée d'ailes dont les caractéristiques géométriques ne dépendent que de l'avancement par tour de l'hélice. Il se dit avoir été encouragé par les ingénieurs du Génie maritime et avoir cherché à vérifier sa théorie en calculant d'après elle un grand nombre d'hélices existantes en service. « J'ai eu la satisfaction de constater que les prévisions de mes calculs étaient toujours en accord avec la réalité et que les bonnes hélices étaient précisément celles qui se rapprochaient le plus du type qu'indiquait le calcul (). Cette théorie donnait aussi l'explication logique de certaines formules empiriques employées avec succès dans la pratique. Depuis il a été construit un nombre considérable d'hélices calculées par la méthode que j'ai proposée » (Drzewiecki, 1909a: 2). Il fit alors breveter une turbine alimentée latéralement et reçoit en 1908 le titre honorifique britannique de *The naval architect of great Britain* pour ses travaux de génie maritime. La production des hélices Drzewiecki fut réalisée par la compagnie Pierre de Ratmanoff en 1909 sous le label « hélice normale » qui fut utilisée par Louis Blériot dont on a célébré en juillet 2009 l'exploit de la traversée de la Manche sur un monoplan de sa conception équipé d'une hélice Drzewiecki. Sa théorie originale, modifiée et améliorée par la suite est connue sous le nom de Théorie générale des hélices Froude-Drzewiecki a été étudiée au début du siècle par les pionniers de l'aviation (Octave Chanute et les frères Wright). C'est en 1920 que Drzewiecki publie sa théorie générale des hélices.

Drzewiecki et l'aviation (1909-1920): la collaboration avec Gustave Eiffel

Conscient de la nécessité d'effectuer de nombreux essais pour choisir la forme optimale des hélices, des cellules et des ailes d'aéroplanes (Drzewiecki, 1910b: 87), Drzewiecki publie la même année un appel en faveur de la création d'un laboratoire d'essais aérodynamiques « destiné à fournir aux aviateurs les éléments nécessaires à la construction des aéroplanes » (Drzewiecki, 1909b). Rappelons qu'au même moment, Paul Painlevé, mathématicien et propagandiste de l'aviation, milite auprès des parlementaires pour la création d'un laboratoire central de l'aviation (Anizan, 2006: vol. I, 129)⁷. C'est finalement le Laboratoire aérodynamique Eiffel qui répondra aux vœux des deux défenseurs de l'aviation motorisée (Eiffel, 1912: 153)⁸.

Les deux hommes semblent avoir entretenu des relations étroites puisque selon l'auteur polonais, Eiffel décide de transférer son laboratoire aérodynamique du Champ de Mars à Passy au 67 rue Boileau en face de sa résidence. Dès lors, la collaboration scientifique entre les deux centraliens s'intensifie. Grâce aux essais en soufflerie, Drzewiecki met au point un aéroplane à stabilité automatique, muni d'un moteur à l'arrière pour équilibrer le poids du pilote à l'avant et prend en 1912 un brevet d'invention en Belgique puis en France (Eiffel, 1914)⁹. Cet aéroplane a été conçu et construit sur des données fournies par une série d'expériences méthodiques effectuées au Laboratoire Eiffel sur un modèle réduit de l'appareil (Échelle 1/10^e) en 1912, l'appareil devant réaliser par sa forme même la stabilité longitudinale automatique¹⁰.

Encouragé par les expériences faites au laboratoire d'Auteuil, l'ingénieur polonais entreprend aussitôt la construction de l'aéroplane en vraie grandeur à l'usine Ratmanoff. « Le fonctionnement de l'avion dans la réalité a fait preuve d'une stabilité longitudinale parfaite » conclut Eiffel à la suite des essais en vol. Cet aéroplane de « type canard » est montré la même année à la quatrième Exposition internationale d'aéronautique à Paris (1912). Ces bons résultats de son aéroplane conduisent Drzewiecki à entreprendre la construction d'un deuxième appareil de mêmes dimensions, basé sur les mêmes principes mais plus léger pour une vitesse de vol horizontal de 111 km/heure. Mais l'accident du deuxième prototype en vol d'essai met fin aux ambitions industrielles de l'ingénieur en 1913.

Au service de la défense nationale (1914-1918)

Après l'échec de son deuxième prototype d'aéroplane à stabilité automatique, Drzewiecki trouve dès 1914 à faire œuvre utile en s'attelant à la traduction du cours d'aérodynamique

7. Voir l'article publié par Painlevé dans *Le Matin* le 18 février 1909 : « Il faut organiser un laboratoire de l'aviation pour que la France demeure la maîtresse du progrès ».

8. En vue de la construction de pales d'hélices, Drzewiecki a proposé l'étude de 3 profils (n° 16 à 18). Les résultats montrent que les ailes n° 17 est la meilleure et que la n°16 est à rejeter complètement.

9. Voir vol. I, 200-203. PL XII et fig. 157 atlas (vol. II).

10. « L'aéroplane 'Drzewiecki' à stabilité automatique naturelle », *L'Aérophile*, 15 janvier 1913.

de Joukowski publié à Moscou en 1910. Dans une longue préface, il indique que « ce cours publié en russe n'était malheureusement accessible qu'aux très rares lecteurs qui en Occident sont familiarisés avec cette langue. Afin de permettre au monde savant ne connaissant pas le russe de profiter de cette œuvre magistrale », il a demandé à l'auteur la permission de traduire son cours en français tout en y apportant de légères modifications pour les lecteurs français. Il rappelle sa propre contribution à la théorie des hélices propulsives aussi bien marines qu'aériennes où il a montré l'existence de *l'incidence optima*, notion féconde qui lui a servi de base à la théorie des hélices propulsives. Ce qui l'amène au constat que la tendance à relier les lois de l'aérodynamique à celles de l'hydrodynamique s'est manifestée un peu partout dans le monde savant mais que « de tous les théoriciens, nul mieux que le professeur Joukowski n'était qualifié pour entreprendre la tâche de fonder l'enseignement complet de l'aérodynamique sur celui de l'hydrodynamique. » (Joukowski, 1916)¹¹. Ce savant professeur de mécanique rationnelle à l'université et à l'École impériale technique de Moscou s'est depuis longtemps intéressé aux questions d'hydrodynamique à laquelle il a apporté d'importantes contributions qu'il a d'ailleurs présentées dans les congrès internationaux d'aéronautique au début du XXe siècle. « Joukowski a [selon Drzewiecki], fait sortir l'aérodynamique du champ restreint de l'empirisme exclusif où elle se trouvait confinée, pour lui assigner un domaine plus vaste et plus scientifique ». L'ouvrage fut édité en 1916 dans le cadre de la mobilisation scientifique décrétée par Paul Painlevé en Novembre 1915 alors qu'en contrepartie, Gustave Eiffel voyait son ouvrage sur la résistance de l'air et l'aviation de 1914 traduit en russe et publié à Moscou en 1916. La théorie de Joukowski sera enseignée au début des années 20 par le mathématicien Paul Painlevé et par son adjoint, un savant russe émigré en 1917 Dimitri Riabouchinsky, dans les cours de la chaire de mécanique des fluides et applications de la Sorbonne (Fontanon, 2005).

Au cours de la Première Guerre mondiale, Drzewiecki poursuit ses travaux sur la mécanique du vol et les hélices propulsives et conçoit une hélice à régulation de vitesse dans le laboratoire Eiffel mis au service de la défense nationale et dirigé selon les vœux du ministre de l'instruction publique, Paul Painlevé, par Wladimir Margoulis, un élève de Joukowski.

C'est dans l'immédiate après guerre, en 1920, que Drzewiecki présente à l'Académie des sciences sa théorie générale de l'hélice, un travail pour lequel il reçoit le prix Montyon de mécanique (700 francs-or). A 76 ans, ce prix marque le point culminant de la carrière de l'ingénieur polonais.

Épilogue

L'ingénieur concepteur poursuit néanmoins ses recherches théoriques et techniques en travaillant sur la théorie cinétique des gaz en 1927 et en 1935 sur des turbo-moulinets hydrauliques. Vint alors le temps des honneurs ; en 1929, à 85 ans il est choisi comme

11. Voir Stéphane DZREWIEKI, « Préface du traducteur », in D. JOUKOWSKI (1916), V-XV.

membre d'honneur par la Ligue polonaise de défense aérienne et dans son discours de remerciements résume ainsi son existence : « *Je suis heureux qu'il m'ait été donné de vivre une période de progrès fabuleux dans deux domaines qui m'ont attiré depuis mon enfance et à la réalisation desquels j'ai pris une certaine part – la navigation sous-marine et la navigation aérienne. J'espère qu'ils pourront servir à la défense de la patrie de mes ancêtres et qu'à l'avenir ils protégeront l'humanité de la guerre calamité épouvantable, barbare et insensée* ».

A sa disparition le 25 avril 1938, Drzewiecki lègue son atelier, ses archives et sa bibliothèque à l'Ambassade de Pologne à Paris. Mais tout ce précieux héritage est détruit ou dispersé pendant la Seconde Guerre mondiale.

Pour célébrer le 160^e anniversaire de sa naissance et à l'occasion du 41^e Congrès international des sous-mariniers, les autorités ukrainiennes soutenues par les sous-mariniers du monde entier ont décidé d'ériger un monument à sa mémoire. Inauguré le 15 mai 2004 dans un parc d'Odessa où naviga son premier sous-marin, le moment est pavoisé aux couleurs françaises, polonaises, russes, et ukrainiennes. Il a été financé par tous les pays où Drzewiecki avait exercé ses talents d'ingénieur-concepteur de sous marins.

Bibliographie

- ANIZAN, A.-L. (2006), Paul Painlevé (1863-1933). *Un scientifique en politique*, [thèse en ligne] http://ecole-doctorale.sciences-po.fr/theses/theses_enligne/anizan_hist_2006/anizan_hist_2006.pdf
- BELHOSTE, B. (2003), *La formation d'une technocratie. L'école polytechnique et ses élèves de la révolution au Second Empire*, Paris, Belin.
- DRZEWIECKI, S. (1892), « Méthode pour la détermination des éléments mécaniques des propulseurs hélicoïdaux », *Bulletin de l'Association technique maritime*, **3**, (3^e session), 11-31. [Texte communiqué à l'Académie des sciences le 4 avril 1892 par M. Léauté].
- DZREWIECKI, S. (1909a) *Des hélices aériennes. Théorie des propulseurs hélicoïdaux et méthode de calcul de ces propulseurs pour l'air*, Paris, Librairie des sciences aéronautiques, F. Vivier éd, 62 p.
- DZREWIECKI, S. (1909b), *De la nécessité urgente de créer un laboratoire d'essais aérodynamiques*, Paris, Broch.
- DZREWIECKI, S. (1910a) « Formules rationnelles pratiques pour le calcul des hélices marines et aériennes », *Bulletin de l'ATMA*, 78-79
- DRZEWIECKI, S. (1910b), « De l'allure la plus avantageuse pour un aéroplane », *Technique aéronautique*, 1 février, 87-88
- DZREWIECKI, S. (1912), « Étude théorique sur les hélices », *Technique aéronautique*, **71**-1^o décembre 1912, 332-334.
- EIFFEL, G. (1912), *Résistance de l'air et l'aviation. Expériences effectuées au laboratoire du Champ de Mars*, Paris, Dunod et Pinat éd.
- EIFFEL, G. (1914), *Nouvelles recherches sur la résistance de l'air et l'aviation faites au laboratoire d'Auteuil*, Paris Dunod et Pinat éd.
- FONTANON, C. (2005), « Paul Painlevé et l'aviation », In: (FONTANON C. & R. FRANK, R. (dir.), *Paul Painlevé (1863-1933). Un savant en politique*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 41-56.
- GOUSSEFF, C. (2008), *L'exil russe. La fabrique du réfugié apatride*, Paris, CNRS-Éditions.
- JOUKOWSKI, D. (1916), *Bases théoriques de l'aéronautique. Aérodynamique. Cours professé à l'École impériale technique de Moscou*, Paris Gauthier-Villars.
- LAUBEUF, M.; STROH, H. (1923), *Sous-marins, torpilles et mines. Leur rôle dans la guerre*, Paris, J.B.Baillière.

Site web

DOBRACZYNSKI, Aleksander (2006) « La vie et l'œuvre de Stefan Drzewiecki (1844-1938 », *Annales / Centre Scientifique de l'Académie Polonaise des Sciences*, Vol. 9. <http://www.academie-polonaise.org/images/stories/pliki/PDF/Roczniki/R9/dobraczynski.pdf>

(date d'accès: 5 octobre 2010).

«Association des anciens officiers de la marine impériale russe: Stéphan Drzewiecki», <http://www.aaomir.net/spip.php?article12> (date d'accès: 5 octobre 2010).