

Auteur ou collectivité : Conservatoire national des arts et métiers (France)

Auteur : Conservatoire national des arts et métiers (France)

Titre : Catalogue du musée. Section DC, Navigation maritime, fluviale, aérienne

Adresse : Paris : Conservatoire national des arts et métiers, 1954

Collation : 1 vol. (127 p.) : ill. ; 21 cm

Cote : CNAM-MUSEE AM5

Sujet(s) : Conservatoire national des arts et métiers (France) ; Musée des arts et métiers (Paris)

-- Catalogue ; Navigation ; Navigation à voile ; Instruments nautiques ; Navigation (aéronautique)

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?M6120>



La reproduction de tout ou partie des documents pour un usage personnel ou d'enseignement est autorisée, à condition que la mention complète de la source (*Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*) soit indiquée clairement. Toutes les utilisations à d'autres fins, notamment commerciales, sont soumises à autorisation, et/ou au règlement d'un droit de reproduction.

You may make digital or hard copies of this document for personal or classroom use, as long as the copies indicate *Conservatoire national des arts et métiers, Conservatoire numérique http://cnum.cnam.fr*. You may assemble and distribute links that point to other CNUM documents. Please do not republish these PDFs, or post them on other servers, or redistribute them to lists, without first getting explicit permission from CNUM.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

**CATALOGUE DU MUSÉE**

**SECTION  
DC**



**NAVIGATION  
MARITIME, FLUVIALE,  
AÉRIENNE**



**P A R I S**

**1 9 5 4**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

**C.R.H.S.T.-D.T.**

**2038**

## **NAVIGATION**

# **MARITIME, FLUVIALE, AÉRIENNE**

**SALLES 10 et 24**

Droits de traduction, d'adaptation et de reproduction  
réservés pour tous les pays.

*Copyright by CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS, 1954.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

---

CATALOGUE DU MUSÉE

SECTION

DC

NAVIGATION  
MARITIME, FLUVIALE,  
AÉRIENNE



1 9 5 4

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Indexation décimale internationale : 629

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

## TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
Table des gravures .....	7
Liste des inventeurs .....	9
Liste des constructeurs .....	11
Plan d'indexation .....	13
 NAVIGATION MARITIME.....	
Navigation à voiles .....	DC 1 .....
Navigation à voiles .....	DC 1-1 .....
Navigation à rames .....	DC 1-2 .....
Propulsion mécanique .....	DC 1-3 .....
Roues à aubes .....	DC 1-31 .....
Hélices .....	DC 1-32 .....
Bateaux à vapeur .....	DC 1-4 .....
Bateaux .....	DC 1-41 .....
Chaudières marines .....	DC 1-42 .....
Machines à vapeur marines .....	DC 1-43 .....
Moteurs à combustibles liquides .....	DC 1-5 .....
Divers .....	DC 1-6 .....
INSTRUMENTS ET INSTALLATIONS NAUTIQUES .....	59
Instruments de bord .....	DC 2-1 .....
Phares et signaux maritimes .....	DC 2-2 .....
Installation et construction de ports .....	DC 2-3 .....
NAVIGATION INTÉRIEURE .....	77
Navigation à voiles, à rames et bateaux automoteurs .....	DC 3-1 .....
Halage .....	DC 3-2 .....
Touage et remorquage .....	DC 3-3 .....

<b>NAVIGATION AÉRIENNE.....</b>	<b>DC 4 .....</b>	<b>85</b>
Appareils plus légers que l'air.....	DC 4-1 .....	85
Ballons captifs et libres.....	DC 4-11 .....	89
Ballons dirigeables.....	DC 4-12 .....	92
Avions.....	DC 4-2 .....	95
Appareils à hélices tractrices.....	DC 4-21 .....	97
Appareils à hélices sustentatrices.....	DC 4-22 .....	113
Moteurs d'aviation.....	DC 4-23 .....	117
Accessoires de navigation aérienne.....	DC 4-3 .....	125



## TABLE DES GRAVURES

	Pages.
1. - « Le Roi de Rome », vaisseau premier rang armé de 90 canons .....	4.024 18
2. - Bateau à vapeur de Desblanc. 1802.....	I.155 29
3. - Moteur à essence du canot « Moucheron », système F. Forest.....	I4.204 55
4. - Schéma du compas monogyroscopique Anschütz-Kaempfe.....	I4.590 65
5. - Aéroplane de Clément Ader dit « Avion n° III ». 1897.	I3.560 98
6. - Aéroplane de Louis Blériot. Première traversée de la Manche .....	I4.272 100
7. - Aéroplane Henri Farman. 1908.....	I4.157 103
8. - Aéroplane Gasnier. 1907.....	I6.225 104
9. - Aéroplane Antoinette. 1910.....	I4.357 105
10. - Aéroplane Paul Schmitt.....	I4.392 106
11. - Aéroplane biplan Bréguet.....	I4.430 107
12. - Aéroplane monoplan Deperdussin.....	I4.431 109
13. - Aéroplane « Goliath » Farman, type F. 60. 1921.....	I7.736 110
14. - Hélicoptère Dufaux. 1905.....	I4.401 113
15. - Gyroplane Bréguet. 1907.....	I6.259 115
16. - Hélicoptère Vuitton n° 2. 1909.....	I4.348 116
17. - Moteur à vapeur de l'avion n° II de Clément Ader....	I3.561 117
18. - Moteur d'aviation R. E. P. de Esnault-Pelterie. 1907..	I4.330 118
19. - Moteur rotatif Gnome à 7 cylindres.....	I4.520 119
20. - Moteur d'avion Clerget de 130 CV type 1915.....	I4.593 120
21. - Moteur d'avion Hispano-Suiza de 200 CV.....	I4.595 122
22. - Moteur d'avion Renault de 280 CV.....	I4.597 123

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

## L I S T E   D E S   I N V E N T E U R S

- ADER, 96, 97, 111, 117, 124.  
ANDREA, 35, 36.  
ANDRÉE, 86.  
ANSCHUTZ, 64.  
ARAGO, 69.  
AUBIGNY (d'), 37, 57.  
AUER, 69.
- BARBIER, 85.  
BARNES, 22, 24.  
BARON, 125.  
BARRAL, 86.  
BENTAYOUX, 99.  
BERNOULLI, 21, 28.  
BERGER, 66.  
BERSON, 86.  
BERTIN, 58.  
BESANÇON, 86.  
BIOT, 86, 89.  
BIXIO, 86.  
BLACK, 85.  
BLANCHARD, 92.  
BODEN, 33.  
BOURDELLES, 69.  
BUACHE, 66.  
BUSHNELL, 21.
- CAVALLO, 85.  
CAYLEY, 95.  
CHARLES, 85, 90.  
CHEVALIER, 25.  
CLERGET, 121.  
CROCCO, 93.
- DALLERY, 27, 32.  
DESBLANC, 29, 31.  
DOLLADON, 66.  
DUPUY-de-LÔME, 22, 39, 45, 93.
- ELLEHAMMER, 96.  
ERICSON, 22, 26.  
ESNAULT-PELTERIE, 102, 118.
- FERBER, 96.  
FLAMMARION, 86.  
FLEURIAIS, 62.  
FONTVIEILLE, 86.  
FOREST, 54, 55, 56, 57, 107.  
FRESNEL, 68, 69.  
FULTON, 21, 28, 32, 82.
- GANDE, 75.  
GAY-LUSSAC, 86, 89.  
GIFFARD, 92.  
GLAISHER, 86.  
GUINARD, 125.  
GOULD, 64.
- HAEINLEIN, 93.  
HALL, 39.  
HALLETTE, 48.  
HENSON, 95.  
HERMITTE, 86.  
HOLDSWORTH, 58.  
HOLM, 25, 45.  
HUAU, 58.
- JANSSEN, 126.  
JOUFFROY-d'ABBANS, 28, 31.  
JULLIEN, 92.  
JULLIOT, 93.
- KREBS, 93.  
KRESS, 96.
- LANA, 92.  
LANGLEY, 96.  
LAURENT, 85.  
LEBAUDY, 93.

LE BERRIER, 92.

LEBŒUF, 75.

LETOMBE, 55.

MAGNAC, 66.

MANGIN, 26.

MAUPEOU, 63.

MILLET, 70.

MOLARD, 19.

MONTGOLFIER, 85, 89, 92.

MORRIS, 93.

MUNDY, 70.

ODIORNE, 66.

OLIVIER, 94.

PAPIN, 28.

PAUCTON, 21.

PENAUD, 95.

PICARD, 86, 89.

PILATRE de ROZIER, 85,

QUET (du), 21.

RENARD, 93.

RESSEL, 21.

RICALDONI, 93.

RICHET, 114.

ROBERT, 85, 89.

ROBERTSON, 86.

SANTOT-DUMONT, 96, 93.

SAUVAGE, 21, 24, 27.

SCHWARTZ, 93.

SÉGUIN, 119.

SIMOON, 27.

SMITH, 22, 26.

SPERRY, 66.

STEVENS, 21,

STRINGFELLOW, 95.

SURING, 86.

TATIN, 95.

TEMPLE (du), 36, 95.

TISSANDIER, 86, 93.

VOLTA, 85.

VUIA, 96.

WOLFERT, 93.

WOOLF, 39.

WRIGHT, 96.

ZEPPELIN, 93.

## LISTE DES CONSTRUCTEURS

- Acher, 19.  
Antoinette (Sté), 96, 103, 104, 114.  
Anzani, 99, 101, 122.
- Bassères, 38.  
Bell, 28.  
Belleville, 34, 37.  
Bersaux, 66.  
Beslay, 36.  
Blériot, 90, 111.  
Boliza, 106.  
Boulton, 28.  
Breguet, 107, 114.  
Brissonnet, 90.
- Carlsund, 48.  
Cave, 23, 38, 47, 48,  
Chantier de la Loire (Sté), 44.  
Chauvière, 111.  
Cibié (Sté), 126.  
Claparède et Cie, 33, 75, 84.  
Cochot, 42, 46.  
Cohendet 50.
- David, 109.  
Demichel, 62.  
Deperdussin, 108, 109.  
Dietz, 50.  
Digeon, 43.  
Dufaux, 113.  
Dumoulin-Froment, 64, 65.
- Elder, 39, 49.  
Ericson, 47.  
Escher-Wyss, 50.  
Evan, 37.
- Fairbairn, 48.  
Farman, 96, 103, 109.
- Flaud, 50, 75.  
Forges et Chantiers de la Méditerranée (Sté), 44, 50, 51.  
Furcy, 42.
- Gache, 33, 46, 48, 49, 70.  
Gallice, 54.  
Gambey, 65.  
Gasnier, 104.  
Gegembre, 47, 66.  
Gouin, 33, 37, 49.
- Hendrick, 37.  
Hispano-Suiza (Sté), 121.  
Horton, 37.  
Humphrey, 49.
- Inglis, 49.
- Laird, 49.  
Legey, 64.  
Levavasseur, 96.  
Leyat, 112.  
Lorieux, 67.  
Lotz, 41.  
Lugand, 38.
- Manby, 19.  
Mangeon, 23.  
Mathis, 124.  
Matthew, 74.  
Maudslay, Field et Cie, 26, 41.  
Mazeline, 26, 46, 47, 49.  
Miller, 38, 50.  
Moteurs Gnome et Rhône (Sté),  
119, 120, 121, 122.
- Napier, 19, 23, 27, 66.

Neustadt, 74.  
Niclausse, 34.  
Nillus, 35, 49.  
Normand, 22, 24, 39.

Paul, 74.  
Penn, 37, 42, 49, 51.  
Philippe, 34.

Raffard, 43.  
Ramsden, 66.  
Randolph, 50.  
Ravenhill, 38, 50.  
Renault, 110, 122.  
Robin, 44.

Salmson (Sté), 108, 110, 121.  
Schmitt, 106.  
Schneider et C<sup>ie</sup>, 43, 48, 50.  
Scott, 37.  
Stafer de Duclos et C<sup>ie</sup>, 45.  
Stührmann, 31.

Tennatt, 49.  
Thomson, 28.

Vuitton, 116.

Watt, 28.

Zanon, 19.



## PLAN D'INDEXATION

Le catalogue du Musée du Conservatoire National des Arts et Métiers comporte des volumes distincts qui correspondent chacun à une science ou à une technique bien déterminée.

Chaque volume est désigné par une lettre conformément au tableau ci-dessous :

INSTRUMENTS ET MACHINES A CALCULER.....	A
MÉCANIQUE, ESSAIS DE MATÉRIAUX.....	B
MACHINES MOTRICES ET RÉCEPTRICES.....	C
TRANSPORTS SUR ROUTE.....	DA
TRANSPORTS SUR RAILS.....	DB
NAVIGATION MARITIME, FLUVIALE, AÉRIENNE.....	DC
ÉLECTRICITÉ, MAGNÉTISME.....	E
TÉLÉCOMMUNICATIONS .....	F
MÉCANIQUE PHYSIQUE.....	GA
CHALEUR .....	GB
OPTIQUE .....	GC
ACOUSTIQUE.....	GD
GÉODÉSIE, LEVÉ DES PLANS, PHOTOGRAMMÉTRIE.....	H
ASTRONOMIE, MESURE DU TEMPS.....	J
POIDS ET MESURES, MÉTROLOGIE.....	K
PHOTOGRAPHIE, CINÉMATOGRAPHIE.....	L
ARTS GRAPHIQUES.....	M
VERRERIE.....	N
CHIMIE .....	P
MINES, MÉTALLURGIE.....	R
CÉRAMIQUE .....	S
INDUSTRIES TEXTILES, TEINTURES ET APPRÊTS.....	T
MACHINES ET OUTILLAGES AGRICOLES.....	U
CONSTRUCTIONS ET MATÉRIAUX DE CONSTRUCTIONS...	V
ÉCONOMIE DOMESTIQUE ET HYGIÈNE.....	X
MATHÉMATIQUES.....	Y

Chaque volume est divisé en sections et sous-sections qui sont désignées par un nombre, par exemple : DC 4-23.

Le premier chiffre indique la section, ici : Navigation aérienne, le chiffre 2, la sous-section : Avions, le chiffre 3 : Moteurs d'aviation. Dans chaque sous-section l'objet est désigné par un numéro d'ordre.

La désignation de chaque modèle comporte le numéro d'ordre, le titre de l'objet, le nom du donateur, la description de l'objet, le numéro d'inventaire, la date d'entrée au Musée, sous la forme suivante :

**I. MOTEUR A VAPEUR DE L'AVION n° II de C. Ader.**

Don de M. Ader.

Cette machine à vapeur compound d'une puissance de 30 CV comporte deux paires de cylindres montés en tandem. Les cylindres inférieurs sont ceux de la haute pression, les cylindres supérieurs ceux de la basse pression. La distribution se fait par un tiroir cylindrique parallèle à chaque groupe de cylindres et dans lequel se déplacent les organes de distribution commandés par tiges coulissant l'une dans l'autre et mues par excentriques calés sur l'arbre moteur.

Les deux bielles dont chacune correspond à la tige des 2 pistons en tandem d'un groupe, cylindre HP et cylindre BP, attaquent l'arbre vilebrequin à 90°, les manivelles sont équilibrées. Les têtes de bielle et les paliers de l'arbre moteur sont munis d'ailettes de refroidissement.

**13.561. — E. 1903.**

Les tableaux ou dessins, qui sont exposés dans le Musée sont numérotés sous la forme suivante : 8 T ou 24 T.

Une collection de dessins représentant les principales inventions du XIX<sup>e</sup> siècle, donnée par la Commission du Musée centennal du groupe IV de l'Exposition universelle de Paris en 1900, est exposée sous le numéro 13.571.

Les dessins portant le n° collectif 13.571 placés dans des meubles salle 53, seront communiqués aux personnes qui en auront reçu l'autorisation écrite préalable.

# NAVIGATION MARITIME

## DC 1

L'origine de la navigation n'est pas connue mais il est probable qu'elle remonte à l'époque préhistorique.

Le premier flotteur fut sans doute un tronc d'arbre, les pieds et les mains servant de propulseur, puis vint le radeau, poussé avec de longues perches plus tard appelées gaffes. La pensée de creuser des troncs d'arbres n'a pu naître que lorsque les hommes eurent à leur disposition des outils de pierre, de corne ou d'os; sans aucun doute, les habitants des cités lacustres possédaient des pirogues.

On ne sait à quelle époque les hommes, pour utiliser le vent à propulser leurs esquifs, inventèrent la voile; elle était connue au II<sup>e</sup> siècle avant notre ère.

Dans l'antiquité les peuples méditerranéens furent des navigateurs. Les Carthaginois construisaient une série de bateaux, de l'unirène à la quinquéraine, de carènes semblables, mais différent par le nombre de rames. Les Grecs, qui jouèrent un rôle maritime important en Méditerranée orientale naviguaient principalement à la voile. En certains points des côtes, ils construisaient des tourelles où brûlaient constamment des feux de bois dont la flamme servait de signal pendant la nuit et la fumée pendant le jour; de l'une de ces tours élevée sur l'île de Pharos près d'Alexandrie vient le nom de phare donné à ces constructions. Les Romains contribuèrent au progrès de la navigation.

Les Gaulois de l'Armorique qui colonisèrent la Grande-Bretagne montaient des bateaux faits de bois mince de la quille à la flottaison et de tiges d'osier entrelacées et couvertes de peaux de bêtes pour les œuvres mortes. Au cours de la conquête des Gaules, Jules César avança vers la Bretagne où il rencontra les Vénètes. Ceux-ci avaient alors des navires perfectionnés construits en bois dur; les bancs formés de poutres d'un pied d'épaisseur étaient fixés à la membrure par des chevilles en fer, les ancre étaient retenues par des chaînes, les voiles faites de peaux

amincies, les fonds presque plats permettaient un facile échouage d'autant plus qu'ils avaient un faible tirant d'eau; l'arrière et l'avant très élevés constituaient une défense contre la haute mer. A ces bâtiments, Jules César opposa des galères qu'il fit construire à l'embouchure de la Loire. Ces navires à rames et à voiles avaient des formes élancées, les rameurs étaient placés sur deux rangs et le mât portant une voile carrée se trouvait au centre.

Pendant des siècles, la marine ne fit aucun progrès dans la mer du Nord comme dans la Méditerranée. Sur les côtes de Provence, les marins se servaient de bâtiments à rames : dromon, pamphile, chélande et surtout galère; ces navires aux formes allongées permettaient une certaine rapidité mais ne transportaient qu'une petite quantité de marchandises. Dès le x<sup>e</sup> siècle les Vénitiens utilisaient des bâtiments plus lourds mais de plus grande capacité marchant exclusivement à la voile. Un peu plus tard, vint la « coque » et un gros navire appelé buzo, panzane ou busse (qui signifie ventru).

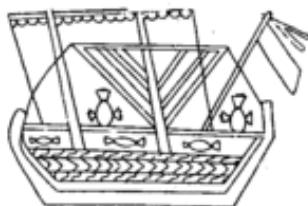
Deux évènements modifièrent les conditions de la navigation et lui donnèrent une extension inattendue : l'invention de la boussole et l'épopée des Croisades. Au milieu du xi<sup>e</sup> siècle, les marins italiens apprirent des Arabes, qui eux-mêmes le tenaient des Chinois, le principe de l'aiguille aimantée. On plaça d'abord l'aiguille à l'intérieur d'une paille flottant sur l'eau d'un vase; c'est seulement au xiv<sup>e</sup> siècle qu'un pilote d'Amalfi, nommé Flavio Gioia imagina la disposition actuelle. On donnait à cet instrument le nom de calamite dans la Méditerranée et de marinette sur l'océan. L'emploi de l'anneau astronomique puis de l'astrolabe qui permettaient de mesurer la hauteur des astres au-dessus de l'horizon vint compléter heureusement celui de la boussole. En créant un grand mouvement d'échanges et de relations avec le Levant, les Croisades ont eu sur le développement du commerce de la Méditerranée une influence énorme; certains des navires qui transportaient croisés et pélerins pouvaient emporter plus de 1.000 passagers. Suivant la sage coutume antique qui interdisait la mer chaque année du 3<sup>e</sup> jour des ides de novembre au 16<sup>e</sup> jour des ides de mars à cause du mauvais temps, le Moyen-Age ne connaissait pas la navigation entre novembre et avril.

Les types de navires ont peu varié jusqu'à la Renaissance, cependant une invention d'importance primordiale apparaît au xii<sup>e</sup> siècle ; c'est le gouvernail d'étambot, c'est-à-dire le gouvernail constitué par une pièce de bois verticale fixée par des charnières de fer sur l'étambot des navires et orientée par le pilote à l'aide d'une barre horizontale. Son emploi favorisera grandement les progrès ultérieurs de la navigation. A partir du xv<sup>e</sup> siècle on vit apparaître : la caraque, vaisseau de fort tonnage, d'abord à deux mâts, puis à trois, utilisée à la fois dans les marines de guerre et de commerce et dont la proue et la poupe, plus élevées que la partie centrale portaient des châteaux; la caravelle portu-

gaise qui avait quatre mâts; le galion, la galiote et la nef moins légers qui servaient pour les lourds transports et la galère à voile. Les galères de la marine militaire qui assuraient la police dans la Méditerranée, protégeant les bateaux marchands contre les pirates barbaresques, étaient des bâtiments aux formes élégantes présentant souvent une riche décoration et mus par des rameurs; leur armement consistait en plusieurs pièces de canons placées à l'avant. La fréquentation de la haute mer eut pour effet l'augmentation des dimensions des navires dans des limites toutefois restreintes par le manque de profondeur de beaucoup de ports.

L'architecture navale ne prit son essor et ne devint une science qu'au XVIII<sup>e</sup> siècle et elle le dut à des ingénieurs français. Les problèmes intéressant les méthodes de navigation, les formes et les voilures des navires étaient à l'étude depuis la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, époque à laquelle l'Académie des Sciences de Paris commença d'ouvrir des concours sur ces sujets. Des types de vaisseaux furent réalisés et nos trois-mâts, nos bricks, nos goélettes, aux carènes doublées de cuivre servirent de modèles aux constructeurs anglais et hollandais.

Le premier quart du XIX<sup>e</sup> siècle a vu la plus belle période de la marine à voiles, qui ensuite s'effaça peu à peu devant la marine à vapeur, celle-ci a supplanté finalement vers 1870 après l'ouverture du canal de Suez.



## NAVIGATION A VOILES

D C 1-1

1. « *LE ROI DE ROME* », *vaisseau premier rang armé de 90 canons* (fig. 1).

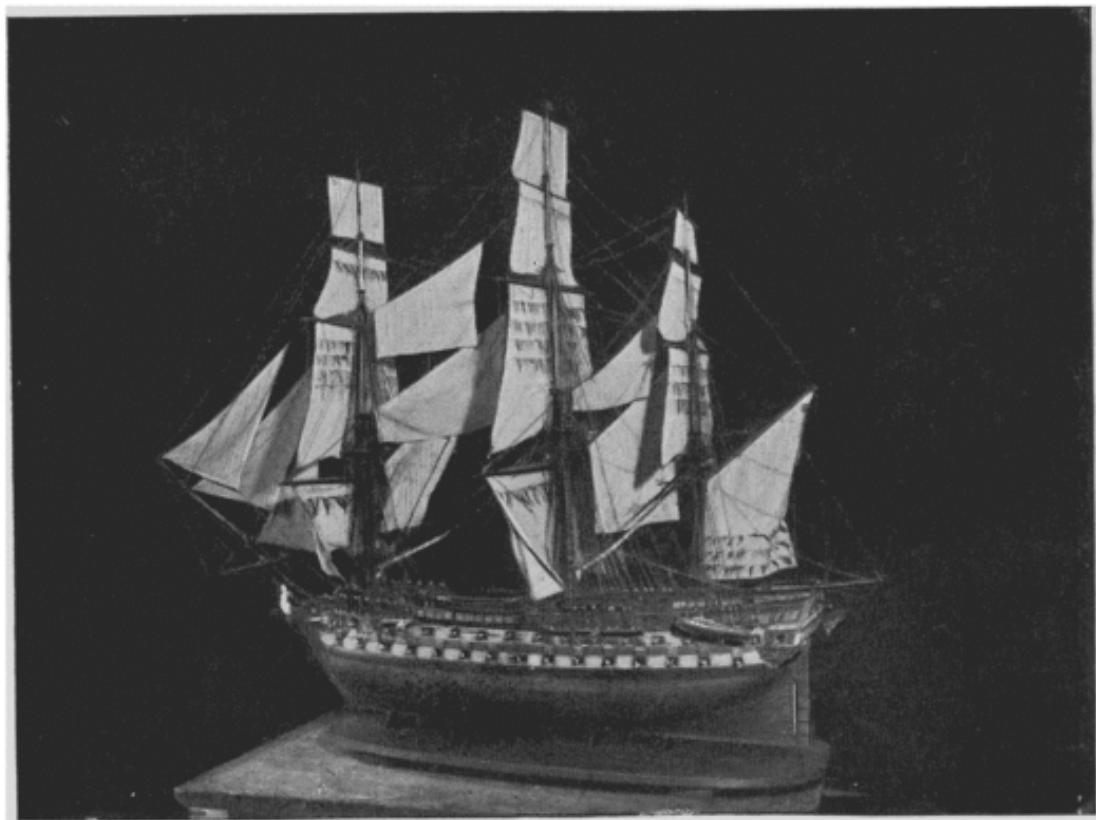


Fig. 1. — « Le Roi de Rome ». Vaisseau premier rang armé de 90 canons (1812 environ)

Modèle à l'échelle de 1 pouce pour 4 pieds (1/40), 1812 environ. Offert par la ville de Paris au Roi de Rome à l'occasion de son baptême.

4.024. — E. av. 1849.

D E S S I N S

1. *BATEAU composé par Molard sur les principes de Végétius.*

13.571-455. — E. av. 1818.

2. *VAISSEAU de premier rang, portant pavillon de vice-amiral (1 pl.).*

13.571-448. — E. av. 1818.

A U X R É S E R V E S

1. *VOILIER, modèle réduit en bois.*

Don de M. Deghilage.

13.412<sup>1</sup>. — E. 1901.

2. *FRAGMENT DE CHARPENTE de navire, modèle réduit.*

5.730. — E. 1853.

3. *COQUE DE BRICK, construit par André Zanon de Fiume.*

Don de M. André Zanon.

Modèle au 1/20.

6.546. — E. 1855.

## NAVIGATION A RAMES

D C 1-2

L'usage de l'aviron remonte probablement aux âges primitifs. Il fut utilisé par les Égyptiens, par les Grecs et par les Romains dont les galères étaient conduites par des rameurs placés en rangées étagées. Pendant le Moyen-Age les galères n'eurent plus qu'un seul étage mais les bancs recevaient de chaque côté jusqu'à cinq rameurs agissant chacun sur une rame. Cette disposition fit place à une autre plus simple dans laquelle tous les rameurs placés d'un même côté du banc agissaient sur un grand aviron dont le manche trop gros pour être saisi commodément, était armé de manilles.

Les rames servaient alors non seulement à propulser les bateaux, mais aussi à les gouverner.

Sur les embarcations lourdes et larges, chaloupes et canots, chaque banc reçoit deux rameurs agissant chacun sur l'aviron placé à son bord, c'est l'armement à couple. Sur celles qui sont légères et étroites, yoles et baleinières, il n'y a qu'un rameur par banc, assis à l'une de ses extrémités et armant l'aviron du bord opposé; les avirons sont dans ce cas placés alternativement babord et tribord, c'est l'armement à pointe. Enfin le même rameur peut agir sur les deux avirons à la fois; ce procédé est surtout en usage pour les petits bateaux de rivière.

### 1. RAME commandée par manivelle, système de A. Acher.

17.274. — E. av. 1926.

### 2. RAMES adaptées aux bateaux de fer de Manby et Napier, les deux rames tournent en sens inverse. Ces rames étaient mues par une machine à vapeur.

8.532. — E. av. 1872.

## AUX RÉSERVES

### 1. PETITE BARQUE, modèle réduit en bois.

Don de M. Deghilage.

13.412<sup>2</sup>. — E. 1901.

## PROPULSION MÉCANIQUE

DC 1-3

Les Romains avaient déjà eu l'idée de substituer aux rames les roues à aubes; mais l'emploi des roues ne se répandit qu'après l'invention de la machine à vapeur. Très simples, elles ont reçu presque immédiatement leurs formes définitives. On a été conduit à les placer de part et d'autre du navire aux extrémités d'un arbre transversal; cette disposition est restée d'un usage général sauf pour certains bateaux de rivière dont la largeur doit être faible et qui ont parfois une roue unique à l'arrière.

A côté d'avantages certains, les roues présentaient, avec la navigation à vapeur, des inconvénients; ne permettant pas de grandes vitesses du piston, elles exigent des machines lourdes ou des transmissions par engrenages qui diminuent le rendement.

L'application de l'hélice propulsive à la navigation, qui date des environs de 1850, est la résultante des travaux de nombreux savants et inventeurs.

L'idée de se servir de la vis pour faire avancer un navire serait due au Français du Quet (1731). Pauthon l'a reprise en 1768 mais c'est à l'Américain Bushnell que revient la mérite de l'avoir appliquée en 1776 à son curieux sous-marin.

En 1752, le Balois Bernoulli avait tenté d'obtenir la propulsion au moyen d'une roue à plusieurs pales planes et obliques complètement immergée. Fulton en 1798 utilisa ce système à bord de son sous-marin.

Mais aucun de ces engins ne donna de résultats sérieux, le soin de produire la force motrice étant remis aux bras de l'équipage. Il faut attendre la révolution produite par l'utilisation de la vapeur à bord des navires pour voir le système de la vis entrer dans l'ère des réalisations pratiques.

De 1802 à 1806 un canot à vapeur de John Stevens navigua sur l'Hudson; il était propulsé par deux roues à quatre pales incurvées, placées sous l'eau, de chaque côté du gouvernail. En 1827 l'autrichien Ressel logea une vis à un filet dans un vide ménagé à l'arrière de la quille de son embarcation dans l'axe et sur l'avant du gouvernail; des essais concluants furent faits à Paris et en rade de Trieste. Peu après, en 1832, Frédéric Sauvage prenait un brevet pour un propulseur formé d'une vis à un filet décrivant une spire entière; malgré l'erreur démontrée par maints essais, de cette conception, Sauvage s'obstina à ne pas l'abandonner.

## DC 1-3

En 1836, la question de l'hélice propulsive fit un progrès définitif avec Smith. Il prit d'abord une vis à un filet faisant deux révolutions autour de l'axe; un accident ayant rompu une partie de la vis, Smith constata que son embarcation prenait plus de vitesse. A la suite d'expériences Smith, encouragé par l'Amirauté, appliqua en 1840 à l'« Archimède » un propulseur comprenant deux filets d'une demi-spire, qui donna d'excellents résultats.

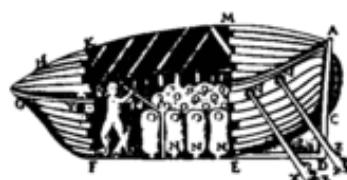
A la même époque le suédois Ericson essayait en Angleterre un propulseur hélicoïdal; peu encouragé dans ce pays, il se rendit aux États-Unis sur un bateau mû par son propulseur. lequel fut adopté par les Américains. La découverte d'Ericson se différenciait de celle de Smith en ce qu'au lieu de conduire l'hélice par l'intermédiaire d'engrenages, il imagina du même coup un moteur à action directe.

En 1841 le constructeur français Normand associé à un mécanicien anglais Barnes fit de nombreux essais du propulseur de Sauvage sur un bâtiment construit dans ce but le « Napoléon » (qui devint la « Corse »). La huitième hélice expérimentée permit de réaliser une vitesse de onze nœuds.

Cette hélice qui avait quatre pales s'élargissant vers la périphérie et ne représentant qu'une faible fraction de pas, était, par sa construction même, en opposition avec la conception de Sauvage. Ce système multipliait l'action propulsive tout en réduisant les résistances de frottement.

Le succès du vaisseau à hélices le « Napoléon » (1847) de Dupuy de Lome détermina l'adoption de l'hélice propulsive qui a révolutionné les conditions de la navigation.

D'abord simples, les hélices sont maintenant jumelées dans la plupart des cas; ce dispositif, entre autres avantages, facilite l'évolution dans de petits espaces.



## **ROUES A AUBES**

DC 1-31

### **1. ROUE à aubes mobiles de Cavé.**

Cette roue est montée sur le modèle de la chaudière du « Sphinx », n° 2619

**2.862. — E. 1843.**

### **2. ROUE PROPULSIVE à aubes mobiles, modèle au 1/10.**

**4.076. — E. av. 1849.**

## **AUX RÉSERVES**

### **1. COQUE DE BATEAU à vapeur Persia, construit par Napier et fils de Glasgow.**

Don de MM. Napier et fils.

Modèle au 1/40.

**6.543. — E. 1855,**

## **DESSINS**

### **1. DÉSEMBRAYAGE des roues de bateau à vapeur par Mangeon (1 pl.)**

**13.571-667. — E. entre 1818 et 1849.**

### **2. APPAREIL à aubes de 400 CV (Corvette Le Berthollet) construit au Creusot (3 pl.).**

**13.571-2.611. — E. av. 1885.**

# HÉLICES

D C 1-32

## 1. HÉLICE DU BATEAU NAPOLÉON.

Modèle au 1/10, 1843.

En 1841, un constructeur havrais Augustin Normand, associé à un ingénieur anglais Barnes, proposa à Frédéric Sauvage, qui avait pris en 1832 un brevet pour un propulseur formé d'une vis à un filet décrivant une spire entière, de faire en grand l'expérience de son hélice. La convention passée entre l'inventeur et les constructeurs stipulait l'autorisation d'appliquer l'hélice à un seul bâtiment avec le droit de la faire dans les conditions que jugeraient convenables les constructeurs.

A partir de janvier 1843, Normand et Barnes essayèrent sur le « Napoléon », bateau destiné au service postal de la Corse, le nouveau mode de propulsion. Successivement huit hélices furent essayées sans qu'aucune reçut l'approbation de Sauvage, arrêté à des principes erronés. La huitième était à 4 ailes à faible fraction de pas et à pas constant, les ailes s'élargissaient vers la périphérie. « Napoléon », brick-goëlette à trois mâts équipé d'une machine à vapeur de 120 CV réalisa la vitesse de 11 nœuds. Ces résultats déterminèrent l'adoption de l'hélice dans la marine française.

4.418. — E. av. 1849.

## 2. ÉLÉMENT DE L'HÉLICE du bateau Napoléon.

4.417. — E. av. 1849.

## 3. HÉLICE.

Modèle réduit.

2.823. — E. 1842.

## 4. ÉLÉMENTS d'hélice.

Modèle réduit.

2.824. — E. 1842.

## 5. HÉLICE disposée sur un modèle de coque.

5.707. — E. 1853.

## 6. HÉLICE DE HOLM.

Don de M. Holm.

Modèle réduit.

6.533. — 1855.

## 7. FACE DORSALE D'UNE HÉLICE.

Don de M. Gernez.

Moulage en plâtre montrant les érosions produites sur la face, à cause du trop faible intervalle entre l'hélice et l'étambot avant du bateau. Bateau de pêche de 29 tx, hélice à 3 pales.

16.709. — E. 1929.

8. LIGNES D'ARBRES du paquebot *L'Annam*.Don de la C<sup>ie</sup> des Messageries maritimes.

Modèle au 1/20.

Longueur de la ligne d'arbres : 50,53 m.

Déplacement au maximum de la charge : 9.850 tx.

Puissance des machines motrices : 9.500 CV.

13.629. — E. 1904.

## 9. HÉLICE DOUBLE A PAS CONTRAIRES, par J. B.Chevalier.

Don de M. J. B. Chevalier.

Ces deux hélices doivent tourner en sens inverse. L'une d'elles est calée directement sur l'arbre moteur, l'autre sur un manchon qui entoure l'arbre, et qui est commandé par engrenages coniques.

Un presse-garniture arrête l'infiltration d'eau entre l'arbre et le manchon. Il ne semble pas que cette disposition compliquée soit entrée dans la pratique.

11.924. — E. 1890.

DC 1-3

10. *HÉLICE, système Mangin du transport l'Yonne.*

Don de l'École d'Application du Génie maritime.

Modèle au 1/5.

8.349. — E. 1872.

11. *HÉLICE d'essai à aile triple du bateau « Elorn ».*

Don de l'École d'Application du Génie Maritime.

Modèle en bronze au 1/10.

8.346. — E. 1872.

D E S S I N S

1. *HÉLICES à trois et quatre ailes, du navire à vapeur « Le Napoléon », 120 CV (3 pl.).*

13.571-657. — E. entre 1818 et 1849.

2. *APPAREILS PROPULSEURS à hélice variable par Maudslay, Field et C<sup>ie</sup> (2 pl.).*

13.571-1460. — E. 1862.

3. *APPAREIL à hélice de la Frégate « La Pomone » (200 CV) par Maze-line frères du Havre (32 pl.).*

13.571-654. — E. entre 1818 et 1849.

4. *MACHINE à hélice de la frégate cuirassée « Le Friedland » de la puissance nominale de 970 CV (16 pl.).*

13.571-1741. — E. 1867.

5. *APPAREIL à hélice de 2.640 CV du vaisseau cuirassé « le Mytho » construit au Creusot (6 pl.).*

13.571-2026. — E. 1878.

6. *BATEAUX à hélices d'Ericson et Smith (1 pl.).*

13.571-662. — E. entre 1818 et 1849.

7. *HÉLICE du bateau à vapeur « le Chaptal ».*

178 T. — E. 1850.

## BUSTES

1. *BUSTE DE SAUVAGE (1785-1857).*

Don de M. Paul Dubos.

Son œuvre fut l'application de l'hélice à la propulsion des navires à vapeur. Buste en béton cogne par Etex.

8.791. — E. 1876.

2. *BUSTE DE DALLERY (1754-1835).*

Don de M. Claret Dallery.

Son véritable titre de gloire est d'avoir le premier appliqué pratiquement l'hélice à la navigation à vapeur. Buste en plâtre métallisé.

9.618. — E. 1881.

## AUX RÉSERVES

1. *COQUE du paquebot à hélice Fiery Cross, construit par Napier et fils.*

Don de MM. Napier et fils.

Modèle au 1/40.

6.545. — E. 1855.

2. *COQUE de la frégate à hélice Simoon, 1.850 tx, construite par Napier et fils.*

Don de MM. Napier et fils.

Modèle au 1/40.

6.544. — E. 1855.

## BATEAUX A VAPEUR

D C 1-4

Denis Papin avait pensé à utiliser la machine à vapeur pour propulser un bateau; mais le bateau à roues qu'il construisit et qui navigua sur la Fulda en 1707 était actionné à bras d'hommes.

Une étude de Bernouilli, couronnée par l'Académie des Sciences en 1725, avait surtout pour objet de montrer que l'utilisation de la vapeur n'était pas le meilleur procédé de propulsion.

Le premier bateau directement mû par la vapeur est le « Pyroscaphe » du marquis de Jouffroy qui évolua sur le Doubs en 1776. Un second pyroscaphe plus grand qui navigua sur la Saône en 1783 était mû par une machine à deux cylindres inclinés transmettant par chaîne le mouvement à une roue-arrière propulsive.

L'Américain Fulton perfectionna les différents engins de propulsion et en 1803 lança sur la Seine un bateau qui fila 3 noeuds. Rentré aux États-Unis, il équipa le « Clermont » d'une machine de 20 CV, construite par Watt et Boulton, qui permit au navire de filer 4 noeuds; lors de son premier voyage entre New-York et Albany, aucun passager n'osa accompagner l'inventeur. En Europe, la « Comet » de Bell et Thomson inaugurait en 1812 sur la Clyde un service de passagers qui fut l'origine du nouveau mode de transport en Angleterre, comme l'essai de Fulton le fut en Amérique.

A partir de ce moment les progrès furent rapides : en 1816, un bateau français traversait la Manche; en 1819, le « Savannah » navire mixte à voiles et à vapeur, traversant l'Atlantique, faisait le trajet Savannah-Liverpool en vingt-six jours. Les traversées transatlantiques, en 1838, du « Great Western » et du « Sirius » marquent le début des grands voyages effectués désormais par les bateaux à vapeur, le premier des modes de traction mécanique appliqués à la navigation. Les machines marines se perfectionnèrent rapidement; aux machines à simple expansion succédèrent les machines compound, puis les machines à triple expansion qui se généralisèrent à partir de 1880.

Les turbines à vapeur dont l'application à la navigation date des dernières années du XIX<sup>e</sup> siècle sont utilisées maintenant pour commander des alternateurs qui fournissent, aux moteurs électriques actionnant les hélices, le courant qui leur est nécessaire.

## BATEAU

DC 1-41

1. *BATEAU A VAPEUR DE DESBLANC, 1802 (fig. 2).*

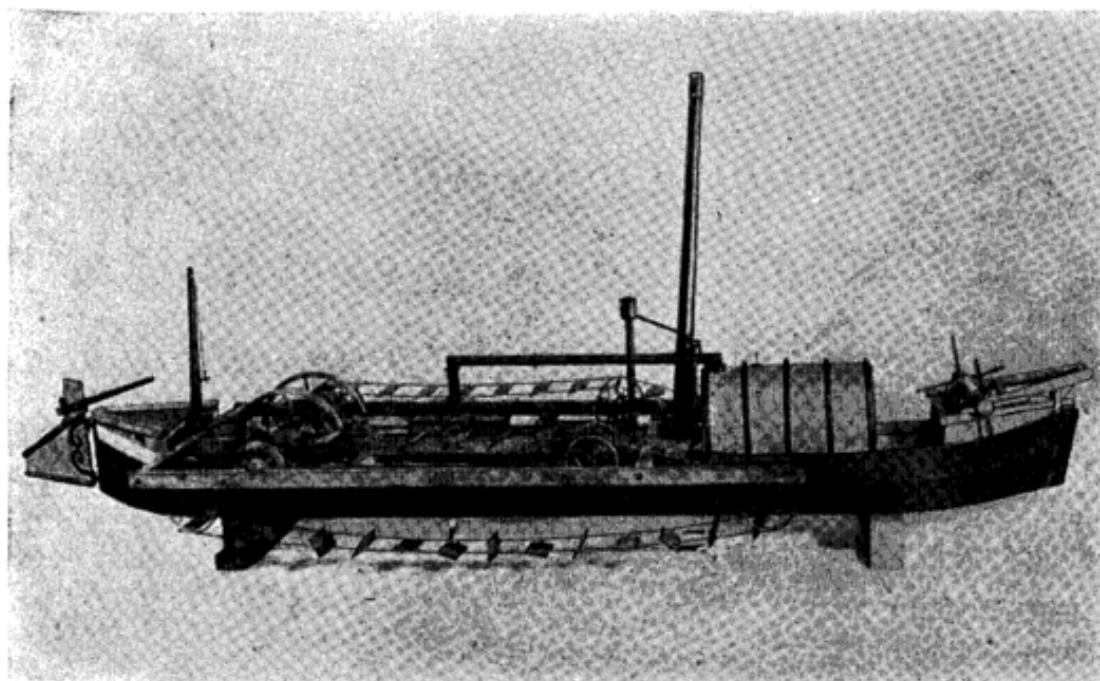


Fig. 2. — Bateau à vapeur de Desblanc. 1802.

Modèle réduit par Desblanc.

Desblanc prit le 7 avril 1802 un brevet pour un bateau à vapeur qu'il construisit à Trévoux, et essaya sans succès. La partie la plus intéressante de ce bateau était le propulseur formé d'une double chaîne portant 36 palettes et s'étendant sur presque la longueur de la coque de chaque côté.

1.155. — E. av. 1814.

2. NAVIRE CUIRASSÉ.

Don du Ministère de la marine.

12.548. — E. 1893.

3. PAQUEBOT « France » de la C<sup>ie</sup> générale transatlantique, 1912.

Don de la C<sup>ie</sup> générale transatlantique.

Modèle au 1/50.

Mis en chantier le 20 avril 1909 lancé le 20 septembre 1910, mis en service le 20 avril 1912 sur la ligne le Havre-New York, retiré de la flotte en 1934.

Longueur : 216,68 m.

Largeur : 23,08 m.

Creux : 16,10 m.

Tirant d'eau : 9,77 m.

Ponts complets : 6.

Jauge brute : 23.769 tx.

Déplacement à charge normale : 29.624 t.

Port en lourd : 6,384 t.

Puissance : 42.000 CV.

Population maximum : 1.926 passagers : 600 hommes d'équipage.

La coque est en acier, dans la partie médiane un double fond forme water ballast dont le remplissage assure la stabilité du navire à mesure que le charbon est consommé. Deux quilles de roulis sont fixées au tournant des formes, longueur : 63,34 m, hauteur : 0,45 m.

En longueur le navire est divisé en 14 compartiments séparés par des cloisons transversales étanches ; les ouvertures qu'elles comportent sont manœuvrées par système hydraulique Stone Lloyd. Un compartimentage longitudinal constitué par des soutes à charbon isole les chaufferies des flancs du navire.

Quatre chaufferies comprennent 11 chaudières à double façade et 8 foyers, et 3 chaudières à 4 foyers ; elles sont timbrées à 14 kg. Les foyers fonctionnent à tirage forcé par air soufflé directement dans les cendriers et les foyers. L'air fourni par 16 ventilateurs à raison de 530 m<sup>3</sup> par seconde passe dans des réchauffeurs qui le porte à 300°. Des éjecteurs Sée envoient les escarbilles à la mer.

Les machines motrices sont des turbines tournant à 250 t/mn. Ce navire fut le premier utilisant la triple expansion de la vapeur, et 2 turbines basse pression, la propulsion arrière, par 2 turbines haute pression et 2 turbines basse pression. Chaque couronne a un peu moins de 1.000 aubes. Il y a 3 condenseurs, système Contraflo dont 2 pour la marche normale et 1 auxiliaire.

La propulsion avant est assurée par une turbine moyenne pres-

sion. Pour une puissance de 40.000 CV, la consommation horaire de vapeur est de 270 t.

Les diverses machines auxiliaires : électriques, d'alimentation des chaudières, des services d'épuisement, de distribution d'eau, d'incendie absorbent 3.500 CV. L'installation électrique comprend 2 stations génératrices de chacune 2 turbo-alternateurs de 400 kW.

Le navire a 4 lignes d'arbre terminées chacune par une hélice à 4 ailes venues de fonte avec le moyeu ; diamètre : 3,80 m, pas : 3,60 m.

Le changement de marche s'effectue suivant 2 modes : à la mer, en route libre, une seule manœuvre met les quatre hélices en marche arrière ; dans les ports on peut faire isolément le changement de marche pour babord et tribord, par déconnection hydraulique.

Le gouvernail du type compensé formé d'une simple tôle pèse 47 t et a 4 aiguillots. La commande de la barre se fait par un appareil Brown comprenant un appareil principal porté par la barre et un appareil auxiliaire fixe de secours.

Pour le mouillage, il y a 2 ancras de bassin de 7.000 kg ; et une ancre de 6.000 kg.

Au cours des essais, une puissance de 47.000 CV permit une vitesse moyenne de 25 nœuds.

16.864. — E. 1933

#### 4. *BATEAU pour passagers par Ch. Stührmann à Hambourg.*

Modèle réduit.

18.292. — 1944.

### D E S S I N S

#### 1. *PORTRAIT de Jouffroy d'Abbans, 1751-1832.*

Photographie d'un portrait attribué à Isabey.

19.850. — E. 1952.

#### 2. « PYROSCAPHE » de Jouffroy d'Abbans.

Photographie de la maquette du premier bateau de Jouffroy d'Abbans construit en 1776. La maquette se trouve au Musée de la marine de Paris.

19.849. — E. 1952.

#### 3. *BATEAU à vapeur de Desblanc (3 pl.).*

13.571-543. — E. av. 1818.

DC 1-4

4. *BATEAU à hélice avec bateau à vapeur marchant sur routes par Dallery (brevet original du 2 oct. 1803)* (4 pl.).

13.397-84. — E. 1903.

5. *BATEAU à vapeur de Robert Fulton* (2 pl.).

Dessins originaux et lettres envoyés à Molard, administrateur du Conservatoire des Arts et Métiers, par Fulton le 4 pluviose an IX (24 janvier 1803). Présenté comme une machine à remonter les bateaux, ce projet est celui du bateau à vapeur que Fulton essaya la même année sur la Seine.

13.571-450 — E. av. 1818.

6. *MISSOURI. Vue générale.*

Don de la C<sup>ie</sup> Générale de navigation.

414 T. — E. 1919.

7. *BATEAU DE SAUVETAGE. Vue générale.*

Don de la C<sup>ie</sup> Générale de navigation.

420 T. — E. 1919.

8. *PORTEUR pour le transport des blessés. Vue générale.*

Don de la C<sup>ie</sup> Générale de navigation.

421 T. — E. 1919.

9. *OCÉAN ET MÉDITERRANÉE. Vue générale.*

Don de la C<sup>ie</sup> Générale de navigation.

422 T. — E. 1919.

10. *BATEAUX pour voyageurs, 250 CV. Vue générale.*

Don de la C<sup>ie</sup> Générale de navigation.

424 T. — E. 1919.

11. *BATEAUX pour voyageurs, 500 CV. Vue générale.*

Don de la C<sup>ie</sup> Générale de navigation.

425 T. — E. 1919.

12. *PHOTOGRAPHIES de divers types de bateaux de la C<sup>ie</sup> Générale de navigation.*

Don de la C<sup>ie</sup> Générale de navigation.

430 T. — E. 1919.

13. *CHALOUPE à voile et à vapeur mus par une machine de 8 CV à cylindre renversé par Gache aîné (4 pl.).*

13.571-1511. — E. 1862.

14. *CANOT à vapeur de la marine impériale de la force de 20 CV, construit par Gouin et C<sup>ie</sup> (2 pl.).*

13.571-1668. — E. 1864.

15. *CANOT à vapeur construit par Claparède (1 pl.).*

13.571-1858. — E. 1867.

16. *CANOT à vapeur, à hélice par Claparède (1 pl.).*

13.571-1778. — E. 1867.

17. *PROJET de cuirassé de premier rang, programme de 1879 par Boden (4 pl.).*

13.571-2.615. — E. 1904.



## CHAUDIÈRES MARINES

D C 1-42

Les chaudières à tubes de fumée employées concurremment aux chaudières à tubes d'eau disparaissent devant ces dernières.

Les chaudières à tubes de fumée sont soit cylindriques ordinaires à plusieurs foyers intérieurs, soit à tubes directs (chaudières des vaisseaux militaires). Le tirage forcé du foyer est souvent substitué au tirage naturel. Il permet d'augmenter la combustion d'environ 50 % avec la même surface de chauffe et sans affecter le rendement; il en résulte que pour produire une certaine quantité de vapeur, une moindre surface de chauffe suffit d'où diminution du poids. Certains systèmes combinent le tirage forcé avec un réchauffage de l'air.

De plus en plus, on emploie des chaudières multitubulaires dont la construction est spécialement adaptée à la navigation : chaudières à tubes, presque horizontaux ou presque verticaux; les premières telles les chaudières Belleville et Niclausse, d'un emploi fréquent sur les torpilleurs et contre-torpilleurs extrêmement rapides permettent un grand allègement sans l'emploi du tirage forcé; les secondes sont du type dit semi-multitubulaire qui est une combinaison de la chaudière à bouilleurs et du système multitubulaire telles sont les chaudières du Temple et les chaudières Normand où les orifices des tubes débouchent dans le bas du corps cylindrique supérieur (orifices noyés); et les chaudières Thornycroft où les tubes aboutissent dans le dôme de vapeur même.

### 1. CHAUDIÈRES du bateau à vapeur « *Le Sphinx* ».

Modèle au 1/10 par Philippe.

Ces chaudières alimentent la machine représentée, à une échelle double par le modèle 8.173. Elles renferment 6 foyers intérieurs prolongés par des carreaux en zigzag qui aboutissent à la cheminée. L'eau remplit les lames entre les foyers et les carreaux ainsi qu'une lame inférieure sur toute la base de la chaudière; elle

Construit en 1829

s'élève au-dessus des foyers et des carreaux. Des cloisons intérieures longitudinales empêchent l'eau de se porter d'un seul bord quand le navire prend de la bande.

Les soupapes de sûreté sont chargées directement par un poids inférieur et réglées pour une pression effective de 0,25 kg par cm<sup>2</sup>. Une soupape inverse de rentrée d'air évite que le refroidissement de la chaudière n'y abaisse la pression au-dessous de celle de l'atmosphère.

Des robinets à flotteur contrôlent l'entrée d'eau d'alimentation.

Surface totale des 6 grilles : 10,90 m<sup>2</sup>.

Surface de chauffe : 219 m<sup>2</sup> 60.

Poids de la chaudière vide : 66 t.

Poids de l'eau en niveau normal : 30 t.

**2.619. — E. 1840.**

## 2. CHAUDIÈRES du « Napoléon ».

Don de l'École d'Application du Génie maritime.

Modèle au 1/5.

Ce type de chaudière a été réglementaire dans la Marine française de 1858 à 1870. Il comporte des foyers intérieurs, continués par des boîtes à feu s'élevant verticalement, d'où partent des tubes en retour au-dessus des foyers ; ces tubes aboutissent à des boîtes à fumée intérieures, conduisant à la cheminée. Le tout est logé dans une enveloppe à parois planes, dispositif acceptable avec de faibles pressions.

Ce type a succédé aux chaudières primitives à carreaux (chaudières du « Sphinx »). Il a été remplacé par la chaudière cylindrique à foyers intérieurs et tubes en retour, qui en dérive avec une enveloppe résistant à une pression élevée.

**8.348-8350-8351. — E. 1872.**

## 3. CHAUDIÈRE du bateau à vapeur d'Assas de 400 CV.

Don de l'École d'Application du Génie maritime.

**8.352. — E. 1872.**

## 4. CHAUDIÈRE en cuivre pour bateau à vapeur, par Nillus.

**3.513. — E. 1849.**

## 5. CHAUDIÈRE, système E. Andréa, de la Compagnie de navigation du Danube.

Modèle au 1/30.

**7.725. — E. 1867.**

DC 1-4

6. CHAUDIÈRE, système Em. Andréa, de la Compagnie de Navigation du Danube.

Modèle au 1/30.

7.726. — E. 1867.

7. CHAUDIÈRE, système Em. Andréa, de la Compagnie de Navigation du Danube.

Modèle au 1/30.

7.727. — E. 1867.

8. CHAUDIÈRE du Temple (type sous-marin, 1921).

Don du Musée de la Marine.

Modèle à brûleur entouré d'un serpentin.

*cas par Isaac localisé à Colberlon 17-01-1904*

18.533. — E. 1945.

9. SOUPAPE de sûreté à levée totale, système Cockburn.

Don des Ateliers et chantiers de Bretagne.

19.874. — E. 1952.

D E S S I N S

1. CHAUDIÈRE de la machine du bateau « Le Tancrede », par Miller et Ravenhill (6 pl.).

13.571-695. — E. entre 1818 et 1849.

2. CHAUDIÈRE de la machine d'un bateau américain (2 pl.).

13.571-697. — E. entre 1818 et 1849.

3. CHAUDIÈRE de la machine du bateau à vapeur « l'Alecton » (système Beslay) (12 pl.).

13.571-696. — E. entre 1818 et 1849.

4. ARMATURE DE CHAUDIÈRES ET FOYERS des machines de bateaux à vapeur.

13.571-753. — E. entre 1818 et 1849.

5. CHAUDIÈRES à vapeur des frégates « *L'Impétueuse* » et la « *Souveraine* », par Gouin et C<sup>ie</sup> (7 pl.).

13.571-1429. — E. entre 1818 et 1849.

6. CHAUDIÈRE fumivore à flamme renversée, par Evan de Londres (3 pl.).

13.571-1457. — E. entre 1818 et 1849.

7. CHAUDIÈRE tubulaire pour machines marines, par Horton et Hendrick de Londres (1 pl.).

13.571-1451. — E. 1862.

8. CHAUDIÈRE marine tubulaire à haute pression par Horton et Kendrick de Londres (1 pl.).

13.571-1486. — E. 1862.

9. CHAUDIÈRE marine pour une machine de 600 CV, par John Penn à Greenwich (1 pl.).

13.571-1500. — E. 1862.

10. CHAUDIÈRES du bateau « *Le Napoléon III* », type des chaudières de la Marine Impériale, par Scott, ingénieur-constructeur à Glasgow (4 pl.).

13.571-1716-1884. — E. 1867.

11. CHAUDIÈRE du bateau « *Le Napoléon III* » (1 pl.).

13.571-1884. — E. 1867.

12. CHAUDIÈRE à vapeur pour canonnières de 240 CV construite par Belleville à Paris (2 pl.).

13.571-1854. — 1867.

13. CHAUDIÈRE d'une machine de bateau à vapeur du capitaine d'Aubigny (1 pl.).

13.571-2608. — E. av. 1885.

14. CHAUDIÈRES du *Missouri*.

Don de la C<sup>ie</sup> Générale de navigation Havre, Paris, Lyon, Marseille.

416 T. — E. 1919.

DC 1-4

15. *ANCIENNES CHAUDIÈRES du Missouri.*

Don de la C<sup>1<sup>e</sup></sup> Générale de navigation Havre, Paris, Lyon Marseille.

417 T. — E. 1919.

16. *POMPE D'ALIMENTATION d'une machine de bateau à vapeur,  
par Cavé.*

13.571-664. — E. entre 1818 et 1849.

17. *ÉPURATEUR d'eau d'alimentation des chaudières par Bassères et  
Lugand (1 pl.).*

13.571-1701. — E. 1864.



## MACHINES A VAPEUR MARINES

D C 1-43

Les machines utilisées dans les débuts de la navigation à vapeur et jusque vers 1840, fonctionnaient exclusivement à basse pression, c'est-à-dire à moins de 1,5 atmosphère de pression totale; puis on passa à 2 et 2,5 atmosphères.

Mais les difficultés pratiques augmentaient avec la pression, parce que l'eau de mer employée à l'alimentation des chaudières les incrustait fortement. L'emploi du condenseur par surface (dû à Hall, 1832) et l'alimentation monohydrique qui réduisaient les incrustations permirent d'augmenter la pression initiale et de pousser très loin la détente.

Ainsi apparurent dans la marine les machines à multiple expansion; d'abord machines Woolf et machines compound à réservoir intermédiaire et cylindres indépendants.

Les premières machines compound furent construites par John Elder et Benjamin Normand vers 1850; elles se répandirent promptement en Angleterre, plus lentement en France où Dupuy de Lôme les appliqua le premier à la marine militaire et créa le modèle à trois cylindres, si fréquemment reproduit depuis. Allant plus loin Normand fit breveter en 1871 un système de machine à triple expansion qui comportait la détente dans trois cylindres successifs; les moteurs à triple expansion débutèrent en 1874 en Angleterre et y prirent un rapide essor. Bien que plus difficilement acceptés en France, ils s'y étaient imposés dès avant 1889. A cette époque, l'Angleterre abordait la quadruple expansion.

Pour la transmission du mouvement des pistons à l'arbre, on a utilisé les machines à balancier, les machines oscillantes, les machines à bielle directe et celles à bielle en retour. Actuellement seuls sont en usage les deux derniers types et principalement ceux à bielle directe. Sauf dans la marine militaire, où l'on est tenu de placer les machines en-dessous de la flottaison pour les abriter, le type pilon est d'un emploi général et justifié par de nombreux avantages : diminution de l'encombrement, accès facile à la machine, non ovalisation des cylindres, meilleure efficacité des enveloppes de vapeur.

*1. APPAREIL MOTEUR du bateau à vapeur « Le Sphinx ».*

Modèle au 1/5 par Philippe.

Cette machine, construite en 1842, paraît être la première qui ait fonctionné d'une manière satisfaisante sur un navire de la marine nationale française. Commandée en Angleterre, elle a été reproduite sur d'autres navires.

Puissance indiquée : 160 CV à la vitesse de 22 tours par minute.

Poids de la machine : 103 t.

Deux cylindres verticaux (diamètre 1,221 m; course : 1,448 m) avec bielles pendantes actionnent des balanciers inférieurs. Guidage de la tige du piston par parallélogramme.

Condenseurs par mélange, à la partie inférieure de la machine, traversée par l'axe des balanciers. Chaque condenseur est muni d'une pompe à air : clapets d'aspiration au fond du condenseur, non visibles sur le modèle ; clapets de refoulement dans le piston, et clapets supplémentaires à la partie supérieure de la pompe. L'eau est rejetée dans une bâche avec tuyau de décharge dans la mer. Le tuyau d'arrivée d'eau de refroidissement au condenseur est placé sous l'axe du balancier. Une pompe alimentaire et une pompe de cale sont accolées à la pompe à air.

La vapeur circule d'abord dans l'enveloppe des cylindres ; deux papillons rectangulaires conjugués permettent de graduer l'admission. La distribution se fait par deux tiroirs en D conjugués. La section horizontale du tiroir est un demi-cercle ; la face plane porte sur la table de la lumière du cylindre, et la partie semi-circulaire fait joint contre la paroi correspondante ; leurs côtés d'arrivée et d'échappement de vapeur sont séparés, comme avec le tiroir cylindre actuel.

Le tiroir est commandé par un excentrique unique, fou entre deux heurtoirs que porte l'arbre, heurtoirs qui l'arrêtent en deux positions correspondant aux marches avant et arrière. Pour les manœuvrer un levier soulève la barre d'excentrique et on déplace le tiroir à la main avec un autre levier.

2.822. — E. 1842.

*2. APPAREIL-MOTEUR du bateau à vapeur « La ville de Nantes ».*

Modèle au 1/10.

Roues à aubes fixes.

Cylindre unique vertical avec balanciers latéraux et guidage de la tige par parallélogramme. Bride rectangulaire en attente pour le tuyau d'arrivée de vapeur.

Commande du tiroir par excentrique unique pour la marche avant. Un petit levier coudé permet de débrayer la barre en la soulevant ; avec un grand levier on commande alors le tiroir à la main pour les manœuvres. Un levier voisin du précédent agit sur

l'arrivée de vapeur du côté opposé à la machine. Entre les balanciers, près du cylindre, condenseur par mélange avec tuyau coudé d'arrivée d'eau puis pompe à air extrayant l'air et l'eau du condenseur et pompe alimentaire refoulant une petite fraction de cette eau à la chaudière.

**4.064.** — E. av. 1849.

### 3. MODÈLE ET COUPE des machines d'un bateau à vapeur.

Don de Gâche aîné.

Modèle au 1/10 exécuté par Lotz.

Deux cylindres conjugués inclinés par le bas attaquent la même manivelle.

**6.547.** — E. 1855.

### 4. MACHINE A VAPEUR de Maudslay pour bateau à hélice.

Modèle au 1/12 par Maudslay et Field.

Deux cylindres horizontaux. Distribution par coulisse de Stéphenson, bielles en retour. Condenseur par mélange en face des cylindres avec sa pompe à air; deux robinets d'injection d'eau de mer, auprès de la roue commandant le relevage des coulisses rejet de l'eau extraite du condenseur du côté extérieur.

Deux pompes alimentaires, commandées directement par tiges de piston. Les marines militaires, pour la commande des hélices, ont longtemps tenu à placer les machines en-dessous du plan de flottaison, ce qui conduit à la disposition horizontale (ou presque horizontale) de l'axe des cylindres. Avec l'hélice unique dont l'arbre est au milieu du bâtiment, la demi-largeur est insuffisante pour loger la machine, avec la disposition ordinaire de bielle et manivelle.

Deux solutions ont été adoptées :

1<sup>o</sup> la bielle en retour (voir modèle n° 7.945) avec deux tiges de piston commandant une traverse au delà de l'arbre, traverse d'où la bielle part en retour.

2<sup>o</sup> la machine à fourreau (modèle n° 7.944) où la tige du piston est remplacée par un tube de diamètre intérieur suffisant pour que la bielle s'articule au droit du piston.

Inscription :

« Model of a pair of horizontal engines to drive a screw propeller  
Maudslay sons & Field ».

**7.142.** — E. 1862.

## DC 1-4

### 5. APPAREIL-MOTEUR du bateau à vapeur « La Parisienne » construit par Cochot.

Modèle au 1/10 exécuté par Furcy, 1846.

Commande de l'arbre des roues par un cylindre unique, vertical avec balanciers latéraux du 2<sup>e</sup> genre (articulation de la bielle motrice entre l'articulation fixe et celle de la bielle en retour du piston).

Distribution pour marche avant, par excentrique unique ; pour les manœuvres la barre d'excentrique est soulevée et le tiroir est commandé à la main par un long levier.

D'autre part, un robinet commandé par une came double sur l'arbre (une pour chacune des deux courses du piston) ne laisse entrer la vapeur dans la boîte à tiroir que pendant une fraction de la course du piston, produisant ainsi la détente.

Condenseur par mélange, avec pompe à air, comprimé par un des balanciers. Pompe alimentaire, prenant l'eau du condenseur et pompe de cale commandée par un balancier actionné par un excentrique. Du côté opposé tuyau rejetant à la mer l'eau du condenseur.

7.200. — E. 1863.

### 6. APPAREIL MOTEUR des navires « Minotaure » et « Northumberland » de la Marine anglaise.

Don de John Penn et fils.

Machine à vapeur de Penn de 1 350 CV. Modèle au 1/12 par John Penn et fils.

Deux cylindres horizontaux à fourreau.

Distribution par coulisse de Stephenson, avec tiroir spécial de détente, placé en amont du tiroir principal.

Deux condenseurs par mélange, chacun avec pompe à air et pompe alimentaire, tuyaux de rejet d'eau à la mer non montés sur les condenseurs (sur le modèle).

Manivelles motrices prolongées par contrepoids.

Soupapes de sûreté au bas des cylindres.

Papillon sur le tuyau d'arrivée de vapeur.

7.944. — E. 1867.

### 7. MACHINE A VAPEUR compound de 450 CV.

Don du Ministre de la Marine et des Colonies.

Modèle au 1/20 exécuté à l'usine d'Indret.

Le cylindre médian (à haute pression) reçoit la vapeur de la

chaudière, elle se divise ensuite entre les deux cylindres latéraux (à basse pression).

Bielles en retour. Deux condenseurs par mélange, faisant face aux cylindres à basse pression, chacun avec pompe à air à sa partie inférieure.

Tiroirs commandés par un arbre auxiliaire donnant seulement une marche avant et une marche arrière, sans admissions intermédiaires ; mécanisme de changement de marche spécial.

L'application toute nouvelle de la détente compound à la marine par Dupuy de Lôme a eu le plus grand succès.

7.945. — E. 1867.

**8. MACHINE A VAPEUR MARINE à cylindre oscillant, à distribution par tiroir inférieur, système Raffard.**

Don de M. Raffard.

Modèle au 1/10.

8.173. — E. 1870.

**9. MACHINE A VAPEUR compound de 2.640 CV construite par les usines du Creusot.**

Modèle au 1/10 par Digeon.

La disposition pilon a remplacé, dans la marine, le montage horizontal.

Machine compound à deux cylindres, avec réservoir intermédiaire de vapeur. Manivelles non à angle droit. Distribution par coulisses de Stephenson (le modèle donne seulement l'amorce des tiges de suspension des coulisses, sans le mécanisme de relevage). Tiroir à doubles orifices. Commande des coulisses par arbre auxiliaire (afin de placer latéralement les tiroirs). Deux pompes alimentaires.

Le condenseur n'est pas représenté ; il est relié au cylindre à basse pression par une large conduite dont on voit le départ.

10.322. — E. 1884.

**10. MACHINE A VAPEUR compound marine à 4 cylindres inclinés.**

Don de M. Bérendorf fils.

Modèle réduit construit par J. Bérendorf en 1866 et ayant figuré au Musée Centennal de l'Exposition de 1900.

Les deux cylindres haute pression se trouvent d'un côté, les

cylindres basse pression de l'autre. La vapeur provenant de la chaudière passe dans la chemise des cylindres haute pression dans ces cylindres puis dans les cylindres basse pression. La distribution se fait par tiroir, des leviers à contrepoids permettent de débrayer la distribution de l'arbre moteur. La tige de piston de chaque cylindre se déplace verticalement dans la coulisse et est reliée par bielle en retour à l'arbre moteur.

13.632. — E. 1904.

11. *MACHINES MOTRICES compound accouplées, de 100 CV.*

Modèle en bois au 1/10 exécuté par C. Robin en 1889.

Ces machines ont été appliquées à l'une des canonnières construites pour l'État par l'Usine des chantiers de la Loire à Nantes, en 1884.

11.409. — E. 1889.

12. *MOTEUR A VAPEUR commandant une hélice propulsive.*

Modèle en bois, au 1/10 par C. Robin en 1891.

12.097. — E. 1891.

13. *MACHINE A VAPEUR de 120 CV de remorqueur du Nil construit en 1866 pour le vice-roi d'Égypte, par la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée.*

Don de la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée.

Modèle au 1/10.

Deux cylindres inclinés, dont les pistons commandent une manivelle unique.

Distribution : tiroir principal commandé par un excentrique à toc, fou sur l'arbre entre deux buttoirs, pour marche avant et marche arrière. Pour la mise en marche, on débraye le tiroir en soulevant la barre d'excentrique et on le manœuvre à la main à l'aide d'un volant; tiroir de détente, ou glissière sur table spéciale commandé par un excentrique calé à 180° de la manivelle motrice (sert pour les deux sens de marche).

Condenseur par mélange entre les cylindres; pompes à air et pompes alimentaires conduites par balanciers.

7.946. — E. 1867.

14. *GOUVERNAIL du « Yaroslav » navire de la flotte russe, commandé à la vapeur, par servo-moteur Farcot-Duclos.*

Modèle au 1/4 construit par Stafer de Duclos et C<sup>ie</sup> en 1883.

9.910. — E. 1883.

15. *MACHINE COMPOUND à 3 cylindres dit « à bielle en retour », 1888.*

Don du Musée de la marine.

La machine comporte 1 cylindre haute pression et 2 cylindres basse pression : cette disposition était utilisée sur les navires à hélice pour gagner de la place, quand le cylindre était horizontal. La nécessité que l'arbre soit suffisamment en dessous de la flottaison pour assurer l'immersion de l'hélice entraînait la même exigence pour le cylindre et celui-ci étant disposé transversalement, on disposait de peu de place pour son installation. Chaque piston comportait deux tiges, réunies par une traverse sur laquelle la bielle venait s'articuler. Cette disposition se retrouve sur la machine plus ancienne de l'*Algériras* (n° 18.534).

Dans les deux cas, on peut constater que la machine est extrêmement compacte.

Ici, les trois cylindres sont identiques avec tiroirs en D (admission par les arêtes intérieures). La vapeur arrive par les 2 tuyaux verticaux qui sont de part et d'autre du modèle. Elle parvient au tiroir central en traversant 2 vannes symétriques manœuvrées par un volant situé sur le côté gauche.

Du cylindre central, la vapeur échappe symétriquement aux 2 cylindres latéraux, où elle parvient par le centre et en sort par les extrémités d'où elle gagne les deux condenseurs.

Le volant de manœuvre qui commande l'arbre de relevage est visible sur le côté gauche de la vitrine, tandis que le vireur est visible sur le côté droit. Deux pompes attelées sont visibles sur le côté gauche du modèle.

18.538. — E. 1945.

16. *MACHINE de « L'Algésiras », 1888.*

Prêt du Musée de la Marine.

Modèle au 1/100.

Machine de 900 CV construite pour l'*Algésiras*, à Toulon en 1855, sous la surveillance de Dupuy de Lôme, elle est semblable à celle de la *Gloire* ; elle est du type à bielles de retour, dont le premier tracé est dû à l'ingénieur suédois Holm et fut exécutée pour

la première fois en France en 1843, par le constructeur Mazeline du Havre pour la frégate *Pomone*. La force nominale des machines de cette époque était celle qui résultait de l'application de la formule :  $3,49 D^2 CNp$  dans laquelle D était le diamètre du piston, C sa course, N le nombre de tours et  $p$  la pression moyenne indiquée. A 45 tours par minute, la force nominale de la machine de l'*Algésiras* était de 898 chevaux, mais sa force effective était bien supérieure. Ce genre de machine a été employé avec des perfectionnements jusque vers 1885.

18.534. — E. 1945.

## DESSINS

1. *MACHINES A VAPEUR de bateau à cylindres horizontaux par Cochot frères à Paris.* (4 pl.)  
13.571-652. — E. entre 1818 et 1849.
2. *MACHINE A VAPEUR du bateau « La ville de Nantes »* (6 pl.).  
13.571-653. — E. entre 1818 et 1849.
3. *MACHINE A VAPEUR à cylindres inclinés, des bateaux « Castor » et « Pollux » par Fairbairn* (2 pl.).  
13.571-655. — E. entre 1818 et 1849.
4. *MACHINES ET CHAUDIÈRES du bateau à vapeur « Le Sphinx »* (23 pl.).  
13.571-656. — E. entre 1818 et 1849.
5. *DÉTAILS relatifs à la construction de la machine à vapeur du bateau « Le Sphinx »* (8 pl.).  
13.571-829. — E. entre 1818 et 1849.
6. *MACHINES ET CHAUDIÈRES de bateaux transatlantiques 450 CV* (6 pl.).  
13.571-658. — E. entre 1818 et 1849.
7. *MACHINES ET CHAUDIÈRES de bateau à vapeur (70 CV) par Gache ainé à Paris* (4 pl.).  
13.571-659. — E. entre 1818 et 1849.

8. *CYLINDRE ET DISTRIBUTION de vapeur d'une machine de 500 CV, « Mississippi » (1 pl.).*  
**13.571-660.** — E. entre 1818 et 1849.
9. *MACHINES ET CHAUDIÈRES de bateau transatlantique (450 CV) par Cavé (25 pl.).*  
**13.571-661.** — E. entre 1818 et 1849.
10. *MACHINES ET CHAUDIÈRES du bateau à vapeur « Le Vautour » de 160 CV par Gengembre (12 pl.).*  
**13.571-665.** — E. entre 1818 et 1849.
11. *MACHINES ET CHAUDIÈRES du bateau à vapeur « L'Africain » par Gengembre (5 pl.).*  
**13.571-666.** — E. entre 1818 et 1849.
12. *MACHINE à 4 cylindres de bateau à vapeur par Gengembre (2 pl.).*  
**13.751-669.** — E. entre 1818 et 1849.
13. *MACHINES A VAPEUR de bateau à hélice, d'Ericson (1 pl.).*  
(Mémoire du Capitaine d'Aubigny).  
**13.571-670.** — entre 1818 et 1849.
14. *MACHINES ET CHAUDIÈRES du bateau à hélice « Le Roland » par Mazeline frères au Havre (10 pl.).*  
**13.571-671.** — E. entre 1818 et 1849.
15. *DISTRIBUTION de la machine à vapeur du « Mississippi » de 400 CV (1 pl.).*  
**13.571-832.** — E. entre 1818 et 1849.
16. *MACHINE A VAPEUR du « Missouri. »*  
Don de la C<sup>ie</sup> Générale de navigation.  
**415 T.** — E. 1919.
17. *MACHINE ET CHAUDIÈRE de bateau à vapeur (1 pl.).*  
**13.571-833.** — E. entre 1818 et 1849.

DC 1-4

18. *MACHINE A VAPEUR de bateau, par Hallette (Brevet original du 20 déc. 1828).* 13.397-86. — E. 1903.
19. *MACHINE A VAPEUR à cylindres oscillants, applicable à la navigation par Cavé (Société d'Encouragement pour l'industrie, avril 1835, vol. XXXIV, p. 1620).* 13.397-87. — E. 1903.
20. *MACHINES ET CHAUDIÈRES du bateau-poste « Le Titan » par Cavé. 1844 (17 pl.).* 13.571-2.609. — E. av. 1885.
21. *MACHINE A VAPEUR d'un bateau américain (3 pl. gravées par Petitcolin).* 13.571-2.610 — E. av. 1885.
22. *MACHINE DE BATEAU par Carlsund (Suède) (3 pl.).* 13.571-1255. — E. 1855.
23. *MACHINES à vapeur d'un bateau à hélice de 20 CV par Gache aîné (6 pl.).* 13.571-1269. — E. 1855.
24. *MACHINES ET CHAUDIÈRES d'un bateau à hélice de 60 CV, par Gache aîné (6 pl.).* 13.571-1267. — E. 1855.
25. *MACHINES ET CHAUDIÈRES de bateau à vapeur par Schneider et C<sup>ie</sup>, au Creusot (5 pl.).* 13.571-1194. — E. 1855.
28. *MACHINES ET CHAUDIÈRES des bateaux à vapeur « La ville de Nantes » et « La ville de Bordeaux » par Cavé (7 pl.).* 13.571-1340-1342-1363. — E. 1857.
27. *MACHINE MARINE à fourreau de 600 CV, par John Penn, à Greenwich (3 pl.).* 13.571-1500. — E. 1862.

28. *MACHINE A VAPEUR marine, du vaisseau « Lima », par Randolph Elder et C<sup>ie</sup> (8 pl.).*  
**13.571-1507.** — E. 1862.
29. *MACHINE A VAPEUR d'un bateau anglais de 200 CV, par Inglis (5 pl.).*  
**13.571-1518.** — E. 1862.
30. *MACHINE A VAPEUR de l'Aviso Impérial à hélice « l'Argus » 60 CV, par Gouin et C<sup>ie</sup> (6 pl.).*  
**13.571-1444.** — E. 1862.
31. *MACHINE DU BATEAU à hélice « La ville de Malaga », 200 CV par Gache ainé (14 pl.).*  
**13.571-1449-1452-1453.** — E. 1862.
32. *MACHINE A VAPEUR du vaisseau « Newport », de la Marine anglaise, par Laird frères à Birkenhead (4 pl.).*  
**13.571-1461.** — E. 1862.
33. *MACHINE DU VAISSEAU « L'Albion » par Humphrey et Tennatt à Deptford (5 pl.).*  
**13.571-1471.** — E. 1862.
34. *MACHINE A VAPEUR à doubles cylindres renversés du vaisseau à hélice « Mac Grégor Laird », par Randolph Elder et C<sup>ie</sup> (2 pl.).*  
**13.571-1499.** — E. 1862.
35. *MACHINE du bateau « Pern », par Randolph Elder et C<sup>ie</sup> à Glasgow (2 pl.).*  
**13.571-1499<sup>2</sup>**; — E. 1862.
36. *MACHINE de bateau à hélice par Nillus au Havre (6 pl.).*  
**13.571-1632.** — E. 1862.
37. *MACHINE du yacht impérial « L'Aigle » de 800 CV, par Mazeline au Havre (8 pl.).*  
**13.571-1527.** — E. 1862.

DC 1-4

38. *MACHINE du bateau « Valparaiso » par Randolph et C<sup>ie</sup> (5 pl.).*  
13.571-1542. — E. 1862.
39. *MACHINE DE BATEAU, système Woolf à condenseur indépendant de Escher-Wyss et C<sup>ie</sup> à Zurich (4 pl.).*  
13.571-1583. — E. 1862.
40. *MACHINE ET CHAUDIÈRES du bateau toueur de la Haute Seine de 30 CV par Dietz (4 pl.).*  
13.571-1661. — E. 1864.
41. *MACHINES du bateau à roues, « Le Napoléon III », de la Compagnie Générale Transatlantique construites par Mitler et Ravenhill, 1000 CV de puissance nominale.*  
13.571-1694. — E. 1864.
42. *MACHINE du bateau à hélice « Marie Stuart », C<sup>ie</sup> Générale Transatlantique (8 pl.).*  
13.571-1748. — E. 1867.
43. *MACHINE du bateau le « Saint-Laurent » à palettes de la puissance de 800 CV, construite par le Creusot (8 pl.).*  
13.571-1894. — E. 1867.
44. *MACHINE A VAPEUR à pilon, pour bateaux, de Normand du Havre (7 pl.).*  
13.571-1768. — E. 1867.
45. *MACHINE du bateau « l'Electricot » à cylindres inclinés de la puissance de 6.800 CV par Penn (6 pl.).*  
13.571-1759. — E. 1867.
46. *MACHINE MARINE compound à deux cylindres concentriques à changement de marche (pistons à simple effet) par Flaud et Cohendet (2 pl.).*  
13.571-1998. — E. 1878.
47. *MACHINE A VAPEUR du bateau « Le Tourville » de 7.200 CV indiqués, par Les Forges et Chantiers de la Méditerranée (24 pl.).*  
13.571-2153. — E. 1881.

48. *MACHINE ET CHAUDIÈRE des bateaux « Le Forfait » et « D'Es-taing » de 2.160 CV indiqués, par les Forges et Chantiers de la Méditerranée (26 pl.).*  
**13.571-2151.** — E. 1881.
49. *MACHINE ET CHAUDIÈRE des bateaux : « Shramrock, Tonquin, Bien-Hoa, Ving-Long » de 2.640 CV indiqués, par les Forges et Chantiers de la Méditerranée (27 pl.).*  
**13.571-2152.** — E. 1881.
50. *MACHINE A VAPEUR de la « Médéa » et du « Phénix », bateaux à aubes de la Marine anglaise (3 pl.).*  
**13.571-2389.** — E. 1881
51. *MACHINE A VAPEUR de 940 CV, vaisseau « Le Napoléon » par les Établissements d'Indret (1 pl.).*  
**13.571-2413.** — E. 1889.
52. *MACHINE A VAPEUR pour le « Corsaire Rouge », bateau à aubes (2 pl.).*  
**13.571-2448.** — E. 1889.
53. *MACHINE A VAPEUR de 400 CV, vaisseau « Phlégétон » par les Établissements d'Indret (1 pl.).*  
**13.571-2414.** — E. 1889.
54. *COLLECTION DE 112 ATLAS renfermant les plans des machines de bâtiments construits par les Établissements Schneider, de 1853 à 1904.*  
**19.173<sup>1 à 112</sup>.** — E. 1950.
55. *COLLECTION DE 38 ATLAS renfermant les plans de moteurs de bâtiments de la Marine nationale construits par les Établissements Schneider de 1909 à 1934.*  
**20.308<sup>1 à 38</sup>.** — E. 1953.

AUX RÉSERVES

1. *MACHINE A VAPEUR du « Bélier » et du « Taureau », 1870.*

Don du Musée de la Marine.

18.535. — E. 1945.

2. *MACHINE A VAPEUR à trois cylindres, 1870.*

Don du Musée de la Marine.

18.536. — E. 1945.

3. *MACHINE A VAPEUR pour hélice, 1885.*

Don du Musée de la Marine.

18.537. — E. 1945.



## MOTEURS A COMBUSTIBLE LIQUIDE

DC 1-5

La marine utilise des moteurs Diesel qui ne diffèrent des mêmes moteurs fixes que par leur construction telle que l'encombrement et le poids soient réduits; en particulier l'injection est toujours mécanique.

Ces moteurs sont réversibles, deux jeux de cames assurent l'un la marche avant, l'autre la marche arrière. Le montage des cames comporte deux solutions : chaque came du deuxième jeu est voisine de la came correspondante du premier, on passe de l'un à l'autre jeu en faisant coulisser l'arbre; ou bien il existe pour le deuxième jeu de cames une deuxième série de galets, on met en prise l'un ou l'autre ensemble de commande par une rotation de l'arbre.

Sur les petits bâtiments, l'hélice est directement accouplée au moteur, celui-ci tournant à 80-100 tours/minute dans le cas de bâtiments lents, et 100-150 tours/minute sur les bâtiments rapides.

Pour les grands navires dont la puissance motrice doit être supérieure à 25 000 CV, des organes démultiplicateurs transmettent à l'hélice la puissance de plusieurs moteurs à grande vitesse. La transmission est mécanique, hydraulique ou électrique. La démultiplication mécanique dérive des engrenages réducteurs des turbines avec un taux de réduction moins élevé; un accouplement élastique est nécessaire pour amortir les irrégularités du couple.

La transmission, hydraulique utilise un joint à l'huile ou à eau du type Föttinger, réalisant une liaison élastique. En vue des manœuvres de bord, il faut prévoir un vidage rapide du joint hydraulique, généralement par anneau glissant sur la périphérie du joint et démasquant des trous par où s'évacue le fluide sous l'action de la force centrifuge; ce joint peut être simple ou double selon que les moteurs sont réversibles ou non.

1. *MOTEUR A ESSENCE du yacht « Ellen » système F. Forest et Gallice.*

Don de M. G. Gallice.

Ce moteur du type pilon, est le premier moteur à 4 cylindres et à 4 temps il est à marche réversible et mise en marche automatique.

Les cylindres sont fondus d'un seul bloc, une culasse quadruple ferme les 4 cylindres qui sont supportés par deux chaises fixées au bâti. Le moteur était alimenté par un carburateur à léchage à double enveloppe à circulation d'eau chaude (qui manque). Les soupapes d'admission sont automatiques.

Le renversement de marche s'obtient automatiquement sans arrêt du moteur. Par la manœuvre d'un levier, on déplace en deux temps l'arbre de distribution le premier temps suspend l'allumage, le deuxième temps change le profil des cames, modifie les périodes d'allumage et renverse la marche. La manœuvre inverse en 2 temps rétablit la marche primitive.

La mise en marche du moteur s'effectue automatiquement si on l'a précédemment arrêté en coupant l'allumage mais en laissant l'admission ouverte. Ainsi les cylindres sont à demi chargés de gaz tonnants et le moteur est arrêté avec les manivelles presque horizontales. Pour remettre en marche, il suffit de presser un bouton ferme-circuit; l'étincelle éclate dans le cylindre qui est en communication avec le commutateur; la déflagration se produit et le moteur se remet en marche. Une pompe de self-starter fournit aux cylindres la première charge.

Ce moteur construit par F. Forest a figuré en 1889 à l'Exposition Universelle de Paris et a fonctionné pendant vingt ans à bord du yacht automobile « Ellen ».

14.200. — E. 1909.

2. *MOTEUR COMPOUND à essence, du yacht « Jolie Brise » système F. Forest et G. Gallice.*

Don de M. G. Gallice.

Ce moteur a 5 cylindres : 2 groupes de 2 cylindres à haute pression et un cylindre à basse pression. Chaque groupe est indépendant et peut fonctionner séparément.

Il comporte, comme le moteur n° 14.200 la marche reversible et le changement de marche automatique.

Ce moteur construit par F. Forest a fonctionné à bord du yacht « Jolie Brise » le premier grand yacht automobile mixte.

14.201. — E. 1909.

3. MOTEUR A ESSENCE du canot « Moucheron » système F. Forest  
(fig. 3).

Don de M. Gallice.

Ce moteur est à compression variable et à détente prolongée, il comporte 4 cylindres à chemise d'eau en cuivre et chambre d'explosion hémisphérique.

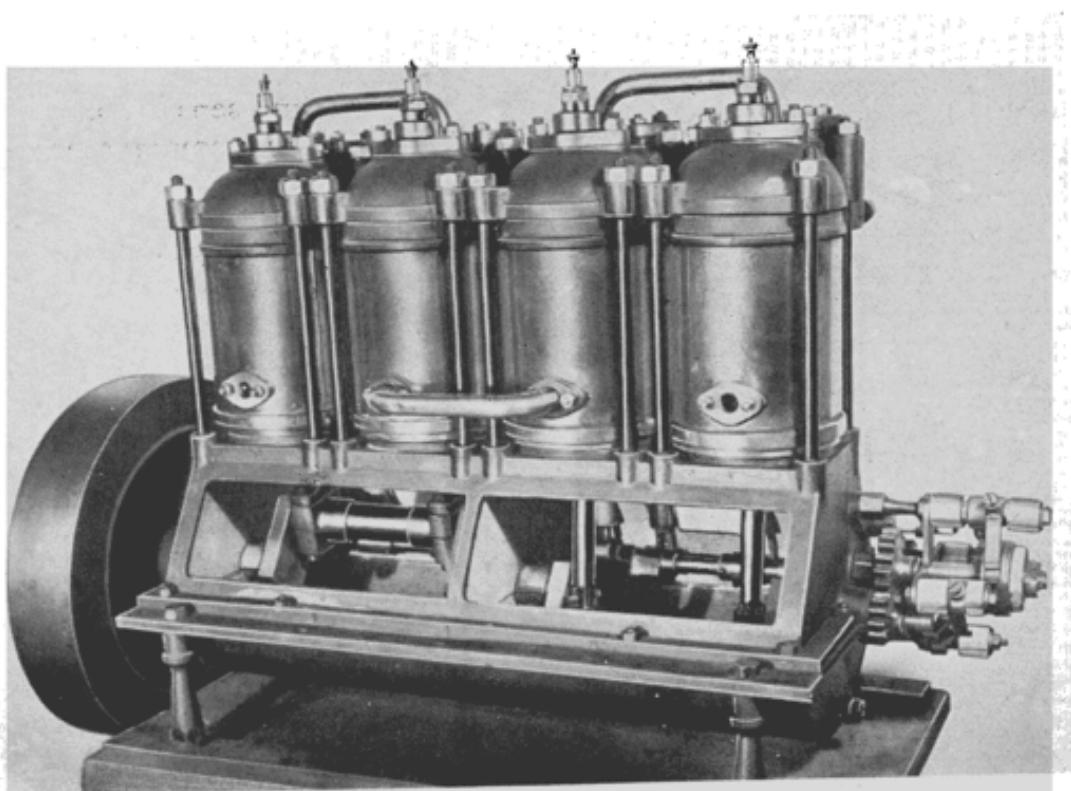


Fig. 3. — Moteur à essence du canot « Moucheron », système F. Forest.

L'admission se fait par soupapes côte à côte commandées. Le cycle est à quatre temps avec compression préalable.

La compression se fait à volume réduit, par transvasement c'est-à-dire en refoulant dans le cylindre qui aspire une partie de la cylindrée de celui qui comprime. Le premier cylindre étant à la phase admission, le deuxième à la détente, le troisième à la compression, les soupapes étant ouvertes. Le piston 3 refoule son excédent de mélange gazeux dans le cylindre 1 qui complète sa cylindrée au carburateur tandis que le piston 3 va comprimer le volume réduit (au même régime de compression que si la cylindrée était entière) qui travaillera à détente prolongée.

Le système de réglage de la compression « effective » par déplacement de l'instant de fermeture d'admission fut repris ultérieurement et avec succès par Letombe sur de gros moteurs à gaz pauvre de haut fourneau.

Les mêmes transformations se produisent successivement dans les 4 cylindres. Ce moteur construit par Forest a fonctionné pendant dix ans à bord du canot automobile « Moucheron ».

14.204. — E. 1909.

4. *CHANGEMENT DE MARCHE par freinage sur différentiel, système Forest.*

Don de MM. Forest et Gallice.

L'arbre moteur tournant toujours dans le même sens, l'hélice doit tourner soit comme cet arbre, soit, moins fréquemment, en sens inverse.

Sur l'arbre moteur une longue douille, avec un différentiel (système d'engrenages sur axes perpendiculaires) porte deux tambours qu'on embraye alternativement par freinage, en faisant glisser un manchon à l'aide d'un levier (qui n'existe pas sur le modèle).

Pour la marche avant, l'arbre moteur et la douille porte-différentiel sont solidarisés : l'ensemble prend une rotation commune. Pour la marche arrière, la douille porte-différentiel est immobilisée et ses engrenages inversent le sens de rotation.

14.202. — E. 1909.

5. *VALVE CYLINDRIQUE RÉGULATRICE F. FOREST.*

Don de M. F. Forest.

Cette valve a pour effet de réduire plus ou moins le poids de mélange gazeux admis dans un moteur à explosion.

Elle peut agir par laminage : mais l'abaissement de pression qui en résulte dans le cylindre aspire l'huile du carter. Aussi Forest la fait agir par transvasement, dans les moteurs à quatre cylindres ; l'un des cylindres commandant l'aspiration permet le refoulement partiel du second cylindre dans le premier.

14.187. — E. 1909.

## D E S S I N

1. *BATEAU AUTOMATIQUE à huile lourde. Vue générale.*

428 T. — E. 1919.

## D I V E R S

### D C 1-6

#### 1. *TAMBOUR* *embarcation pour bateau à vapeur.*

Modèle au 1/20.

L'embarcation vient se poser comme un couvercle sur le tambour de la roue à aube.

2.994. — E. 1844.

#### 2. *SECTIOGRAPH F. FOREST.*

Don de M. Forest.

Cet appareil relève la maîtresse section immergée sur une embarcation en ordre de marche et à flot.

Il permet non seulement de relever le maître couple, mais encore de déterminer la position de ce couple sur l'axe longitudinal et de relever tous les couples d'un bateau dont les plans n'existent plus.

14.206. — E. 1909.

## D E S S I N S

#### 1. *RADEAU à tambour du capitaine d'Aubigny* (1 pl.).

13.571-2.614 — E. av. 1885.

#### 2. *MACHINE HYDRAULIQUE sur un bateau avec description* (2 pl.).

13.571.-35 — E. av. 1818.

#### 3. *POMPE ANGLAISE à l'usage de la marine.*

13.571-885. — E. entre 1818 et 1849.

4. *POMPE A INCENDIE pour bateaux mis à bras ou mécaniquement.*  
*Compagnie Transatlantique (3 pl.).*

13.571. — E. av. 1885.

5. *GRAPPIN. Vue générale.*

Don de la C<sup>1</sup>e Générale de navigation.

423 T. — E. 1919.

6. *CLOISONS MÉTALLIQUES à courant d'eau pour régulariser la température sur les bateaux à vapeur, par Holdsworth (2 pl.).*

13.571-813. — E. 1903.

7. *VENTILATION des transports, type « Annamite » par Bertin, ingénieur des Constructions navales (1 pl.).*

13.571-2.613. — E. av. 1885.

8. *VENTILATION du transport écurie « Le Calvados » (1 pl.).*

13.571-2.612. — E. av. 1886.

9. *CUVE A EAU à l'usage de la Marine (1 pl.).*

13.571-663. — E. 1903.

10. *PARATONNERRE placé sur un mât de vaisseau (1 pl.).*

13.571-457. — E. 1903.

## AUX RÉSERVES

1. *NOUVEAU SYSTÈME DE RIDAGE pour les haubans des navires de Huau.*

Don de la Société d'Encouragement.

7.579. — E. 1866.

# INSTRUMENTS ET INSTALLATIONS NAUTIQUES

## D C 2

### INSTRUMENTS DE BORD

#### D C 2-1

Les instruments de bord servent à déterminer la position d'un navire à la mer, opération indispensable pour s'assurer que ce navire se trouve bien sur la route qu'il doit suivre.

La route la plus courte entre le point de départ et le point d'arrivée est l'arc de grand cercle qui joint ces points ou route orthodromique. La route loxodromique est celle qui rencontre tous les méridiens sous le même angle. La trigonométrie sphérique montre que la différence entre la route loxodromique et la route orthodromique est inappréciable par toutes les latitudes tant que la distance à parcourir reste inférieure à 120 milles et que jusqu'aux latitudes de  $70^{\circ}$  au moins on peut sans allongement sérieux substituer à l'orthodromie un polygone loxodromique dont les côtés sont inférieurs à 600 milles ou  $10^{\circ}$ .

Dans la méthode de navigation par l'estime qui était celle des Anciens, une position s'obtient en reportant à partir d'un point déjà connu de la carte, la droite représentant la loxodromie et en prenant sur celle-ci une distance représentant à l'échelle voulue, le chemin parcouru.

Les instruments de l'estime sont, outre la carte marine, le loch qui sert à la détermination du chemin parcouru à une vitesse et pendant un temps déterminés et qui peut être supplété par la considération de l'avance par tour d'hélice dans les bateaux à propulsion mécanique, et le compas qui donne l'azimut magnétique de la route. La route, ou cap, au compas est définie par l'angle que forme la direction du plan longitudinal du navire avec celle de l'aiguille aimantée; cet angle diffère de l'angle de route vraie d'un angle appelé variation qui est la somme algébrique de la déclinaison magnétique et de la déviation produite sous l'action du champ dû à l'induction des fers et aux aimants du bâtiment. La déclinaison magnétique est donnée par les cartes ou par les instruments nautiques

## DC 2-1

sans beaucoup de précision. La détermination systématique des déviations qui varient avec le cap est l'objet de la régulation des compas; dans un compas exactement compensé, la déviation devient nulle ou négligeable.

Une route au compas est sujette à une erreur d'au moins  $1^{\circ}$  dans les circonstances les plus favorables et peut atteindre  $5$  à  $6^{\circ}$ . L'estime est affectée de tout l'effet des courants plus ou moins inconnus qui agissent sur le navire. Néanmoins appliquée à de courts intervalles, elle donne des résultats suffisamment exacts pour déterminer une position approximative que les observations astronomiques permettent ensuite de corriger ou encore pour relier entre elles des observations convenablement rapprochées.

Les instruments de la navigation astronomique sont le sextant et le chronomètre au moyen duquel on conserve l'heure du premier méridien et les éphémérides faisant connaître à l'avance les éléments variables des astres utilisables, c'est-à-dire le soleil, la lune, les quatre planètes : Vénus, Mars, Jupiter et Saturne et les étoiles de première et deuxième grandeurs (en France, cette éphéméride est publiée par le Bureau des Longitudes sous le nom de « Connaissance des Temps »).

La méthode ancienne de navigation astronomique qui est encore suivie par la majorité des marins, consiste à déterminer séparément la longitude et la latitude du navire. De la mesure de la hauteur du soleil à midi, on déduit la colatitude et d'une autre mesure de hauteur faite un peu avant ou un peu après on déduit l'heure du lieu qui, diminuée de celle du premier méridien fournie par les chronomètres donne la longitude. En déterminant au sextant l'azimut d'un astre dont on observe l'azimut magnétique au compas, on obtient en même temps la variation locale de l'aiguille aimantée.

Avec cette méthode on détermine la position du navire ou le point par l'intersection de deux lignes géométriques qui sont le méridien et le parallèle.

Les anomalies chronométriques étaient jadis très importantes en raison de l'imperfection des instruments. Aujourd'hui dans la pratique ordinaire de la navigation et avec la durée des traversées actuelles, les chronomètres munis de spiraux en palladium ou de balanciers en acier au nickel conjointement avec des spiraux d'acier permettent d'atterrir convenablement sans qu'on fasse usage d'un coefficient d'accélération ou de température bien rigoureux dans le calcul des marches. Depuis que la télégraphie sans fil permet de faire parvenir à des distances de plusieurs milliers de kilomètres et avec une précision de quelques centièmes de secondes des signaux dans toutes les directions on envoie journalièrement aux navires en mer l'heure du premier méridien. Pour les navires recevant ces signaux l'approximation de la longitude en mer est ramenée à celle de la détermination de l'heure observée à bord, c'est-à-dire trois secondes de temps.

La mesure de la distance zénithale d'un astre combinée avec la connaissance de l'heure du premier méridien, détermine un petit cercle de la sphère terrestre auquel on donne le nom de cercle de hauteur, c'est un lieu géométrique du point. En prenant simultanément deux hauteurs d'astres, on obtient deux petits cercles dont une des intersections est la position cherchée. Ces cercles se construisent sur la carte par points en utilisant les coordonnées approximatives fournies par l'estime; on se contente généralement de calculer deux points de chacun d'eux; les sécantes joignant ces points sont les droites de hauteur dont l'intersection fournit la position cherchée.

Près des côtes, la navigation peut se faire par coordonnées physiques ou par détermination du point de vue de terre.

Dans la méthode par coordonnées physiques on associe à une observation d'étoiles donnant une droite de hauteur une sonde fournissant un second lieu géométrique de la position du navire. Les cartes marines dites cartes d'atterrage font connaître par des cotes et des courbes de niveau le relief du plateau de sondes dans la région considérée ou brassage du fond et par des indications conventionnelles la nature de ce fond, sables, vases, coquilles. La cote obtenue lors d'un coup de sonde oblige la position inconnue du navire à se trouver sur une ligne déterminée ou isobathe. D'autre part, la nature du fond rapporté par le plomb restreint encore cette position puisque l'isobathe considérée traverse généralement des terrains différents parmi lesquels un seul répond aux conditions du problème.

L'emploi de la méthode par coordonnées physiques exige en toutes hypothèses des sondages fréquents et ceux-ci doivent être effectués sans trop réduire la vitesse. Les sondages volants ne permettent pas d'y parvenir dès que cette dernière est appréciable en raison de l'incertitude où l'on est sur la forme du fil dans les couches profondes; la sonde Thomson permet de sonder à intervalles rapprochés, le navire étant en marche, quand les profondeurs n'excèdent pas 200 m. Certains appareils ont pour but de suppléer à l'insuffisance des sondages ordinaires en donnant un avis instantané et automatique de l'approche des eaux peu profondes. Enfin, le sondage par les ultrasons, utilisé pour le niveling du fond de la mer, peut aussi servir à la navigation; en renseignant sur la profondeur il permet d'une part d'éviter l'échouage et d'autre part de repérer le chemin des ports en temps de brume.

En vue de terre, lorsqu'un seul amer est observable, on détermine la position du navire par relèvements successifs, la direction et la longueur du chemin parcouru dans l'intervalle de deux observations successives étant obtenues par l'estime. Lorsque le navire atterrissant a deux ou plusieurs amers ou phares en vue, il détermine sa position au moyen d'observations simultanées et non plus successives, par relèvements, ou en utilisant l'alignement de deux des points observables.

La radiogoniométrie, qui a pour but la détermination de la direction

dans laquelle se trouve un poste émetteur, rend aujourd'hui les plus grands services aux navires pour déterminer leur position. Elle n'est utilisable que dans un rayon de 200 à 300 km et sert particulièrement aux navires lorsqu'ils approchent des côtes et que le brouillard les empêche de voir les phares ou de faire des déterminations astronomiques.

Elle consiste à déterminer soit la direction d'un cadre récepteur pour laquelle les signaux émis par un poste sont perçus avec le maximum d'intensité, soit celle pour laquelle ils ne sont plus perçus. Le premier procédé qui donne la direction du poste n'est utilisé que pour les faibles réceptions, le second plus précis, et le plus employé, donne la direction perpendiculaire à celui du poste.

La radiogoniométrie appliquée à la navigation comporte deux solutions selon que les radiogoniomètres sont à terre ou à bord. Dans le premier cas, les postes récepteurs à terre après avoir capté les signaux que leur adresse le navire lui envoient son relèvement. Dans le second cas, la réception dirigée est à bord et le navire obtient sa position par relèvement de deux ou plusieurs émetteurs côtiers; il reconnaît l'identité de chacun d'eux par la nature de ses transmissions, ou par la réception de son indicatif.

La précision des observations faites à bord est la même que celle des observations faites à terre; on peut admettre qu'en général, l'erreur est inférieure à 2 ou 3°. Toutefois dans le premier cas, la direction trouvée doit subir une correction, le navire produisant sur le gisement d'une émission une déviation qui le porte vers l'axe du navire; on détermine la courbe de ces déviations par une série d'observations dans tous les gisements. Par contre, le roulis n'est pas une cause d'erreur appréciable et l'on peut même dire que par fort roulis un relèvement radiogoniométrique est plus exact qu'un relèvement optique.

Les postes d'émission, installés sur les côtes en des positions repérées sur les cartes comme celles des phares, ont reçu le nom de phares hertziens ou radiophares.

Voir les horloges marines dans le volume de la section J-B, Horlogerie, et les sextants et quartiers de navigation dans le volume de la section H, Géodésie.

#### *1. LOCH à double moulinet et transmission électrique du contre-amiral Fleuriais, construit par Demichel, 1888.*

Le premier loch expérimenté en 1878 à bord de la « Magicienne » ne comportait qu'un simple moulinet à 4 aubes hémisphériques comme celui de l'anémomètre de Robinson. Un ferme-circuit monté sur l'axe envoyait le courant d'une pile d'abord à un téléphone remplacé plus tard par une sonnerie; les craquements de la membrane ou les coups du timbre indiquaient le nombre de tours pendant un certain temps et un tableau de conversion dressé à l'avance donnait la vitesse du navire. Mais à partir de 12 nœuds

environ les coups de timbre se précipitaient, on en comptait difficilement le nombre exact, de là des erreurs.

Le second appareil de 0,247 m de diamètre se compose de 2 moulinets semblables munis chacun de 4 cuillers. Ainsi le couple de rotation est tel que les petites variations des résistances passives restent absolument sans influence. L'arbre porte en son milieu une vis profonde; cette vis engrène avec les dents d'une roue dont la surface est recouverte d'un disque d'ivoire portant 3 touches métalliques et sur lequel vient frotter un ressort fixé à l'extrémité de conducteur à 7 fils fins. Ce ressort est recouvert de châterton sauf sa partie extrême munie d'un bouton d'argent, afin d'établir un contact entre la roue et le conducteur électrique.

Tout cet ensemble est renfermé dans une boîte de bronze avec un couvercle qui laisse entrer l'eau mais s'oppose au passage des détritus. Les coussinets de l'arbre sont en bois de gaiac ainsi que les mâchoires qui saisissent le conducteur et le maintiennent immobilisé dans le tube dont il est muni. L'extrémité du loch se termine par 2 ailettes courbes qui assurent l'immersion du système par des appels constants vers le fond (disposition proposée par de Maupeou, directeur des Constructions navales). Quant à la remorque d'abord constituée par un câble à 4 torons dont l'un était enlevé et remplacé par le conducteur, ce fut ensuite une remorque métallique. A bord se trouvent : un commutateur à 2 directions (dont l'une de repos), une sonnerie et 2 éléments de pile Leclanché dont le pôle + communique à la carène.

Le loch à la traîne, les moulinets et la vis actionnent la roue. Chaque fois que le ressort vient à passer sur l'une des touches métalliques le circuit est fermé et le timbre de la sonnerie retentit; comme la roue porte 72 dents et 3 contacts, ceci se produit tous les 24 tours de moulinets. Les intervalles entre 2 signaux successifs sont assez grands pour qu'il soit possible de se tromper. On déclanche au début d'une observation un compteur à balancier qui bat les 2/10 de secondes.

Le ferme-circuit n'est pas enfermé dans une boîte étanche. Dès qu'il est immergé, le commutateur étant fermé, la pile fonctionne, le courant passe par la mer, le loch et le conducteur mais la perte à la mer n'est pas considérable et le courant n'a pas l'intensité suffisante pour actionner la sonnerie.

Aussi ce modèle a-t-il été transformé avant d'être adopté par la marine.

11.419. — E. 1888.

## 2. LOCH ENREGISTREUR de construction anglaise.

Don de M. A. Guettier.

Il porte l'inscription : « Walker's Harpoon ship log ».

18.063. — E. 1887.

**DC 2-1**

3. *LOCH PERPETUEL par Guld (Repertory of arts and manufactures t. XV, 1801).*

**3.872.** — E. av. 1849.

4. *BOUSSOLE MARINE.*

**1.712.** — E. 1814.

5. *BOUSSOLE MARINE DE LEGEY.*

**2.451.** — E. 1833.

6. *BOUSSOLE à limbe mobile et chape d'agate par Legey.*

**2.572.** — E. 1839.

7. *BOUSSOLE-COMPAS de route à indications électriques.*

Don de la famille Bréguet.

**12.321.** — E. 1892.

8. *COMPAS de route complet de 0,25 m avec son habitacle. Modèle réglementaire de la Marine de l'État par Dumoulin-Froment.*

**11.436.** — E. 1888.

9. *COMPAS ÉTALON de relèvement complet de 0,20 m avec son habitacle, modèle réglementaire de la Marine de l'État par Dumoulin-Froment.*

**11.437.** — E. 1888.

10. *COMPAS MONOGYROSCOPIQUE ANSCHUTZ-KAEMPFÉ.*

Prêt du Ministère de la marine.

L'élément essentiel de l'appareil est un gyroscope G (fig. 4). Le carter C du gyroscope porte les coussinets de l'arbre; il est soutenu par une pièce F formée d'un tore en acier, creux, flottant sur le mercure contenu dans une cuve circulaire J. La cuve est en acier et suspendue à la cardan. Le système rigide gyroscope-flotteur porte la rose R et lui transmet ses mouvements. La ligne Nord-Sud de la rose est exactement superposée à l'axe du gyroscope.

Le volant du gyroscope pèse environ 6 kg : il est mis en rotation par un moteur asynchrone triphasé qui lui donne sa vitesse de régime en vingt minutes ; cette vitesse est de 20.000 t/mn. Le courant de deux des phases arrive au gyroscope par l'intermédiaire de

deux contacts à mercure traversant la glace supérieure en son centre. L'un des contacts  $A_1$  est une cheville dont la partie inférieure terminée en pointe plonge dans un petit godet de mercure disposé en haut du flotteur; l'autre contact  $A_2$  est disposé circulairement autour de la cheville  $A_1$ .

Le passage du courant de la troisième phase se fait par la cuve, le flotteur et le mercure. Le carter porte le stator; le rotor est encastré dans le volant du gyroscope. Le gyroscope enfermé dans son carter forme un ventilateur centrifuge, il aspire l'air par deux ouvertures latérales et le refoule par une buse horizontale, placée au bas du

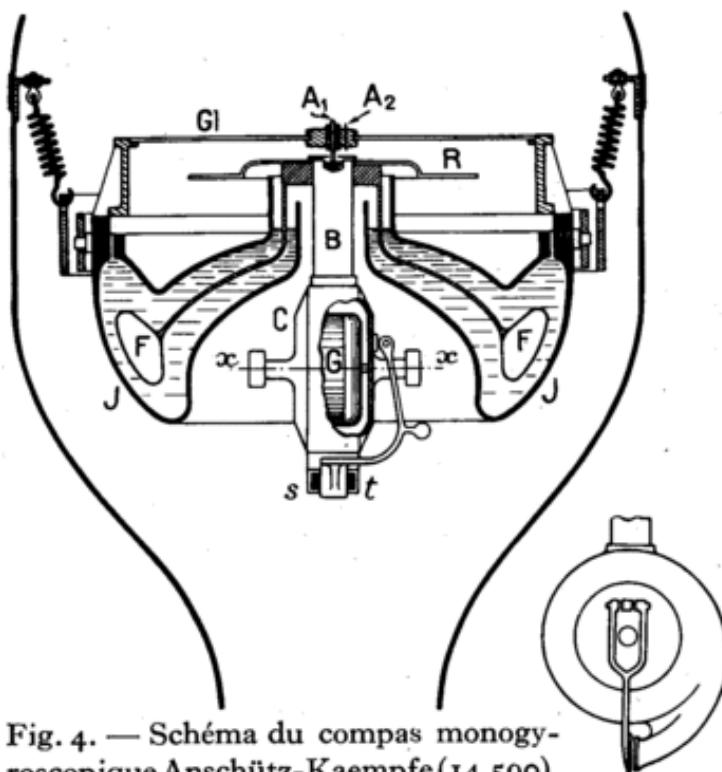


Fig. 4. — Schéma du compas monogyroscopique Anschütz-Kaempfe (14.590).

carter, perpendiculairement à l'axe du gyroscope. Devant l'ouverture de la buse est placée un dispositif de stabilisation aérodynamique.

Le gyrocompas Anschütz a été adopté par la marine allemande en 1908 puis par la marine anglaise. La marine américaine et la marine française adoptèrent en 1912 le gyrocompas américain Almer A. Sperry.

14.590. — E. 1920.

11. COMPAS d'embarcation, liquide rose, de 0,08 m avec son habitacle, éclairé sur le côté, modèle réglementaire de la Marine de l'État par Dumoulin-Froment.

11.438. — E. 1888.

12. BOUSSOLE DE DÉCLINAISON par Gambey.

8.326. — E. 1872.

13. BOUSSOLE d'intensité exécutée par Gambey.

8.327. — E. 1872.

DC 2-1

14. BOUSSOLE *d'inclinaison et de déclinaison de Buache (Histoire de l'Académie, 1732)*.

Don de l'Académie des Sciences.

7.483. — E. 1866.

15. BOUSSOLE *d'inclinaison, modèle Gambey, par Lorieux.*

8.755. — E. 1875.

D E S S I N S

1. LOCH *perpétuel par Odiorne (1 pl.).*

13.571-581. — E. av. 1818.

2. DYNAMOMÈTRE *destiné à la mesure du travail des machines à vapeur marines, jusqu'à 1 000 CV, système Daniel Dolladon (1 pl.).*

13.571-2396. — E. 1889.

A U X R É S E R V E S

1. LE NAVISPHERE, *instrument nautique de Magnac, par Bertaux.*

9.891. — E. 1883.

2. APPAREIL *pour indiquer la route en mer, dit sphéromètre de Berger.*

Don de M. Salomon.

7.384. — E. 1865.

3. BOUSSOLE MARINE DE RAMSDEN.

5.491. — E. 1853.

4. BOUSSOLE *enregistrant les circonstances de la marche d'un navire par Napier et fils.*

4.627. — E. 1851.

## PHARES ET SIGNAUX MARITIMES

### D C 2-2

Les signaux maritimes destinés à permettre ou à faciliter la navigation auprès des côtes se divisent en trois catégories suivant qu'ils sont destinés à être utilisés pendant le jour, pendant la nuit ou en temps de brume.

Les signaux de jour sont les amers spéciaux destinés à suppléer à l'absence de points remarquables sur le rivage, les balises fixes ou flottantes qui servent à signaler les écueils sous-marins et à jalonnner les chenaux empruntés par la navigation, les signaux divers qui sont destinés à renseigner les navigateurs sur la hauteur de la marée et sur les chances de mauvais temps, à donner les indications nécessaires à leurs manœuvres à l'entrée des ports, à faciliter leurs communications avec la terre, etc.

Le balisage fixe comprend des ouvrages implantés dans le fond. Les plus simples sont en bois ou en métal; les plus importants, les tours balises, employés sur les points les plus exposés du littoral, sont en maçonnerie ou en béton.

Le balisage flottant comprend, outre les bouées sonores et lumineuses, les bouées ordinaires constituées par un flotteur maintenu au moyen d'une chaîne et d'un corps mort mouillé sur le fond. Jadis construites en bois elles sont maintenant en tôle de fer ou d'acier de forme sphéro-conique ou en fuseau (bouée Gouezel).

Les signaux divers sont faits au moyen de ballons, disques du pavillons hissés sur les mâts des bureaux de ports ou des sémaphores suivant un code déterminé. En France, les sémaphores disposent d'un mât militaire réservé aux communications avec les bâtiments de guerre et d'un mât avec vergue et corne utilisé avec les bâtiments étrangers et les navires de commerce.

Les signaux de nuit sont principalement constitués par l'éclairage maritime. Bien que l'usage des phares remonte à une haute antiquité, l'éclairage maritime tel qu'il existe aujourd'hui n'a pas beaucoup plus de cent ans d'existence. Jusqu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle les phares peu nombreux allumés sur les côtes consistaient en feux fixes situés pour la plupart auprès des ports ou des rades dont ils signalaient le gisement

aux navigateurs. C'étaient des feux de petit atterragement et des feux de port. Aucune idée d'ensemble ne présidait à leur établissement. Le premier système méthodique relatif à la distribution de l'éclairage est contemporain de l'invention des appareils lenticulaires par Fresnel. (Voir le fascicule de la section GC, Optique).

Les apparences des nombreux feux allumés sur le littoral doivent être variées de manière qu'ils ne puissent être confondus par le navigateur. On appelle feux fixes ceux dont la lumière apparaît continue et uniforme sur le même relèvement du phare. Ils sont désignés sous le nom de feux fixes d'horizon quand ils éclairent la totalité ou la majeure partie de l'horizon et de feux fixes de direction quand ils n'éclairent qu'un secteur de faible amplitude. Les feux fixes deviennent des feux fixes à *occultations* lorsque leur lumière est périodiquement occultée à des intervalles égaux ou inégaux; les occultations sont régulières ou groupées par deux ou par trois. Lorsque la lumière du feu est concentrée en un certain nombre de faisceaux qui, par leur rotation, donnent des éclats vifs séparés par des éclipses relativement longues, les feux sont dits à éclats. Ils se distinguent des précédents en ce que ce sont les apparitions de lumière qui sont très courtes par rapport aux périodes d'obscurité; comme les occultations, les éclats peuvent être réguliers ou groupés. Parfois, on combine les caractéristiques précédentes et on obtient des feux mixtes. On emploie, outre les feux blancs, des feux colorés en vert ou en rouge par des écrans. La coloration des feux est parfois limitée à certaines parties de l'horizon maritime correspondant soit à des passes, soit à des dangers; on obtient ainsi des feux à secteurs. Lorsqu'une route à suivre doit être définie avec une grande précision, on recourt aux alignements de feux, le feu d'amont se masquant derrière le feu d'aval ou apparaissant au-dessus de lui.

L'appareil d'éclairage d'un phare comprend deux parties distinctes, la source lumineuse et l'appareil optique destiné à concentrer sur l'horizon maritime les rayons émanés de la source placée à son foyer.

Jusqu'à la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, l'éclairage était réalisé par des feux allumés au sommet des phares. De cette époque date l'emploi des appareils à réflecteurs qui furent abandonnés pour les feux fixes ou à éclats peu après l'invention des appareils à lentilles par Fresnel (1823 à 1828). Aujourd'hui on utilise une combinaison des deux genres d'appareils comprenant une partie inférieure ou couronne et une partie supérieure ou coupole, formée de prismes à réflexion totale convenablement étagés; (les appareils optiques pour phares sont classés dans la section GC, Optique).

Les écrans des feux à occultations et les lentilles des feux à éclats étaient dans les premiers appareils de Fresnel montés sur des chariots tournant sous l'impulsion d'un mécanisme d'horlogerie. Vers 1890. Bourdelles créa l'appareil flottant sur mercure qui permet de réaliser des feux à éclats en succession rapide.

Les appareils de phare ont été pendant tout le XIX<sup>e</sup> siècle munis de brûleurs à mèches multiples dérivant du brûleur de Fresnel et Arago et alimentés primitivement d'huile végétale, puis minérale. Après l'invention du manchon à incandescence système Auer, on employa le gaz d'huile sous pression, puis le pétrole. Les brûleurs à incandescence par la vapeur de pétrole comprimée constituent aujourd'hui l'éclairage normal des appareils de phare de grande puissance. Les lampes à huile minérale ne subsistent plus que pour des appareils de 0,25 m de distance focale et au-dessous avec une ou deux mèches. Les brûleurs à gaz sont alimentés au gaz de houille, au gaz d'huile, au gaz Blau, au gaz acétylène et employés avec des systèmes à incandescence. La lumière électrique est peu utilisée et presque toujours sous la forme d'arcs.

Les phares comprennent une tour en maçonnerie, métal ou béton armé terminée par une plateforme au milieu de laquelle s'élève une construction cylindrique formant soubassement de la lanterne vitrée qui abrite l'appareil. Une ventilation active est nécessaire pour éviter l'élévation de température des appareils optiques; on l'assure en admettant de l'air frais dans le soubassement de la lanterne au moyen d'orifices à fermeture réglable et en établissant au sommet de la coupole une cheminée coiffée d'un chapeau percé de trous en chicane.

Lorsqu'il est nécessaire d'allumer un feu en un point où il serait trop difficile ou trop coûteux d'établir une balise fixe ou un phare on recourt à un éclairage flottant. Dans certains cas cet éclairage comporte des feux d'atterrage, ils sont installés sur des bateaux spéciaux montés par des équipages assurant le service de l'éclairage et des signaux accessoires.

Dans d'autres cas, l'éclairage flottant a pour but de signaler un danger; on le réalise au moyen de feux permanents établis, soit sur des bateaux-feux non gardés, soit sur des bouées lumineuses de différentes formes.

Les signaux énumérés précédemment perdent toute leur efficacité en temps de brume épaisse. Les navigateurs doivent alors recourir à l'emploi de la sonde qui devient leur principal guide.

Ils peuvent en outre s'aider de divers signaux spéciaux qui se divisent en trois catégories suivant le milieu où s'effectue leur propagation : signaux aériens, sous-marins, hertziens.

L'audition d'un signal sonore a le caractère d'un simple avertisseur. Ces signaux sont faits au moyen de cloches, sifflets, trompettes à anche, sirènes. A terre, les cloches sont sonnées à la volée ou par des marteaux qu'actionne un mouvement d'horlogerie; sur les bouées le battant ou les marteaux sont mis par le mouvement des lames. Les premières trompettes et sirènes de brume du littoral fonctionnaient à la vapeur comme actuellement celle des navires. L'air comprimé a été substitué d'une manière générale à la vapeur parce qu'il permet la mise en marche instantanée du signal dès l'apparition de la brume au moyen de réserves d'air conservées dans des accumulateurs. Les trompettes et sirènes

employées sur les côtes de France émettent des signaux à une seule note qui diffèrent par le groupement et la durée des sons qu'ils comportent.

La transmission du son dans l'eau étant environ quatre fois plus rapide que dans l'air, le son est perceptible dans l'eau à une plus grande distance. Après les expériences de Collardon et Sturm, ces propriétés n'ont pu être utilisées à la mer que depuis l'invention de Gray Mundy et de Millet, le « Tank system » qui permet de recueillir à bord d'un navire le son d'une cloche sous-marine immergée. Les vibrations atteignant la coque du navire sont perçues à l'aide d'un double téléphone dont les récepteurs sont placés dans la timonerie et dont le circuit comprend sur chaque bord un microphone suspendu dans une boîte métallique ou « tank ». Le principe des signaux sous-marins a été appliqué à l'établissement de correspondance entre navires notamment submersibles.

Depuis 1942 les signaux hertziens émis du bâtiment ou de terre permettent par la technique dite du radar d'observer les obstacles ou le littoral malgré la brume ou l'obscurité et de déterminer ou de signaler la position du bâtiment.

## DESSIN

1. *SLOOP à vapeur, à hélice, pour le service des phares sur les côtes, par Gache ainé (1 pl.).*

13.571-1370. — E. 1859.

## AUX RÉSERVES

1. *PHARE ÉLECTRIQUE de Planier (Bouches-du-Rhône). 1881.*

Don de l'École des Ponts et Chaussées.

Modèle au 1/50 de la tour des bâtiments annexes.

13.135. — E. 1898.

2. *PHARE DE POULO-CANTON.*

Don du Commissaire de l'Indochine à l'Exposition de 1900.

Modèle au 1/25 par Barbier et Bénard.

Feu à éclair avec éclats équidistants toutes les 5 secondes, tour métallique de 50 m de hauteur.

13.295. — E. 1900.

3. *PHARE DU GRAND-CHARPENTIER* situé en mer, à l'embouchure de la Loire.

Don de l'École Nationale des Ponts et Chaussées.

Modèle au 1/25.

13.137. — E. 1898.



# INSTALLATIONS ET CONSTRUCTIONS DE PORTS

DC 2-3

Les ports sont les refuges ouverts aux navires sur les côtes ou au bord des fleuves pour leur permettre de s'abriter contre les tempêtes du large. Quant à leur destination on distingue les ports militaires ou de guerre et les ports marchands ou de commerce. Les ports militaires doivent être protégés contre toute attaque extérieure, présenter une rade sûre pour les navires au mouillage et posséder un arsenal pourvu de bassins, de bassins de radoub, d'ateliers mécaniques et magasins de ravitaillement. Les ports de commerce possèdent un outillage, de nombreux docks et des entrepôts généraux. Ils se composent de nombreux bassins où les navires accostés à quais trouvent toutes les facilités pour charger et décharger leurs marchandises, s'approvisionner en vivres et en combustible.

Les ports qui résultent entièrement de la configuration des côtes s'appellent ports naturels; on nomme ports artificiels ceux plus nombreux qui ont été créés ou aménagés par le travail de l'homme.

Un port à marées est celui qui est soumis aux effets du flux et du reflux; tous les ports qui n'ouvrent pas sur des mers intérieures sont à des degrés divers dans ce cas.

Il faut à tout port une rade, c'est-à-dire, une étendue de mer où les navires trouvent à l'abri du vent et des lames un mouillage pour attendre, s'ils viennent du large, que le flot ait monté, s'ils sortent du port, que le temps soit propice au départ. Lorsque la rade est abritée de tous côtés par la nature ou par des ouvrages d'art, elle est dite fermée, au contraire elle est foraine quand elle est ouverte du côté de la mer. Les rades naturelles sont améliorées tantôt au moyen de digues d'abri qui prennent suivant les circonstances le nom de môle, de jetées, de brise-lames, tantôt au moyen de dragages. La rade communique avec la mer par une ou plusieurs passes. Des bouées dites corps morts ou coffres sont disposées dans certaines rades pour l'amarrage des navires qui viennent y mouiller.

La disposition générale d'un port est toute différente suivant qu'il subit ou non l'influence de la marée.

Dans les mers où celle-ci ne se fait que peu ou point sentir, où par conséquent les variations de niveau sont très faibles, et aussi fort souvent dans les parties maritimes des fleuves, les ports ne comportent que des quais abrités ou non par des digues et les navires y peuvent entrer librement à toute heure. Ces quais sont simplement établis le long du rivage ou de la rive ou disposés autour du bassin conquis sur la mer ou creusés dans la vallée ou bien munis perpendiculairement à leur direction d'ouvrages en maçonnerie ou en charpente qui s'avancent en faisant saillie sur la rive vers la mer ou dans le fleuve de façon à pouvoir être accostés des deux côtés par les navires et qui reçoivent le nom de môle, de wharfs, d'appontements, de traverses tandis que les surfaces d'eau comprises entre eux sont dénommées darses ou bassins.

Dans les mers ou les fleuves où la marée se fait fortement sentir, l'entrée du port est reportée dans des eaux suffisamment profondes au moyen de jetées parallèles ou divergentes dont les extrémités du côté du large se nomment musoirs et qui déterminent entre elles un chenal ou goulet par où les navires entrent. Ils se rendent ensuite soit dans des bassins de marée qui sont en libre communication avec la mer ou le fleuve soit dans des bassins à flot où pour éviter que les navires n'échouent à basse mer, les eaux sont maintenues à un niveau peu différent, d'ordinaire, de celui des hautes mers. Ces bassins sont, au surplus, toujours précédés d'un bassin de marée ou avant-port où le calme est obtenu par l'établissement de brise-lames ou chambres d'épanouissements avec plafonds en pente disposés le long des rives du chenal. Les bateaux passent de l'avant-port dans le bassin à flot; à tout autre moment, les portes doivent être fermées; les écluses à sas sont employées presque exclusivement dans les ports à forte marée. Quant aux bassins de mi-marée ce sont de grands sas ne fonctionnant généralement qu'une fois à chaque marée et procurant à un moment déterminé aux navires arrivés après la fermeture des portes des écluses simples, l'accès des bassins à flots ou vice-versa. On peut éviter la construction d'écluses et de bassins à flot en donnant aux ports des profondeurs suffisantes; dans ce cas, de fréquents travaux de curage et de dragage sont nécessaires.

Dans quelques grands ports, des fosses ou souilles destinées à être constamment draguées sont établies tout le long des ouvrages limitant les avantports. Les ports disposant ainsi de quais à grand tirant d'eau accostables par les navires d'une manière permanente, sont dits ports en eau profonde.

Les autres ouvrages qui se rencontrent dans les ports de mer sont, outre les docks et magasins divers, les différents appareils employés au radoub et à la construction des navires. Les plus importants sont les formes de radoub ou cales sèches fermées au moyen de portes ou de

bateaux-portes et les cales de lancement d'où les navires leur coque terminée gagnent la mer sous l'effet de la pesanteur en glissant sur les bars suiffés. On fait aussi usage, pour les réparations de grils de carénage, de docks flottants, de cales de halage.

On considère en général ces diverses installations comme faisant partie de l'outillage qui comprend comme matériel les grues et les bigues, les remorqueurs, les bâtiments de servitude, les bateaux-citernes, les machines à mâter les cabestans. Divers aménagements spéciaux sont établis en vue de trafics particuliers tels sont par exemple, les bennes à fond mobile et les élévateurs, sorte de chaînes à godets pour le déchargement du sable et des minerais.

Enfin les ports étant des points de transbordement, ils doivent comporter des voies d'accès dans l'arrière-pays, routes, quelquefois canaux quand il n'y a pas de cours d'eau et chemins de fer; les voies ferrées viennent jusque sur les quais; une gare de triage sert au transit des marchandises tandis qu'une gare dite maritime est réservée aux voyageurs.

## D E S S I N

1. *GUINDEAU à vapeur de la force de 4.000 kg avec pompe de cale, construit par Matthew, Paul et C<sup>ie</sup> (Ecosse) (4 pl.).*  
13.571-1739. — E. 1867.
2. *APPAREIL de transbordement et de mâtage, installé au port de Toulon, par Neustadt (4 pl.).*  
13.571-1842. — E. 1867.
3. *HANGAR pour recevoir les gréements de vaisseaux (1 pl.).*  
13.571-445. — E. av. 1818.
4. *MACHINE à comprimer les gournables, employée au port de Cherbourg (3 pl.).*  
13.571-1233. — E. 1855.
5. *MOYENS EMPLOYÉS pour l'extraction de la souille d'un navire écossais naufragé près de Calais.*  
13.571-449. — E. av. 1818.

6. *MACHINE DE GANDE pour relever les navires* (3 pl.).  
**13.571-446.** — E. av. 1818.
7. *MONTE-CARGE hydraulique, système Lebœuf, construit par Flaud* (2 pl.).  
**13.571-1726.** — E. 1867.
8. *MÉCANISME d'exhaustion appliqué aux appareils de bateaux à vapeur par Gengembre* (1 pl.).  
**13.571-668.** — E. entre 1818 et 1849.
9. *GRUE FLOTTANTE avec pompe d'épuisement. Vue générale.*  
 Don de la C<sup>ie</sup> générale de navigation.  
**429 T.** — E. 1919.
10. *PONTON mûture de 50 tonnes destiné au port de Rochefort par Claparède et C<sup>ie</sup>* (1 pl.).  
**13.571-2444.** — E. 1889.

### AUX RÉSERVES

1. *MAQUETTE d'une machine à décharger les bateaux, exécutée vers 1830.*  
 Don de M. Béthenod.  
**16.679.** — E. 1927.



## NAVIGATION INTÉRIEURE

### DC 3

Elle a tenu de tous temps une place importante dans les transactions commerciales de notre pays.

Dès l'époque romaine, il existait de nombreuses corporations de bateliers sur les différentes rivières; mais les bassins ne communiquaient pas directement entre eux et les marchandises avaient à parcourir à dos de bête des distances plus ou moins grandes pour passer d'un cours d'eau à un autre; un projet de canaux établi sous Néron ne fut pas mis à exécution. Au Moyen-Age où l'admirable réseau de voies créées par l'administration romaine était devenu en partie impraticable par le manque d'entretien, la navigation fluviale eut encore plus d'importance.

On s'en était tenu jusqu'à la Renaissance aux cours d'eau naturels; avec le XVII<sup>e</sup> siècle la création des canaux vint modifier profondément les conditions de la navigation intérieure et contribuer à son développement. Le premier des canaux creusés en France est celui de Briare commencé en 1604, achevé en 1642; un demi-siècle plus tard, les canaux du Loing et d'Orléans et le canal des Deux-Mers furent ouverts à la navigation; ces nouvelles voies rendirent les plus grands services à cause de l'insécurité et du mauvais état des routes en servant à la fois au transport des marchandises et des personnes.

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, on organisa pour le transport des voyageurs de nombreux services de bateaux trainés par des chevaux, c'étaient les coches d'eau; la banlieue de Paris était desservie par les « Bachoteurs ». La lenteur et le manque de confort de ces moyens de transport n'encourageaient pas les voyages.

La première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle a marqué l'apogée de la navigation fluviale qui se modifia et même disparut dans certaines régions au moment de la construction des chemins de fer. Le premier service à vapeur fut créé sur la Loire en 1823; la vitesse de ces bateaux était de 4 à 10 kilomètres à l'heure à la montée et de 10 à 18 à la descente.

### DC 3

La création de notre réseau de voies navigables a été à proprement parler, l'œuvre du XIX<sup>e</sup> siècle bien qu'un certain nombre de canaux importants datent des siècles précédents. La longueur totale des canaux dépasse 5.000 kilomètres inégalement répartis sur l'ensemble du territoire. Très faciles à construire, ils sont développés dans la région du Nord, pays de mines et d'industries qui leur fournissent les éléments d'un trafic important; il n'en existe qu'un petit nombre dans le midi qui ne présente pas à ce point de vue les mêmes avantages. La concurrence des chemins de fer est parvenue à détourner pendant quelque temps, une partie du commerce des voies d'eau pour le transport des marchandises lourdes et encombrantes, mais un mouvement de réaction contre cet abandon s'est dessiné pendant le dernier quart du XIX<sup>e</sup> siècle.



# NAVIGATION A VOILES, A RAMES ET BATEAUX-AUTOMOTEURS

DC 3-1

La voile qui, sur mer, a été le principal organe de propulsion n'a jamais joué qu'un rôle secondaire en rivière, car son emploi se trouve limité par les difficultés du louvoyer et les sinuosités du fleuve dont le cours est souvent abrité du vent par l'escarpement des berges et l'encaissement de la vallée.

Les rames ne s'appliquent qu'aux embarcations, de même la godille, aviron placé à l'arrière qui agit d'une façon analogue à la queue d'un poisson.

Peu après l'invention des moteurs à vapeur, ceux-ci furent appliqués à des bateaux, avec comme propulseur des roues d'abord, puis des hélices. La concurrence des chemins de fer empêcha ce mode de transport de se développer. Les moteurs à combustible liquide et principalement ceux à combustion (types Diesel et dérivés) fournissent une solution qui, si elle est couteuse, constitue un mode de transport à grande vitesse applicable à certaines marchandises.

Pour la propulsion des bateaux de plaisance, qui sont équipés d'un moteur à explosion, l'hélice peut être utilisée dans l'eau ou dans l'air.

Les bateaux à hélice sous-marine sont équipés soit d'un moteur fixe dans la coque, commandant l'hélice, soit d'un moto-propulseur amovible qui se fixe à l'arrière de l'embarcation et en dehors; la direction s'obtient alors simplement en déplaçant une barre horizontale solidaire du groupe ce qui modifie l'angle de l'hélice.

Les hydroglisseurs munis de l'hélice aérienne ont une forme effilée pour diminuer la résistance à l'avancement, leur centre de gravité très bas et un faible tirant d'eau de l'ordre de 20 cm à l'arrêt et de quelques centimètres seulement en marche.

## DESSINS

1. *PETITS BATEAUX qui bordaient la rivière de Seine entre le Pont-Neuf et le pont National (1 pl.).*

13.571-451. — E. av. 1818.

2. *NACELLE dont on se sert pour naviguer sur la Salzach, près Lauffen, dessins rapportés de Munich par Neveu (2 pl.).*

13.571-447. — E. av. 1818.

3. *HISTOIRE DE LA NAVIGATION INTÉRIEURE DE LA FRANCE*

*37 plaques diapositives pour projections, par Molteni.*

11.629. — E. 1889.

## AUX RÉSERVES

1. *GABARRE, bateau employé au transport des tangues (engrais de mer) sur les rivières du Cotentin.*

Don de M. J. Leroux.

Modèle au 1/20.

17.722. — E. 1879.

## H A L A G E

### D C 3-2

Le halage est le plus ancien des procédés employés pour propulser les bateaux sur les rivières et les canaux. Des hommes ou des chevaux, cheminant sur l'une des rives tirent le bateau à l'aide d'une corde dont l'obliquité est combattue au moyen du gouvernail. Plus tard, après l'invention de la machine à vapeur, on a quelquefois substitué aux moteurs animés des locomotives routières qui permettaient une vitesse supérieure à celle des chevaux.

Actuellement, là où le halage est encore utilisé, il se fait par des tracteurs à moteur à combustion interne ou à moteur électrique. Ces derniers prennent par trolley le courant sur une ligne aérienne et circulent sur des rails; leurs essieux sont couplés pour augmenter l'adhérence, un double engrenage réduit la vitesse à la valeur très faible nécessaire.

Les bateaux de transport de la navigation intérieure peuvent être classés en trois catégories suivant qu'ils doivent naviguer en canal, en rivière ou sur l'un et l'autre. Ils diffèrent surtout par les formes de leurs extrémités; les bateaux de rivière ayant à lutter à la remonte contre des courants quelquefois violents, ont des formes plus effilées ce qui diminue leur résistance à l'avancement. Sur les canaux le type le plus répandu est la péniche ou calandre aux formes à peine arrondies; primitive toujours en bois, on en construit maintenant aussi en fer. Les chalands de rivière bien qu'ils soient plus effilés, ont un plus fort tonnage parce qu'un plus grand tirant d'eau. Il existe des bateaux particuliers à certaines régions qui ont des formes spéciales et sont destinés aux rivières.

## DESSINS

1. *MACHINE à remonter les bateaux* (1 pl.).

13.571-456. — E. av. 1818.

2. *MACHINE à remonter les bateaux par Robert Fulton* (2 pl.).

Dessins originaux et lettres envoyés à Molard le 4 pluviose  
an IX (24 janvier 1803).

13.571-450. — E. av. 1818.



## TOUAGE ET REMORQUAGE

DC 3-3

A côté du halage, qui nécessite un chemin longeant la voie navigable et exige un moteur animal ou un moteur mécanique par bateau, il existe deux modes de traction dans lesquels un bateau moteur conduit un ou plusieurs bateaux porteurs : ce sont le touage, maintenant abandonné et le remorquage.

Le touage comporte une chaîne reposant librement sur le fond du chenal; cette chaîne est fixée à chaque extrémité. Le toueur qui traîne des bateaux est muni d'un appareil disposé pour saisir la chaîne au passage et exercer une traction qui le fait avancer.

L'application de la machine à vapeur et de l'hélice à la navigation fluviale a créé le remorquage. Il consiste à entraîner une file de péniches accrochées les unes aux autres au moyen d'un bateau de faible tonnage équipé de puissantes machines à vapeur. Il n'est utilisable que sur les cours d'eau où les écluses sont peu fréquentes et assez grandes pour contenir tout le train.

Au point de vue utilisation de la force motrice, le touage offrait sur le remorquage qui l'a supplanté une supériorité incontestable, car tandis que le remorqueur prend appui sur l'eau qui se dérobe, le toueur agit sur un élément fixe, la chaîne.

### 1. BATEAU remorqueur XVIII<sup>e</sup> siècle.

Dans ce modèle qui est une sorte de radeau, des roues à aubes mues par le courant agissent sur des longs bras prenant appui sur le fond de la rivière. Les bras sont suspendus à des câbles enroulés sur un tambour qui permettent de régler la profondeur à laquelle ils agissent.

617<sup>1</sup>. — E. 1814.

### 2. BATEAU remorqueur XVIII<sup>e</sup> siècle.

Dans ce bateau une grande roue devait être mise en mouvement par un homme les pieds s'appuyant sur les traverses à l'exté-

rieur de la roue. Sur l'axe sont calées deux roues à cage d'écureuil qui engrènent avec des crémaillères. Les 2 crémaillères d'un même côté sont reliées par des chaînes passant sur des poulies dont l'écartement peut être réglé à l'aide de tenseurs. Sur les crémaillères sont fixés les bras qui prennent appui au fond de l'eau. Ce mouvement des crémaillères produit un déplacement du bateau par rapport aux extrémités des bras.

617<sup>2</sup>. — E. 1814.

### 3. *BATEAU REMORQUEUR à rames et à roues à aubes.*

Ce modèle, assez grossier, entré en 1814, présente un ensemble de roues et de rames mécaniques assez complexe. Ces organes sont mis en mouvement par deux tambours dans lesquels on peut supposer qu'agissent des hommes.

731. — E. 1814.

## D E S S I N S

### 1. *TOUEUR sur le Rhône. Vue générale.*

Don de la Compagnie Générale de navigation.

426 T. — E. 1919.

### 2. *REMORQUEUR sur le Rhône. Vue générale.*

Don de la Compagnie Générale de navigation.

427 T. — E. 1919.

### 3. *REMORQUEUR à vapeur de 17 mètres, à deux hélices (1856) par Claparède et Compagnie (1 pl.).*

13.571-2449. — E. 1889.

### 4. *REMORQUEUR DE SAONE (Maconnais), vue générale.*

Don de la Compagnie Générale de navigation.

418 T. — E. 1919.

### 5. *PORTEUR de Seine, 60 CV, 2 roues à l'arrière. Vue générale.*

Don de la Compagnie Générale de navigation.

419 T. — E. 1919.

## NAVIGATION AÉRIENNE DC 4

### APPAREILS PLUS LÉGERS QUE L'AIR DC 4-1

C'est à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle que l'on a, pour la première fois utilisé le principe du moins lourd que l'air pour s'élever dans l'atmosphère.

Des expériences réalisées en 1781-1782 par Black et Cavallo, en Angleterre et par Barbier de Tinan et Volta à Genève, montrèrent le pouvoir ascensionnel de l'hydrogène récemment découvert mais n'aboutirent à aucun résultat pratique.

C'est Joseph Montgolfier, papetier à Annonay qui songea à utiliser la force ascensionnelle des gaz chauds d'un foyer et réalisa en collaboration avec son frère Etienne le premier aérostat en allumant un foyer sous un globe de soie. Après quelques essais privés, ils firent s'enlever devant les États de Vivarais, en juin 1783 un globe de 11 mètres de diamètre.

A la même époque le physicien Charles avec la collaboration des frères Robert, entreprenait de répéter l'ascension d'un globe devant les Parisiens; le 27 août 1783, leur ballon gonflé à l'hydrogène partit du Champ de Mars.

Le mois suivant sur la demande de l'Académie des Sciences, Etienne Montgolfier fit partir de la cour du Château de Versailles une « montgolfière » qui emportait un mouton, un coq et un canard et qui, après quelques minutes de vol descendit aux environs.

Quatre mois après l'expérience d'Annonay, Pilatre de Rozier prenait place dans la galerie circulaire dont était munie une montgolfière et se laissa enlever jusqu'à la hauteur des cordes qui retenaient l'aérostat.

Le 21 novembre 1783, le même ballon s'enlevait emportant librement Pilatre de Rozier et François Laurent, marquis d'Arlandes.

Le 1<sup>er</sup> décembre 1783, Charles et Robert jeune partaient des Tuilleries dans la nacelle du premier grand ballon à hydrogène. Créateurs de l'enveloppe vernie, du filet, de la nacelle, de la soupape, du lest, de l'appendice, de l'emploi du baromètre, c'est à eux que l'on doit le ballon libre tel qu'il est resté dans sa magnifique simplicité.

## DC 4-1

Dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle on effectua des ascensions dans un but scientifique.

En 1803, en Belgique, en Allemagne et en Russie, Robertson dépassait l'altitude de 7.000 mètres et recueillait d'intéressantes observations sur l'électricité. Choisi par la première section de l'Institut pour vérifier les résultats précédents Biot, accompagné de Gay-Lussac et partant du jardin du Conservatoire des Arts et Métiers, s'élevait en 1804 jusqu'à 4.000 mètres. Peu après Gay-Lussac seul atteignait 7.000 mètres.

Avec le concours et l'approbation de l'Académie des Sciences, de Barral et Bixio firent en 1850 deux ascensions scientifiques dont la seconde leur permit de monter à 7.049 mètres, exploit dont le retentissement fut considérable et l'exemple suivi. En Angleterre, l'astronome Glaisher au cours d'une de ses ascensions dépassa 8.800 mètres, altitude qui resta un record pendant plus de trente ans; il a fait bénéficier la science d'importantes constatations sur l'inconstance de la diminution de la vapeur d'eau à partir du sol, l'inversion de la loi de décroissance de la température pendant la nuit, la permanence des raies de la vapeur d'eau dans le spectre solaire observé à haute altitude. En France, Wilfrid de Fontvielle et Camille Flammarion ont commencé chacun en 1867 une série de voyages aériens scientifiques. L'année suivante, les frères Gaston et Albert Tissandier firent dans un but météorologique des ascensions d'où le premier ramena des observations et le second des dessins qui ont popularisé l'usage du ballon libre. De 1873 à 1875, la Société française de navigation aérienne organisa plusieurs ascensions à grande altitude; l'une d'elles se termina dramatiquement, deux sur trois des aéronautes, mal équipés pour supporter la température et la pression qui règnent à ces niveaux, succombèrent au mal des hauteurs.

En 1893, Hermitte et Georges Besançon commencèrent des lancers de ballons-sondes porteurs d'instruments enregistreurs dont les montées vers 15.000 mètres ont élargi les notions de physique de l'atmosphère.

En 1901 Berson et Süring, spécialistes des expéditions en haute atmosphère atteignirent l'altitude de 10.800 mètres.

Ce record fut battu par le professeur Piccard en 1932 qui atteignit 15.780 mètres à sa première ascension et 16.500 mètres environ à la seconde avec un ballon de grande capacité — ne contenant au départ que le 1/5 de son volume d'hydrogène — emportant une nacelle sphérique étanche pour maintenir la pression et la quantité d'oxygène nécessaire autour des aéronautes; les expéditions avaient pour but des mesures relatives au rayonnement cosmique et à l'ionisation.

Ces ascensions dites stratosphériques ont ensuite été répétées aux États-Unis et en U. R. S. S.

A côté des voyages à haute altitude les ballons ont été utilisés pour l'exploration de territoires inconnus; la plus célèbre tentative fut celle dirigée vers le pôle, par Andrée en 1897.

Un ballon est constitué par une enveloppe remplie de gaz à laquelle

est suspendue une nacelle qui reçoit les passagers et les instruments de navigation.

L'enveloppe doit être légère, résistante et imperméable au gaz qu'elle doit contenir. La baudruche seule réunit ces trois qualités, mais il en faut sept ou huit couches pour construire une enveloppe. Son prix trop élevé lui fait préférer des tissus imperméabilisés tels que le pongée de Chine enduit d'un vernis à base d'huile de lin siccative, de caoutchouc et d'essence de téribenthine, et pour les grands ballons, des étoffes caoutchoutées sans vernis formées de deux tissus de coton entre lesquels se trouve une mince couche de caoutchouc; pour soustraire le caoutchouc à l'action destructrice des rayons solaires, on recouvre les étoffes d'un enduit au chromate de plomb qui donne aux aérostats modernes la couleur jaune qui valut aux premiers dirigeables leur appellation de « Jaunes ». L'enveloppe est formée de fuseaux assemblés par coutures recouvertes de bandes collées pour les étoffes de soie, par collage pour les tissus caoutchoutés.

Trois gaz sont employés pour le gonflement de l'enveloppe : l'hydrogène, le gaz d'éclairage et l'hélium. L'hydrogène est le plus léger, le gaz d'éclairage plus lourd est moins cher; ces deux gaz ont le grave défaut d'être inflammables ce qui est un danger perpétuel pour les aéronautes; l'hélium à peine plus lourd que l'hydrogène est absolument incombustible.

La nacelle est un panier d'osier renforcé par des barres de bois, et de forme rectangulaire. Elle est suspendue au ballon par un filet enveloppant complètement l'hémisphère supérieur et descendant un peu au-dessous de l'équateur. Le filet a pour but de répartir sur toute la surface de l'enveloppe le poids que celle-ci doit enlever. Les cordes qui terminent le filet viennent se réunir à un gros anneau de bois dit cercle de suspension; de ce cercle partent les suspentes qui supportent directement la nacelle.

Pour le gonflement, l'enveloppe étant étalée sur le sol recouverte du filet, on raccorde la manche d'appendice, cylindre d'étoffe placé à la partie inférieure, au tube amenant le gaz; à mesure de l'arrivée de celui-ci, le ballon se gonfle en soulevant le filet aux mailles duquel on accroche des sacs de sable. Le remplissage terminé, on fixe la nacelle. Pendant toutes ces opérations des cordes de manœuvre amarrées à des piquets maintiennent le ballon à terre. Pour l'enlèvement du ballon, on débarque le nombre de sacs nécessaires pour que le ballon fasse sentir en tirant plus fort sur les cordes de manœuvre sa force ascensionnelle.

La force ascensionnelle est la différence entre le poids total du ballon gonflé et le poids de l'air qu'il déplace. Par suite de la diminution de la densité de l'air à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère la poussée exercée sur le ballon décroît et la force ascensionnelle diminue; l'aérostat finit par atteindre une hauteur à laquelle il cesse de monter : c'est la zone d'équilibre. On règle la force ascensionnelle au moyen du lest,

## DC 4-1

cargaison variable constituée par des sacs de sable qui jetés à propos permettent de diminuer la charge et par suite d'augmenter la force ascensionnelle; au départ on ne donne au ballon qu'une force ascensionnelle réduite, de quelques kilogrammes.

A mesure qu'on s'élève, la pression atmosphérique diminue; l'enveloppe s'oppose à l'augmentation de volume du gaz qui devrait en résulter et sa tension augmente. Pour éviter que celle-ci n'atteigne une valeur dangereuse pour sa solidité, il faut qu'une certaine quantité de gaz puisse s'échapper.

De même, quand l'aéronaute veut descendre, il doit pouvoir faire sortir de l'enveloppe une certaine quantité de gaz. La manche d'appendice permet au gaz de sortir librement lorsqu'il a acquis une surpression par suite de la montée ou d'un coup de soleil brusque. Les dimensions de l'orifice sont calculées d'après les formules de la dynamique des fluides. Au pôle supérieur de l'enveloppe se trouve la soupape protégée par un petit toit en tôle légère; elle est manœuvrée de la nacelle en tirant sur une corde et laissant échapper du gaz qui s'écoule en vertu de sa légèreté et plus ou moins suivant le degré d'ouverture. Enfin dans le cas où la soupape refuserait de fonctionner, on a prévu un dispositif de sécurité permettant un dégonflement rapide : c'est la bande ou voile de déchirure, panneau allongé simplement appliquée sur les bords d'un orifice par de la colle de caoutchouc, une traction brusque sur la corde qui est fixée au panneau, le décolle.

Pour faciliter l'atterrisseage, deux instruments sont utilisés : l'ancre et le guide-rope. L'ancre d'abord analogue à celles de la marine est presque toujours remplacée par des grappins à plusieurs pattes. Ils pendent hors de la nacelle fixés à une longue corde, enroulée en glène, qu'une cordelette retient. Le guide-rope forte corde ayant 100 à 150 mètres de longueur pend au-dessous du ballon; à l'approche de terre il touche le sol, le premier, le ballon, alors délesté de son poids; ralentit sa descente. En outre, il peut s'enrouler autour d'arbres, de rochers et ainsi diminuer le traînage toujours dangereux.



## **BALLONS CAPTIFS ET LIBRES**

**D C 4-11**

- 1. SOUPAPE DU BALLON** dans lequel Gay-Lussac s'élèva jusqu'à 7.016 mètres le 29 fructidor an XII (16 septembre 1804).

Cette ascension, à grande hauteur, fut la deuxième effectuée en France dans un but scientifique. La première eut lieu le 6 fructidor; Gay-Lussac y accompagnait Biot afin de contrôler, sur la demande de l'Institut de France, les observations qu'un jeune savant belge avait faites au cours de plusieurs ascensions. Mais le ballon avec les deux aéronautes ne put s'élever au delà de 4.000 m c'est pourquoi Gay-Lussac seul participa à la seconde ascension. Les départs eurent lieu dans le jardin du Conservatoire des Arts et Métiers (à l'emplacement de l'école Centrale des Arts et Manufactures).

Pendant ces ascensions d'importantes observations furent faites sur le magnétisme, la physique de l'atmosphère ainsi que sur les effets de la haute altitude sur les expérimentateurs eux-mêmes.

**830. — E. 1815.**

- 2. SOUPAPE DE RECHANGE DU BALLON DE GAY-LUSSAC.**

**8.472. — E. av. 1872.**

- 3. NACELLE DE BALLON STRATOSPHÉRIQUE.**

Don de l'Aluminium français.

Nacelle du ballon utilisé par le professeur Picard pour son ascension stratosphérique en 1932. Modèle en aluminium au 1/3.

**16.822. — E. 1932.**

## DESSINS

1. *TREUIL A VAPEUR pour l'enroulement du câble d'un ballon captif (1 pl.).*

13.571-1953. — E. 1874.

## AUX RÉSERVES

1. *SOUAPE DU BALLON DE CHARLES, premier ballon gonflé à l'hydrogène qui s'enleva avec des passagers. 1783.*

Le physicien Charles, avec la collaboration des frères Robert fit s'élever au champ de Mars, le 27 août 1783, un ballon de 4 m de diamètre gonflé « d'air inflammable » c'est-à-dire d'hydrogène. Puis le 1<sup>er</sup> décembre 1783 Charles et Robert jeune s'élevaient au jardin des Tuileries dans la nacelle du premier grand ballon à hydrogène. Après deux heures environ de navigation le ballon toucha terre, puis Charles seul fit une nouvelle ascension au cours de laquelle il atteignit 3.000 m.

4.180. — E. av. 1849.

2. *MONTGOLFIÈRE.*

Don du Comité de l'Installation de la classe III à l'Exposition de 1889.

Modèle réduit.

La montgolfière due à Joseph Montgolfier est le premier aérostat qui donna des résultats pratiques et permit à l'homme de s'élever dans l'atmosphère. C'était un globe d'étoffe ou de papier ayant, à sa partie inférieure un très large orifice sous lequel on allumait un foyer; les gaz chauds chassaient l'air du globe et l'appareil devenu plus léger que le volume d'air qu'il occupait s'élevait. Le premier essai public que fit J. Montgolfier eut lieu à Annonay en juin 1783 devant les États du Vivarais. Son aérostat fut gonflé en brûlant de la paille et de la laine hachée; un panier en fils de fer rempli de matières enflammées était suspendu au-dessus de l'ouverture pour maintenir pendant un certain temps la température des gaz intérieurs au globe et prolonger la durée de l'ascension.

11.707. — E. 1889.

3. MONTGOLFIÈRE en papier parcheminé par Brissonnet.

10.609. — E. 1885.

4. AÉROSTAT.

Don du Comité de l'Exposition de 1889.

Modèle réduit.

11.708. — E. 1889.



## BALLONS DIRIGEABLES

D C 4-12

Le plus ancien projet d'aérostat qui soit connu est celui, établi en 1670 par le père Francesco Lana, d'un navire aérien en bois pourvu de voile et de rames et suspendu à quatre globes métalliques dans lesquels le vide était obtenu par effet barométrique. En 1781, Jean-Pierre Blanchard entreprenait la construction d'un vaisseau volant qu'il essayait lorsque fut connue l'invention des frères Montgolfier. Abandonnant son premier appareil, Blanchard songea à adopter au ballon des moyens de direction et en 1783 fit construire une enveloppe de soie vernie à laquelle il adjointait une partie de son vaisseau volant : gouvernail et deux paires d'ailes articulées à mouvements alternatifs mues à bras; conscient de l'insuffisance de la force humaine pour faire mouvoir cet appareil, il indiqua la possibilité d'utiliser comme moteur « la pompe à feu ».

La fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et la première moitié du XIX<sup>e</sup> virent l'éclosion d'un grand nombre de projets, d'essais et de réalisation concernant la direction des aérostats. Nous ne signalerons que l'exhibition par Le Berrier au Cours la Reine en 1844 d'un modèle de dirigeable à hélices mues par une petite machine à vapeur; c'est la première application réelle d'un moteur à un appareil de locomotion aérienne.

Ce n'est que dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle que les essais de direction des ballons ont donné des résultats positifs.

Un horloger Pierre Jullien commença, vers 1845, des expériences sur la propulsion, particulièrement sur l'hélice; puis pour déterminer la forme à donner aux ballons, il étudia systématiquement la vitesse et l'allure de pénétration dans l'eau de corps fuselés en bois. Un essai de ballon poisson en bandruche muni d'hélice ayant réussi, mais montré un tangage accentué il eut alors l'idée de munir son ballon d'un empennage horizontal à l'arrière, surface qui pouvait servir de gouvernail de profondeur; son « Précurseur » dirigeable de forme dissymétrique ne fut pas essayé.

La réalisation et l'expérience d'Henri Giffard en 1852 constituent un événement fondamental; Giffard s'éleva avec un ballon fusiforme

gonflé à l'hydrogène et propulsé par une hélice que commandait une petite machine à vapeur; il fit évoluer le ballon et démontra en lui donnant des déviations volontaires par rapport à la direction du vent, la possibilité de le diriger. Ensuite, pendant plus de trente ans aucun expérimentateur n'osa enlever un moteur mécanique dans l'espace, mise à part l'expérience limitée d'Haeinlein en 1872. Cette même année, Dupuy de Lôme termina le ballon dirigeable que le Gouvernement lui avait commandé en 1870; il innovait la suspension funiculaire triangulée assurant une liaison indéformable entre ballon et nacelle, la chemise de suspension et l'alimentation du ballonnet à air par ventilateur; l'hélice propulsive était mue par huit hommes.

La première application de l'électricité à la navigation aérienne est due aux frères Tissandier. Ayant réussi, en 1881, à faire fonctionner un modèle de dirigeable au moyen d'un moteur alimenté par accumulateurs Planté, ils réalisèrent, en 1883, un ballon, à moteur alimenté par 24 piles, qui fit une ascension courte à cause du manque de stabilité latérale. L'année suivante, le ballon dirigeable « France » à moteur électrique monté par ses inventeurs, les capitaines Charles Renard et Arthur Krebs effectua plusieurs circuits.

Le premier moteur à essence appliquée à un appareil aérien fut celui dont le Dr Wolfert équipa le ballon dirigeable « Deutschland » en 1896.

Les essais faits en Allemagne dans le dernier quart du siècle aboutirent à la construction d'un nouveau modèle de ballon dirigeable dit rigide; le premier de ce type entièrement métallique (en aluminium) est dû à Schwartz. Le comte Zeppelin dont les études sur ce sujet avaient commencé en 1873, prit en 1896 des brevets pour un type d'aérostat constitué par des ballons souples indépendants à l'intérieur d'une carcasse recouverte d'une enveloppe.

En France, Alberto Santos-Dumont contribua grandement à populariser le ballon dirigeable dans les premières années du xx<sup>e</sup> siècle. On lui doit la suspension de la nacelle par ralingue qu'il appliqua à son premier appareil en 1898. Le célèbre ballon surnommé le « Jaune » que firent construire Paul et Pierre Lebaudy d'après un projet de Henri Julliot comportait comme innovations, une enveloppe en étoffe caoutchoutée double, l'emploi de tubes d'acières pour la nacelle et une plate-forme à laquelle l'enveloppe était fixée par ralingues.

Le ballon dirigeable connut un grand essor au début de ce siècle. Les Italiens Crocco, Ricaldoni et Morris créèrent un type dit « Semi-rigide » intermédiaire entre le souple classique et le rigide de Zeppelin et dont la carcasse indéformable transversalement est articulée dans le sens longitudinal.

## DC 4-1

### 1. *AVISOL de A. Olivier.*

Don de MM<sup>mes</sup> Nitard et Deuil.

Construit par l'inventeur Arsène Olivier et ayant figuré à l'Exposition de 1889. Modèle réduit.

Le principe de cet appareil est une combinaison du plus léger avec le plus lourd que l'air : un aérostat fusiforme en taffetas gommé est tendu sur une armature en acier (ballon dirigeable à carcasse rigide) ; l'appareil comporte en plus un système d'ailes. Aucun avisol ne fut réalisé en vraie grandeur.

16.775<sup>1</sup>. — E. 1933.

### 2. *CARCASSE D'UN AVISOL.*

Don de MM<sup>mes</sup> Nitard et Deuil.

Carcasse en acier d'un avisol d'Arsène Olivier, identique au n° 16.775<sup>1</sup> mais non entoilé. Modèle réduit.

16.775<sup>2</sup>. — E. 1933.

## PHOTOGRAPHIES

### 1. *BALLONS DIRIGEABLES.*

Don de M. Van den Driessche.

Collection de 22 cartes postales d'anciens ballons dirigeables.

19.605<sup>2</sup>. — E. 1951.



## A V I O N S

D C 4-2

Les premières recherches modernes pour la réalisation d'un aéroplane sont dues à Sir George Cayley qui, bien que n'ayant pas réalisé d'appareils, en exposa le principe dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle : « ...Établir un plan superficiel d'un poids donné animé d'une force capable de vaincre la résistance de l'air »; il indiquait les angles lui paraissant les plus favorables à la sustentation, et la nécessité d'un gouvernail de profondeur autre celui de direction. Pour la propulsion il envisageait soit l'action d'une partie des ailes restant battantes, soit un « volant oblique » c'est-à-dire une hélice. Jugeant la force humaine insuffisante, il proposait la machine à vapeur, le moteur à gaz ou les moteurs à explosion réalisés à cette époque. Il signala l'emploi possible des surfaces biplanes et insista sur la diminution des résistances à l'avancement par le fuselage et le carénage des pièces entrant dans la construction.

Le premier projet complet d'aéroplane est celui décrit dans le brevet pris par William Samuel Henson en 1842 pour un appareil mû par une machine à vapeur et qui devait être lancé sur un plan incliné. En 1844 un grand modèle d'aéroplane à vapeur fut établi par Henson et Stringfellow; à ce dernier revient la gloire d'avoir le premier fait voler un petit aéroplane propulsé par deux hélices placées en arrière de l'aile et qu'entraînait une machine à vapeur. En France, Félix du Temple prit en 1837 un brevet pour un appareil dont il réalisa un modèle réduit, ce fut le premier aréoplane qui réussit à quitter le sol par ses propres moyens.

Vers 1870, Alphonse Penaud qui inventa le moteur en fil de caoutchouc tordu l'appliqua à un petit monoplan à hélice et queue stabilisatrice dit planophore. Avec ce modèle dont l'hélice pouvait être propulsive ou tractive Penaud étudia les lois de l'équilibre longitudinal des aéroplanes; il publia les lois du glissement dans l'air et proposa une méthode d'étude de la résistance de l'air, et, pour celle du vol des oiseaux, la chronophotographie appliquée peu après par Marey. Dès cette époque, il précisa l'influence de l'interaction du sol sur les appareils volants et l'importance du centrage des aéroplanes. Victor Tatin, émule et ami de Penaud étudia de nombreux problèmes d'aéronautique.

Le 9 octobre 1890, date capitale dans l'histoire de l'aéronautique, pour la première fois un homme quittait le sol à bord d'un aéroplane sous la seule impulsion de son moteur; ce décollage fut très bref, il n'en est pas moins un grand événement dont la gloire revient entièrement à Clément Ader; poursuivant ses recherches, Ader établit l'« avion n° 3 » — appareil pour lequel il créa le mot avion — qu'il essaya et offrit plus tard au Conservatoire des Arts et Métiers. Ce résultat suscita d'autres tentatives d'aéroplanes à vapeur; cependant aucun progrès ne se fit dans cette voie pendant une dizaine d'années. Des essais d'aéroplanes ayant leurs surfaces en tandem décalées en hauteur de façon à ne pas travailler dans la même couche d'air furent faits en 1901 par Kress dont l'appareil était prévu pour partir sur la neige ou sur l'eau, et en 1903 par Langley, ces tentatives n'aboutirent pas.

Les quatorze premières années du xx<sup>e</sup> siècle sont capitales dans l'histoire de la locomotion aérienne, elles comportent presque toute la période qui sépare la préhistoire du temps des applications.

Dès décembre 1902, le capitaine Ferber qui s'adonnait au vol à voile avait muni son sixième planeur d'un petit moteur actionnant deux hélices tractives tournant en sens inverse. Cependant c'est aux frères Wilbur et Orville Wright qu'est due la réalisation de l'aéroplane enlevant avec son moteur un pilote pour un vol continu; le 17 décembre 1903, leur appareil qui dérivait aussi du planeur exécuta quatre vols soutenus, le pilote couché sur le ventre actionnait le stabilisateur à l'avant, le gouvernail à l'arrière et le gauchissement conjugué.

En France, la première réalisation d'appareil à moteur à explosion fut un monoplan construit par Levavasseur et équipé de son premier moteur Antoinette. Les ailes étaient les premières réalisées à épaisseur progressive avec un profil présentant nettement des courbures dorsale et ventrale; de véritables poutres triangulées formaient les longerons, structure des appareils actuels. Le moteur à 8 cylindres en V fonctionnait à grande vitesse et à haute température avec injection directe de l'essence dans les cylindres.

Une expérience en air libre avec moteur de ce type fut réalisée pour la première fois en Europe par le capitaine Ferber en 1904; avec un planeur à queue stabilisatrice et gouvernails latéraux de direction, alors équipé d'un moteur de 12 CV insuffisant pour voler horizontalement, il descendait suivant une pente de 12 %. Trajan Vuia en France et Ellehammer au Danemark réussirent à quitter le sol à bord d'aéroplanes. Cependant l'honneur d'avoir accompli en Europe les premiers vols soutenus revient à Santos-Dumont par ses expériences de 1908.

Dès lors les expériences, puis les performances se multiplièrent. En janvier 1908, Henri Farman parcourut un kilomètre en vol et en circuit fermé, et en octobre de la même année un trajet de 27 kilomètres dans la région de Reims. Il accomplit à Châlons le premier vol de nuit sur un biplan de sa construction.

## APPAREILS A HÉLICES TRACTRICES

D C 4-21

### 1. AÉROPLANE DE CLÉMENT ADER dit « Avion n° III », 1897 (fig. 5).

Don de M. Clément Ader.

Le premier appareil d'aviation de Clément Ader l'*« Eole »* devenu l'*« Eole n° II »* après modification, fut endommagé au cours des essais, puis réparé et exposé à Paris.

Le ministre de la guerre, M. Freycinet l'ayant vu, résolut de faire poursuivre les essais par le département de la guerre, pour la défense nationale. Un accord intervint entre le ministre et Ader qui établit à Auteuil un laboratoire placé sous le contrôle du Ministre à la guerre.

En 1897, l'*« Avion n° III »* fut terminé.

L'avion n° III mesure 16 m d'envergure et repose sur 3 roues ; son poids est de 258 kg à vide et n'atteint pas 400 kg en ordre de marche avec le pilote. Deux moteurs à vapeur de 20 CV, indépendants, actionnent chacun une hélice de 4 pales ; les hélices tournent en sens inverse, il y a une chaudière et un condenseur pour les 2 moteurs. Les ailes sont en soie et tiges de bambou. Les essais eurent lieu les 12 et 14 octobre 1897 à Satory sur une piste circulaire de 1.500 m de développement.

Il en existe deux versions un peu différentes.

D'après celle d'Ader, l'appareil fit, le 12, le tour de la piste par une « alternative de petites envolées » pendant lesquelles « aucune des roues ne touchait la terre ». Le 14, il aurait parcouru sur la piste 150 m par courtes envolées puis effectué une envolée ininterrompue de 300 m au cours de laquelle l'avion fut entraîné par un fort vent en dehors de la piste, puis atterrit en se renversant brisant une aile, les roues d'avant et les hélices. Ce récit n'a été publié que deux ans plus tard au moment des premiers vols de Santos-Dumont et les communications antérieures de C. Ader sont beaucoup moins affirmatives.

La seconde version est celle du rapport des généraux Mensier et Grillon, témoins délégués comme membres de la Commission

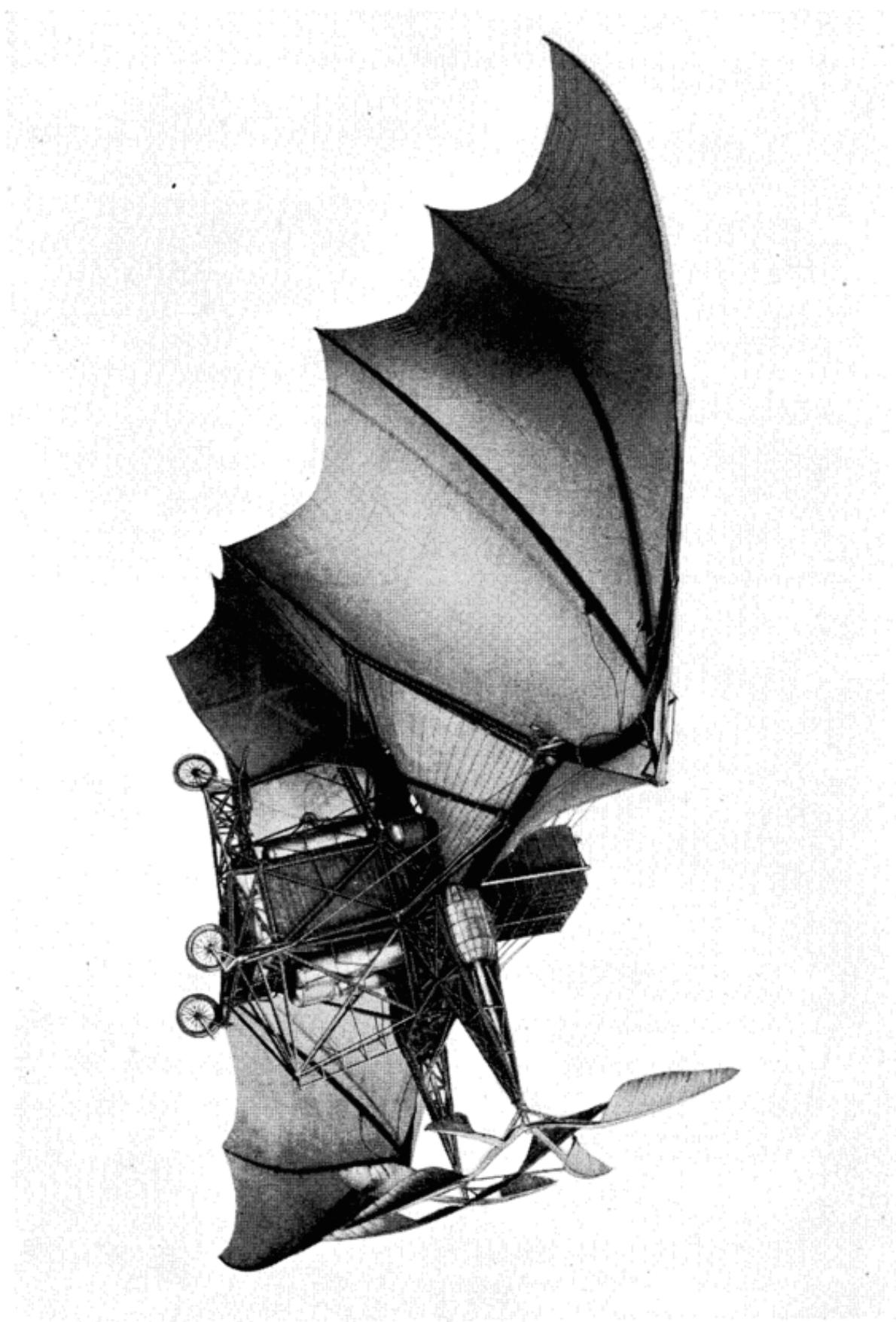


Fig. 5. — Aéroplane de Clément Ader dit "Avion" n° III, 1897 (13.56o).

DC 4-2

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chargée de vérifier les expériences d'Ader, qui conclurent favorablement à la continuation des expériences. Quant à l'essai du 12, ce rapport déclare que les empreintes des roues sur le sol étaient très peu apparentes et qu'une partie de l'appareil avait été supporté par les ailes.

Le 14, après l'essai, il fut facile de constater, dit ce rapport « d'après le sillage des roues que l'appareil avait été fréquemment soulevé de l'arrière et que la roue arrière formant gouvernail n'avait pas constamment porté le sol ». « Les membres de la commission les virent brusquement sortir de la piste, et décrire une demi-conversion, s'incliner sur le côté et enfin rester immobile ».

Le ministre de la guerre ne suivit pas les avis favorables à la continuation des essais qu'avait exprimé la commission. Ader essaya de trouver des appuis, mais découragé, détruisit l'*« Eole »* ses études et son laboratoire ne respectant que l'Avion n° III, qu'il offrit au Conservatoire National des Arts et Métiers.

13.560<sup>1</sup>. — E. 1903.

2. *AÉROPLANE avec lequel la première traversée de la Manche fut effectuée par Louis Blériot le 25 juillet 1909 (fig. 6).*

Don du journal *« Le Matin »*.

Cet appareil est un monoplan pesant 310 kg en ordre de marche. Il est équipé d'un moteur Anzani à 3 cylindres en étoile à allumage du système Bentayoux; ce moteur entraîne à 1.400 t/mn une hélice de 2,10 m de diamètre.

Voici, d'après les souvenirs de Louis Blériot les caractéristiques de l'appareil et le récit de cet exploit : « C'était le Blériot n° XI que j'avais exposé au premier salon de l'aéronautique en décembre 1908. Son fuselage n'avait que 8 m de long. La charge était de plus de 27 kg au mètre carré. Les ailes concaves en-dessous, arrondies à leurs extrémités étaient tendues de tissu caoutchouté. Elles avaient 7,20 m d'envergure, leur surface était de 12 m<sup>2</sup>; au-dessus d'elles un plan de dérive augmentait la stabilité de direction sur l'horizontale et appuyait l'action du gouvernail vertical. A l'arrière un empennage horizontal servant de stabilisateur flanqué de part et d'autre de deux panneaux orientables autour d'un axe situé dans le plan de l'empennage fixe.

Le gauchissement était obtenu en déplaçant latéralement le levier de manœuvre de la cloche de commande. J'actionnais les ailerons stabilisateurs d'arrière en déplaçant ce levier longitudinalement.

Je tiens à rappeler que cette cloche était une grande nouveauté souvent copiée, constituant une véritable révolution.

Cette cloche était montée sur un cardan. Au bas étaient fixés tous les fils de commande. J'avais adjoint au bras de manœuvre deux leviers pour les commandes simultanées du moteur, com-

*Temps effectués  
62-12-60*  
*Envergure: 8m 580*  
*long. hors tout: 7m 535*  
*Empennage:  
3m 625*

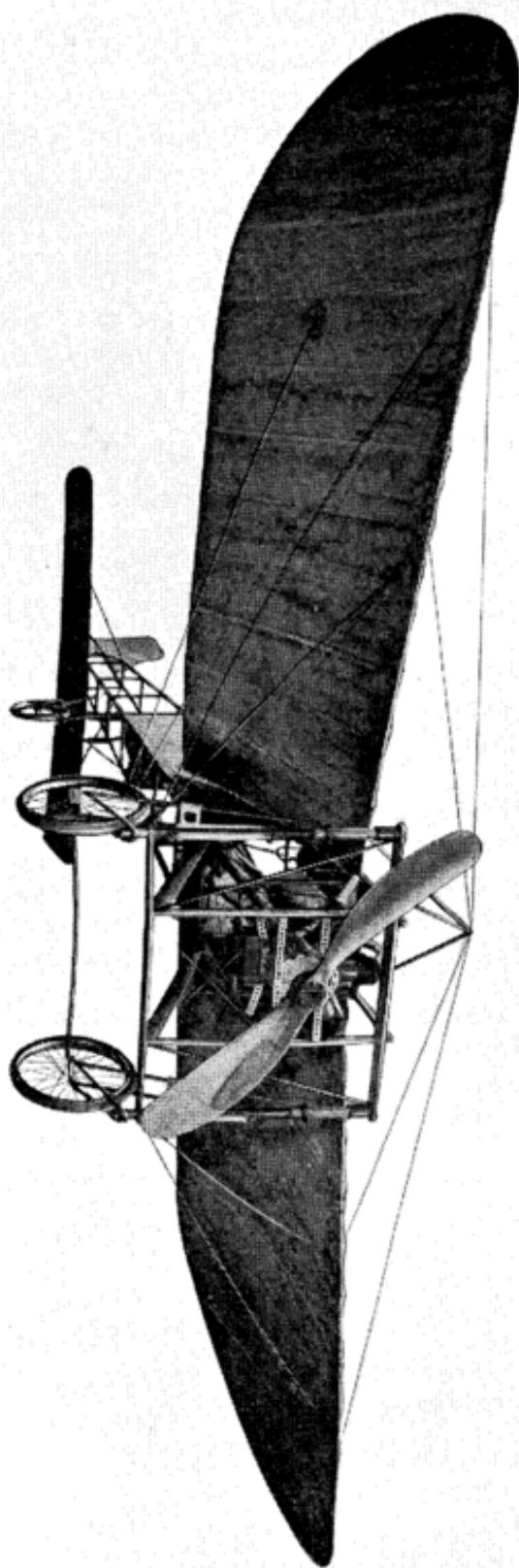


Fig. 6. — Aéroplane de Louis Blériot, première traversée de la Manche (14.272).

mandes qui se faisaient dans le même sens que celle des gouvernails de profondeur. Le gouvernail vertical de direction était commandé au pied. J'étais assis dans le fuselage entre les deux ailes.

Au début, j'employai un moteur R. E. P. 30 CV que je remplaçai par un Anzani 25 CV.

La traversée de la Manche était dotée d'un prix de 25.000 fr offert par le Daily Mail... Je n'étais pas le seul candidat. Il y avait l'anglais Seymour, puis le comte de Lambert... Mais il y avait surtout le virtuose de l'époque Hubert Latham, dont le camp était établi à Sangatte.

Un hangar sommaire fait de quelques morceaux de bois et de toile abritait mon fidèle appareil aux Baraque (près Calais).

Dans la nuit du 24 au 25 juillet 1909, le temps, qui depuis plusieurs jours empêchait toute sortie, donna l'impression de devenir plus favorable. Le règlement exigeait que le départ fut pris après l'heure du lever du soleil. Pour calmer mon impatience et procéder à une ultime mise au point, je décidai de faire un vol d'essai d'une dizaine de minutes, de 4 h 15 à 4 h 23. J'allais virer au-dessus de Sangatte pour prévenir Latham de mes intentions... A 4 h 41, je décollai et piquai directement vers la côte anglaise m'élevant progressivement mètre par mètre... Pendant les dix premières minutes, je me dirigeai perpendiculairement à la côte, laissant à ma droite le contre-torpilleur « Escopette » chargé de me convoyer et que je dépassai rapidement.

Sans boussole, perdant de vue la terre de France, ne distinguant pas le territoire anglais, j'immobilisai mes deux pieds pour ne pas bouger le gouvernail de direction. J'avais peur de dériver.

Pendant dix nouvelles minutes, je volai à cent mètres en aveugle droit devant moi, l'Escopette était loin derrière moi. Je n'avais plus le moindre guide, mon isolement était sinistre.

Enfin voici à l'horizon une ligne grise. L'espoir du triomphe naît en moi. J'approche. Je fais environ du 60 à l'heure. Le vent s'élève, je m'aperçois que j'ai été déporté de plus de 6 km vers la droite malgré mes précautions. Au lieu de me trouver face à Douvres, je suis devant Saint-Margaret.

A Saint-Margaret, les falaises sont trop hautes. Chaque fois que je tente de passer au-dessus, un remous me rabat de 20 m.

Pour gagner Douvres, je vole dans le sens des petits bateaux qui au-dessous de moi semblent rentrer... Mais le vent qui s'est levé et contre lequel je lutte désespérément reprend de plus belle.

Tout à coup, j'aperçois un drapeau tricolore qu'on agite avec fureur. Je me rappelle alors que le journaliste français Fontaine m'avait écrit qu'il me signalerait de la sorte un endroit propice pour l'atterrissement.

... Je me précipite alors vers la terre où j'étais ainsi appelé et je me prépare à atterrir. Mais il y a de violents remous. En approchant, un tourbillon me renvoie dans l'air. Tant pis, j'ai triomphé, je peux bien risquer de casser une fois de plus mon appareil.

Je coupe l'allumage à 20 m de haut et me fie à ma bonne étoile

qui en cette aurore m'a si bien guidé. Mon brave Blériot XI ne souffrit pas trop de cet atterrissage de fortune : l'hélice était brisée et le châssis légèrement endommagé. Bien peu de choses en face du résultat obtenu. Mon vol était terminé à 5 h 13, il avait duré trente et une minutes et je m'étais posé auprès du château de Douvres, sur le terrain de golf de la falaise dite North Meadow ».

14.272. — E. 1909.

### 3. AÉROPLANE ESNAULT-PELTERIE, 1907.

Don de M. R. Esnault-Pelterie.

Premier monoplan métallique.

L'appareil, moteur et hélice compris, a été dessiné et construit par Robert Esnault-Pelterie en 1906 et a exécuté officiellement plusieurs vols dans le courant de l'année 1907, piloté par R. Esnault-Pelterie.

Sur un appareil analogue, Esnault-Pelterie exécuta le 18 juin 1908 un vol de 1 500 m à 50 m d'altitude et le pilote Chateau gagna le 3<sup>e</sup> prix de 200 m le 21 novembre 1908.

Les ailes souples et gauchissables sont tendues d'étoffe, deux haubans sous-tendent chaque aile et servent au gauchissement.

La surface arrière portante joue le rôle de gouvernail de profondeur ; le gouvernail de direction mobile autour de son axe vertical est placé au-dessous.

L'appareil comporte un empennage stabilisateur et une quille assurant la stabilité de direction.

Le corps de l'aéroplane, fusiforme, se compose de tubes d'acier réunis par soudure autogène et constituent des poutres en treillis. Il repose sur 2 roues en tandem ; l'extrémité de chaque aile porte une roue de contact ce qui permet à l'aéroplane incliné à droite ou à gauche de rouler sur le sol. La roue porteuse avant est montée sur un frein oléopneumatique à l'aide d'un ressort à boudin. Les vibrations causées par les aspérités du sol sont absorbées par une cloche à air où se meut un piston et la force vive à l'atterrissement par un frein à huile.

Le moteur, remarquable par sa légèreté et son caractère compact fut primé par la Société des ingénieurs civils. Sa puissance est de 30 à 35 CV, il comporte 7 cylindres disposés en deux demi-étoiles au-dessus du diamètre horizontal ; le vilebrequin à 2 coudes porte deux manivelles à 180°.

Le moteur entraîne directement à 1.450 t/m une hélice à 4 pales de 1,85 m de diamètre.

Les manœuvres assurant la stabilité et commandant la direction se font au moyen de deux leviers verticaux.

L'un qui se meut transversalement, déplace le gouvernail de direction, l'autre déplacé dans le sens longitudinal agit sur le gouvernail de profondeur et dans le sens transversal gauchit les ailes par l'intermédiaire des haubans.

Une pédale permet de faire varier la vitesse du moteur en réglant l'admission, une autre débraie l'hélice.

Poids à vide : 245 kg.

Poids en ordre de marche : 341 kg.

14.586. — E. 1920.

#### 4. AÉROPLANE HENRI FARMAN (fig. 7).

Don de MM. Voisin frères.

Modèle au 1/10 de l'appareil avec lequel Henri Voisin gagna le 13 janvier 1908 à Issy-lès-Moulineaux le prix Deutch de la Meurthe de 50.000 f dont les conditions étaient « parcourir avec un plus lourd que l'air un trajet minimum de 1 km avec obligation d'aller

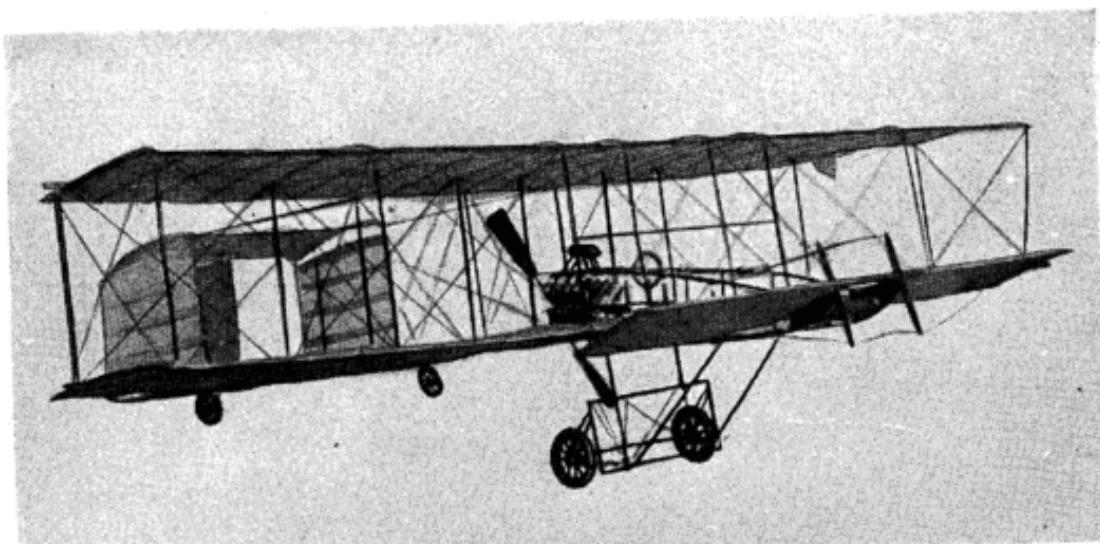


Fig. 7. — Aéroplane Henri Farman 1908 (14.157).

virer autour d'un but situé à 500 m de la ligne de départ, étant entendu qu'au départ et au retour l'aéroplane devait passer entre deux poteaux distants de 40 m. La distance de 1 km en plein vol et en circuit fermé fut couverte en 1 min 28 s, soit à une vitesse de 40,9 km/h.

L'aéroplane de 10 m de longueur et 10,20 m d'envergure avait une surface de 52 m<sup>2</sup>. Il se composait d'une cellule centrale formée de deux plans distants de 1,50 et d'une cellule arrière munie d'un empennage stabilisateur et reliée à la première par une poutre de 4,50 m. Le gouvernail de direction était au centre de la cellule arrière et le gouvernail de profondeur à l'avant de la cellule centrale. Sur celle-ci reposait le groupe moto-propulseur : un moteur Antoinette à 8 cylindres et de 50 CV commandait une hélice de 2,10 m de diamètre placée à l'arrière des plans porteurs.

14.157. — E. 1908.

## 5. AÉROPLANE GASNIER (fig. 8).

Don de M. Pierre Gasnier.

Maquette au 1/10 de l'aéroplane dessiné, construit en 1907 et expérimenté en 1908 par René Gasnier et dont les caractéristiques sont les suivantes :

Longueur : 9 m.

Envergure : 10 m.

Poids en ordre de marche avec pilote : 400 kg.

Les 2 plans porteurs superposés ont une surface totale de 30 m<sup>2</sup>.

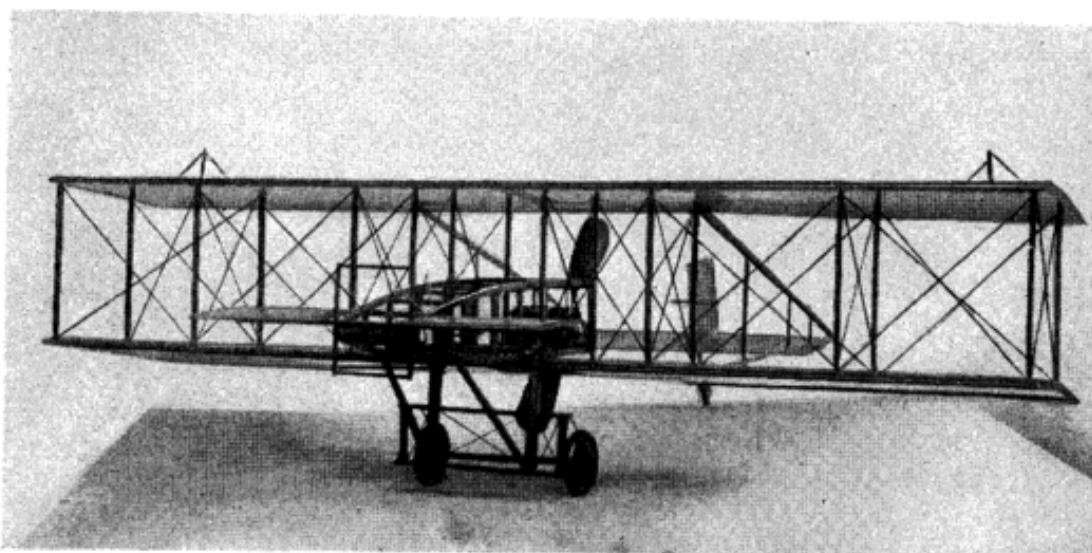


Fig. 8. — Aéroplane Gasnier 1907 (16.225)

la section antéro-postérieure présente une concavité vers le bas avec flèche de 1/40. La surface du plan stabilisateur arrière est de 3,5 m<sup>2</sup>.

A l'avant un gouvernail manœuvré par un volant sert à la fois pour la direction latérale et la profondeur.

Un moteur Antoinette de 50 CV commande l'hélice placée à l'arrière des plans porteurs. Des essais eurent lieu près d'Angers en 1908 parmi lesquels un vol contrôlé de 1 km le 8 août. Mais le 17 septembre, l'appareil capota et fut endommagé au point d'être inutilisable.

L'aéroplane René Gasnier est conservé au Musée d'Angers.

16.225. — E. 1921.

6. AÉROPLANE ANTOINETTE, 1910 (fig. 9).

Don de la Société Antoinette.

Modèle au 1/5.

Le corps a une section triangulaire ; c'est une longue poutre terminée par une proue de canot à l'avant.

Les ailes ont la forme de trapèzes dont la grande base est attenante au fuselage ; leur épaisseur diminue du milieu vers les bords.

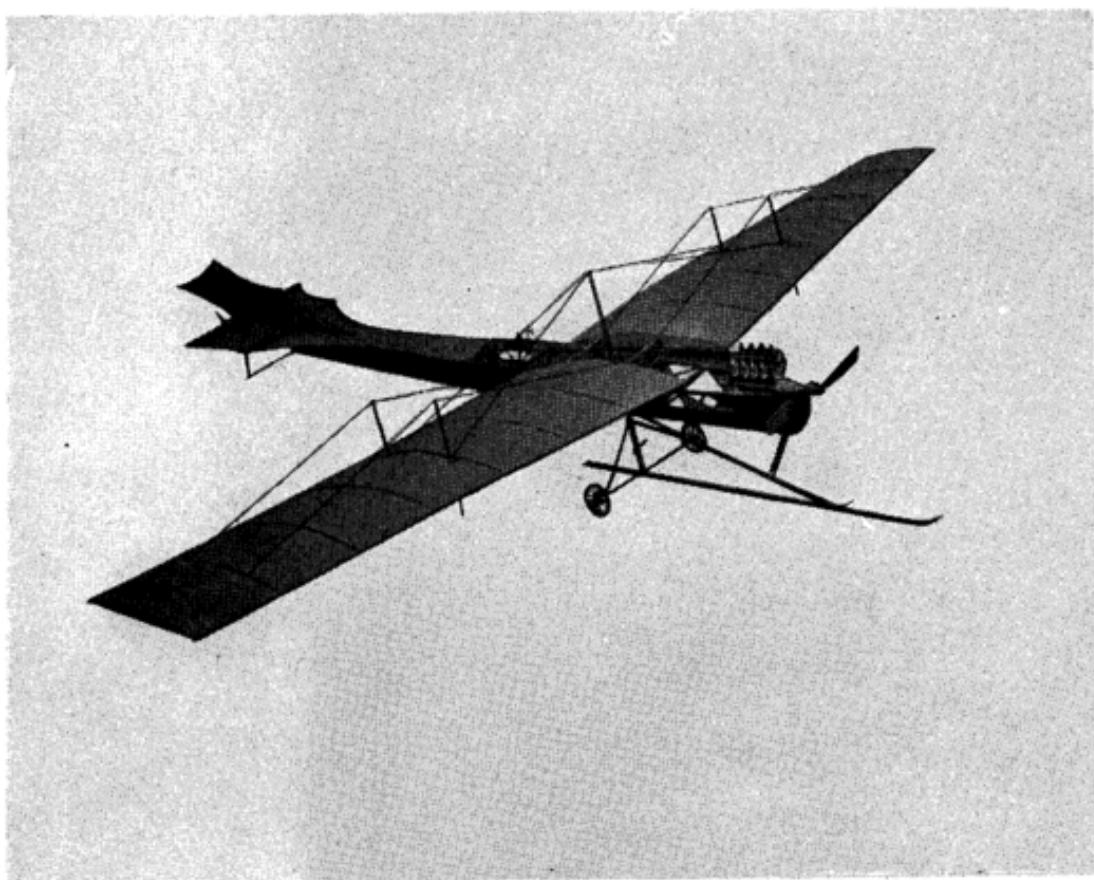


Fig. 9. — Aéroplane Antoinette 1910 (14.357).

La membrure est un assemblage de formes longitudinales et transversales qui s'entre-croisent ; il est recouvert sur les 2 faces de toile plusieurs fois vernie. Les ailes sont placées bout à bout, leurs poutrelles réunies par un éclissage métallique avec goussets en aluminium. L'éclissage des poutrelles avant est posé sur une cale, fixée sur le pont, telle que l'angle d'atterrissement soit 4°. L'éclissage arrière, au contraire, est percé en son milieu d'un trou où se loge l'axe d'un corps autour duquel pourra osciller l'ensemble des 2 poutrelles arrière, l'une s'abaissant quand l'autre s'élève. Ce mouvement est obtenu par l'intermédiaire de haubans reliant les ailes de

l'appareil. Les haubans supérieurs passent sur un galet fixé à l'extrémité d'un mât central ; les haubans inférieurs sont reliés à une chaîne passant sur un pignon dont la rotation est commandée par le pilote au moyen d'un volant placé à sa gauche, volant relié par câbles à un levier solidaire de l'axe de ce pignon. Lorsque les poutrelles arrière oscillent autour de l'axe placé en leur milieu, la surface de l'aile gauchie, elle devient hélicoïdale et son incidence varie. Ce dispositif assure la stabilité latérale.

La stabilité longitudinale est assurée par une queue d'empennage qui outre les surfaces fixes comprend un gouvernail de direction que le pilote commande au pied et un gouvernail de profondeur qu'il déplace en agissant sur le volant placé à sa droite.

L'appareil est équipé d'un moteur Antoinette actionnant directement une hélice à 2 pales d'inclinaison variable, ce qui en fait varier le pas.

Le train d'atterrissement est composé de 2 roues avec patin central à l'avant et d'une béquille à l'arrière. L'amortisseur est constitué par 2 tubes coulissant l'un dans l'autre, le premier formant piston, le second, cylindre de compression.

A vide le poids du moteur est prépondérant et l'appareil pique du nez ; avec le pilote il y a prépondérance vers l'arrière, l'aéroplane peut transporter un passager qui se place devant le pilote. En ordre de marche, l'aéroplane pesait 520 kg.

14.357. — E. 1911.

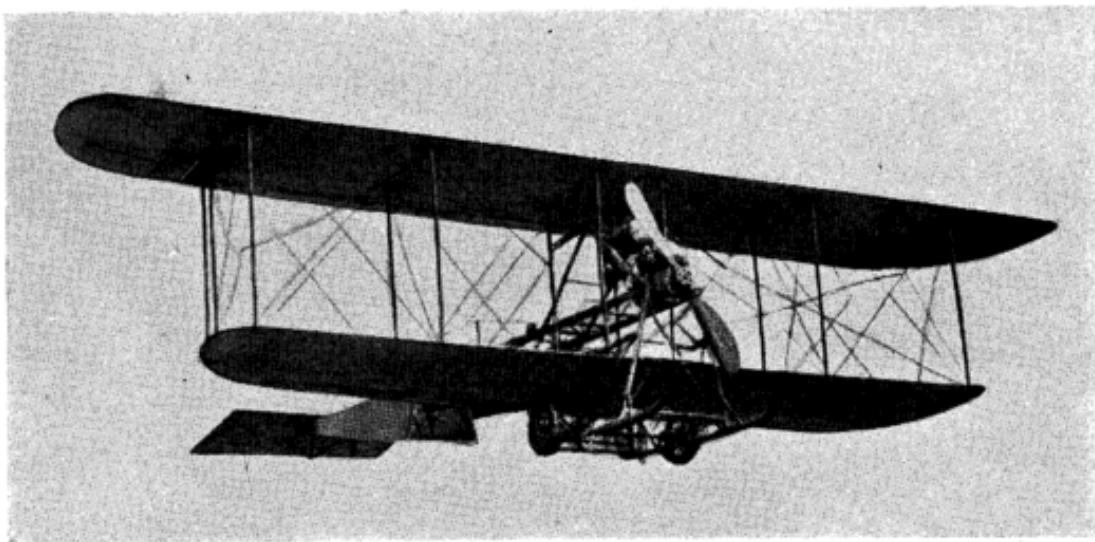


Fig. 10. — Aéroplane Paul Schmitt (14.392).

#### 7. AEROPLANE PAUL SCHMITT. Modèle au 1/10, par Bouza (fig. 10).

Don de M. Paul Schmitt.

L'équilibre longitudinal est obtenu d'une façon permanente par le déplacement simultané des surfaces et du centre de gravité. Gouvernail de profondeur à l'arrière.

Gouvernails de direction situés entre les plans des ailes.

Ailerons aux ailes supérieures.

Ailes non liées invariablement au fuselage mais pouvant tourner ensemble autour d'un axe parallèle à leur plan, ce qui fait varier l'incidence.

Moteur Forest.

14.392. — E. 1911.

### 8. AÉROPLANE BIPLAN BREGUET (fig. 11).

Don de la Sté An. des Ets L. Bréguet.

En septembre 1911 Henri Bréguet sapeur aviateur au 3<sup>e</sup> génie, a effectué en 2 h 50 sans ravitaillement le parcours Casablanca-

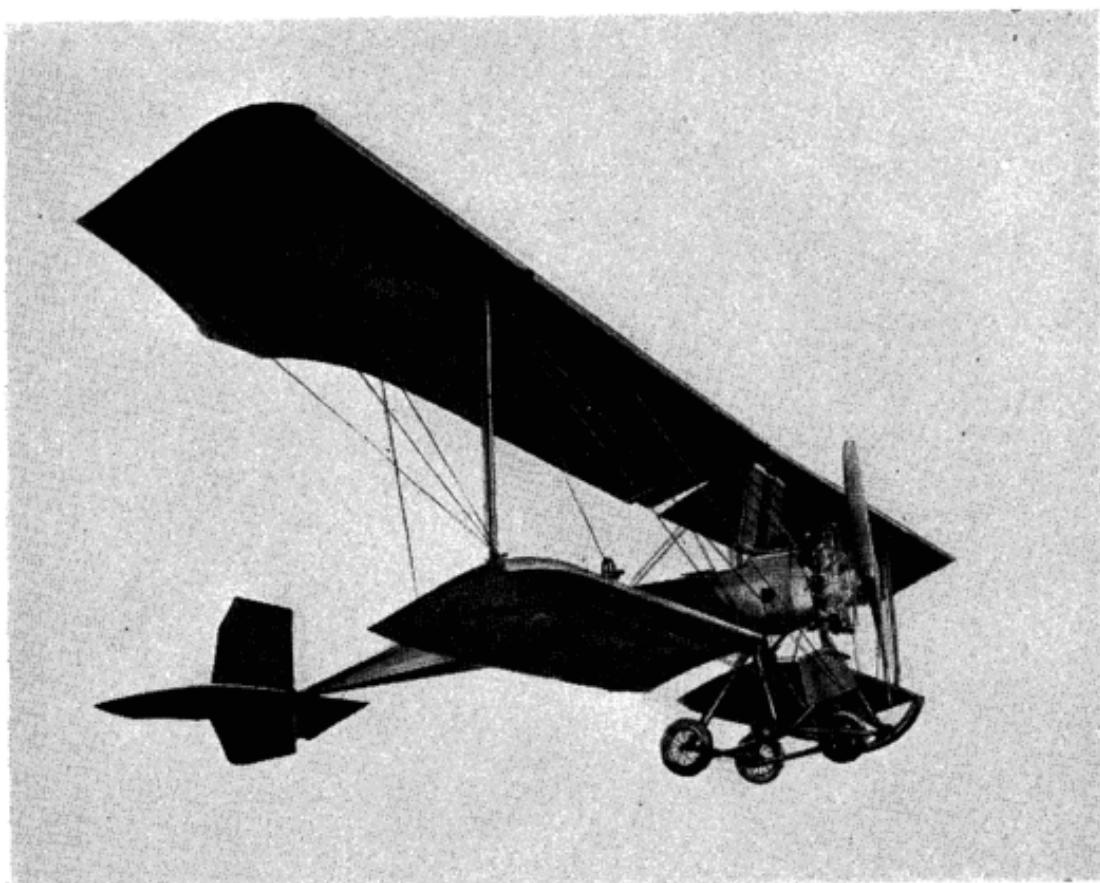


Fig. 11. — Aéroplane biplan Bréguet (14.430).

Fez par Rabat et Meknès ayant à bord comme passager M. Lebaut représentant du « Petit Journal ».

Le fuselage est construit en acier et en bois. Deux gros tubes d'acier qui lui sont fixés par des encastrements spéciaux sont attachés aux longerons des ailes. Deux autres tubes entretiennent les ailes de part et d'autre du fuselage. Les ailes ont une certaine

courbure, les nervures sont montées sur le tube membrure par des ressorts ce qui est excellent au point de vue de l'orientation dans le vent relatif et rend l'appareil moins sensible aux remous. Les longerons sont reliés au fuselage par un système permettant de régler l'incidence des ailes.

Une sole d'aluminium renforce le bord d'attaque.

Un empennage crucial monté sur cardan assure l'équilibre latéral et longitudinal.

Le châssis d'atterrissement se compose d'un tricycle dont l'arrière est relié au fuselage par amortisseurs oléo-pneumatiques. La roue AV directrice montée sur tube amortisseur à ressort et protégée par un fort patin est reliée à la commande du gouvernail de direction et permet de conduire l'appareil à terre comme une automobile. A l'arrêt l'appareil repose sur le châssis et légèrement sur la queue, dès le départ, celle-ci, se soulève et l'aéroplane roule par les 3 roues.

L'organe de manœuvre est un volant que l'on déplace dans le sens longitudinal pour le gouvernail de profondeur et dans le sens transversal pour le gauchissement, par rotation on assure la direction. L'appareil est équipé d'un moteur Salmson, système Canton-Unné de 80 CV, à 7 cylindres en étoile. Les cylindres de  $120 \times 140$  sont en acier avec chemises de cuivre. Une circulation d'eau est entretenue autour des cylindres par une pompe à engrenages qui aspire dans le radiateur. Les soupapes, en acier au nickel, sont commandées par double culbuteur et maintenues sur leur siège par double ressort. Pour le graissage une pompe envoie l'huile sous pression dans 2 compte-gouttes dont l'un correspond à l'arbre moteur et l'autre à l'arbre à cames et la distribution. L'huile en excès, reprise à la partie inférieure du moteur par une seconde pompe, retourne au réservoir.

Poids de l'aéroplane en ordre de marche : 850 kg.

14.430. — E. 1912.

## 9. AÉROPLANE MONOPLAN DEPERDUSSIN, type 1911 (fig. 12).

Don de M. Deperdussin.

Modèle au 1/10, par Deperdussin.

Moteur à 14 cylindres, refroidis par air, disposés en 2 étoiles. Fuselage Deperdussin avec coque marine à l'avant. Stabilisation latérale par gauchissement. Stabilisateur à l'arrière composé d'un empennage courbe à avant épais avec équilibrEUR à l'arrière. Châssis d'atterrissement Deperdussin avec amortisseurs en caoutchouc. Voilure en toiles indéchirables Deperdussin.

Ce type d'appareil est celui du monoplan marquant la période transitoire entre les fuselages à poutres armées et le type mono-coque vainqueur de la coupe Gordon Bennet en 1912.

14.431. — E. 1912.

## 10. GOUVERNAIL DU MONOPLAN DEPERDUSSIN.

Don de M. Buffetrille.

Modèle original en vrai grandeur.

20.216. — E. 1952.

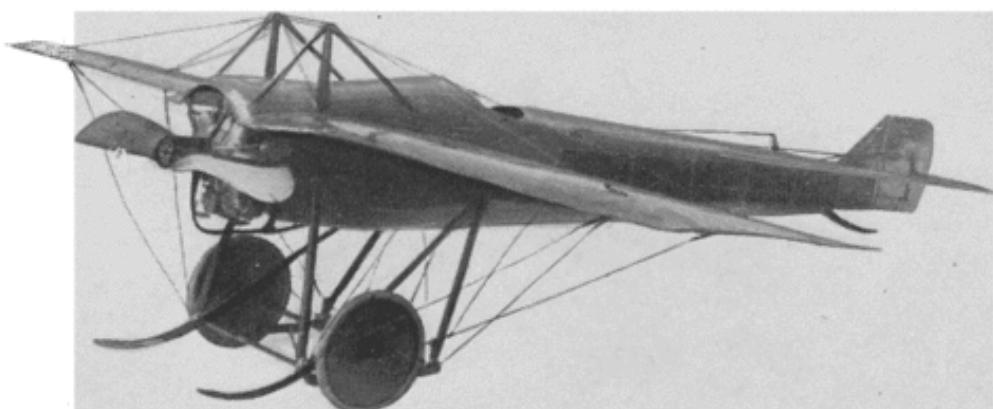


Fig. 12. — Aéroplane monoplan Deperdussin, 1911 (14.431).

## 11. AÉROPLANE « GOLIATH » FARMAN, type F. 60. 1921 (fig. 13).

Don de M. Pierre David.

Modèle réduit construit par Pierre David.

Longueur totale	: 14.770 m.
Entreplan	: 3.000 m.
Hauteur totale	: 4.915 m.
Poids total à vide	: 2.500 kg.
Envergure	: 28.500 m.
Profondeur de l'aile	: 3.065 m.
Surface totale	: 161 m <sup>2</sup>

Le fuselage de section quadrangulaire est constitué par des longerons et des montants de bois, des traverses en tubes d'acier, le tout entrecroisé par des cordes à piano de manière à former une poutre rigide. Cette poutre est garnie de contreplaqué dans toute la partie avant et centrale de façon à constituer une cabine confortable; toute la partie arrière ainsi que le dessous du fuselage est recouverte de toile tendue sur des baguettes longitudinales.

## DC 4-2

A l'extrémité du fuselage est fixé le gouvernail de direction. Au-dessus du fuselage et devant le gouvernail de direction un plan de dérive est fixé au fuselage et au poinçon du gouvernail. Sur le fuselage et devant le gouvernail de direction est le plan fixe et à la suite de ce dernier les stabilisations maintenues par des boulons à œils et à chapes formant charnières.

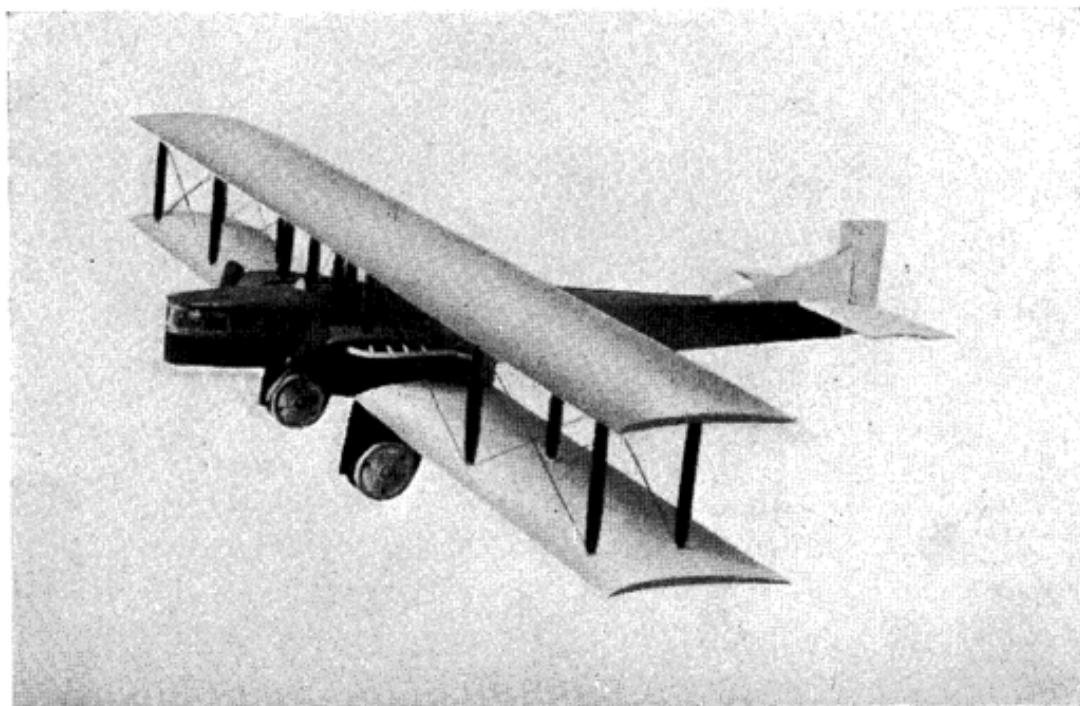


Fig. 13. — Aéroplane « Goliath » Farman, type F. 60. 1921. (17.736).

Au-dessous du fuselage, à son extrémité arrière se trouve une béquille orientable très solide assurant un excellent freinage de l'appareil au sol.

L'empennage comporte deux plans supérieurs et deux plans inférieurs de même dimension et non décalés; le haubannage est réalisé par des cordes à piano doubles. Tous ces plans comportent des ailerons peu profonds.

Les groupes motopropulseurs placés de part et d'autre du fuselage comprennent une hélice, le moteur, les réservoirs d'huile et d'essence et le radiateur.

Au-dessous de chaque groupe se trouve le châssis d'atterrisseage à deux paires de roues montées élastiquement dans le sens vertical et horizontal.

Équipé de 2 moteurs Renault de 300 CV cet appareil a été utilisé pendant plusieurs années sur les lignes aériennes françaises, notamment pour le service Paris-Londres.

Cette cellule équipée de deux moteurs Salmon C.U 9 de 230 CV constitua l'avion de bombardement de nuit Farman F. 60 Bn 4 transportant un pilote, un bombardier-navigateur,

un radiotélégraphiste et un mitrailleur. Avec l'essence, suffisante pour 4 heures de vol, l'appareil pouvait porter 1 tonne de bombes.

17.736. — E. 1926.

**12. HÉLICE « INTÉGRALE » construction Chauvière.**

Don de M. Chauvière.

Modèle pour la démonstration du mode de construction.

L'hélice est faite de planchettes découpées toutes à la même forme et superposées, chacune décalée d'une petite quantité par rapport à celle qui est au-dessous. Après que les planchettes ont été collées à la presse on façonne l'ensemble : abatage des angles constitués par les épaisseurs des planchettes, raccord des surfaces de façon à donner aux pales leur forme que l'on contrôle au fur et à mesure de la construction au moyen de calibre, enfin vernissage.

14.345. — E. 1910.

## D O C U M E N T S

**1. AVION № 3 DE CLÉMENT ADER.**

Don de M. Ader.

Deux photographies.

13.560.<sup>2</sup> et<sup>3</sup>. — E. 1907.

**2. ATTERISSAGE DE BLERIOT A DOUVRES.**

Prêt du Musée de Versailles.

Tableau de Thévenot.

16.733. — E. 1930.

**3. PHOTOGRAPHIES D'AVIONS.**

Don de M. Van den Driessche.

Collection de 70 cartes postales d'avions anciens.

19.605<sup>1</sup>. — E. 1951.

4. PHOTOGRAPHIES D'AVIONS.

Collection de 88 cartes postales sur les débuts de l'aviation.

20.431. — E. 1953.

AUX RÉSERVES

1. HÉLICES RÉCUPÉRATRICES LEYAT.

Don de M. Leyat.

Trois hélices ayant servi à des essais effectués par Leyat en 1924.  
Chaque hélice est traversée par une canalisation conduisant les gaz d'échappement du moteur.

19.872<sup>1</sup> à <sup>3</sup>. — E. 1972.



## APPAREIL A HÉLICES SUSTENTATRICES

D C 4-22

### 1. HÉLICOPTÈRE DUFaux, 1905 (fig. 14).

Don de l'Aéro-Club de France.

Premier hélicoptère à moteur à explosion qui s'enleva avec une charge.

L'appareil des frères Armand et Henry Dufaux était destiné à être associé à une voiture. A ce sujet, les frères Dufaux écrivaient en 1907 : « ...Si nous avons fait des expériences d'hélicoptères, cela provient uniquement du fait que la partie motrice et

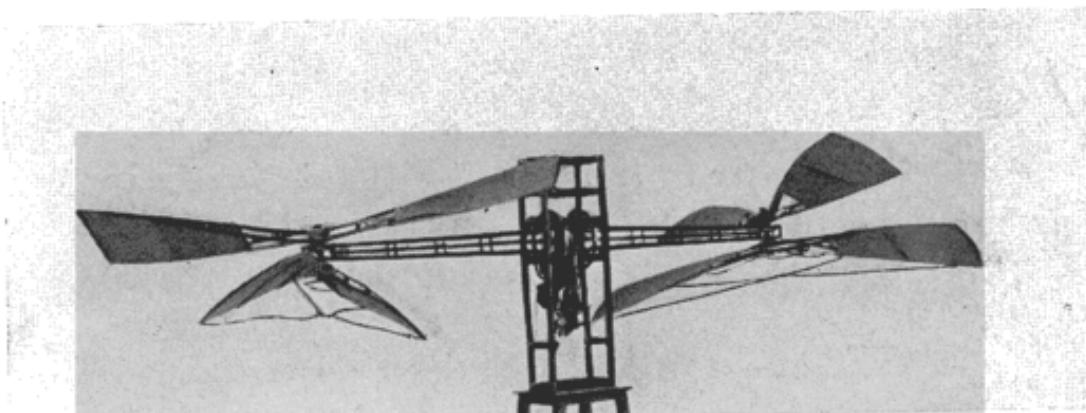


Fig. 14. — Hélicoptère Dufaux. 1905. (14.401).

propulsive de notre aéroplane peut constituer un hélicoptère. Il nous parut donc intéressant dès 1905 de faire des essais de sustentation avec cet appareil puisque jusqu'à cette époque aucun engin de ce genre n'avait pu s'élever en emportant outre la source d'énergie nécessaire pour une ascension prolongée un poids utile quelconque... »

Le moteur, construit, par les frères Dufaux est à 2 cylindres superposés, à double effet, à refroidissement par ailettes, carbu-

rateur à niveau constant extra-léger en aluminium et cuivre, allumage par accumulateurs et bobine Dufaux; ventilation par petit hélice faite de soie tendue sur une armature en bois; réservoir d'essence de 1 l formé de deux calottes demi-sphériques d'aluminium soudées.

De chaque côté du moteur 2 hélices sont montées sur un arbre vertical court placée à l'extrémité d'une armature en tubes d'acier. Chaque hélice a 2 m de diamètre, les hélices sont folles sur leur arbre, l'entraînement se fait par l'intermédiaire d'un levier transversal calé sur l'arbre lui-même et relié aux hélices par 4 ressorts de caoutchouc, 2 à chaque bout du levier qui se fixent sur chaque pale au  $\frac{1}{3}$  environ de sa longueur; ce mode d'entraînement évite les avaries que produirait un embrayage trop brusque sur ces organes légers. Les deux groupes d'hélices tournent en sens inverse. La transmission du moteur aux arbres des hélices se fait dans le bâti par joints de cardan munis d'engrenages.

Poids de l'hélicoptère : 17 kg

Poids du moteur : 4,5 kg

En régime normal : vitesse de moteur : 1 500 t/m, vitesse des hélices : 250 t/m puissance : 3,1 CV.

Cet appareil fut expérimenté à Genève puis au parc aérostatique de Saint-Cloud les 12, 13 et 14 mai 1905; au cours de ces derniers essais, il s'éleva guidé par des câbles avec des charges allant jusqu'à 5 kg; il se maintient en l'air, sans monter, ni descendre avec 6,5 kg.

L'aéroplane complet fut expérimenté en octobre 1905 à Corsier près Genève.

En 1908, A. et H. Dufaux construisirent un appareil de dimensions suffisantes pour transporter un pilote, appareil conforme au modèle réduit qu'ils avaient expérimenté.

**14.401. — E. 1911.**

## 2. GYROPLANE BREGUET, 1907 (fig. 15).

Don de la Société des Ateliers d'aviation Louis Bréguet.

Modèle au 1/10.

Premier hélicoptère qui s'éleva du sol par ses propres moyens avec un pilote à bord.

Sans aucun organe de commande cet hélicoptère, œuvre de Louis Bréguet, construit sous la direction de l'inventeur par Jacques Bréguet et le professeur Charles Richet, était destiné seulement à montrer ce qui n'avait jamais été fait, la possibilité d'un hélicoptère de soulever son poids avec un pilote.

L'appareil se composait d'une sorte de bâti en forme de croix de Saint-André dont la partie centrale contenait un moteur Antoinette de 42 CV et formait le poste du pilote. A chaque extrémité des bras du bâti se trouvait un système mobile fait de

4 ailes biplanes ayant 8 m de diamètre, les 4 ensembles tournaient 2 à 2 en sens inverse. La voilure tournante avait une surface de 26 m<sup>2</sup>. Une hélice verticale était en outre disposée au-dessus du moteur. Des plans verticaux et 2 plans horizontaux placés au-dessus du centre de gravité de l'ensemble assuraient la stabilité. A l'avant et à l'arrière étaient placés des gouvernails horizontaux.

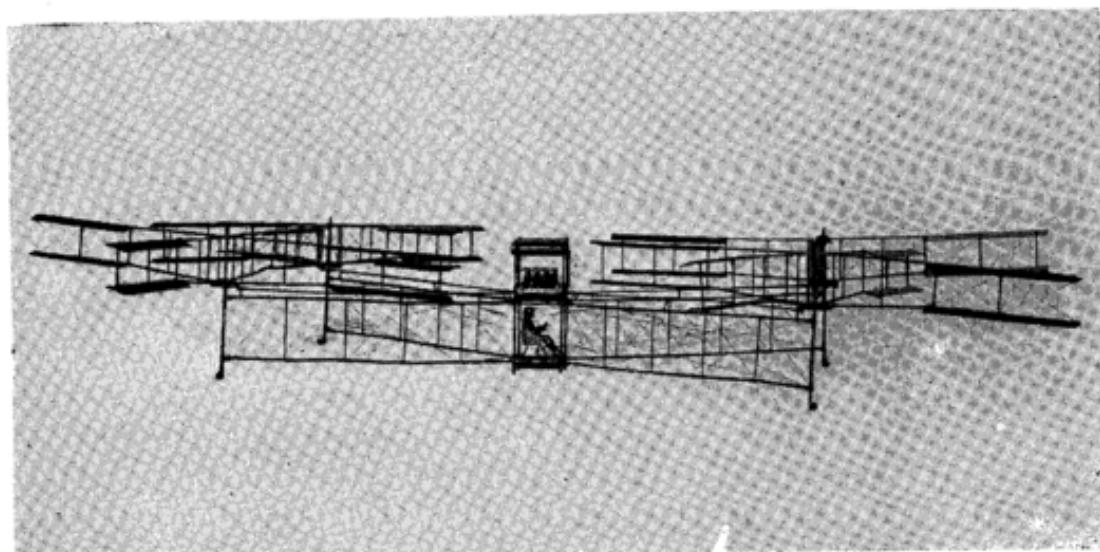


Fig. 15. — Gyroplane Bréguet. 1907. (16.259).

Toutes les surfaces étaient souples et orientables, formées de tissu fixé sur des nervures que des joints élastiques rattachaient à un tube central; chaque surface pouvait prendre une certaine inclinaison suivant les effets de la réaction de l'air.

L'appareil reposait sur 4 roues munies de pneumatiques, montées chacune à l'extrémité des arbres par l'intermédiaire d'un amortisseur pneumatique.

Le poids total de l'hélicoptère était de 580 kg, le poids enlevé par cheval 13,8 kg.

Des essais furent faits en 1907 avec l'ingénieur Volumard à bord; au premier effectué le 24 août, le gyroplane s'enleva à 60 cm; au deuxième essai, le 29 septembre, il atteignit 1,50 m mais aucun vol libre n'eut lieu, l'appareil étant toujours guidé par 4 aides retenant des cordes fixées aux quatre extrémités (brevet n° 375.606 du 11 mars 1907).

16.259. — E. 1922.

3. HÉLICOPTÈRE VUITTON n° 2, 1909 (fig. 16).

Don de M. Pierre Vuitton.



Fig. 16. — Hélicoptère Vuitton n° 2. 1909. (14.348).

Modèle au 1/10.

Le moteur commande par deux embrayages différents l'hélice propulsive et les deux hélices sustentatrices horizontales ; elles sont actionnées par démultiplication et tournent en sens inverse.

Le châssis qui porte l'ensemble est une pyramide à base carrée montée sur 4 roues.

14.348. — E. 1910.

## MOTEURS D'AVIATION

D C 4-23

### 1. MOTEUR A VAPEUR DE L'AVION n° II de C. Ader (fig. 17).

Don de M. Ader.

Cette machine à vapeur compound d'une puissance de 30 CV comporte deux paires de cylindres montés en tandem. Les cylindres inférieurs sont ceux de la haute pression, les cylindres supérieurs ceux de la basse pression. La distribution se fait par un

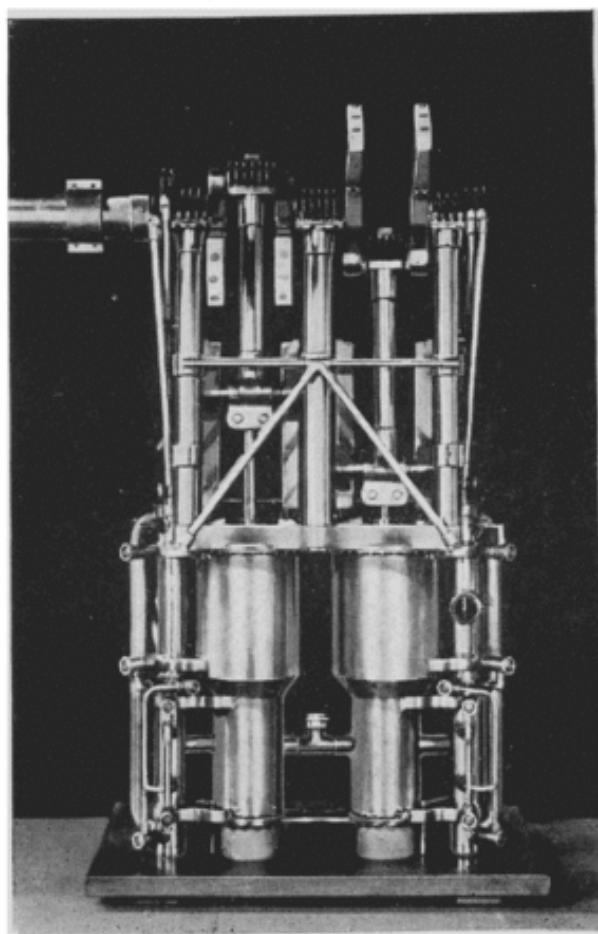


Fig. 17. — Moteur à vapeur de l'avion n° II de Clément Ader. (13.561).

tiroir cylindrique parallèle à chaque groupe de cylindres et dans lequel se déplacent les organes de distribution commandés par tiges coulissant l'une dans l'autre et mues par excentriques calés sur l'arbre moteur.

Les deux bielles dont chacune correspond à la tige des 2 pistons en tandem d'un groupe, cylindre HP et cylindre BP, attaquent l'arbre vilebrequin à 90°, les manivelles sont équilibrées. Les têtes de bielle et les paliers de l'arbre moteur sont munis d'ailettes de refroidissement.

13.561<sup>1</sup>. — E. 1903.

2. *MOTEUR D'AVIATION R. E. P. de Robert Esnault-Pelterie, 1907 (fig. 18).*

Don de M. Robert Esnault-Pelterie.

Puissance 30 CV, poids total : 63 kg.

Ce moteur est identique à un moteur à 7 cylindres rayonnants dont on aurait enlevé au-dessus du plan horizontal passant par son axe, le groupe des cylindres situés au-dessous de ce plan, le vilebrequin présente 2 coudes.

La distribution se fait dans chaque cylindre par un organe double à commande unique, comprenant une soupape et un tiroir cylindrique concentrique qui démasque des ouvertures; une

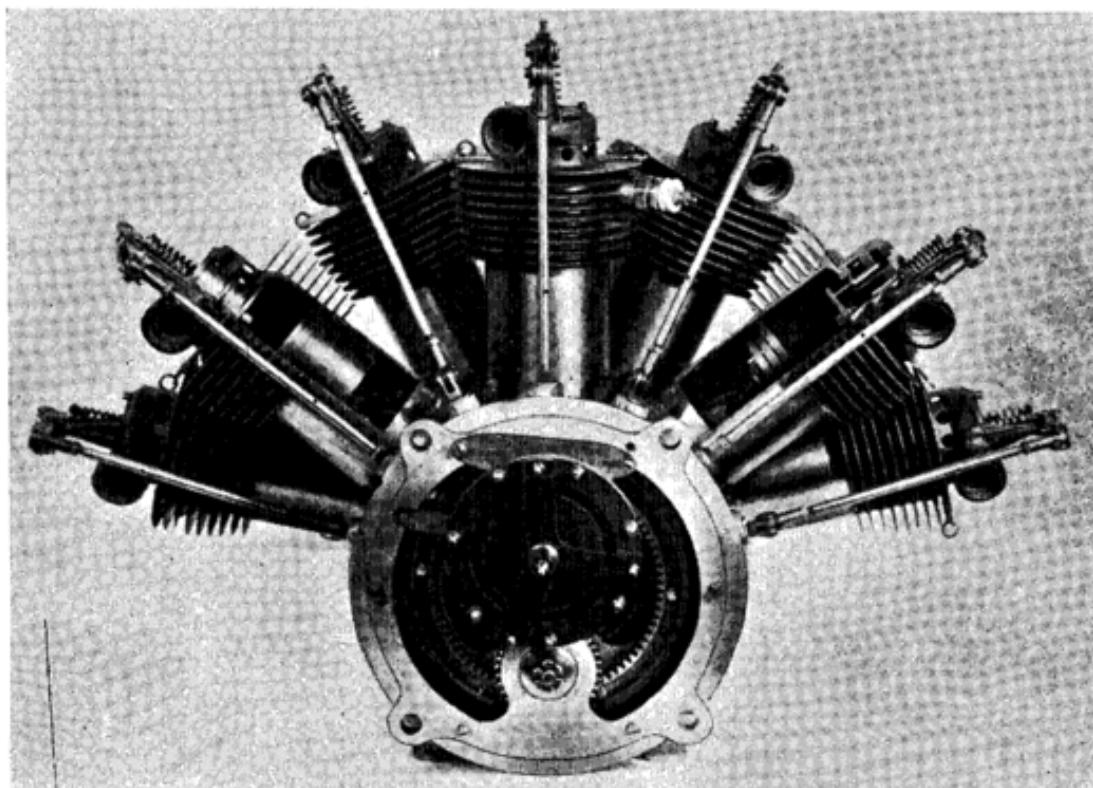


Fig. 18. — Moteur d'aviation R. E. P. de Esnault-Pelterie. 1907. (14.330).

levée de 4 mm ouvre l'échappement et une seconde levée de 4 mm ferme l'admission, vient ensuite la retombée de la soupape sur son siège.

La Société des Ingénieurs Civils a décerné un prix à M. Robert Esnault-Pelterie pour ce moteur en 1908.

14.330. — E. 1910.

### 3. MOTEUR ROTATIF GNOME.

Don de M. Laurent Seguin.

Premier type inventé par MM. Louis et Laurent Séguin. Dans ce type de moteur, la partie fixe est l'arbre à manivelle invariablement rattaché au châssis d'un avion. Le carter, avec les cylindres tourne autour de l'axe de cet arbre et porte l'hélice de l'avion ; les pistons sont reliés par bielle à la manivelle ; leur course dans le cylindre est égale au double du rayon de manivelle.

Ce moteur qui est un modèle primitif, laisse entrer l'air dans le carter par des ouvertures du cylindre que démasque le piston vers la fin de sa course, du côté opposé à l'arbre. L'essence pénètre dans le carter à travers l'arbre.

16.295. — E. 1923.

### 4. MOTEUR ROTATIF GNOME à 7 cylindres (fig. 19).

Don de la Société des Moteurs Gnôme.

Les soupapes d'échappement sont montées sur les fonds du cylindre. L'admission du mélange combustible se fait à travers le piston par une soupape automatique, ce mélange pénètre dans le carter à travers l'arbre creux, à l'extrémité postérieure duquel on voit l'entrée d'air et le tuyau d'essence.

14.520. — E. 1914.

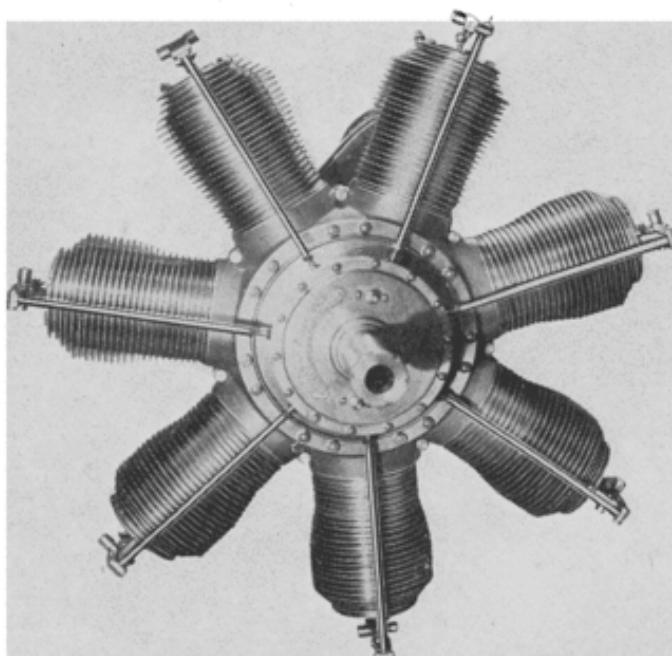


Fig. 19. — Moteur rotatif Gnome à 7 cylindres. (14.520).

## DC 4-2

5. *MOTEUR, genre Gnôme avec ailettes, précurseur des moteurs Gnôme et Rhône.*

Don de M. Berthel.

Moteur à 7 cylindres disposés en étoile et munis d'ailettes.

16.736. — E. 1930.

6. *MOTEUR D'AVION ROTATIF GNOME, de 160 CV.*

Don du Sous-Secrétaire d'État à la liquidation des Stocks.

Moteur à essence à 9 cylindres en étoile monosoupapes; l'allumage est obtenu par 2 magnétos Laval.

La soupape d'échappement sur le fond du cylindre sert également à l'entrée d'air pendant la course d'aspiration du piston, vers la fin de cette course, il démasque des ouvertures qui font communiquer le cylindre avec le carter où pénètre un mélange carburé très riche, amené à travers l'arbre creux.

14.594. — E. 1920.

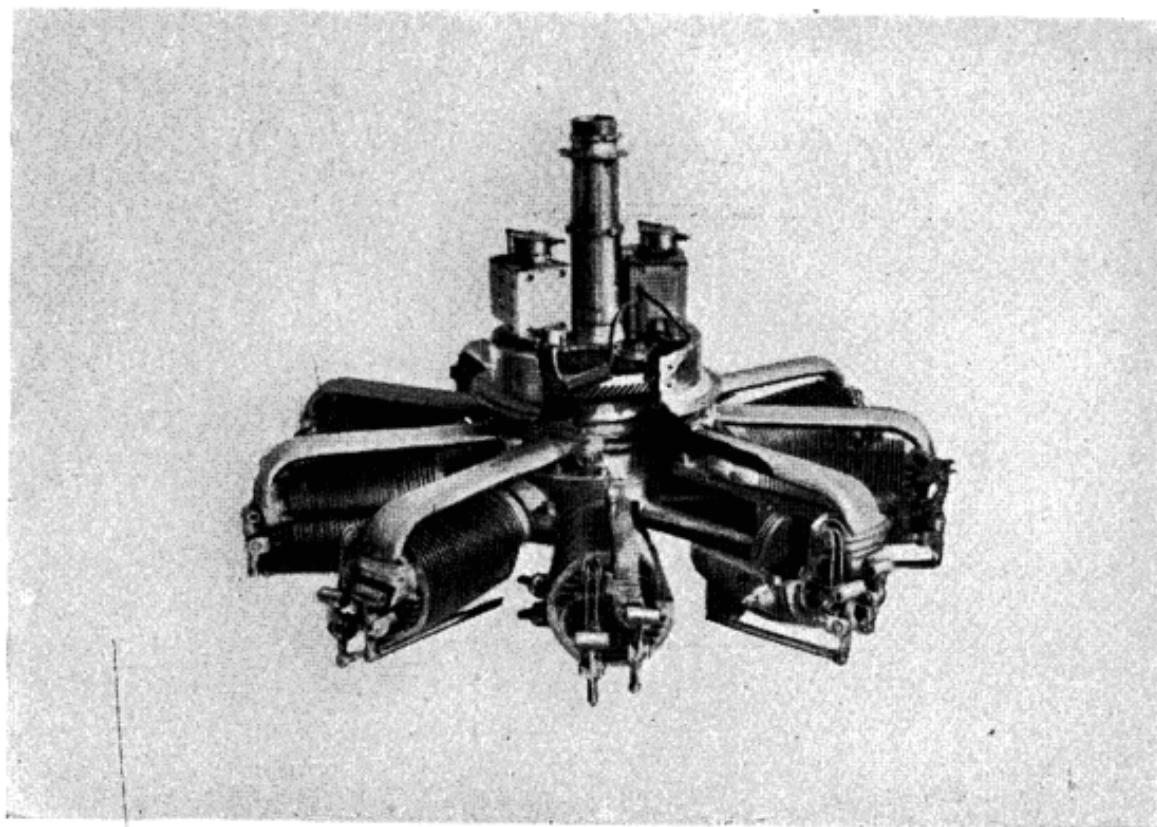


Fig. 20. — Moteur d'aviation Clerget de 130 cv type 1915. (14.593).

## 7. MOTEUR GNOME ET RHONE K-7.

Moteur d'avion 1932, type en étoile à 7 cylindres, fixe.

Ce moteur tête d'une longue lignée de moteurs donnait une puissance de 350 CV au régime de 2.000 tours/min. pour un poids de 280 kg.

Les caractéristiques spécifiques 18,1 par litre de cylindrée et son poids au cheval de 0,8 kg sont typiques de son époque : son taux de compression géométrique n'était encore que de 5,5 les essences à très haut indice d'octane pour l'aviation n'existant pas encore.

A remarquer les culasses en aluminium vissées et frettées à 2 soupapes inclinées, à sièges en bronze d'aluminium rapportés.

Ce moteur est à bielle maîtresse d'une pièce et vilebrequin en deux parties. Il possède une roue de surpression entraînée mécaniquement qui assure outre un excellent brassage du mélange carburé (le carburateur est ici aspiré) une légère suralimentation des cylindres. Cette roue est entraînée par embrayage centrifuge à ressort amortisseur de couple et engrenage à satellite.

Tous les moteurs en simple et double étoile Gnome Rhône et Snecma sont dérivés de ce moteur.

19.453. — E. 1948.

## 8. MOTEUR D'AVIATION CLERGET de 130 CV type 1915 (fig. 20).

Don du Sous-secrétaire d'État à la liquidation des Stocks.

9 cylindres en étoile (120 × 150), 1 carburateur, 2 magnétos Avia.

Vitesse : 1.250 t/m.

Poids : 170 kg.

14.593. — E. 1920.

## 9. MOTEUR D'AVIATION HISPANO-SUIZA de 200 CV (fig. 21).

Don du Sous-secrétaire d'État à la liquidation des stocks.

8 cylindres en V, 1 carburateur Zenith, 2 magnétos S. E. V.

14.595. — E. 1920.

## 10. MOTEUR D'AVIATION SALMSON, système Canton-Unné, type Z. 9 de 260 CV.

9 cylindres en étoile, 1 magnéto Salmson.

14.596. — E. 1920.

**DC 4-2**

**11. MOTEUR D'AVIATION RENAULT de 280 CV. (fig. 22).**

Don du Sous-Secrétariat d'État à la liquidation des Stocks.

2 carburateurs Zénith, 4 magnétops S. E. V.

**14.597. — E. 1920.**

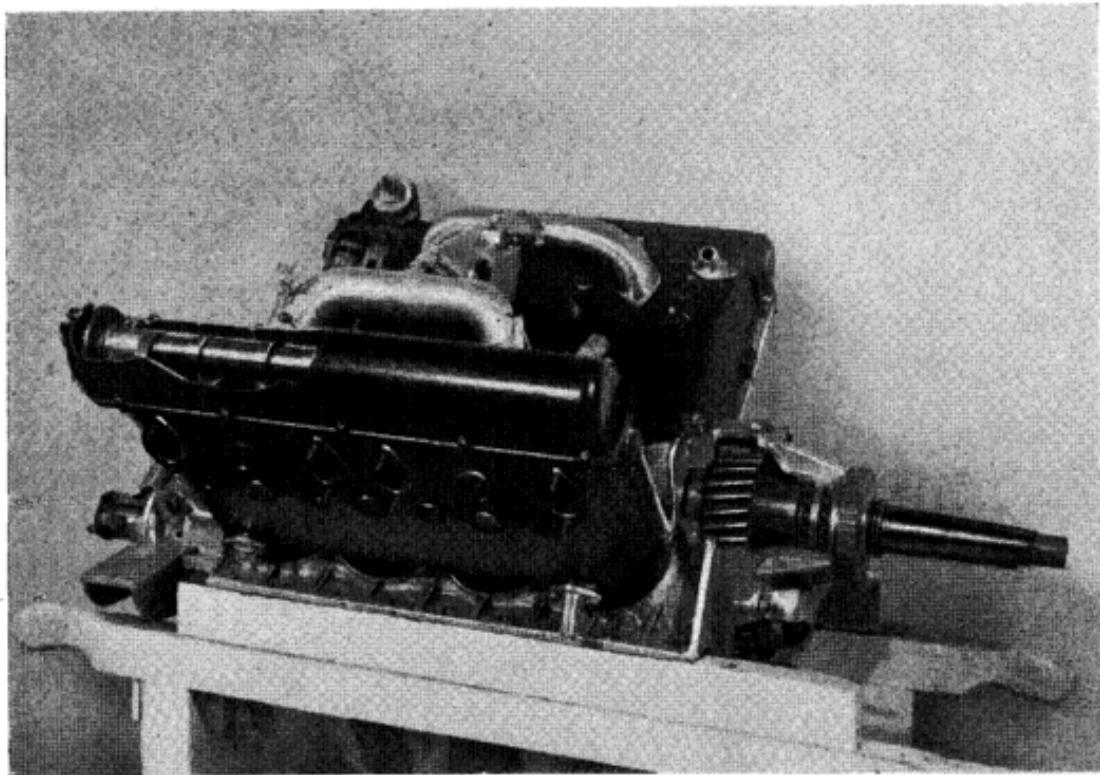


Fig. 21. — Moteur d'aviation Hispano-Suiza de 200 cv. (14.595).

**12. MOTEUR D'AVIATION RENAULT de 70 CV, type 1914.**

Don de M. Renault.

8 cylindres en V (90 × 120), 1 carburateur, 1 magnéto.

**16.780. — E. 1934.**

**13. MOTEUR D'AVION GNOME ET RHONE.**

Don de la Chaire des moteurs à combustion interne.

**19.453. — E. 1948.**

**14. MOTEUR D'AVIATION ANZANI.**

Don de M. Leyat.

Ce moteur est à 6 cylindres en deux étoiles de 3 cylindres chacune. Il n'est pas rotatif comme la plupart des moteurs en étoile de son époque (1909 à 1914) mais fixe.

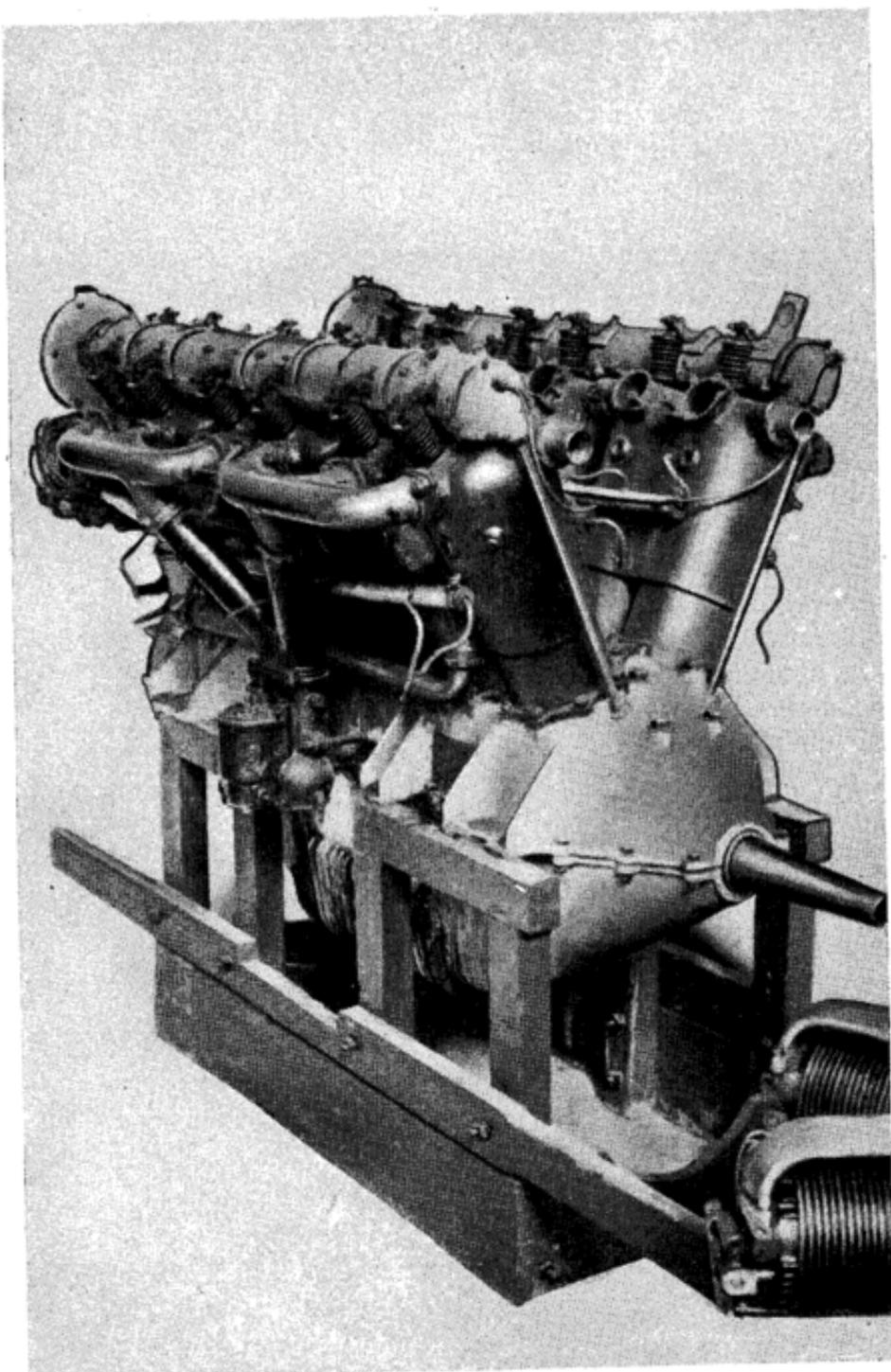


Fig. 22. — Moteur d'aviation Renault de 280 cv. (14.597).

Les bielles de chaque étoile ont leurs têtes articulées directement sur le maneton par des patins cylindro-hélicoïdaux. Cette solution cinématiquement excellente assure une identité complète de tous les cylindres des points de vue géométrique et thermodynamique. Elle n'était utilisable à cette époque que du fait des faibles pressions de combustion et des faibles vitesses de

rotation qui permettraient un graissage facile, mais qui devait être abondant : 75 grammes d'huile par cheval et par heure.

La disposition des 6 cylindres en deux étoiles imbriquées tête bêche permet d'avoir un vilebrequin à deux coudes fort rapprochés à deux paliers seulement.

Il résulte de ceci outre une compacité remarquable du moteur un équilibrage aussi parfait qu'il est possible de le faire et très supérieur à celui des moteurs en étoile rotatifs.

On a conservé sur cette réalisation les soupapes d'admission automatiques, ce qui était encore possible, ce moteur n'ayant qu'un régime angulaire de 1.250 tours par min. Il en résulte un allégement de la culasse dont le dessin est très simple. Les soupapes d'échappement sont commandées par plateau, came, poussoir et culbuteurs. L'allumage électrique est donné par magnéto à haute pression.

Les cylindres sont liés au carter par deux colonnettes goupillées sur celui-ci et vissées dans la culasse. Leur refroidissement est assuré par un ailetage de fonderie.

Puissance 40 CV à 1.250 t/m. et poids total : 72 kg (soit 1,8 kg par cheval). Du fait d'un faible rapport de compression imposé par la faible résistance à la détonation des essences de l'époque ce moteur consommait 300 gr. par cheval et par heure.

Ce moteur (dont il existait aussi 2 variantes à 10 cylindres) antérieur à 1914 a remporté de glorieux succès dans divers concours ou tentatives. Un de ceux-ci a à son actif la traversée de la Manche en 1909.

19.846. — E. 1952.

### 15. MOTEUR D'AVION MATHIS 8 G 40.

Moteur 8 cylindres en V, inversés à 90°, à refroidissement par air; poids : 188 kg.

Puissance nominale : 175 CV.; maximum : 190 CV, de croisière : 148; 2 magnétos par moteur (type B.G. 8 C. à avance automatique) carburateur Zénith (type 55 Z.C.; 48 l/heure de consommation) démarreur air; équipement 50.404 à inertie électrique et à main.

20.407. — E. 1954.

## D E S S I N S

### 1. MOTEUR à vapeur de l'avion n° 2 Clément Ader.

13.561<sup>2</sup>. — E. 1902.

## ACCESOIRES DE NAVIGATION AÉRIENNE

DC 4-3

1. APPAREIL indiquant automatiquement le sens de direction et la situation de toutes machines volantes ou navires sous-marins (brevet n° 228.756 de 1910).

Don de M. A. Baron.

16.672. — E. 1927.

2. APPAREIL de direction et de visée pour le tir aérien, système A. Baron et A. Guinard ,breveté en 1917.

Don de M. A. Baron.

16.673. — E. 1927.

3. DISPOSITIF permettant de lancer d'un aéroplane ou d'un dirigeable un projectile sur un but déterminé (brevet n° 445.813 de 1911).

Don de M. A. Baron.

16.674. — E. 1927.

4. TUBE LANCE-PROJECTILES pour 2 bombes de 47 mm, breveté en 1911, TUBE LANCE-PROJECTILES pour 2 bombes de 84 mm, breveté en 1911, TUBE LANCE-PROJECTILES pour 3 bombes de 2 kg, breveté en 1911.

Don de M. A. Baron.

16.675<sup>1-2-3</sup>. — E. 1927.

5. ANEMO-BOUSSOLE pour l'aviation marquant la direction et la dérive à style réglable et à lecture directe sur glace à 45° en 1910.

Don de M. A. Baron.

16.676. — E. 1927.

6. *PROJECTEUR CIBIE D'AVION, 1917.*

Don de la Société Cibié.

18.917. — E. 1948.

AUX RÉSERVES

1. *COMPAS AÉRONAUTIQUE DE JANSSEN.*

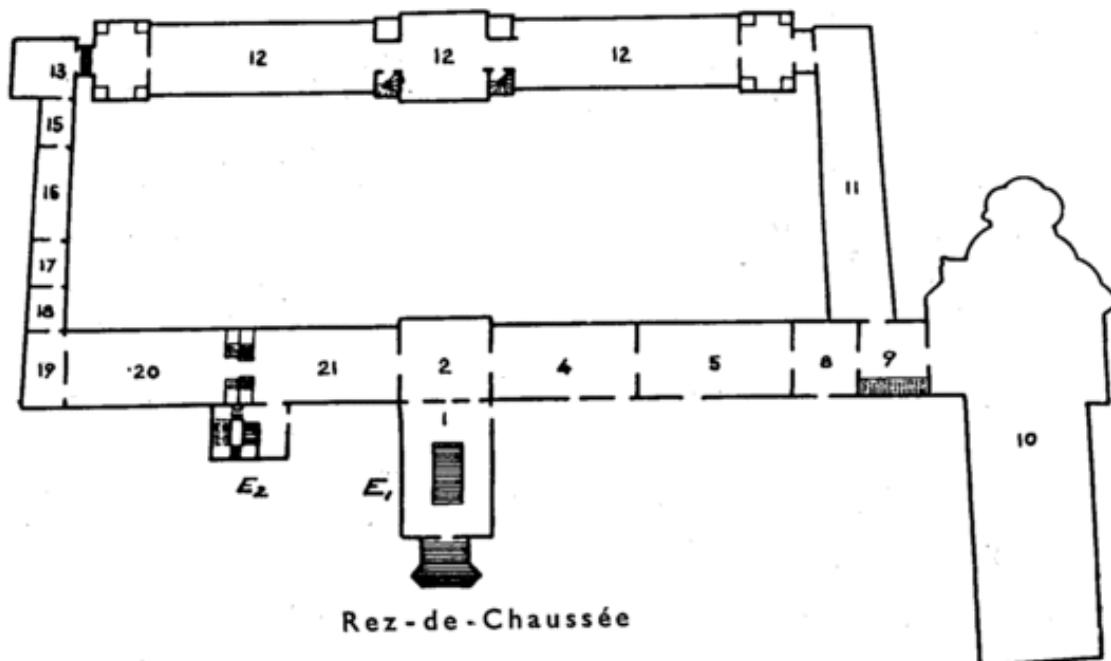
Don de M. Janssen.

Compte-Rendu de l'Académie des Sciences, tome 72, 1871.

16.328. — E. 1924.



## PLAN DU MUSÉE



Salle 2. — Salle de l'écho.

Salles 4, 5, 8 et 9. — Métallurgie.

Salle 10. — Transports.

Salle 11. — Agriculture.

Salle 12. — Musée de la Prévention des accidents du travail et d'hygiène industrielle.

Salle 13. — Topographie et Géodésie.

Salle 15. — Automates.

Salles 16 à 20. — Horlogerie, Astronomie.

Salle 21. — Chemin de fer.

E<sub>1</sub>-E<sub>2</sub>. — Escaliers d'accès.

Imprimé en France —  
TYPOGRAPHIE FIRMIN-DIDOT ET C<sup>ie</sup>. — MESNIL (EURE). — 0715.  
Dépôt légal : 3<sup>e</sup> trimestre 1954.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires