

## Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre ([www.eclydre.fr](http://www.eclydre.fr)).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Ponton d'Amécourt, Gustave de (1825-1888)
Titre	Entretien sur les moteurs légers lu à la Société de navigation aérienne dans la séance du 5 février 1864
Adresse	Paris : imprimé par E. Thunot et C.e, [1864]
Collation	1 vol. (12 p.) ; 23 cm
Nombre de vues	12
Cote	CNAM-BIB 8 Ca 13 (1) (P.11) Res
Sujet(s)	Société française de navigation aérienne Dirigeables -- Moteurs Moteurs -- Entretien et réparations
Thématique(s)	Transports
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	06/04/2018
Date de génération du PDF	06/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	<a href="https://www.sudoc.fr/124571395">https://www.sudoc.fr/124571395</a>
Permalien	<a href="https://cnum.cnam.fr/redir?8CA13.1.11">https://cnum.cnam.fr/redir?8CA13.1.11</a>

8<sup>e</sup> Ca 18

ENTRETIEN

SUR LES

# MOTEURS LÉGERS

LU A LA SOCIÉTÉ DE NAVIGATION AÉRIENNE

DANS LA SÉANCE DU 5 FÉVRIER 1864

*par M. D'Arnécourt*

MESSIEURS,

L'étude de la navigation aérienne est singulièrement complexe : « des ailes ! des ailes ! » sommes-nous tentés de nous écrier. — Mais que ferait l'oiseau de ses ailes s'il n'avait pas de muscles ? que ferait-il de ses muscles s'il n'avait pas la circulation du sang ? comment aurait-il du sang sans la combustion qui s'opère dans le poumon, sans l'air vital son comburant, sans les aliments son combustible ? Comment tout son organisme fonctionnerait-il sans la charpente osseuse, sans le merveilleux équilibre que la Providence a établi ?

Vous le voyez, messieurs, le grand oiseau mécanique que nous voulons construire en définitive, n'aura pas seulement des ailes ; il lui faut des muscles, un cœur, du sang, des vertèbres, un poumon, des aliments, sans parler de son plumage qui n'est

qu'un détail. Les ailes, ce sont les plans destinés à agir sur l'air ; le muscle, c'est le moteur ; les os, c'est la charpente ; le sang, c'est la force motrice ; le cœur, c'est le générateur ; le poumon, c'est le foyer ; l'aliment, c'est l'eau, c'est le combustible ; le vêtement, c'est l'appropriation à nos besoins.

J'espère examiner successivement tous les détails de ce vaste organisme ; pour aujourd'hui je vais vous parler du muscle, de l'organe qui transmet le mouvement aux membres, du moteur en un mot.

Les progrès que nous pouvons réaliser dans tout ce qui concerne la force motrice sont infiniment plus importants que les perfectionnements qu'on peut apporter aux organes du vol. On pourra voler avec des ailes imparfaites, jamais on ne volera avec un moteur trop lourd. Je suis loin de dire qu'il ne faut pas étudier la meilleure hélice, le meilleur plan d'ailes ; mais je dis que c'est là une guerre d'escarmouches, que si l'on veut éviter de gaspiller ses forces et attaquer l'ennemi en face, c'est au moteur qu'il faut s'en prendre.

Prouvons qu'on peut faire un moteur dont le poids ne dépasse pas 10 kilogrammes par force de cheval, et personne ne doutera plus de la prompte conquête de l'air. Le poids du moteur, c'est là l'unique objection sérieuse que les savants encore incrédules, puissent faire à notre évangile de l'aviation.

Vous comprendrez donc, messieurs, que depuis que je m'occupe de cette science nouvelle, ma princi-

pale préoccupation ait été d'alléger le moteur. Je viens vous rendre compte de ce que j'ai fait dans cette direction d'études; ce que je vous dirai n'est pas nouveau pour beaucoup d'entre vous, et de plus mon langage sera très-peu scientifique; j'en demande pardon, et aux savants, et à ceux qui depuis trois ans suivent mes travaux; mais il est nécessaire d'établir sur le passé un nivellement d'idées pour former le champ de travail de l'avenir.

Ma pensée bien naturelle a été de me servir de la force motrice la plus généralement employée dans l'industrie et par conséquent la mieux connue, la vapeur d'eau, ou plutôt la force d'expansion d'un corps qu'on fait passer par la chaleur de l'état liquide à l'état gazeux. Avant de songer à créer une nouvelle force, je devais voir ce qu'on pouvait tirer de celle-là et réserver l'étude des forces explosives et de la dilatation des gaz.

J'ai fait construire d'abord chez M. Froment une petite machine à un seul cylindre presque entièrement en aluminium et dans les conditions de la plus grande légèreté possible.

Vous connaissez, messieurs, le fonctionnement d'une machine à vapeur ordinaire. Un piston est placé dans un cylindre fermé de tous côtés; ce piston peut glisser d'une extrémité à l'autre de sa boîte; en glissant il fait mouvoir une tige qui est placée dans l'axe du cylindre et se prolonge au dehors par une des extrémités; le piston divise le cylindre en deux chambres; la vapeur à haute pression est introduite dans l'une

des chambres, elle pousse le piston, puis, au moment où elle lui a fait atteindre l'extrémité de sa course, elle est mise en communication avec l'air libre, en même temps qu'un autre jet de vapeur est dirigé dans la chambre opposée : de la sorte il s'établit un mouvement direct de va-et-vient. Si l'on veut avec ce mouvement faire tourner une roue, il faut munir la tige du piston d'une articulation, adapter au bras articulé l'organe que tout le monde connaît sous le nom de *manivelle*, et cela ne suffit pas, il faut une impulsion pour franchir deux points qu'on appelle les points morts, les deux moments où la *bielle*, c'est-à-dire le prolongement articulé de la tige du piston, forme une ligne droite avec cette tige. Dans une révolution complète de la roue, qui correspond à un mouvement alternatif du piston, il y a aussi deux maximum d'intensité; et entre chaque point mort et chaque point maximum, l'intensité va toujours variant comme l'angle de traction. Pour régulariser le travail d'une semblable machine et vaincre les points morts on se sert d'un volant, c'est-à-dire d'une roue massive dont la matière inerte emmagasine le travail maximum pour le rendre pendant la période du travail minimum et donne de la sorte un travail moyen constant. Le volant est lourd, il ne peut s'appliquer à une machine aérienne; j'ai espéré que les hélices y suppléeraient et que la vitesse acquise par elles triompherait aisément du point mort.

Ce résultat n'a été qu'en partie obtenu. Les hé-

lices exerçant une action constante sur l'air dépensaient à mesure tout le travail de la machine et n'emmagasinaient rien pour les défaillances de la bielle. Le moteur ne s'allégea que d'un kilogramme. Il en pesait deux sans le générateur.

Je songeai dès lors à un moteur à deux cylindres, mais frappé de la disproportion énorme qui existait entre le poids d'un moteur et le poids d'un générateur, je m'occupai exclusivement pendant plusieurs mois d'améliorer les générateurs au point de vue de la légèreté. Je reviendrai un autre jour sur ce sujet.

M. Joseph me construisit une machine à deux cylindres. Une semblable machine rendait un volant inutile et supprimait le point mort : en effet, la force motrice est transmise par deux manivelles correspondant aux deux pistons, et les courses de ces pistons sont combinées de telle sorte qu'au moment où l'une des manivelles est au point mort, l'autre est à son maximum d'intensité ; les deux intensités croissent et décroissent inversement et si on les additionne elles forment toujours à peu près le même total.

Cette machine était munie d'un générateur de mon système ; elle était d'un travail charmant, elle produisit un résultat inespéré ; elle s'allégea de 500 grammes, elle en pesait 2,000. J'appelle cela, messieurs, un résultat inespéré, voici pourquoi : dans les 2,000 grammes se trouvait compris le générateur, organe qui ordinairement est à lui seul dix fois plus lourd que la machine ; en outre il y avait beau-

coup de poids inutile, notamment un récipient relativement énorme dont une partie formait boîte à vapeur. Cet organe n'est pas indispensable ; je crois qu'on peut se passer d'un réservoir de vapeur ; il faut parvenir à produire la vapeur instantanément et à la dépenser à mesure qu'on la produit. J'y parviendrai je l'espère. — M. Joseph a cru pouvoir changer les proportions que je lui avais indiquées pour les pistons : à peine leur a-t-il donné 15 millimètres de diamètre et 4 centimètres de parcours. J'ai vu dès le premier jour qu'on aurait allégement, mais qu'on n'aurait pas ascension ; — enfin nous n'avons essayé ce moteur qu'avec quatre ailes d'étoffe relativement très-petites, et il y aurait eu tout à gagner à armer les ailes d'une surface rigide et polie, et à essayer diverses grandeurs et diverses inclinaisons, ce que nous n'avons pu faire.

Pourquoi n'ai-je pas poussé plus loin les essais et les perfectionnements de cette machine ? Parce qu'elle avait dit pour moi son grand mot, elle avait expérimenté à haute pression mon générateur à petits tubes, et m'avait démontré pratiquement son excellence. J'ai voulu la ménager ; sa place est aujourd'hui dans une vitrine ou dans un musée.

Des organes doivent être autant que possible appropriés à la fonction qu'ils ont à remplir. La machine à vapeur ordinaire est parfaite pour imprimer un mouvement direct et alternatif ; je ne songerais pas à la remplacer par un autre organe si je voulais produire le battement d'ailes des oiseaux, que j'ap-



pelle mouvement orthoptéroïdal; mais quand il s'agit de produire un mouvement circulaire, de faire tourner une roue, une hélice, alors je n'emploierais cette machine qu'à défaut d'organe plus simple et mieux approprié. En effet, vous avez vu qu'il faut, pour vaincre le point mort, soit s'encombrer d'un volant, soit dédoubler la machine; qu'il faut par conséquent augmenter le poids et compliquer le système, de bielles, de manivelles, de roues, d'arbres, ajoutés aux excentriques et aux tiroirs qui ont eux-mêmes leurs tiges, leurs bielles et leurs manivelles et qui sont nécessaires pour alterner l'introduction de la vapeur. D'un autre côté, l'action de la force motrice est paralysée fatalement par son application oblique à l'extrémité de la manivelle; la vapeur n'agit jamais normalement sur son point d'application; autour du point mort, le travail s'épuise à exercer sur l'axe de la roue une pression improductive, et autour du point maximum d'intensité, une autre pression s'exerce sur les coulisses ou guides de la tige. C'est le résultat inévitable de la traction oblique, c'est plus qu'une perte sèche de travail, c'est un grave inconvénient. Si la machine n'est pas établie sur une charpente solide, elle consume sa force à s'ébranler, à se détraquer; cette charpente, c'est encore du poids, toujours du poids. Pourquoi ne pas appliquer directement la vapeur à un mouvement circulaire, pourquoi ne pas chercher une bonne machine rotative? — J'avoue que je ne connaissais aucune des machines rotatives construites jusqu'à ce jour; je

venais d'écrire dans ma brochure qu'il y avait peu de perfectionnement à apporter à la machine à vapeur ordinaire, lorsque des observations de M. Lafaurie m'ont amené à entrer dans cette nouvelle voie d'études. Je me mis à l'œuvre, j'ai trouvé seul, comme cela arrive souvent, ce que d'autres avaient à peu près trouvé avant moi, et j'ai fait construire la machine que je viens mettre sous vos yeux ; est-elle mieux réussie que celles qu'on a déjà essayé de construire ? l'expérience nous le dira bientôt. Voici la description de ma machine : une boîte cylindrique ayant à peu près la forme d'une poulie est traversée par un axe creux, lequel est solidaire d'une valve ou d'un piston qui occupe et ferme hermétiquement tout un rayon de la cavité intérieure de la boîte. Cette cavité est parfaitement circulaire et a pour centre l'axe même de la boîte. Le piston et l'axe auquel il est fixé sont indépendants de la boîte, de sorte que si le piston vient occuper successivement toutes les portions de la cavité intérieure, il entraînera l'axe à décrire un tour sur lui-même. Il s'agit donc de faire tourner ce piston dans la boîte ; à cet effet, j'abaisse à travers le couvercle une plaque de tôle qui glisse comme une vanne dans des rainures et vient former dans l'intérieur de la boîte une cloison rayonnante hermétiquement fermée. Je n'ai pas besoin de vous dire que si cette cloison n'existait pas, j'aurais beau remplir la boîte de vapeur comprimée, le piston ne saurait changer de place, parce qu'il éprouverait sur ses deux faces une pres-

sion égale ; entre le piston et la cloison, il se forme une chambre, et c'est dans cette chambre que j'introduis la vapeur. Cette vapeur, parfaitement enfermée, presse également toutes les parois de sa prison, les parois résistent, à l'exception d'une seule, qui est formée par le piston mobile, ce piston cesse d'être en équilibre, il fuit devant le fluide qui le presse, la chambre s'agrandit, d'autre vapeur entre et continue à pousser la valve ; la rotation est imprimée, mais il est aisé de voir qu'au bout d'un tour la cloison va barrer le passage au piston, et que la machine s'arrêtera si l'on ne lève pas cette vanne juste au moment où le piston doit franchir l'espace qu'elle occupe. La suppression momentanée de cette vanne formera un point mort ; faudrait-il encore un volant pour vaincre ce point mort ? N'existe-t-il pas un autre moyen d'y remédier ? — Voici le procédé que j'ai appliqué ; au lieu d'une vanne, j'en mets deux dont l'une est toujours fermée quand l'autre est ouverte ; lorsque le piston a fourni la moitié de sa révolution, quand la chambre de pression occupe plus de la moitié de la cavité de la machine, alors une seconde cloison s'abaisse, divise la chambre de pression, et au même instant la première cloison se soulève et rend à l'atmosphère une partie de la vapeur emprisonnée ; cette première cloison redescend à son tour aussitôt que le piston a franchi sa position et qu'elle n'est plus un obstacle à la marche de la machine ; ainsi les voies sont toujours ouvertes et la valve peut poursuivre son mouvement de rotation indéfini-

ment et sans intermittence de pression. — Mon procédé pour introduire la vapeur est aussi simple que possible, elle arrive par l'arbre et entre par le piston lui-même ; l'entrée de vapeur marche donc avec le piston, elle communique nécessairement, à tout instant avec la chambre close, et enfin la force de réaction est appliquée aussi bien que l'action de la vapeur à faire avancer cette valve. La vapeur détendue sort de la même manière par un orifice placé de l'autre côté du piston ; de sorte que ce piston s'avance toujours, débitant par une face le fluide à haute pression, absorbant par l'autre face le fluide équilibré avec l'atmosphère ; rien n'est plus simple que cette fonction ; point de tiroirs, point de lumières à ouvrir ou fermer alternativement ; introduction constante et écoulement constant du fluide, emploi facile de la détente, voilà certes de grands avantages ; la seule complication est le fonctionnement alternatif des vannes. A défaut de procédé plus simple, j'ai guidé les tiges de ces vannes sur l'extrémité d'une *came*, ou section de plan hélicoïdal fixé à l'arbre de la machine et tournant comme lui et comme le piston ; de cette manière le jeu des cloisons se produit automatiquement et avec une précision forcée.

Il me reste à ajouter, messieurs, que je n'ai qu'à tourner un robinet pour changer l'orifice de sortie en orifice d'introduction, alors le piston tourne contre son premier sens, le mouvement est renversé. Puis, à volonté, je puis immobiliser l'axe ou immobiliser la

boîte ; dans le premier cas c'est la boîte qui tourne, elle fait poulie ; elle monte un fardeau ; placée dans le moyeu d'une roue elle fait marcher une voiture. Dans le second cas l'axe devient arbre de mouvement, il porte le travail dans toutes les parties d'un atelier, à tous les étages d'une maison. Enfin l'ombilic, le lien entre le générateur et la machine est encore indépendant de l'arbre et de la boîte, c'est un anneau mobile, et s'il me plaît de n'immobiliser ni l'arbre, ni la boîte, l'arbre tournera dans un sens, la boîte dans l'autre, et cet effort inverse de l'action et de la réaction servira merveilleusement notre projet de deux hélices tournant en sens inverse.

Je sais, messieurs, que la machine rotative a ses prophètes de malheur ; on lui fait de graves objections, on a presque renoncé à l'étudier. Cela ne saurait me prouver qu'elle est mauvaise : ses avantages sont immenses pour nous qui voulons avant tout une machine légère et peu compliquée. Que nous importent les difficultés ou les imperfections inséparables de toute chose nouvelle ? Il faut trouver le mouvement circulaire ; on le trouvera, mais à une condition, c'est qu'on le cherchera. La première pompe à feu à effet direct qui a été construite était plus éloignée de la locomotive Crampton que ne l'est peut-être ma première machine à effet circulaire de la future locomotive aérienne. L'enfant qui naît ne saurait être aussi vaillant que l'homme accompli ; on l'envoie en nourrice, mais on ne le relève pas aux invalides ; si donc le rendement ou

l'effet utile de mon moteur n'équivaut pas, dès aujourd'hui, à celui des lourdes machines qui semblent avoir dit leur dernier mot, ne lui marchandons pas 1 kilogramme de houille comme si nous luttions avec la concurrence dans le terre à terre de la production commerciale; soyons artistes, et sous le bloc à peine dégrossi contemplons déjà la création que rêve notre imagination et que réalisera notre patience. Je suis loin de vous donner comme parfaite l'œuvre que je viens vous présenter. Cette machine est à peine achevée, que déjà j'en conçois une autre dont la puissance sera quatre fois plus considérable à égalité de poids; et savez-vous, messieurs, quelle est la force théorique de la machine que vous avez sous les yeux? Son piston, dont la surface est de 8 centimètres carrés, fournit une course moyenne de 24 centimètres par révolution; si la machine peut fonctionner à 10 atmosphères et à 10 tours de vitesse par seconde, sa force, en ne tenant pas compte des déperditions, dépassera 3 chevaux-vapeur; son poids est de 2,200 grammes. Ce qu'il faut pour la conquête de l'air, permettez-moi de le dire en finissant d'une manière expressive, c'est *un cheval dans une boîte de montre*; la machine rotative vous le donnera.