

Zeitschrift: Revue Militaire Suisse
Herausgeber: Association de la Revue Militaire Suisse
Band: 69 (1924)
Heft: 1

Artikel: Projectiles de bombardement aérien [fin]
Autor: Jaques, R.-A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-340788>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Projectiles de bombardement aérien.

(FIN)

Nous disions ici même¹ que l'aviation de bombardement a pour mission d'attaquer et de détruire tout objectif situé hors de la portée des autres armes — en particulier de l'artillerie — et d'opérer en liaison avec celles-ci soit sur le champ de bataille, soit pour porter la guerre loin chez l'ennemi.

Cette mission d'extension des opérations est exposée à des risques d'autant plus sérieux qu'augmente la distance, aussi l'avion porte-bombes ne s'aventurera pas en ciel ennemi sans être convoyé par des appareils de chasse qui vont au-devant de l'attaque aérienne, la plus redoutable de toutes².

Un raid aérien est alors une entreprise relativement coûteuse, et demande à être préparé avec les soins les plus grands. Le premier d'entre eux doit être, en bonne logique, apporté au choix judicieux d'un ou plusieurs modèles de bombes explosives.³

Ces engins répondront d'abord à deux conditions essentielles : qualité optimum et prix de revient minimum. L'une, dont l'énoncé peut paraître naïf, est requise par la sûreté d'effet indispensable pour ce mode d'action à grande distance ; l'autre est imposée par la consommation intense qui serait faite de ces engins.

¹ N° 5, mai 1923, page 211.

² Le tir de D. C. A. nous le rappelons, n'est pas une panacée contre les raids de bombardement ; ajoutons qu'il le sera probablement de moins en moins, car les perfectionnements que les balisticiens apportent à leurs engins, à leurs projectiles et à leurs méthodes de tir ne sont pas à égalité de ceux que l'aéronautique réalise dans ses constructions, tant appareils que moteurs. Ces derniers fonctionnent d'une manière satisfaisante avec les dispositifs d'échappement dits « silencieux », dont un modèle récemment expérimenté chez nous paraît avoir donné des résultats très intéressants (silencieux de Bircher). La garde et la défense du ciel seront donc, autant qu'on peut le prévoir, à la charge de l'aviation.

³ Les seules dont nous nous occuperons ici.

Il va de soi que la qualité et le prix de revient ne sont pas sans relations bien déterminées : réduire la première pour diminuer le second aurait de trop graves conséquences pour que la qualité ne primât pas toutes autres considérations.

Sans avoir l'intention ni la prétention de faire ici la technique détaillée des engins de bombardement aérien, nous étudierons quelques-unes des particularités de cette munition.

La stabilité. — Les projectiles des armes rayées tiennent leur trajectoire avec la précision que l'on sait, en raison de l'énergie cinétique qui leur est imprimée par la charge propulsive ; du mouvement de giration autour de leur axe longitudinal que leur donne le rayage du canon du fusil ou du tube d'artillerie ; d'un équilibrage du projectile qui lui assure une bonne stabilité balistique.

Il en est tout autrement des projectiles¹ de bombardement aérien. La bombe, une fois lâchée obéit simplement à la loi de la pesanteur : elle tombe et acquiert dans sa chute la force vive qui lui donnera une certaine puissance de pénétration.

L'engin, au départ de l'avion, ne prend pas immédiatement la verticale : il est animé d'un mouvement de translation horizontal dû à la vitesse de déplacement de l'avion. Il décrit une parabole dont la branche s'écarterait peu de l'axe. Pour de grandes hauteurs de chute, on croit pouvoir négliger la composante horizontale. Nous estimons cependant qu'une visée rigoureuse ou un appareil de visée bien conditionné ne peuvent omettre ce que l'on considère comme un détail. Le lâcher d'une grosse bombe à 50 m de hauteur a démontré une traînée de 130 mètres comptés entre la verticale au début de la chute et l'arrêt du projectile qui rebondit sur le sol. Elle parcourut ainsi une distance assez grande sous l'impulsion de la force vive qu'elle avait acquise dans le sens horizontal.

Une fois libre, la bombe est soumise à l'influence des courants atmosphériques et sa trajectoire s'écarte plus ou moins sensiblement de la verticale. Elle ne tombe pas en se tenant rigoureusement « debout » ; elle oscille.

¹ Le terme est grammaticalement inexact puisque les bombes d'avions ne sont pas « projetées », mais « lâchées ». Nous garderons néanmoins cette désignation d'ordre général.

Or il importe de lui assurer le maximum de stabilité dans sa chute, de manière à ce qu'elle touche autant que possible de pointe et dans la position verticale. La force de pénétration de l'engin a tout à y gagner ; l'effet de l'explosion s'en trouve grandement accru ; les chances de raté diminuées d'autant.

Pour ce faire, il convient de donner à la bombe une forme géométrique optimum. Les essais faits au tunnel pour les fuselages d'avions et les expériences acquises en aérodynamique ont démontré que le fuseau répond aux conditions de moindre résistance à l'air avec des longueurs de 3 à 7 fois le diamètre maximum (maître-couple) et la position de celui-ci au tiers avant du projectile (fig. 3).

De ces dimensions dépend la vitesse de l'engin.

Mais il faut encore guider les filets d'air ou les remous qui se forment à la poupe de l'engin et les utiliser au moyen d'un empennage pour sustenter le corps, l'empêcher autant que possible d'osciller autour de son axe, le tenir debout.

Le choix de la position du centre de gravité de la bombe joue aussi un rôle important et la relation de moment de ce centre de gravité au centre d'application de l'effet stabilisateur de l'empennage est des plus importantes.

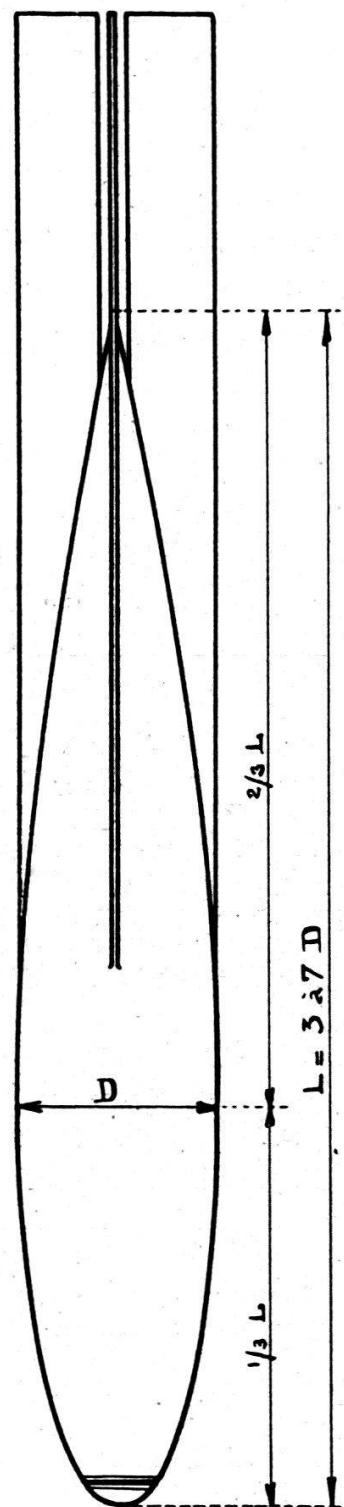


FIG. 3. — Bombe fuselée avec proue parabolique.
D = diamètre maximum du maître-couple.
L = longueur totale du corps de la bombe.

Disons encore au sujet des ailes de guidage qu'on leur a

donné quelquefois une certaine inclinaison¹ pour imprimer à la bombe un mouvement de giration autour de son axe vertical ; l'efficacité de cette disposition n'a pas été péremptoirement démontrée.

Ces quelques remarques montrent que la stabilité en chute d'un projectile de bombardement aérien comporte une suite de problèmes des plus intéressants et que leur solution demande une étude et une expérimentation considérables.

La rigidité mécanique. — En dépit du manque de propulsion, la bombe aérienne possède au moment de l'impact une vitesse propre et une force vive qui se chiffrent selon le poids et la hauteur de chute du projectile par milliers de kilogrammètres².

Prenons, entre autres exemples, le cas d'un mobile de 50 kg. tombant de hauteurs variant entre 1000 et 3000 mètres. Nous obtiendrons :

Hauteur de chute m.	Vitesse à l'impact ³ m/sec.	Energie cinétique Kg/m.
1000	121	37 400
1500	135	46 500
2000	149	56 600
2500	157	62 900
3000	162	67 100
et pour une bombe de 4 tonnes tombant de 2000 m. :		
2000	192	7 570 000

Le mobile de 50 kg. tombant de 1000 m. a le même effet de choc qu'une voiture automobile de 1200 kg. environ allant s'écraser contre un mur à la vitesse de 90 kilomètres-heure ; celui de 4000 kg. pourra être comparé à deux wagons de 12 tonnes, lâchés sur une pente et rencontrant un but fixe à la vitesse de 90 kilomètres-heure également.

¹ Principe des ailes de moulin à vent, des aubes de turbines, etc.

² La vitesse n'est pas celle que donne l'application de la formule fondamentale de la chute libre des corps. Le mobile est soumis à un effet de ralentissement théoriquement proportionnel au carré de sa vitesse entre 0 et 100 mètres-seconde, au cube de celle-ci à partir de 100 mètres-seconde. La formule « théorique » est dérivée des fonctions hyperboliques ; encore les résultats qu'elle donne doivent-ils être considérés comme des ordres de grandeur.

³ Calculée ; ne tient pas compte de la poussée du vent normalement à l'axe longitudinal du projectile.

Or on sait que dans un tamponnement le mobile tamponneur n'est pas exempt de casse ! La bombe d'avion subira, il va de soi, d'importantes déformations lors de l'impact au sol ou sur tout autre objectif. Elle devra donc posséder une rigidité mécanique telle, que cette déformation ne lui ôte que le minimum de puissance de pénétration, spécialement dans le cas d'engins de destruction (fig. 4). Tout comme le projectile d'artillerie, il lui faudra pénétrer le plus avant possible dans le but avant d'exploser et résister suffisamment pour que le dispositif de mise à feu ne soit pas endommagé.

Dans le cas des bombes utilisées contre les rassemblements de troupes, ces exigences peuvent être réduites, puisqu'on cherche le maximum d'effet explosif immédiatement à l'impact et à ras du sol. De plus, l'engin est exposé, sur l'avion même, au choc des balles et des éclats d'obus auquel son enveloppe devra pouvoir résister.

Voilà encore un point intéressant de la construction des projectiles d'aviation.

Le dispositif de mise à feu. — Partie délicate entre toutes d'un projectile, aussi bien dans l'artillerie que dans l'aviation, la fusée doit être, dans notre cas, absolument sûre. Remarquons en passant qu'il n'est pas indiqué de prévoir pour les bombes d'avions des mises à feu retardées¹. Cette sûreté dans la mise à feu de la charge est requise, nous l'avons dit, par la nécessité *d'obtenir un résultat* de la mission de bombardement. Quand bien même il y aurait un écart au but, écart que l'on réduira de plus en plus, l'explosion

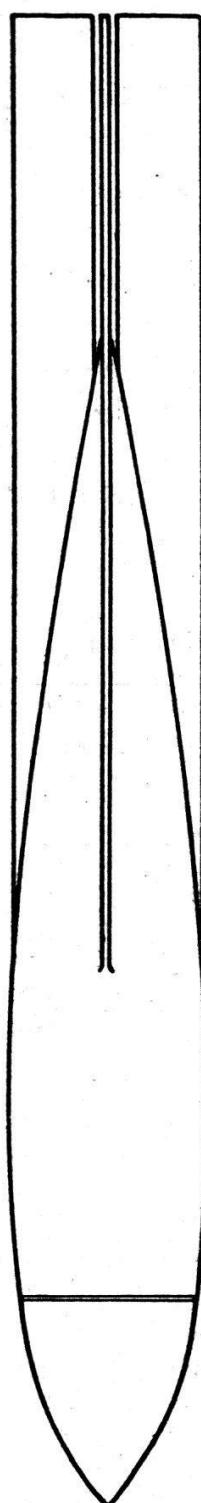


Fig. 4. — Bombe fuselée avec proue ogivale (engin de rupture).

¹ En effet, une fusée retardée risquerait de provoquer un raté d'explosion si les déformations de l'enveloppe venaient à rendre l'engin inutilisable (éventrement, écrasement, etc.).

d'une charge considérable d'un produit choisi entre les plus brisants ne restera pas sans effet utile. Mais un autre facteur vient s'ajouter au précédent : celui de l'anéantissement du projectile, coûte que coûte, pour en rendre la prise ou la reconstitution par l'ennemi aussi difficiles que possible.

D'autre part, il ne faut pas oublier que l'avion porte-bombes, comme tous les avions, peut être obligé d'atterrir en cours de route et cette opération n'est pas sans risques de se voir brusquée... pour ne pas dire plus. On comprend immédiatement que la fusée des bombes aériennes devra posséder un certain nombre de dispositifs de sûreté qui en permettent le maniement sans danger, le séjour à bord de l'avion sans risque aucun, quelque manœuvre que cet avion soit amené à exécuter en cours de vol, et mieux encore, la libération de ce dispositif après le lâcher de la bombe (tout au plus au moment du lâcher).

Il s'agit donc d'une pièce de mécanique assez délicate qui doit répondre entièrement aux exigences d'une sécurité absolue soit de maniement et de transport, soit d'allumage avec le moins de chances possible de « ratés » à l'impact.

La charge. — Au cours de la guerre de 1914-1918, le bombardement aérien par grosses bombes a fait les frais de multiples expériences. On a essayé, en matière d'explosifs, plusieurs corps très brisants, en partant de ce point de vue que le transport des engins, s'il est entouré de toutes les précautions voulues, suffit à autoriser l'emploi de produits inutilisables tant dans le génie civil qu'en balistique.

Inutilisables, ces corps le sont uniquement par leur instabilité propre : sensibilité aux chocs, particulièrement, et conservation difficile.

Est-ce bien dans cet ordre d'idées qu'il faut prévoir le remplissage des engins de bombardement aérien ?

Sans vouloir être le moins du monde un prophète de malheur, on peut, étant donnés les progrès scientifiques dans tous les domaines de l'industrie, prévoir que le bombardement aérien serait, en cas d'une nouvelle conflagration, *généralisé au delà de ce que nous pouvons le supposer aujourd'hui*. Il ne s'agira plus alors de « faire des essais » avec telexplosif, mais de pro-

duire en masse et de charger les bombes aériennes avec un explosif sûr, dont la fabrication ne nécessite pas de tâtonnements.

Ceci ne veut pas dire qu'il faille renoncer à l'emploi de composés à grande puissance d'expansion. Car c'est bien dans l'aviation que les « grands explosifs » ont leur utilisation toute indiquée : il est préférable, cela va sans dire, de se servir de charges explosives plutôt que de matières déflagrantes. La limitation d'effet destructeur n'est plus aussi rigoureuse ici qu'elle l'est dans le génie civil (abattage en galerie ou en carrière) et qu'il s'agisse de bombardement de destruction ou d'opérations contre la troupe, le projectile d'aviation devra être, avant tout, à grande puissance.

Ajoutons que c'est là que réside l'avantage caractéristique de la bombe d'avion, de renfermer un poids considérable d'explosif et d'un explosif à grande brisance.

La construction spéciale de l'enveloppe, le taux de remplissage de la bombe jouent aussi un rôle. L'une permet la fragmentation des projections, l'autre assure à l'engin le maximum de « rendement intérieur »¹ du projectile.

Le choix ou mieux l'adaptation « pratique » aux engins de bombardement aérien d'un explosif puissant, et de fabrication aisée à la fois, est susceptible de nécessiter encore des recherches fort intéressantes.

Stabilité aussi parfaite que possible ; résistance mécanique à l'impact ; sûreté du dispositif de mise à feu de la charge ; choix d'un explosif très brisant dont l'emploi soit exempt de tout danger et la fabrication facile, voilà quelques-unes des exigences auxquelles il faut satisfaire pour créer un type de bombe d'avion qui donne les meilleurs résultats.

La question « qualité » étant ainsi très sommairement élucidée, reste celle du prix de revient minimum.

Or nous sommes en Suisse. Notre pays, s'il possède tout ce qui est nécessaire à l'étude de questions aussi importantes, pour ne pas dire plus, que celle du bombardement aérien, est

¹ Rapport du poids d'explosif au poids total. Ce rapport qui est de 13 % pour l'obus de 75 français, de 14,5 % dans l'obusier lourd allemand de 150, et de 38 % dans le mortier de 220 français, atteint jusqu'à 57 % dans les bombes d'avions.

dépourvu des grands moyens dont disposent nos puissants voisins et d'autres peuples, loin de notre petit pays.

Les exigences requises pour la mise au point et la fabrication éventuelle de grosses séries de projectiles aériens nous conduisent à nous demander : que faire pour résoudre le problème et le bien résoudre ?

Il ne nous appartient pas de donner ici des directives et de jouer au moniteur. Mais ce que nous pouvons dire, c'est d'abord : pas de mastodontes ! pas de ces énormités dont le poids ne se compte plus par centaines de kilogrammes, mais par tonnes.

Les frais de mise en série d'aussi gros engins, joints à l'inconvénient déjà signalé d'un avion pour un projectile sont prohibitifs. On pourra ajouter, non sans raison, que nous n'aurions que faire de pareils monstres.

Donc, il nous faut agir selon nos moyens qui sont ceux d'une nation dépendant totalement ou presque de l'étranger en ce qui concerne les matières premières entrant dans la fabrication des engins de bombardement aérien : acier et autres métaux, bases d'explosifs (acides et carbures cycliques). Notre aviation, encore à son début, ne possède pas encore les appareils capables de transporter de lourdes bombes. Le rôle de cette cinquième arme serait chez nous assez différent de ce qu'il peut être dans d'autres armées et ceci est vrai tout particulièrement pour notre aviation de bombardement.

Conclusion : il nous faut des engins de poids suffisamment restreint pour en permettre la fabrication en série aux meilleures conditions et le transport avec le plus de facilités possible.

Homogénéité dans l'échelonnement des poids du même type de bombe, interchangeabilité des pièces poussée au maximum compatible avec une fabrication soignée et pour terminer... modestie dans le choix des types, voilà ce à quoi nous avons le plus grand avantage à nous limiter pour réduire, autant que faire se peut, les frais d'une fabrication onéreuse par elle-même.

C'est, ajoutons-nous, ce que notre corps d'ingénieurs-officiers a parfaitement compris et nous ne pourrions trop lui savoir gré de ce fait.

Ce bref résumé que nous avons donné de la tendance ac-

tuelle à l'énorme en fait de projectiles aériens, des conditions requises pour la fabrication et des limites que nous imposent plusieurs circonstances dépendantes ou non de notre volonté, aura, nous l'espérons, attaché les lecteurs de cette Revue à l'un des problèmes les plus importants de la guerre future si, hélas ! elle devait voir le jour. Nous espérons qu'ils y resteront attachés et que leur intérêt, sortant du cadre professionnel de cette publication, se portera sur la marche en avant de l'aviation civile dans notre pays et hors de notre pays.

Mais nous souhaitons que cet intérêt aille aussi aux efforts de notre aviation militaire. On n'en parle pas beaucoup de nos soldats de l'air, mais ils travaillent ! Et si nous avons causé de l'aviation de bombardement et de ses engins destructeurs, n'avons-nous pas signalé que la garde et la défense du ciel seront de plus en plus la lourde mais belle tâche de notre aviation de chasse ?

Progrès de l'aéronautique de transports, progrès de l'aéronautique militaire sont à ce point liés, qu'il n'est pas inutile de rappeler à nos lecteurs officiers qu'une arme puissante s'organise au fur et à mesure des conquêtes de la technique et de la pratique aviatiques.

Nous n'avons tenu compte ici que des engins explosifs ! que ne pourrions-nous pas dire des bombes à gaz !

Pronostiquer est difficile en des temps où la science avance à pas de géants ; toutefois on peut, sans exagération, compter sur un déploiement formidable de forces aériennes.

Cette certitude est lourde de menaces.

Puissions-nous avoir non pas instruit, ce serait fat de notre part que d'y prétendre, mais augmenté l'intérêt du lecteur pour ce qui touche à la défense ailée du champ d'azur de notre patrie.

R.-A. JAQUES, ing.
