Zeitschrift: Protar

Herausgeber: Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes

Band: 1 (1934-1935)

Heft: 8

Artikel: Le génie civil - L'architecture - La défense passive des populations civiles contre le bombardement aérien

Autor: Jaques, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-362394

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: 16.02.2026

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

dieser Demonstrationen wird auf das nachstehende Programm verwiesen.

Diese Brandbombenvorführungen sind sehr lehrreich für die Bevölkerung. In Bern stehen sie unter der Leitung des städtischen Feuerwehrkommandos, was ohne weiteres Gewähr bietet für eine fachmännische Durchführung. Anschliessend an diese Demonstrationen kann die Ausstellung unter kundiger Führung besichtigt werden. Diese Führungen finden täglich von 9 Uhr vormittags bis 22 Uhr abends statt. Eine Führung dauert zirka anderthalb Stunden.

Der *Ausstellungskatalog,* der bisher als Führer durch die Ausstellung diente, wurde einer gründlichen Revision unterzogen und wird nun unter dem Titel «Luftschutz und Zivilbevölkerung» zum Preise von 50 Rp. im ganzen deutschsprachigen Kanton verkauft. Die aufschlussreiche Schrift ist nicht nur für den Ausstellungsbesucher bestimmt; sie ist viel mehr für jedermann ein Leitfaden in der Frage des Luftschutzes.

Die *Eintrittspreise* betragen für Erwachsene 50 Rp., für Schulen unter Aufsicht der Lehrer 20 Rp., für Kinder allein und Militär 30 Rp. Die Preise sind äusserst niedrig gehalten. Damit wird allen die Möglichkeit geboten, diese lehrreiche Ausstellung zu besuchen. Die Einnahmen sind zur teilweisen Deckung der grossen Unkosten bestimmt.

Für die Berner Ausstellung hat sich ein besonderes Komitee gebildet, das sich mit den organisatorischen und technischen Fragen befasst. Es ist erfreulich, dass sich für diese wichtge Veranstaltung so viele Persönlichkeiten in uneigennütziger Weise zur Verfügung gestellt haben, um mit ihrer reichen Erfahrung zum guten Gelingen der Ausstellung beizutragen.

Hoffen wir, dass der Berner Luftschutzausstellung ein voller Erfolg beschieden sei, in dem Sinne, dass möglichst weite Kreise unserer Bevölkerung über Luftgefahr und Luftschutz aufgeklärt werden.

PROGRAMM:

1. Donnerstag, 27. Juni.

Offizielle Eröffnung der Ausstellung.

2. Vorführungen im Freien.

Samstag den 29. Juni und 6. Juli, 15 Uhr,
Sonntag den 30. Juni und 7. Juli, 15 Uhr.

Auf der Schützenmatte (vor den Ausstellungshallen).

a) mit Brandbomben:
Wirkung der Brandbomben auf verschiedene Materialien und Objekte (Häuschen). Wirkung von Wasser und andern flüssigen Löschmitteln auf Brandbomben. Löschen der Brandbomben mit Sand, usw.

b) mit chemischen Kampfstoffen:
Verseuchen eines Gebietes. Erkennung der Kampfstoffe. Entgiftungen usw.

Zu diesen Vorführungen wird die gesamte Bevölkerung eingeladen. Es wird kein Eintrittsgeld erhoben.

3. Vorführungen in der Gaszelle

finden jeden Samstag, Sonntag und Dienstag um 16 Uhr, sowie von Montag bis Freitag um 20.15 Uhr im Ausstellungsraum statt.

4. Vorträge.

A. *Allgemeiner Einführungsvortrag* für die gesamte Zivilbevölkerung, *Freitag den 28. Juni,* 20.15 Uhr: *«Luftschutz und Zivilbevölkerung».* (Mit Film und Diapositiven). Feuerwehrkommandant P. Bucher, Mitglied der kantonalen Luftschutzkommission.

B. *Fachvorträge.*

a) *Sanitätswesen. Montag den 1. Juli,* 20.15 Uhr: *«Sanitätsdienst im zivilen Luftschutz».* (Mit Projektionen). Oberstlt. Dr. Vollenweider, I. Adjunkt des Oberfeldarztes.

b) *Ordnungsdienst. Dienstag den 2. Juli,* 20.15 Uhr: *«Die Polizei im Luftschutz».* (Mit Film und Projektionen). Fürsprecher Krebs, Polizeikommandant des Kantons Bern, Präsident der kantonalen Luftschutzkommission.

c) *Chemischer Dienst. Mittwoch den 3. Juli,* 20.15 Uhr: *«Chemische Kampfstoffe und Lebensmittel».* Dr. L. Rosenthaler, Prof. an der Universität.

d) *Feuerwehrdienst. Freitag den 5. Juli,* 20.15 Uhr: *«Luftschutz und Feuerbekämpfung».* (Mit Film und Diapositiven). P. Bucher, Feuerwehrkommandant, Bern.

e) *Bautechnischer Luftschutz. Montag den 8. Juli,* 20.15 Uhr: *«Fragen des bautechnischen Luftschutzes».* (Mit Projektionen). Dr. Ing. E. Burgdorfer.

Sämtliche Vorträge finden in der *Aula des städtischen Progymnasiums, Waisenhausplatz 30,* statt.

Le génie civil · L'architecture · La défense passive des populations civiles contre le bombardement aérien. Par R. Jaques, Vevey,*)

Exposé. L'ingénieur civil et l'architecte ignoraient, leurs études finies, qu'ils auraient un jour besoin de certaines connaissances que seuls les spécialistes militaires possédaient jusqu'alors. En effet, l'organisation de la défense passive des populations civiles contre le bombardement aérien (D. P. A.) exige un ensemble de mesures préventives parmi lesquelles:

a) la construction d'abris collectifs,

b) l'aménagement des combles et des caves d'immeubles,

suivant des *normes* dont l'application correcte suppose un minimum de notions relatives à la balistique des bombes d'avion et à leur effet destructif.

*) Tous droits de reproduction et de traduction, même partielles, réservés. Copyright.

Les trois risques auxquels les populations civiles sont exposées se classent, par ordre d'importance, comme suit:

I° *Bombes brisantes;*
II° *Bombes incendiaires;*
III° *Projectiles à gaz toxiques.*

Malgré tout ce que l'on a écrit au sujet de l'arme chimique, ce classement n'a rien de paradoxal; nous verrons plus loin qu'il est absolument conforme à la réalité.

Nous nous arrêterons plus longtemps sur les bombes brisantes et les abris collectifs. Quant aux bombes incendiaires, nous indiquerons comment parer efficacement à leur terrible effet. En ce qui concerne la défense anti-gaz, le lecteur trouvera tous les renseignements utiles dans le résumé de notre leçon pour les cours cantonaux de D. P. A. de février 1935 à Lausanne. (Voir numéro de mars 1935 du *Journal de la Construction en Suisse romande,* pages 85—104.)

I° Les bombes explosives.

1° Caractéristiques des bombes d'avion.

Fin 1918 un engin de 300 kg était le maximum que l'on puisse concevoir tenu compte du développement de l'aéronautique militaire à cette époque.

1935, soit 17 ans après, nous avons la bombe de 1800 kg et le modèle de 2 tonnes a été récemment essayé outre-Atlantique.

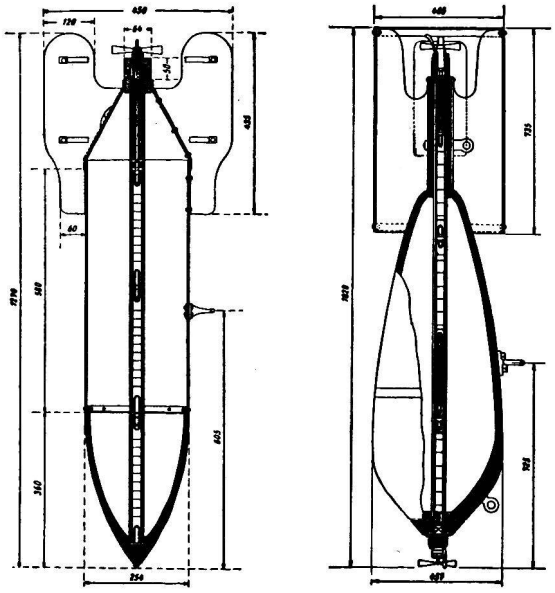

Fig. 1

La fig. 1 reproduit en coupe deux engins explosifs de fabrication anglaise, l'un de 230 lbs. (environ 104 kg) et l'autre de 520 lbs. (environ 324 kg). On comparera entre elles forme et épaisseur de l'enveloppe métallique. L'engin à pointe en ogive renforcée a des parois cylindriques en tôle mince. Celui à parois plus épaisses est fuselé. Le type de 104 kg est muni d'un seul dispositif de mise à feu tandisque l'engin de 234 kg en a deux. Les petites hélices que l'on voit en tête et en queue de la bombe sont débloquées par le dispositif de lancement; elles tournent alors par effet du courant d'air relatif pendant la chute et libèrent la masselotte de percussion. L'engin est armé. Un empennage ou plans de stabilisation tend à corriger la trajectoire de la bombe.

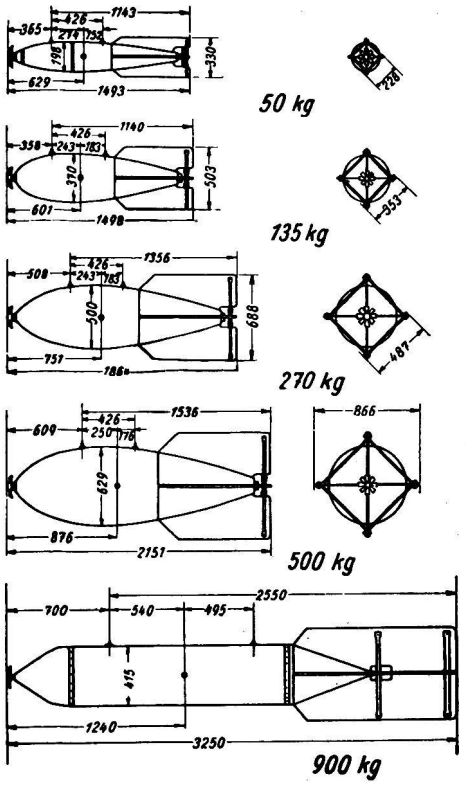

Fig. 2

La fig. 2 montre quelques modèles de bombes américaines dont le lecteur observera attentivement la diversité de formes aérodynamiques.

Lorsque nous aurons vu à la tabelle IV que la forme de projectiles de 50 kg et de 900 kg (fig. 2) donne la plus forte pénétration, on se demandera: Pourquoi fabriquer des engins dont le calibre (diamètre au maître-couple) soit si grand par rapport à la longueur *L'* de la bombe (fig. 13)?

Il y a une raison à celà qui ne concerne plus le fabricant de munition, mais l'avionneur. Pour un même poids d'explosif, le projectile à long fuseau ou cylindro-conique atteindrait une longueur démesurée; il serait malaisé de l'arrimer rapidement et sûrement sous les plans de l'avion; les commandes de lancement se compliqueraient également et en fin de compte, l'avion capable d'emporter, par exemple, une charge militaire de 1000 kg ne pourrait, faute de place, prendre à bord un tel poids de munition. L'efficacité du tir sur zône que doit accomplir l'escadrille de bombardement croît en puissance seconde du nombre de projectiles. Aussi doit-on utiliser à 100 % le port en lourd de l'avion et construire les bombes en conséquence.

Actuellement, la bombe d'avion est un réservoir d'explosif à haute brisance plutôt qu'un projectile de rupture dont les parois métalliques sont destinées à accomplir un grand travail de pénétration. Les bombes brisantes se classent comme suit:

a) *bombes grenades,* spécialement destinées au «tir à tuer» contre les troupes en marche, cantonnements, etc.; poids de 10,5—17 kg;
b) *bombes brisantes* qui nous intéressent particulièrement au point de vue de la D. P. A., parce que plus couramment employées contre les objectifs civils et militaires d'arrières-lignes; poids de 22,5—250 (300) kg;

c) *bombes-mines* (bombes-torpilles, torpilles Whitehead, Minenbomben) de 270 (300)—1800 (2000) kg. Ces dernières sont destinées à la destruction de gros ouvrages militaires et de buts flottants (marine de guerre). Il n'est pas impossible qu'on les utilise aussi contre certains objectifs «civils» (rentrant dans le cadre de la D. A. P.), mais ce, dans des cas très rares seulement.

La bombe d'avion se fabrique facilement en très grandes séries. Elle exige sensiblement moins d'usinage et de travail qualifié que l'obus d'artillerie. A conditions égales de coût des matières premières et de la main d'œuvre, elle est nettement moins chère que l'obus pour un même effet destructif total.

2° Balistique de la bombe d'avion.

a) Le projectile en chute libre.

L'avion vole horizontalement avec une vitesse

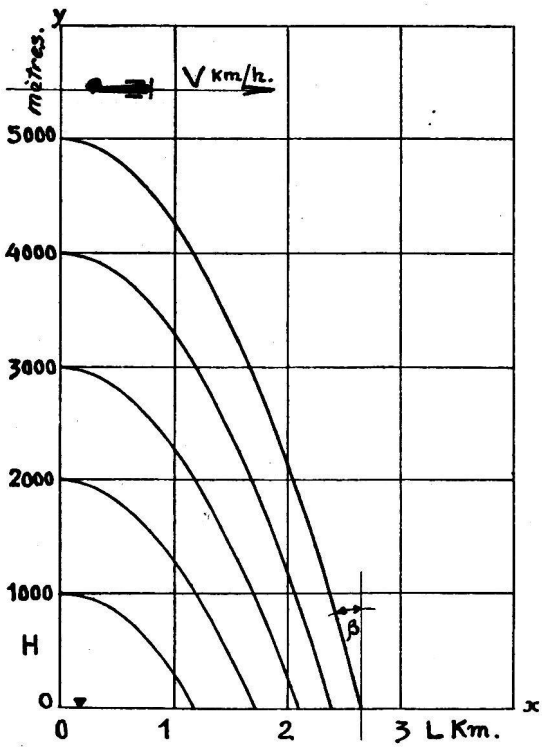

Fig. 3

V km/h par rapport au sol. Sa vitesse dans l'unité de temps: $v_x = \frac{V}{3,6}$ m/sec.

Suivant fig. 3, on a:

$$v_x = \frac{ds_x}{dt} = v_0;\ ds_x = v_0 \cdot dt;\ \int ds_x = v_0 \int dt;\ s_x = v_0 t \quad (1)$$

$$ds_y = g \cdot t \cdot dt;\ \int ds_y = g \int t \cdot dt;\ s_y = \frac{g \cdot t^2}{2} \quad (2)$$

en éliminant t dans (1) et (2) et en désignant

s_x par L = portée du tir,

s_y par H = altitude de l'avion au-dessus du but au moment du lâcher, on aura pour la trajectoire dans le plan vertical *O-A-L-H* de la fig. 4a:

$$L = \frac{V}{3,6}\sqrt{\frac{2H}{g}} = 0,1254 \cdot V \cdot \sqrt{H} \quad \text{mètres} \quad (3)$$

Cette portée suppose l'absence totale de courants atmosphériques (vent de bout, vent arrière ou vent incident) entre H et le plan du but.

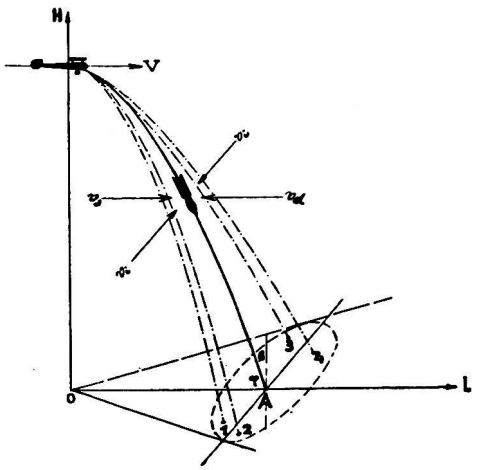

Fig. 4 a

Mais *pratiquement* ces conditions idéelles ne sont jamais remplies. On a donc

$$L = 0,1254 \cdot V \cdot f(H) \quad (4)$$

où $f(H)$ tient compte de diverses variables dont F = surface de la bombe influencée par le courant atmosphérique, v^x = résultante (vecteur résultant en force et en direction) desdits courants entre H et le niveau du sol, w = correcteur de résistance aérodynamique de la forme du projectile (finesse) = 0,065 ÷ 0,107 suivant la qualité de la forme de la bombe.

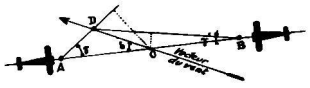

Fig. 4

La fig. 4 donne le diagramme de dérive selon que l'avion vole vent de bout ou vent arrière avec un même angle d'erreur de cap δ. On démontre à l'aide d'un théorème de géométrie élémentaire que $\sphericalangle \gamma > \gamma'$. La fig. 4a montre l'influence des courants atmosphériques.

Pour chaque modèle de bombe, des *tabelles de tir* sont soigneusement établies. Les constantes peuvent être déterminées au moyen d'essais en vraie grandeur dans une soufflerie aérodynamique.

Toutefois, l'estimation de la «dérive» reste affaire de l'habileté du bombardier; elle constitue un facteur prépondérant de *l'écart au but qui menace précisément les populations civiles habitant autour d'un objectif stratégique quelconque.*

b) L'angle d'impact au but.

On écrira pour (3) : $H = \left(\frac{63,57}{V^2}\right) \cdot L^2 = f(L^2)$ (5)

$$\frac{dH}{dL} = \left(\frac{127,14}{V^2}\right) \cdot L = tg\ \varphi \quad (6)$$

de l'angle entre la trajectoire et l'horizontale par le but (fig. 4a). Mais nous utiliserons pour nos formules l'angle $\beta = 90 - \varphi$.

c) Vitesse finales v et v_c. Energie cinétique E et E_c.

Abstraction faite du correcteur de finesse w, on a

$$v = 4,43\ \sqrt{H} \quad \text{m/sec.} \quad (7)$$

et pour E:

$$E = m \int_{v_0}^{v} \frac{dv}{dt} \cdot v \cdot dt = m \int_{v_0}^{v} v \cdot dv = m\left(\frac{v^2}{2} - \frac{v_0^2}{2}\right) \text{ m/kg}$$

pour $v_0 = 0$

$$E = m\frac{v^2}{2} \quad \text{m/kg} \quad (8)$$

Le poids de la bombe étant $9,81 \cdot m = G$ kg et en introduisant les constantes numériques on a:

$$E = 50,96 \cdot 10^{-3} \cdot v^2 \cdot G \quad \text{m/kg} \quad (9)$$

Tabelle I

Hauteur	H m =	500	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000
Portée	L m =	841	1189,6	1682,4	2060,5	2379,3	2660,1
Angle β	=	40° 05′	30° 45′	22° 49′	18° 58′	16° 34′	14° 55′
Vitesse	v m sec. =	99,06	140,09	198,11	242,65	280,28	313,26
	v_c „ „ =	92,97	132,13	184'45	224,24	256,80	283,41
Energie cinétique	E m/kg =	44044	88142	173370	256220	335225	409315
	E_c „ =	33700	76456	159800	242310	321308	395512

Ces valeurs se rapportent à une vitesse de translation *horizontale* de l'avion de $V = 300$ km/h.*)

La vitesse v_c est la vitesse théorique multipliée par le facteur w de forme aérodynamique.

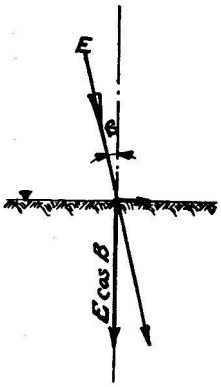

Fig. 5

L'énergie cinétique $E_c = E \cdot \cos \beta$ pour un projectile de poids $G = 100$ kg (fig. 5).

3° L'effet destructif de la bombe brisante.

a) Difficulté de l'expérimentation. Empirisme des formules.

Malgré l'habileté du pilote, l'entraînement intensif du bombardier et l'homogénéité parfaite de tout l'équipage, malgré la perfection sans cesse croissante des appareils de navigation et de tir: dérivomètres, appareils de pointage, etc..., de nombreux facteurs «imprévisibles» gèneront toujours la précision du lâcher des bombes d'avion.

Mais la détermination exacte de tous les efforts mécaniques de destruction intervenant lors de la pénétration de la bombe est également pleine d'imprévisibles.

Cette question dont l'importance est de toute évidence a déjà fait l'objet de longues recherches. Les résultats des bombardements effectués durant les années 1917/1918 ont apporté quelques éclaircissements. Des essais pratiques (dont ceux de Justrow) ont permis d'élucider divers points restés obscurs et d'introduire un peu plus de mathématiques dans les formules. Mais il est certain que bien des pages encore se rempliront de savantes équations, *parce que l'aviation de bombardement, appareils et projectiles, instruments et méthodes sont en état d'évolution constante.* Si loin que puisse aller l'analyse la plus scrupuleuse, elle devra néanmoins laisser une place à *l'empirisme.*

L'ingénieur, l'architecte qui voudraient appliquer aux effets des projectiles (obus et bombes d'avion) une quelconque des formules dont ils se servent dans la statique des constructions s'éloigneraient vite de la question. On a tenté, il est vrai, d'apparenter l'effet destructif des projectiles brisants à certains cas de charges statiques fréquemment rencontrés dans le génie civil et le bâtiment. Ce ne sont là que spéculations de calcul donnant une approximation si lointaine que nous ne les utiliserons pas pour nos travaux de D. P. A.

Etablir un parallèle entre l'effet de pénétration et de déflagration des projectiles d'artillerie et des bombes d'avion n'est permis que dans une certaine limite. La balistique de l'obus qui se visse dans l'air grâce à la rotation autour de son axe longitudinal est différente. Vitesse sensiblement plus élevée, stabilité meilleure ont un rôle défini. Mais où la différence est la plus apparente, c'est à propos de la «résistance mécanique» de l'enveloppe. Un coup d'œil à la fig. 1 suffit à s'en persuader.

Exemple: L'obus calibre C = 40 cm pesant 640 kg a une enveloppe d'acier de 532 kg avec ogive de rupture à haute résistance. La bombe d'avion correspondante, celle de 700 kg, C = 42 cm a un poids de métal d'environ 285 kg y compris le poids de quatre faces d'empennage stabilisateur de 74,8 cm de longueur.

Le rapport d'explosif est en faveur de la bombe d'avion qui contient jusqu'à 63 % de charge active.

D'autre part, les spécialistes militaires se heurtent à de nombreux obstacles pour vérifier expérimentalement une hypothèse de calcul. Des essais fructueux en enseignements impliquent la mise en œuvre de «moyens vrais» considérables: avion avec un équipage très adroit; projectiles et buts conditionnés pour les besoins de l'expérience; difficulté de répéter un essai en bénéficiant de conditions atmosphériques toujours identiques. L'expérimentation en vrai entraîne à des dépenses nécessairement élevées. *Affaire de crédits!* Certains gouvernements les ont accordés à leurs services techniques. Nous les en félicitons sincèrement. Un demi-million budgeté pour des essais de prévention est plus utile, il répond mieux aux besoins de la défense nationale et de notre D. P. A. que dix fois cette somme gaspillée pour parer, la guerre venue, aux conséquences désastreuses de l'impréparation!

Nous nous servirons ici de résultats connus provenant d'essais anciens (artillerie) et plus récents (aviation), en cherchant à mettre mieux en relief le rôle joué par *la résistance du matériau* de protection, trop effacé jusqu'ici. L'ingénieur civil appelé à construire un abri souterrain de quelqu'importance doit posséder un minimum de repères qui lui soient familiers. Sans quoi il se trouve en face de formules imprécises où l'approximation conduit: ou à des dimensions trop restreintes menaçant la sécurité des individus, ou à des épaisseurs trop considérables renchérissant l'ouvrage au-delà des limites admissibles.

*) Pour le lancement en «vol piqué» les conditions diffèrent. Il ne nous est pas possible d'en faire état dans le cadre de cette brève étude.

b) L'effet de choc et de pénétration.

Le matériau de protection parfait aurait une résistance à la pénétration telle que toute l'énergie cinétique E_c serait dépensée par le projectile sur lui-même qui s'écraserait à l'impact.

Cette condition n'est remplie que par le blindage en acier — dont nous ne prévoyons guère les probabilités d'emploi dans nos abri de D. P. A. —

La bombe possède, à l'impact, une quantité d'énergie $= E_c$ m/kg.

Le materiau de protection devra fournir un travail résistant absorbant E_c.

Ce travail sera tel que $E_c = -W$;

$$E + W = O \qquad (10)$$

abstraction faite du signe:

$$W = \int_{T_0}^{T_1} P \cdot dT = P \cdot T_1 \qquad \text{m/kg} \qquad (11)$$

où T est la profondeur de pénétration et P la moyenne, supposée constante, des forces P'-P''-P'''-P_n ... (fig. 10) dans le temps t', t'', t''' ..., qui arrête le projectile sur la distance T_1 mètres.

Exemple: La tabelle I indique pour la bombe $G = 100$ kg une quantité d'énergie $E_c = 321'308$ mkg; $H = 4000$ m. Cette bombe de calibre $C = 27$ cm pénétrera de 45 cm dans du béton donnant $K = 240$ kg/cm² sur l'éprouvette à 28 jours.

$P = 321'308 : 0{,}45 = 714'000$ kg-force.

En d'autres termes, une force de 714 tonnes doit être déployée pour freiner le projectile sur le parcours $T_1 = 45$ cm, la vitesse v_c tombant de 257 à 0 m/sec.

Toute la difficulté — elle est *considérable* — réside dans la détermination exacte de la nature du gradient de P. Une formule pratique joignant la sécurité à l'économie de matériaux ne sera établie qu'après avoir, au cour d'essais méthodiques, étudié point par point chacun des divers phénomènes qui caractérisent l'effort résistant opposé par l'épaisseur B du matériau au travail E_c. Nous nous appuierons d'abord sur nos connaissances les plus usuelles en mécanique et en cinématique; nous verrons combien fragile est l'édifice construit sur de telles bases.

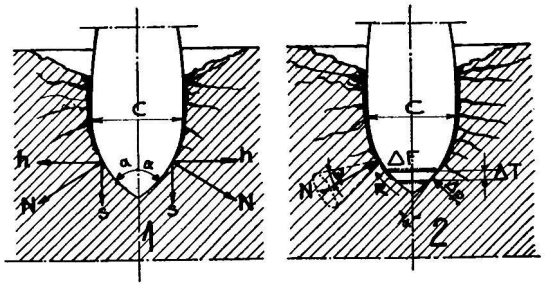

Fig. 6

La fig. 6/1 reproduit schématiquement la décomposition d'une force N normale à l'enveloppe de la bombe. Cette construction serait exacte pour tout projectile dont la forme est celle de la bombe de 900 kg (fig. 2) avec avant-corps cônique d'angle α constant.

A la fig. 6/2 un élément de surface ΔF de hauteur ΔT est soumis à une pression Δp sur l'unité de surface. On a

$$W = p \cdot F \cdot T_1 = f(t) \qquad (12)$$

p = pression spécifique sur l'élément de surface . . . . . kg/cm²

F = surface totale du métal en contact avec le matériau (surface de pénétration) . cm²

T_1 = profondeur totale de pénétration . . cm

t = durée de la pénétration . . . . . sec.

La dérivée par t est:

$$\frac{dW}{dt} = FT\frac{dp}{dt} + pT\frac{dF}{dt} + pF\frac{dT}{dt};$$

$$dW = FT\,dp + pT\,dF + pF\,dT$$

où nous trouvons: le volume m² · m donc le poids G par la variation de pression unitaire dans le temps; l'énergie mkg par la variation de surface dans le temps (que nous reportons au calibre C faute de quoi nous serions obligés d'établir une formule pour chaque forme d'engin); la force $P = pF$ par la variation de vitesse v_p que nous écrivons $f(v_c)$.

On pourra utilement dériver par K en posant

$$W = f(p, F, T, t, K)$$

aussi toutes les formules que nous avons étudiées et celles que nous établissons plus bas sont-elles:

$$T_1 = f(G, C, v_c, K) \text{ cm} \qquad (13)$$

La fig. 7 indique selon P, T_1 et F la corrélation élémentaire entre les diverses variables, toutes $f(t)$.

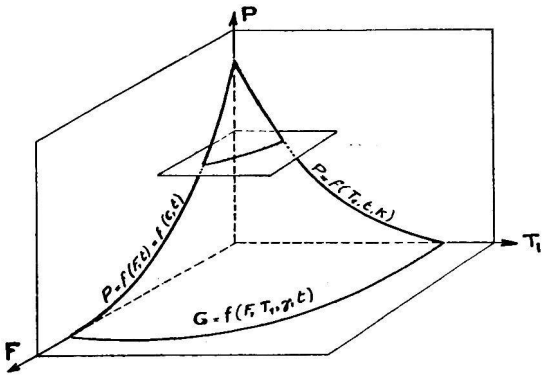

Fig. 7

La fig. 6/2 montre qu'il y aura arrêt de la bombe à l'intérieur du matériau lorsque le travail de frottement total

$$R = p \cdot F \cdot \varrho > \frac{E_c}{T_1}$$

en d'autres termes, lorsque la résultante N de tout le travail de frottement (et échauffement) prise comme normale à la surface de la bombe pénétrée dans le matériau, se trouvera à l'intérieur du cône de frottement d'angle au sommet $2\,\varrho$.

Exemple: Pour un projectile de 100 kg nous aurons de $T = 0$ à $T = 5$ cm:
$p_n = 140$ tonnes/cm² (en moyenne)
p^h suivant l'horizontale = environ 88 tonnes/cm²
p_s suivant la verticale = environ 109 tonnes/cm².
Sur toute la surface de l'avant-corps, de $d = 0$ à $d = C$, soit pour $T = 0{,}866\,C$ (pour la forme de bombe envisagée) on aura en moyenne:
$p = 2{,}73$ tonnes/cm².

La pression spécifique supportée par le matériau, son écrasement, écrouissage, donnent pour ΔT infiniment petit $p = \infty$ donc une effort énorme provoquant l'éclatement de la surface autour du point d'impact, un affaiblissement de l'épaisseur B.

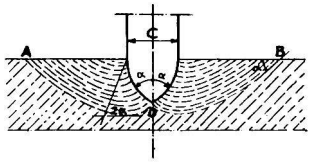

Fig. 8

Prandtl a étudié (fig. 8) le phénomène avec le poinçon plat et le poinçon cônique donnant un faisceau de lignes d'efforts qui sont en réalité des spirales logarithmiques. Ici également, l'angle au sommet α est supposé constant.

Ces appoints de théorie élémentaire sont-ils susceptibles de développements mathématiques *utiles*?

Ce serait en partie le cas si la bombe d'avion était un solide indéformable fixé au piston d'une puissante presse hydraulique, la pénétration dans le matériau d'essai étant réglable dans le temps. Nous sommes persuadés que de telles expériences contribueraient à éclaircir certains points de détail. Elles ne résoudraient cependant pas le problème aussi bien que l'expérimentation «en vrai». Nous savons que la bombe d'avion est loin d'être indéformable. La charge explosive possède aussi sa part d'énergie cinétique; au moment du choc, de la diminution de vitesse, elle

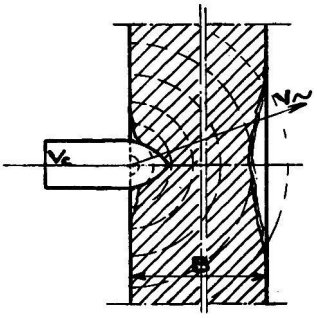

Fig. 9

exerce une force contre la paroi métallique, elle l'«emboutit» contre la surface du matériau de protection.

Mais le facteur déterminant c'est *le temps*.

E_c est annullé par frottement, échauffement, dans le temps très petit d'une *fraction de seconde*. Des essais (approximatifs) de mesure de temps ont relevé des valeurs de l'ordre de $^1/_{30}$ème à $^1/_{10}$ème de seconde.

Les phénomènes *d'accélération de masse* et de vibration que l'on ne pourrait répéter à la presse hydraulique, jouent un rôle primordial.

L'accélération $= \frac{d^2T}{dt^2} = \frac{P}{m}$, où P est la somme des forces accélératrices (choc), sera naturellement moindre lorsque nous aurons de fortes épaisseurs de béton, la masse du matériau étant considérable. Par contre, lorsqu'il s'agira de planchers d'immeubles, elle sera très sensible.

La vitesse de l'onde de compression mesurée dans l'acier à blindages où elle est de l'ordre de 5000 m/sec ne nous est pas connue dans le béton où nous l'estimons à

$$v \sim = \text{environ } 8 \div 9 \; v_c \text{ m/sec},$$

mais l'effet d'accélération de masse et le travail mécanique qui en résulte seraient d'ores et déjà prouvés (si non calculés) par le détachement de «feuilles, d'écailles» de matériau (fig. 9) fréquemment observé sur la face postérieure de plaques d'essai de tir en métal ou en pierre qui n'ont pas été perforées par le projectile.

Quelles sont, quantitativement définies, les actions de frottement (et d'échauffement) sur des surfaces déformables, irrégulières, pour un coefficient de frottement variant dans des proportions actuellement inconnues et un état physique du matériau soumis à l'accélération de masse et à des vibrations, variables dans un temps inférieur à la minute seconde? (Fig. 10.) En l'état actuel de la question, il y a matière — et des plus intéressante — à poursuivre des essais méthodiques et complets.

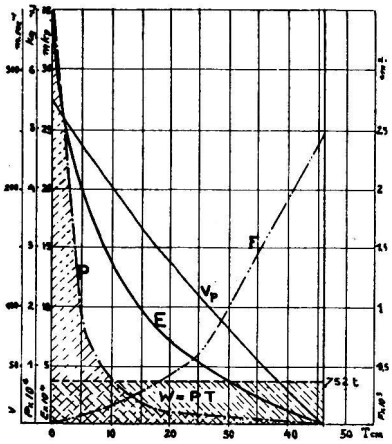

Fig. 10

Entre les formules de Cranz, Vallier, Pétry (artillerie) et celles de Justrow, Milota, Peres, Czernobrowkin et Vieser, nous avons essayé de mettre mieux en relief l'influence de la qualité du matériau qui sera ici le béton armé et non armé.

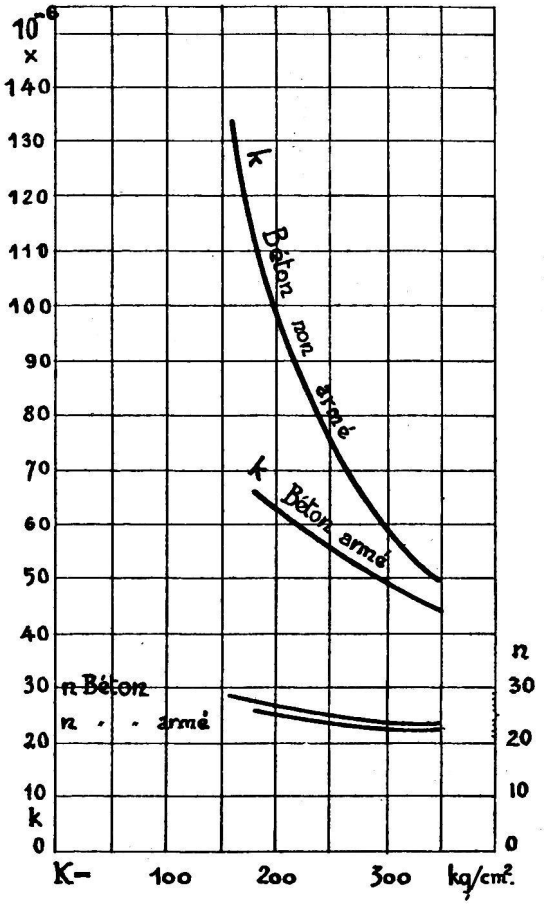

Fig. 11

Nous écrivons:

$$T_1 = f\,(G, \beta, C, v_c, K)$$

T_1 = profondeur de pénétration totale . . . cm

G = poids total de la bombe . . . . . kg

β = angle entre la trajectoire et la verticale par le but (fig. 4a) . . . . . degrés

C = calibre de la bombe (diamètre maximum au maître-couple) . . . . . cm
v_c = vitesse finale à l'impact . . . . . m/sec
k = $f(K)$ coefficient de qualité du matériau

$$T_1 = 63{,}5 \frac{G \cdot \cos\beta \cdot v^2 \cdot k}{C^2} \text{ cm} \qquad (14)$$

que nous écrirons également:

$$T = 1246 \frac{E_c \cdot \cos\beta \cdot k}{C^2} \text{ cm} \qquad (15)$$

formule dont l'emploi est plus commode pour le calcul d'ouvrages avec épaisseurs superposées de matériaux divers.

Les valeurs de $k = f(K)$ pour K = de 150 à 350 kg/cm² sur l'éprouvette de 30 cm après 28 jours sont données par les courbes de la fig. 11.

Tabelle II

Résistance K	150	180	200	270	350	kg/cm²
Proportion de mélange	1:7	1:6	1:5	1:4	1:3	parties
avec addition d'eau de 4—7 %.						

c) L'effet de déflagration.

La formule que W. Peres a développée dans le périodique allemand *Gasschutz und Luftschutz* no 11,

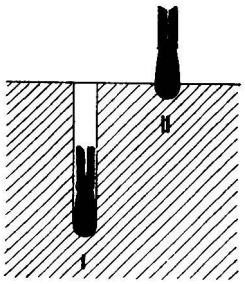

Fig. 12

1932, et no 6, 1933, nous paraît la plus adéquate pour le calcul d'ouvrages de D. P. A. Il faudrait, bien entendu, compléter cette formule en y introduisant un facteur a de l'explosif, mais en pratique, ce correcteur jouerait un rôle d'autant plus secondaire qu'il est difficile de l'appliquer en toute connaissance de cause. Naus avons donc:

T_2 = profondeur de destruction par l'explosion et rayon de destruction autour du foyer de déflagration . . . . . cm
G' = poids de la charge explosive . . . . . kg
n = $f(K, I)$ coefficient de qualité du matériau, tenant compte du bourrage de mine (fig. 11).

$$T_2 = n \cdot \sqrt[3]{G'} \text{ cm} \qquad (16)$$

On tient ici compte de l'«effet de mine» où le bourrage, c'est-à-dire la profondeur de la charge active joue un rôle important. Une même charge pénétrant profondément dans un sol végétal (fig. 12/1) aura un effet de mine plus efficace (déblai de matériaux) que si elle se trouve partiellement enfouie dans une épaisseur de béton (fig. 12/2).

d) Effet composé de destruction. T_3.

Nous adoptons également la formule de W. Peres, illustrée par la fig. 13, et nous avons pour la profondeur totale de destruction:

$$T_3 = \frac{T_1 - C}{2} + T_2 \text{ cm} \qquad (17)$$

Pour $C > T_1$ comme le cas peut se produire pour diverses formes de bombes où le rapport du poids G au calibre C est petit, le premier membre de droite de l'équation (17) devient négatif et se décompte de T_2. En effet, le centre de gravité de la charge explosive se trouve en pareil cas assez au-dessus de la surface du béton: il y a *mauvais effet de mine.*

e) Epaisseur du matériau de protection.

Cette épaisseur limitée à la profondeur de destruction T_3 serait insuffisante; il faut donc une surépaisseur de sécurité que l'on trouvera dans la tabelle IV ci-dessous.

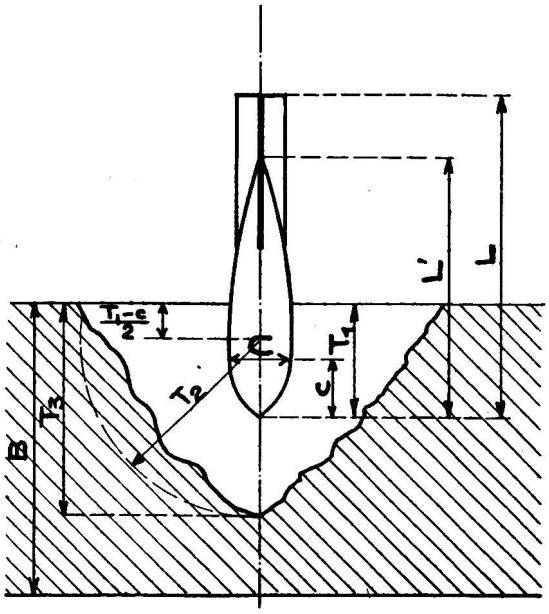

Fig. 13

La tabelle III, page 134, contient le résultat du calcul pour diverses formes de bombes. On y verra l'influence de la forme, du calibre.

La tabelle IV ci-dessous contient quelques valeurs qui diffèrent de celles contenues à la tabelle III. Ce fait est dû à ce que nous avons établi les *normes d'épaisseur sur la moyenne des calibres et charges explosives* pour chaque poids de bombe. On sait que ces valeurs varient suivant la fabrication. Les colonnes 4 et 7 contiennent les coefficients de sécurité σ qui ne doivent pas être réduits.

Tabelle IV

№	Poids G kg	Béton armé k = 56 · 10-6			Béton non armé k = 77,5 · 10-6		
		T_3 cm	σ	B cm	T_3 cm	σ	B cm
1	2	3	4	5	6	7	8
1	50	53		98	67,5		125
2	100	67	1,86	125	86,5	1,86	160
3	200	79		145	100		185
4	300	100	1,6	165	130	1,6	210
5	500	118		190	—	—	—
6	1000	188		225	—	—	—
7	1800	229		275	—	—	—

Les normes ci-dessus sont calculées pour un béton armé et non armé de 240 kg/cm² de résistance. Pour

d'autres qualités de béton, on établira le rapport de k_{240} à k_K, les coefficients de sécurité restant identiques. Le béton non armé, à partir de bombes de 300 kg, ne sera pas employé, sauf cas exceptionnels. Nous recommandons même l'usage du béton armé pour toutes les protections bétonnées à établir.

En ce qui concerne l'armature de béton, son influence est certaine; on n'a cependant pas encore déterminé de quelle manière, eu égard au mode de ferrage. Nous croyons néanmoins qu'il y aura lieu de s'en tenir, comme nous l'avons fait, au ferrage sur les deux faces. Une disposition en treillage avec mailles en carré ou losange dont l'espace ne dépasse pas 20 cm contribue à un meilleur arrêt de la bombe.

La fig. 11 montre que k et n se rapprochent l'un de l'autre à mesure que l'on a un béton de meilleure qualité. Pour de hautes résistances K, on pourra éventuellement employer un béton d'excellente qualité avec un ferrage réduit au stricte nécessaire. Il s'agit là d'une question d'opportunité, de prix, que le spécialiste devra résoudre dans le sens de la plus grande économie. *(A suivre.)*

Tabelle III

№	Fabrication	Poids total G Kg.	Calibre C cm	Longueur L mm	Longueur L' mm	Longueur en calibres $\frac{L'}{10 \cdot C}$	Charge explosive G' Kg.	T_1 (Form. 14) cm	T_2 (Form. 16) cm	T_3 (Form. 17) cm
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	A	22,5	21,3	854	792	3,7	4,5	14,3	42,9	38,5
2	Fi	50	17,8	1300	1100	6,2	25	45,4	76,2	62,4
3	A	50	27,0	946	540	2,00	12,7	19,8	60,6	57,1
4	Fr	100	30,0	1500	1470	4,90	50	31,2	96,0	96,1
5	A	235	45,7	1828	1171	2,56	81,5	32,5	113,0	99,4
6	Fr	300	32,0	1720	1335	4,45	162	84,5	141,8	168
7	USA	500	62,9	2151	2100	4,20	∽ 250	36,4	163,7	150,5
8	„	906	41,5	3250	2600	6,26	∽ 500	152,0	206,2	261,3
9	„	1800	54,0	3900	3150	5,84	1000	178,5	260,0	322,25

(2) A = Angleterre; USA = Etats-Unis d'Amérique; Fi = Finlande (Arsenal de Bofors); Fr = France.
(9, 10, 11) les valeurs de ces colonnes sont calculées pour H = 4000 m, V = 300 km/h. Béton non armé avec k = 77,6.10^{-6} (Fig. 11) et n = 25,3 (Fig. 11).

Ueber Desinfektion von Gasmasken.

Von J. Thomann, eidg. Armee-Apotheker.

Unter diesem Titel erschien in Nr. 5 dieser Zeitschrift eine kurze Notiz.[1]) Da ich diese Frage in der letzten Zeit experimentell geprüft habe, sei es mir erlaubt, mich zu diesem Thema auch zu äussern.

Es ist ohne weiteres klar, dass Gasmasken, die in aufeinanderfolgenden Instruktionskursen über Luftschutz und Gasschutz zur Verwendung kommen, zwischen jedem Kurs zum mindesten gereinigt und gelüftet werden müssen. Man begnügt sich aber meistens nicht damit, sondern man unterwirft die gebrauchten Masken vor ihrer Wiederverwendung einem Desinfektionsverfahren. Dies von der Annahme ausgehend, dass die Uebertragung von ansteckenden Krankheiten durch Gasmasken möglich sei. Offenbar denkt man dabei an Krankheiten, die ihren Sitz im Nasen-Rachenraum haben und wohl auch an übertragbare Hautkrankheiten. Als Desinfektionsverfahren werden im erwähnten Artikel angeführt einerseits das Abtupfen der Gasmasken mit einer 1 ‰ Chinosollösung. («Chinosol» ist ein markengeschütztes deutsches Präparat.) Von diesem Verfahren aber wird gesagt, es sei nicht zuverlässig, weil dessen Wirkung nur oberflächlich. Andrerseits wird als «Begasungsmethode» die Behandlung der Gasmasken mit Formalindämpfen empfohlen, bei einer Einwirkungszeit von sieben Stunden. Nach unsern, mit diesem Verfahren wiederholt ausgeführten praktischen Versuchen ergab sich, dass Eitererreger abgetötet werden, und zwar bei folgender Anordnung der Versuche:

In einem gut abschliessbaren und abgedichteten Holzkasten wurden auf ihrer Innenseite mit Staphylokokkus aureus und andern Eiterkokken infizierte Gasmasken während sieben Stunden Formalin-Wasserdämpfen ausgesetzt. Um letztere in wirksamer Konzentration zu erhalten, wurden pro Kubikmeter Raum 25 g Formaldehydlösung (Gehalt zirka 36 % Formaldehyd), 25 g Wasser und 25 g kristallisiertes Kaliumpermagnat zur Entwicklung gebracht. Bekanntlich sind die Formalindämpfe nur dann voll wirksam, wenn sie mit Wasserdämpfen gemischt sind. Trockenes Vergasen von Formalinpastillen

[1]) «Protar» Nr. 5, pag. 92 «Ueber Desinfektion von Gasmasken». Von Hugo Stolzenberg, Referat durch «Süddeutsche Apothekerzeitung» 1935, Nr. 4.