

Caractéristiques et fonctionnement des appareils et des installations antigaz

Autor(en): **Sandoz, L.-M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Protar**

Band (Jahr): **5 (1938-1939)**

Heft 2

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-362661>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Mit dieser Einrichtung können auch Verunreinigungen des Trinkwassers mit gas- und nebelförmigen sowie mit flüssigen chemischen Kampfstoffen festgestellt werden, was anhand der im Text aufgeführten Versuche nachgewiesen wird.

Ein solches Wasser kann verdächtig sein durch den eigenartigen Geruch, besonders bei erhöhter Temperatur, durch die erhöhte Oxydierbarkeit

sowie auch durch einen erhöhten Gehalt an Chlorion und eine Herabsetzung des p_{H} , letzteres meist als Folge der Hydrolyse.

Da die Hydrolyse bei flüssigem Yperit und bei den Arsinen (Blaukreuz), wie die Versuche zeigen, nur langsam vor sich geht, sind derartig verunreinigte Wässer für den Genuss ganz besonders gefährlich, eine Feststellung, die auch schon von andern Autoren gemacht worden ist.

Caractéristiques et fonctionnement des appareils et des installations antigaz Par le Dr ing. L.-M. Sandoz

Note de l'auteur. Nous avons eu l'occasion en collaborant avec MM. Bernard et Bloch, ingénieurs à Genève, de mettre l'accent, il y a deux ans, dans la revue *Protar* (no 12, 1936), sur les possibilités d'aménagement d'un abri dans un immeuble locatif de Genève. Nous avons étudié de très près la question de la ventilation artificielle et avons réfuté les arguments militant en faveur d'une organisation sommaire. Il est indispensable, en effet, de se pénétrer de la nécessité d'installations antigaz parfaitement mises au point et ne souffrant d'aucune imperfection. M. G. Bernard, en particulier, avait mis en vedette les inconvénients de l'aération artificielle par filtrage et avait préconisé une étude plus complète encore de la question.

Qu'il nous soit permis aujourd'hui d'envisager, à la lumière des renseignements qui nous ont été fournis par les directeurs techniques de la Société industrielle de constructions antiaériennes-antigaz, à Genève, les données précises du problème qui se pose à tous ceux qui veulent assurer la sécurité des populations civiles en cas de conflit. Nous tenons à remercier ici tout spécialement la direction de S. I. C. A. A. qui a mis à notre disposition, avec une amabilité à laquelle nous rendons hommage, toute la documentation nécessaire. Grâce à elle, nous sommes en mesure d'apporter quelques précisions permettant de résoudre l'épineux puzzle des constructions antigaz.

Quelques données préliminaires.

Sans vouloir entrer ici dans des considérations de physiologie respiratoire qui n'auraient aucune utilité, nous tenons à rappeler que le poumon a comme fonction cardinale de permettre un double échange gazeux: circulation de l'oxygène de l'atmosphère au poumon et, en sens inverse, circulation de CO_2 . Les phénomènes qui se produisent dans l'organisme ont été étudiés de très près par les physiologistes, lesquels ont mis en évidence les notions d'équilibre acide-base, les variations de cet équilibre, le mécanisme de l'action régulatrice du p_{H} du sang, etc.

Or donc, si l'on veut, en cas d'attaque aérienne, protéger la population civile, il faut la mettre à l'abri des gaz toxiques de quelque nature qu'ils soient, en la confinant dans des abris où la respiration puisse se poursuivre sans inconvénients. Il faut

dès lors envisager leur situation topographique, leur mode de construction, leur étanchéité, le renouvellement de l'atmosphère intérieure.

Les appareillages antigaz doivent être réalisés, si l'on veut être absolument précis, de manière à tenir compte des données physiologiques relatives à la respiration et à prévoir l'arrêt des gaz toxiques quels qu'ils soient, que l'ennemi peut utiliser. De plus, les abris doivent présenter des caractéristiques physiques déterminées de façon à recevoir sans difficultés des appareillages antigaz dont les modalités d'emploi soient bien définies. Il s'en suit tout naturellement qu'il faut examiner les divers points suivants à la lumière des données les plus récentes de la technique:

- a) caractéristiques des filtres, cartouches et accessoires;
- b) qualité et nombre des circuits nécessaires pour assurer une protection efficace;
- c) débit et caractéristiques du ventilateur;
- d) construction de l'appareillage.

L'air dans lequel nous nous mouvons, est composé de O_2 dans la proportion de 20,94 %; de $N_2 = 79,03$ %, de $CO_2 = 0,03$ % et de gaz rares dont l'industrie a su tirer parti. Dans un milieu plus ou moins fermé, salle de spectacle, local clos, l'air respirable est plus ou moins rapidement absorbé par les personnes qui y sont enfermées et la proportion d'oxygène s'abaisse tandis que la teneur en gaz carbonique s'élève. De plus, certains produits toxiques d'émanation animale encore mal définis, prennent naissance et vicent l'air. En règle générale, dans les conditions habituelles, il y a suffisamment d'espace à disposition et de courants d'air pour assurer une atmosphère respirable avec un pourcentage d' O_2 suffisant. Dans les abris, où l'étanchéité doit être quasi absolue, il n'est plus questions de ces imperfections. Il devient nécessaire de maintenir la composition normale de l'air par un appel d'air extérieur filtré et que l'on amène dans l'abri pour créer une surpression avec évacuation subséquente, soit en régénérant l'atmosphère intérieure à l'aide de dispositifs déterminés, bombon-

nes à oxygène sous pression, peroxydes alcalins, KClO_3 , etc. et en éliminant le CO_2 provenant de la respiration. Les techniciens de la société à laquelle nous nous sommes adressés nous ont prouvé que leurs appareils sont étudiés de façon à obtenir dans un cas, comme dans l'autre, une teneur en O_2 supérieure à 17 % et un pourcentage de CO_2 inférieur à 1 %. Il est tenu compte en outre du quotient respiratoire qui, dans les cas prévus, peut varier de 0,8 à 0,50.

Les éléments fondamentaux des abris antigaz.

La protection collective, on l'a dit et répété, ne s'accommode pas de précipitation et de mesures de fortune. Rendre un local étanche n'est pas suffisant car il n'est que de songer à l'action d'une bombe explosive pour concevoir que des fissures peuvent se produire aisément malgré les précautions prises. Toutes les constructions devant assurer la protection collective doivent être étudiées avec la collaboration de spécialistes qui auront prévu les renforcements nécessaires pour obtenir la résistance à l'effet de souffle ou même, dans certains cas, au coup de plein fouet des bombes et torpilles aériennes.

Il est donc évident que les locaux affectés à la protection collective doivent présenter, dans tous les cas, une étanchéité parfaite, de façon à ce qu'ils puissent être assimilés à des vases clos dont l'atmosphère intérieure, même en temps de paix, demande à être renouvelée par un dispositif de ventilation spécial. Mais il va bien de soi que dès l'apparition des gaz toxiques, le système filtrant dont nous parlerons tout à l'heure aura à entrer en action et qu'il jouera le rôle d'un masque collectif purifiant l'air vicié en retenant les produits gazeux indésirables. Mais ce n'est pas suffisant, précisent les ingénieurs de S. I. C. A. A.

On peut supposer — et les conflits qui se prolongent en Espagne et en Extrême Orient le permettent — que les prises d'air extérieures sont détruites, obstruées, mises hors d'usage. L'abri étant intact, les occupants ne pourront plus être approvisionnés en air frais. C'est alors qu'intervient la régénération de l'air en circuit fermé, régénération constituant un élément supplémentaire de sécurité dont il serait puéril de se dissimuler l'importance. L'étanchéité de l'abri considéré est donc une condition *sine qua non* de sa valeur de protection puisqu'il doit présenter une surpression interne que les techniciens estiment devoir être de l'ordre de 10 cm d'eau. Il est intéressant de suivre les spécialistes dans leurs calculs, déterminant à l'aide de formules ad hoc, la mesure qualitative et quantitative de l'«ouverture». Cette mesure est extrêmement importante et doit être réalisée de manière mécanique et automatique pour obtenir la combinaison judicieuse et nécessaire des deux circuits de filtration et de ventilation.

Les ingénieurs de S. I. C. A. A. ayant ainsi examiné le problème, arrivent à la conclusion que les circuits de ventilation, de filtration, de régéné-

ration et de contrôle sont indispensables à la condition qu'à l'aide d'une combinaison de vannes simples, on puisse réaliser l'un ou l'autre de ces circuits. Il faut se pénétrer du fait qu'en cas de conflit, les abris multiples qui seraient prévus pour la population civile, ne seraient pas toujours placés sous la direction d'un personnel spécialisé et que, de la sorte, toute complication mécanique doit être impitoyablement bannie. D'autant plus que, lors d'une attaque, il se produit toujours, qu'on le veuille ou non, une certaine nervosité préjudiciable à toute manœuvre rationnelle. On doit donc pouvoir passer d'un circuit à l'autre sans difficultés et sans erreur.

Quelques détails techniques d'importance.

Les appareils qu'il nous a été donné d'examiner réunissent des qualités indispensables adaptées au but qu'ils doivent remplir. Certains types sont complètement démontables, en acier tréfilé et en fonte; d'autres sont monobloc et en silumine. Fait intéressant: chaque appareil peut être muni de un à six filtres construits pour des débits oscillant entre 500 à 1000 litres d'air à la minute. C'est ainsi que nous relevons des appareils:

- | | | |
|----|------------------------|-----------------------------|
| a) | à 1 filtre débitant de | 30 à 120 m ³ /h |
| b) | à 2 » » » | 80 à 240 m ³ /h |
| c) | à 3 » » » | 90 à 360 m ³ /h |
| d) | à 4 » » » | 120 à 480 m ³ /h |
| e) | à 5 » » » | 150 à 600 m ³ /h |
| f) | à 6 » » » | 180 à 720 m ³ /h |

Si l'on désire des débits supérieurs, il suffit simplement de réunir en parallèle deux ou trois appareils pour en constituer des batteries.

Les parties constitutives essentielles des appareils dont nous reproduisons ci-après la photographie sont les suivantes: tout d'abord un corps central qui rassemble les connexions des quatre circuits dont nous avons démontré la nécessité, puis ensuite un distributeur qui donne la possibilité de mettre en action l'un ou l'autre des circuits.

La partie intérieure tournante est commandée par un volant et par un levier d'insertion. Sur cette partie se trouve la partie supérieure frontale du distributeur où est fixée une plaque portant quatre numéros de couleur différente et quatre positions dissemblables d'arrêt, chacune correspondant à un des circuits.

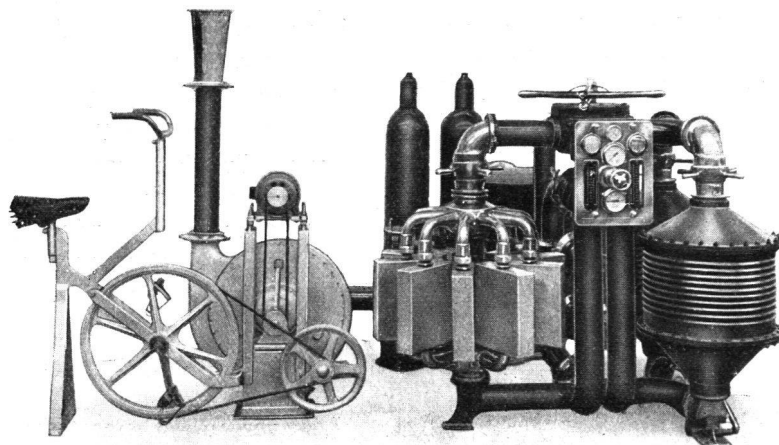
Le volant porte un pivot qui peut être fixé dans une des quatre positions d'arrêt. La manœuvre du passage d'un circuit à l'autre se réduit donc au déplacement du pivot d'un numéro à l'autre.

Pour arriver à une parfaite étanchéité en même temps qu'à une grande douceur de manœuvre et pour éviter la friction et l'usure des parties en mouvement, le pivot peut être levé pour effectuer le mouvement nécessaire au moyen d'un levier. Il sera ensuite bloqué.

La manœuvre à exécuter pour obtenir les circuits désirés est donc aisée. Le déplacement du

pivot produit automatiquement la mise en circuit ou l'isolement des appareils épurateurs.

La question des filtres a retenu notre attention, car la purification intégrale de l'air toxique est un critère fondamental de la valeur effective des dispositifs antigaz modernes. Les filtres polyvalents que nous avons examinés sont d'un type standard et contiennent le charbon actif classique préparé avec soin, ainsi que les substances connues s'opposant au passage des arsines.



Type d'appareil antigaz S. I. C. A. A. capable de débiter 240 m³ d'air par heure. On remarquera la présence de deux filtres et de la machine pneumophore.

Ces produits sont répartis en plusieurs couches et les filtres sont construits de façon à laisser passer, selon leur capacité, de 500 à 2000 litres d'air par minute. La standardisation des filtres est à notre avis, indispensable, car elle simplifie les opérations toujours possibles de groupement d'appareils et le transport des filtres d'un abri à l'autre en cas de nécessité. L'interchangeabilité doit être respectée dans tous les cas. Les filtres sont insérés dans deux prises, l'une inférieure, l'autre supérieure, ce qui permet de régler la pression sur les joints et d'obtenir une parfaite étanchéité. Le contrôle du flux à travers chaque élément filtrant est assuré par un compteur de passage d'air. Extérieurement, les filtres sont entourés d'une enveloppe ondulée présentant les avantages que l'on sait et le charbon actif lui-même est compris entre deux filets de soutien appliqués sur un châssis circulaire.

La régénération dont nous avons dit quelques mots tout à l'heure est effectuée à l'aide de deux types de cartouches, les unes à NaOH, les autres contenant des peroxydes de métaux alcalins. La construction des deux types en cause est absolument la même; seul, le chargement est différent. Dans le cas de la cartouche à NaOH le gaz CO₂ uniquement est absorbé, tandis qu'avec Na₂O₂, CO₂ est absorbé et de l'oxygène est mis en liberté. La cartouche se compose essentiellement d'un réservoir en fer blanc étanche, présentant deux ouvertures respectivement pour l'entrée et la sortie de l'air. Une série de filets

soutiennent, à l'intérieur, les composés régénérateurs et quelques autres filets de la laine de verre, dont l'usage, comme on le sait, se généralise de plus en plus. Toutes les cartouches contenant chacune une charge de 2500 g environ des produits précités, sont montées parallèlement sur le régénérateur tournant à prises radicales. De la sorte, le passage de l'air à travers lesdites cartouches est parfaitement équilibré et pour obtenir une dispersion normale provenant de la chaleur de réaction (la combinaison

CO₂ + 2 NaOH étant exothermique) la surface des parois extérieures est rendue suffisamment grande.

Relevons encore la présence d'une machine pneumophore autocompensée, d'un haut rendement, pouvant être actionnée soit par un moteur, soit à bras, soit encore par une pédale. Les préposés à la marche de l'appareil ont devant eux tous les instruments nécessaires leur permettant d'en contrôler le fonctionnement.

Nous résumerons l'examen que nous venons de faire des appareils décrits, en mettant en vedette les qualités intrinsèques qui en font la réelle valeur. C'est sans aucun doute, à notre avis, la présence du *circuit de contrôle* qui est capitale. On peut, de la sorte, avec la plus grande facilité, déterminer qualitativement et quantitativement les fuites d'air de l'abri, toujours possibles, et remédier aux ennuis y afférents. De plus, *la commande unique centralisée*, établissant automatiquement l'isolement de chaque appareil, des filtres et des cartouches, et assurant la commande de l'installation et des circuits par un organe central, exclut toute possibilité d'erreur. Par ailleurs, *la réalisation de quatre circuits indépendants* est une solution excellente pour tous les abris collectifs antigaz. Les circuits qui ne travaillent pas de façon indépendante peuvent conduire à des méprises pour le moins inopportunes. Enfin, la régénération qui est considérée comme une installation subsidiaire par les ingénieurs-constructeurs que nous avons consultés, est indispensable pour le

cas où la filtration s'avérerait inopérante. Il résulte de ces données très générales que les appareils modernes de protection antigaz doivent satisfaire à des conditions précises d'utilisation et rendre, sous un volume réduit, le maximum de services.

Relevons encore, dans le domaine qui nous occupe présentement, les divers éléments dont on ne saurait se passer dans la construction des abris antiaériens. Nous voulons parler des *portes étanches antisouffle*; des *portes antigaz*, lourdes et légères; des *fenêtres et hublots antisouffle et antigaz*; des *soupapes brevetées* hydrauliques ou non; des *préfiltres* destinés à arrêter les poussières volumineuses, ce qui est très utile dans certains cas; des *installations pour le conditionnement de l'air*; des *refroidisseurs d'air* à circulation d'eau; des *filtres spéciaux contre le CO*, des *appareils détecteurs de gaz toxiques* et assurant la neutralisation des produits agressifs, etc.

Ce sont là des éléments de premier plan qui méritent un sérieux examen. Nous nous contenterons pour l'instant de l'étude des portes étanches antisouffles, nous proposant de revenir, dans un prochain exposé, sur les autres éléments du problème. La réalisation de toutes ces questions requiert un long travail qui ne souffre aucune imperfection.

Portes antisouffle et antigaz.

Dans la littérature moderne relative à la défense aérienne passive et à la protection collective par abri, on trouve peu de renseignements précis sur la construction des portes destinées d'une part à résister au souffle puissant résultant de l'éclatement des bombes et des torpilles aériennes dont le poids atteint dans certains cas 1800 kg et, d'autre part, à empêcher par leur étanchéité soigneusement établie, l'entrée des produits nocifs de tous ordres déversés par les escadrilles indésirables.

La construction des portes est très délicates. Aussi les ingénieurs ont-ils étudié ce problème sérieusement et S. I. C. A. A. nous a présenté des types de constructions brevetées dans de nombreux pays après plus de dix ans d'études théoriques et pratiques.

Dans tous les abris antiaériens, les portes extérieures doivent être adaptées à la structure des locaux à protéger. Nous pouvons classer rationnellement ces portes en trois types bien définis, répondant à des conditions d'utilisation différentes, à savoir:

- a) portes antisouffle,
- b) portes antigaz lourdes,
- c) portes antigaz légères.

La pratique a démontré que cette classification élémentaire était entièrement justifiée et permettait de résoudre avantagusement le problème de la porte de protection.

Il est rationnel d'appliquer aux ouvertures d'accès des abris, des *portes antisouffle* capables de résister à l'action du déplacement d'air provoqué

par l'explosion des bombes à proximité de l'abri antiaérien. La porte brevetée que nous avons vue se compose d'un cadre robuste fixé à la paroi par des tirants d'ancrage qui traversent les murs. Le battant de la porte est constitué par deux plaques de tôle, réunies à l'aide d'un entretoisement métallique. L'ensemble est soudé et le tout forme une pièce monobloc extrêmement résistante. La partie intérieure est remplie de ciment de fer. Le battant est soutenu par trois doubles charnières qui permettent le déplacement de la porte, selon la direction nécessitée par l'ouverture normale, de même que perpendiculairement au cadre.

Le système des joints se compose d'une plaque métallique fixée au battant de la porte; cette plaque est munie d'un joint complémentaire en plomb. Les joints en caoutchouc peuvent facilement être changés sans qu'il soit nécessaire de déplacer ou de démonter les parties mécaniques. La fermeture s'effectue par blocage latéral au moyen de six solides verrous. Un volant central met en action les engrenages et déplace, de même, les verrous en question.

Les verrous s'encastrent dans des soutiens mobiles à traction à ressorts qui compriment les battants contre le cadre. La compression peut être graduée à l'aide d'un dispositif spécial augmentant ou diminuant la pression des ressorts. De cette manière, le battant de la porte comprime les joints avec l'intensité nécessaire pouvant varier selon les circonstances. La porte peut, en effet, être fermée normalement, sans compression des joints; ce n'est qu'en cas d'alerte qu'elle est rendue absolument étanche. Les portes antisouffle sont construites pour une pression de 10'000, 20'000 et 50'000 kg par mètre carré! Les poids correspondant pour les dimensions normales 0,8 m × 1,8 m sont de 750 à 1050 et 1500 kg. De la sorte, on est absolument tranquille.

Certes, lesdites portes peuvent être construites, si le besoin s'en avère indispensable, pour résister à des pressions encore plus grandes. Dans le cas d'abris très exposés, cela se justifie parfois.

Quant aux portes antigaz lourdes, elles possèdent toutes les caractéristiques des portes antisouffle. L'analyse de la structure intérieure permet de constater qu'il y a là une sorte de grille résistante, donnant la possibilité au battant de la porte de résister à l'action totale de la pression, tandis que les tôles que renferme la grille ont une résistance moindre. Le cadre de la porte est un châssis robuste avec ancrage dans le mur. Le battant est appliqué au cadre à l'aide de doubles charnières et il est complètement démontable pour permettre dans n'importe quel cas de pouvoir sortir de l'abri. Il faut penser à tout!

Dans la partie supérieure un hublot muni de verre de sécurité est appliqué avec soin. La commande de la porte s'effectue au moyen d'un volant central actionnant les verrous, comme précédem-

ment. La fermeture étanche est assurée de la même façon que pour les portes antisouffle avec des joints en caoutchouc pouvant être facilement changés sans démonter les parties mécaniques. Les joints sont comprimés par des verrous à ressorts et le degré de compression nécessaire s'obtient facilement au moyen d'un dispositif spécial. La distribution régulière de la pression est donc parfaitement assurée même s'il y a déformation du cadre. La porte est en outre munie d'une serrure antigaz pour la fermeture à clé, fermeture pouvant s'effectuer aussi bien de l'intérieur que de l'extérieur. Les portes antigaz lourdes sont construites pour une pression allant jusqu'à 5000 kg par mètre carré, ce qui est suffisant. Leur poids est de 450 kg pour les dimensions normales précitées.

Les caractéristiques des portes antigaz légères sont semblables à celles de la porte précédente, mais elles sont construites pour une résistance allant jusqu'à 500 kg par mètre carré. Leur poids est de 170 kg. Le battant de la porte ne contient pas de ciment de fer. Toutes les portes antigaz et antisouffle, lourdes et légères sont montées de façon à ce que l'on puisse les inverser facilement en cas de nécessité, de l'intérieur à l'extérieur, laissant libre la sortie.

N'oublions pas de signaler que, selon un diagramme précis établi par les techniciens compétents représentant la pression en kg/cm^2 ($1 \text{ kg/cm}^2 = 10'000 \text{ kg/m}^2$) provoquée par des bombes de charges différentes, en fonction de la distance du lieu d'explosion, on arrive à la conclusion que la porte antisouffle du type 50'000 kg par mètre carré résiste à l'explosion d'une bombe de 500 kg qui éclate à une distance de 7 m ou à l'explosion d'une bombe de 1000 kg éclatant à une distance de 12 m.

On accède toujours à l'abri par un sas. Le sas est divisé, pour accroître le coefficient de sécurité, en deux parties:

- a) une antichambre dite *présas*,
- b) le sas proprement dit.

Nous aurons dès lors trois portes à mettre en place, soit une porte antisouffle à l'extérieur, une porte antigaz lourde entre le présas et le sas et une porte légère après le sas.

En cas d'explosion d'une bombe devant l'abri, la porte antisouffle est mise en vibration par les pressions d'ondes et surtout par les alternatives de pressions et de dépressions de chaque éclat. Ces vibrations ont pour effet de faire perdre à la porte son étanchéité et transmettent dans le présas une partie de la différence de pression. D'autre part les ressorts de la porte sont comprimés et une partie de l'énergie de l'explosion est détruite. Il faut donc prévoir après la porte antisouffle, une deuxième porte assez forte pour résister à cette pression réduite, porte qui, en outre, doit rester étanche. C'est la porte antigaz lourde qui sera placée entre le présas et le sas. Par contre, une porte légère entre le sas et l'abri suffit pour maintenir l'étanchéité de ce dernier.

Comme on l'aura vu à la lecture de ces quelques données très générales, les questions de protection collective se précisent chaque jour davantage grâce à l'effort des ingénieurs et des chercheurs qui font progresser la défense parallèlement au développement des moyens d'agression. Ce sont là des enseignements qu'il faut suivre pas à pas. Tout ce qui tend à l'accroissement de la sécurité des installations antigaz, à la simplification de leur manœuvre, à la perfection de leur mécanisme, doit retenir notre attention.

Bauliche Massnahmen zum Schutze der Bevölkerung und der Luftschutztruppen

Von Dipl.-Ing. L. Simmen, Zürich

Der Luftangriff erfolgt mittelst Bombenflugzeugen. Diese Kampfflugzeuge sind bewaffnet mit Maschinengewehren, zu denen oft eine kleinkalibrige Kanone tritt, und andererseits mit Bomben. Ihre Flughöhe kann zwischen 4000 und 8000 m variieren, die Fluggeschwindigkeit beträgt 250 bis 400 km/Std. Die Tragfähigkeit bewegt sich zwischen 200—2000 kg. Je höher das Flugzeug und je grösser seine Geschwindigkeit ist, desto kleiner ist die Treffsicherheit. Die wirksame Bombardierung von Einzelzielen bietet immer noch grosse Schwierigkeiten.

Wir unterscheiden verschiedene Bombenarten: *Brisanzbomben*, *Brandbomben* und *Gasbomben*.

1. *Brisanzbomben*. Diese haben ein Gewicht von 6—1000 kg. Die Sprengladung macht ungefähr die Hälfte des Gewichtes aus. Die Splitterbombe wiegt 6—50 kg und wird vorzugsweise gegen lebende Ziele verwendet. Ihre Wirkung ist ähnlich derjenigen von Artilleriegeschossen und erstreckt sich auf einen Umkreis von zirka 200 m. Gegen feste Ziele wird die Sprengbombe verwendet. Für unsere Verhältnisse wird nur in seltenen Ausnahmefällen mit Bomben über 300 kg zu rechnen sein. Die Auftreffgeschwindigkeit beträgt je nach Bombengewicht bis 260 m/sek., liegt also bedeutend tiefer als diejenige unserer Artilleriegeschosse, die etwa 400 m/sek. beträgt. Die Auftreffwinkel liegen je