
ITAP 1984

1750.00/8 f

Instructions techniques pour la construction d'abris obligatoires



DÉPARTEMENT FÉDÉRAL DE JUSTICE ET POLICE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROTECTION CIVILE

Instructions techniques pour la construction d'abris obligatoires

(du 1^{er} février 1984)

L'Office fédéral de la protection civile, vu l'art. 20, 2^e al., de la loi fédérale du 4 octobre 1963¹⁾ sur les constructions de protection civile, vu l'ordonnance du Conseil fédéral du 11 août 1976²⁾ concernant les normes d'efficacité des constructions de protection civile, arrête les instructions suivantes:

Article premier

Les présentes instructions techniques du 1^{er} février 1984 pour la construction d'abris obligatoires entrent en vigueur le 1^{er} avril 1986.

Par cette entrée en vigueur, elles abrogent toutes les prescriptions, instructions et directives contraires, en particulier:

- a) les ITAP 1966, instructions techniques du 15 novembre 1966³⁾ pour la construction d'abris privés;
- b) la circulaire no 230 du 8 décembre 1971⁴⁾ de l'Office fédéral de la protection civile concernant les instructions techniques pour la construction d'abris privés:
 - dimensions intérieures minimales exigées pour les tracés d'abris,
 - prises d'air et sorties de secours,
 - réservoirs à combustibles à l'intérieur du tracé du bâtiment,
 - treillis d'armature,
 et les prescriptions du 11 novembre 1971⁴⁾ de l'Office fédéral de la protection civile modifiant les instructions techniques pour la construction d'abris privés;
- c) la circulaire no 7/76 du 22 octobre 1976⁵⁾ de l'Office fédéral de la protection civile concernant le commentaire sur l'application des instructions techniques pour la construction d'abris privés.

Article 2

A partir du 1^{er} avril 1986, ne seront construits que des projets élaborés d'après les instructions techniques du 1^{er} février 1984 pour la construction d'abris obligatoires.

Les projets approuvés en application des prescriptions en vigueur jusqu'à ce jour ne peuvent être exécutés que si les travaux ont débuté avant le 1^{er} janvier 1987. Une fois ce délai écoulé, les projets seront adaptés aux instructions techniques du 1^{er} février 1984 pour la construction d'abris obligatoires.

Article 3

Les genres suivants d'abris seront réalisés selon les instructions techniques du 1^{er} février 1984 pour la construction d'abris obligatoires:

- abris obligatoires dans des bâtiments privés,
- abris obligatoires dans des bâtiments publics, à l'exception des abris dans des établissements hospitaliers et des maisons pour personnes âgées de plus de 30 habitats protégés,
- abris publics dans des bâtiments publics et privés, à l'exception des abris dans des garages souterrains.

Article 4

En application de l'art. 9, 2^e al. de l'ordonnance du 27 novembre 1978⁶⁾ sur les constructions de protection civile et de l'art. 24, 2^e al. de l'ordonnance du

22 octobre 1965⁷⁾ sur la protection civile dans les établissements fédéraux et les entreprises de transport au bénéfice d'une concession, l'Office fédéral de la protection civile délègue ses attributions aux cantons et aux organes mentionnés à l'art. 24, 2^e al. de l'ordonnance précitée, en matière d'approbation de projets d'abris selon l'art. 3 à l'exception des abris publics.

Office fédéral de la protection civile, Berne

Le directeur:

Hans Mumenthaler

¹⁾ RS 520.2; FOPC 29 29
²⁾ RS 520.23; FOPC 24 22
³⁾ FOPC 5 25
⁴⁾ FOPC 16 59
⁵⁾ FOPC 25 30
⁶⁾ FOPC 31 43
⁷⁾ RS 521.1; FOPC 3 19

Préface

La première édition des ITAP remonte à plus de 15 ans. A cette époque, on ne trouvait ni en Suisse ni à l'étranger des instructions techniques pour la construction d'abris tenant compte également de la protection contre les effets des armes nucléaires. C'est pourquoi il est réjouissant de constater que ces instructions techniques, absolument nouvelles, ont été acceptées et appliquées avec peu de difficultés initiales par la plupart des utilisateurs. Depuis lors, plus de 150 000 abris ont été construits en Suisse conformément à ces instructions. Leur capacité varie de quelques places à plusieurs centaines de places. Ces abris constituent aujourd'hui l'épine dorsale de la protection civile suisse.

Il est compréhensible que l'application des ITAP 66 ait fait l'objet de nombreux examens critiques. Tandis que la majorité de ces problèmes ont pu être résolus, de nombreuses connaissances nouvelles ont été acquises au cours des ans. Il s'agit avant tout de certains effets des armes qui exigent une vérification plus différenciée de la protection, comme par exemple la radiation nucléaire primaire. Il en est de même des problèmes du climat dans les abris, de l'influence d'incendies secondaires et de certains problèmes statiques de l'enveloppe de l'abri. De façon générale, il fallait éliminer des insuffisances reconnues et des lacunes et mettre à profit, dans la nouvelle version, les riches expériences acquises de part et d'autre.

La présente version des ITAP se compose de quatre chapitres et d'une annexe. Leur présentation correspond généralement à celle des deux autres instructions, c'est-à-dire aux ITO (Instructions techniques pour les constructions de protection des organismes et du service sanitaire) et aux ITAS (Instructions techniques pour abris spéciaux):

- Le premier chapitre donne une description générale de l'abri ITAP, suivie d'un exposé détaillé des impacts auxquels il est exposé, de la protection qu'il offre, des phases d'utilisation et des exigences liées à un séjour prolongé. Un tableau récapitulatif du processus de planification et de construction facilite l'usage des ITAP. Des remarques sur la nature et le nombre d'exemplaires du projet à présenter complètent ces indications administratives.*
- Le deuxième chapitre présente une vue d'ensemble du procédé de planification et comprend les données fondamentales pour la détermination des dimensions de l'abri. Figurent ensuite des indications concernant la disposition et la configuration de l'abri dans le sous-sol du bâtiment ainsi que les mesures à prévoir en cas de dangers spéciaux. Le chapitre contient en outre de nombreuses esquisses à titre d'exemples, ainsi que les prescriptions de construction s'appliquant aux entrées, aux sorties de secours et aux voies d'évacuation. Des dispositifs éprouvés d'installations de ventilation sont présentés en liaison avec la configuration des sorties de secours. Des indications portant sur la disposition et la configuration des locaux réservés aux toilettes terminent le chapitre.*
- Le troisième chapitre traite avant tout de la ventilation. Les éléments du système de ventilation ont été simplifiés à tel point que le projet peut être établi directement par l'architecte dans la plupart des cas. Ce chapitre contient aussi des instructions relatives à d'éventuelles installations d'alimentation en eau et*

d'évacuation des eaux usées, aux installations électriques et aux conduites et appareils étrangers à l'abri.

- Le quatrième chapitre contient, en plus de nombreuses règles de construction, les indications indispensables pour le dimensionnement par rapport au rayonnement nucléaire et aux effets thermiques d'incendies. Par ailleurs, il indique, pour le dimensionnement, les charges statiques de remplacement résultant des charges dynamiques dues à l'onde de choc. Une autre partie du chapitre est consacrée spécialement à la description du procédé de dimensionnement statique et tient également compte de quelques cas particuliers de charge de la dalle de l'abri. Une armature standardisée est présentée pour le sas, respectivement pour la partie de l'enveloppe de l'abri dans laquelle se trouve la porte blindée. Des exemples démontrent le dimensionnement d'après la méthode de calcul en plasticité.
- L'annexe consiste en une liste de référence pour une réception appropriée de l'abri. Elle fournit simultanément à l'architecte et à l'ingénieur les critères pour vérifier la qualité et la sécurité de l'abri.

Une liste des abréviations et des dénominations utilisées ainsi qu'un tableau des unités usuelles du Système International d'unités SI complètent cette annexe.

Dans quelques cas de planification et de dimensionnement, les présentes instructions peuvent aboutir à des résultats divergeant de ceux des ITO et des ITAS. C'est le cas du dimensionnement par rapport au rayonnement nucléaire et aux effets thermiques d'incendies, des charges et du dimensionnement statique ainsi que de quelques autres prescriptions.

Ces divergences proviennent, en premier lieu, du fait que les ITAP exigent une présentation beaucoup plus générale en raison de leur domaine d'application plus vaste et du grand nombre d'abris relativement petits. De plus, le genre d'utilisation et l'importance de certains éléments des abris selon les ITAP diffèrent de ceux des constructions selon les ITO et les ITAS.

Table des matières

	Page
1. Bases et hypothèses	11
1.1 Description générale de l'abri ITAP	11
1.2 Contre quels effets des armes l'abri protège-t-il ses occupants?	13
1.21 Hypothèse concernant les menaces	13
1.22 Etendue et degré de la protection	14
1.23 Protection contre les armes atomiques	14
1.24 Protection contre les armes conventionnelles	19
1.25 Protection contre les armes chimiques	20
1.26 Protection contre les armes biologiques	21
1.27 Protection contre les effets secondaires des armes	21
1.3 Utilisation des abris destinés à la population	22
1.31 Phases d'action	22
1.32 Exigences liées à un séjour prolongé dans l'abri	23
1.4 Instructions administratives pour la planification et la construction	25
1.41 Procédure à suivre et tâches des participants	25
1.42 Nombre de places protégées	27
1.43 Liste des documents à préparer par l'auteur du projet, respectivement par le maître de l'ouvrage	27
2. Planification de l'abri	29
2.1 Procédé de planification	29
2.2 Exigences minimales en espace	30
2.3 Emplacement de l'abri	32
2.31 Disposition dans le bâtiment	32
2.32 Abris sur plusieurs étages	33
2.33 Dispositions quant à la nappe phréatique	33
2.34 Réservoirs de combustibles	33
2.35 Mesures préventives contre le danger d'inondation (vagues de fond)	34
2.4 Configuration de l'abri	35
2.41 Bases pour la configuration en plan	35
2.42 Exemples de configuration en plan pour abris de 5 à 50 places protégées	36

2.43	Exemple de configuration en plan pour abris de 51 à 100 places protégées	38
2.44	Exemples de configuration en plan pour abris de 101 à 200 places protégées	39
2.5	Détermination des épaisseurs de construction définitives	41
2.6	Entrées	42
2.61	Disposition	42
2.62	Protection contre les décombres près de l'entrée	43
2.63	Sas	44
2.64	Portes blindées	45
2.7	Voies d'évacuation, sorties de secours et prises d'air	48
2.71	But et nombre	48
2.72	Disposition	48
2.73	Configuration des voies d'évacuation	49
2.74	Configuration des sorties de secours	51
2.75	Configuration des sorties de secours d'abris situés en profondeur	52
2.76	Cas spéciaux	54
2.77	Volets blindés	54
2.8	Toilettes	56
2.81	Nombre et disposition	56
2.82	Possibilités de construction de cabines de toilettes	57
2.83	Equipped de toilettes à sec	59
3.	Planification des installations et dispositifs techniques	61
3.1	Ventilation	61
3.11	Généralités	61
3.12	Genres d'exploitation	61
3.13	Eléments des installations de ventilation	62
3.14	Fonction et disposition des éléments	63
3.15	Détermination des éléments des installations de ventilation	65
3.16	Indications de construction pour le montage des éléments	69
3.17	Remarques sur la configuration de la ventilation pour utilisation en temps de paix	70
3.2	Installations de l'eau et d'eaux usées	70
3.3	Alimentation en énergie électrique	71
3.4	Conduites et appareils étrangers à l'abri	71
4.	Dimensionnement et construction	73

Annulé , voir

- ITC 1994
Instructions techniques pour la construction et le dimensionnement des ouvrages de protection
- ITC 1997
Construction et dimensionnement d'abris offrant au maximum 25 places protégées

4.2	Epaisseurs de construction par rapport au rayonnement nucléaire primaire	80
4.21	Bases de dimensionnement	80
4.22	Dalle de l'abri	80
4.23	Murs extérieurs de l'abri	82
4.3	Epaisseurs de construction par rapport à la charge thermique due à des incendies	84
4.4	Charges résultant des effets mécaniques des armes atomiques	85
4.41	Charges dynamiques et charges statiques de remplacement, sollicitations dues aux effets mécaniques des armes atomiques	85
4.42	Charge de la dalle	85
4.43	Charge du radier	86
4.44	Charge des murs extérieurs	87
4.45	Charge de la partie entrée et du sas	90
4.46	Charge agissant sur les murs et dalles intermédiaires	90
4.47	Charge du mur entre deux abris	90
4.5	Bases de dimensionnement statique	90
4.51	Aperçu du procédé de dimensionnement statique	90
4.52	Propriétés des matériaux	91
4.53	Vérifications non exigées	91
4.54	Vérification de la capacité portante à la flexion	92
4.55	Vérification de la capacité portante à l'effort tranchant	96
4.56	Détermination de l'armature standardisée pour la partie entrée et le sas	98
4.57	Vérification de la capacité portante de dalles avec angle rentrant	105
4.58	Vérification de la capacité portante de la dalle de l'abri chargée par des piliers ou par des murs	107
4.6	Exemples de dimensionnement	110
4.61	Exemple: Abri de 13 places protégées	110
4.62	Exemple: Abri de 100 places protégées	113
4.63	Exemple: Abri avec pilier sur la dalle	121
Annexes		129
A1	Liste de référence pour la réception de l'abri	129
A2	Liste des abréviations	134
A3	Grandeurs usuelles du Système International d'unités SI utilisé et comparaison avec le Système ST	135

1 Bases et hypothèses

1.1 Description générale de l'abri ITAP

En règle générale, les abris conformes aux présentes instructions sont construits en même temps que les sous-sols de bâtiments nouveaux. Ils se composent essentiellement d'une simple enveloppe en béton armé coulé sur place. Les rares ouvertures sont obturées par des fermetures particulièrement solides.

Les abris sont couramment utilisés comme caves ou comme entrepôts. En cas de besoin, il faut pouvoir les rendre à leur propre destination dans le plus bref délai et sans qu'il soit nécessaire de recourir à des moyens spéciaux.

Les abris traités dans les présentes instructions ont une capacité de 5 à 200 places protégées. Les trois dimensions typiques d'abris sont brièvement décrites ci-après:

Abri de 5 à 50 places protégées

L'abri se compose d'un compartiment offrant au maximum 50 places protégées et d'une entrée avec porte blindée. Il est complété par une voie d'évacuation ou par une sortie de secours qui servent également de prise d'air pour l'appareil de ventilation installé dans l'abri. L'ouverture d'évacuation de l'air et le local des toilettes (généralement des toilettes à sec) sont placés à proximité de l'entrée.

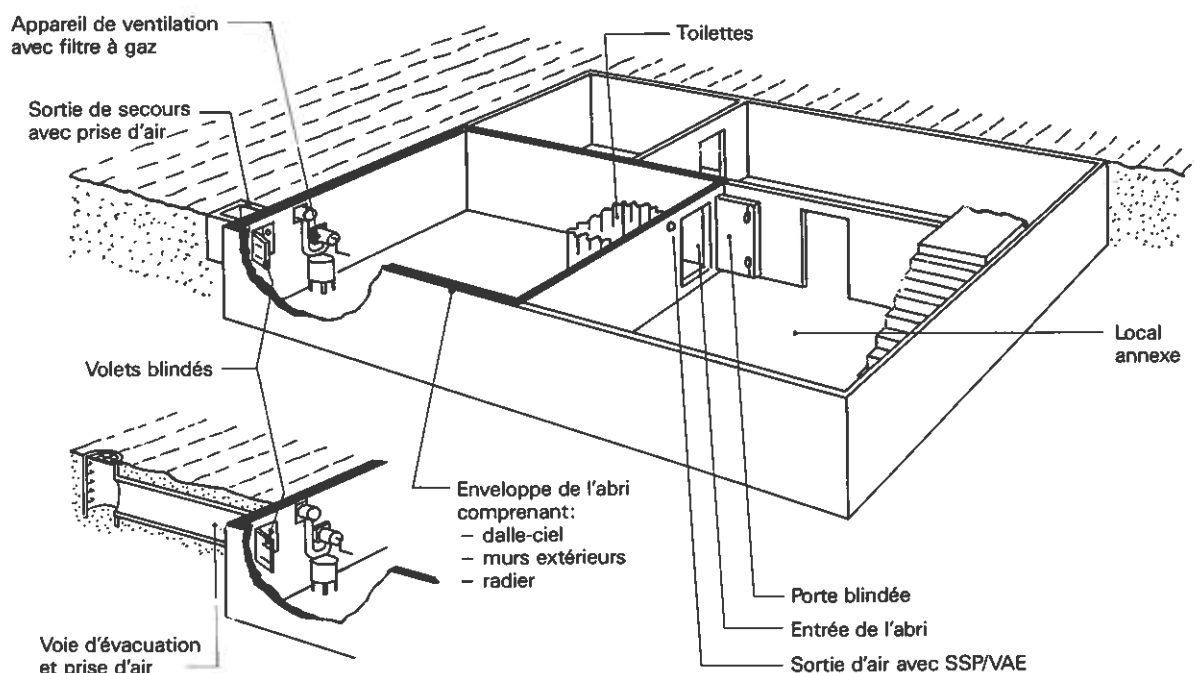


Figure 1.1-1 Abri de 50 places protégées au maximum

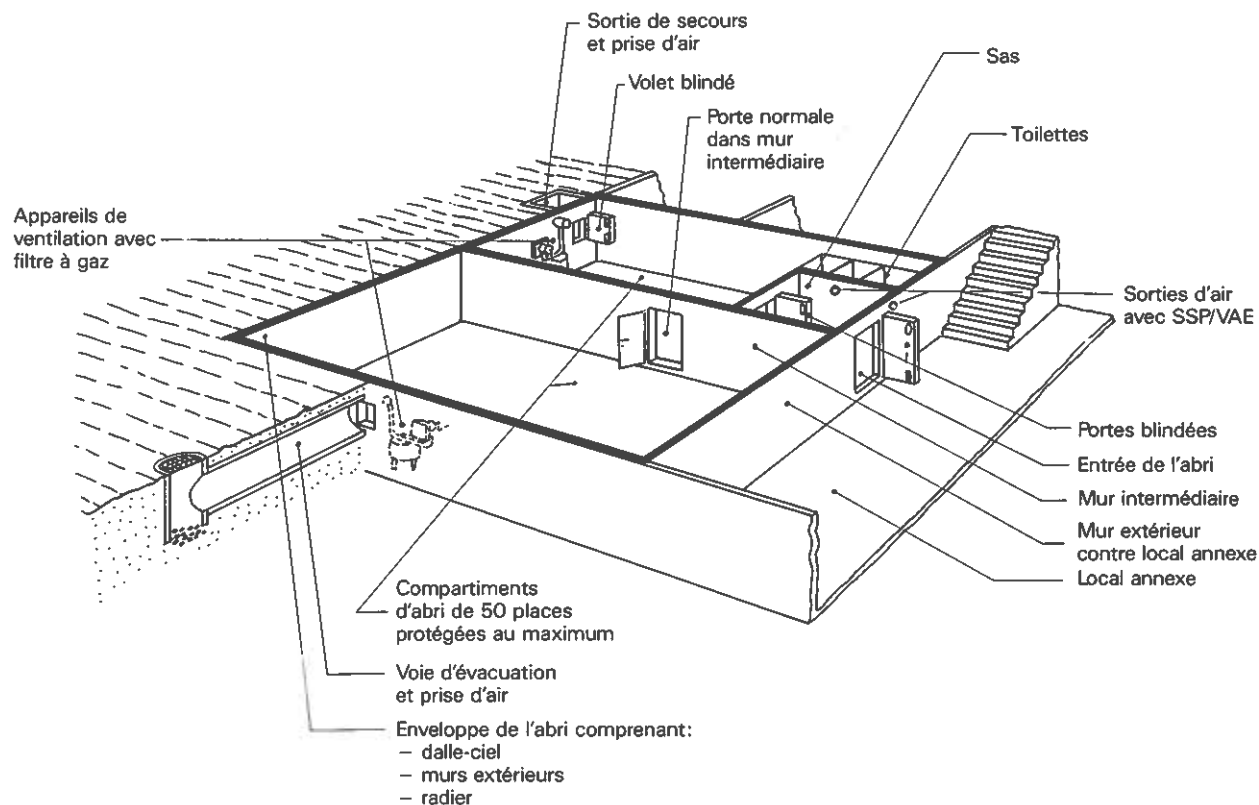


Figure 1.1-2 Abri de 51 à 100 places protégées

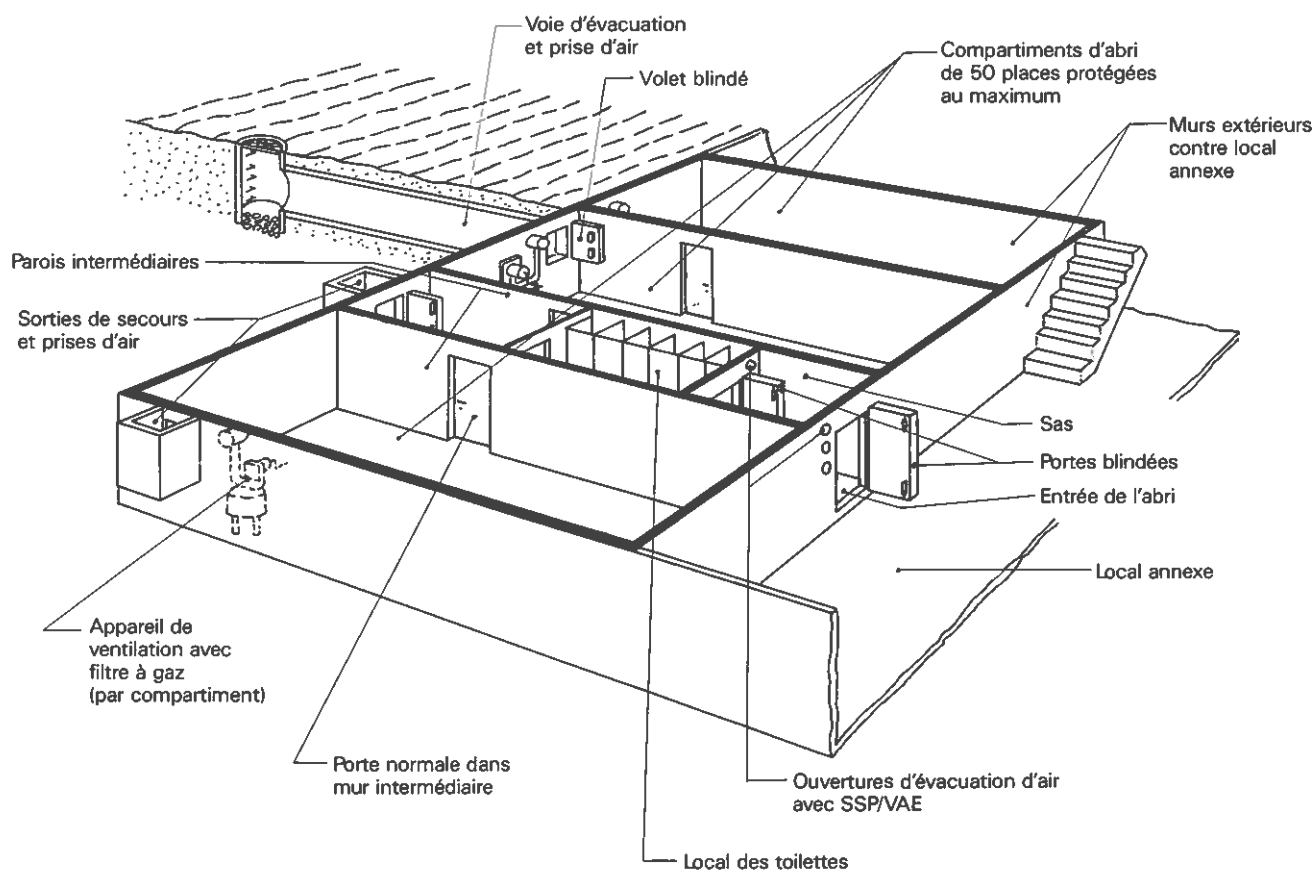


Figure 1.1-3 Abri de 101 à 200 places protégées

Abri de 51 à 100 places protégées

L'abri se compose de deux compartiments, offrant chacun 50 places protégées au maximum, et d'une entrée commune. Les compartiments sont reliés entre eux par une porte normale. Un sas est disposé immédiatement après l'entrée. L'entrée et le sas sont fermés par deux portes blindées. L'abri est complété par une voie d'évacuation et par une sortie de secours, qui servent également de prises d'air pour les deux appareils de ventilation (un appareil par compartiment). Les toilettes (généralement des toilettes à sec) sont placées dans l'abri, à côté du sas et à proximité des sorties d'air.

Abri de 101 à 200 places protégées

L'abri se compose de deux à quatre compartiments, offrant chacun 50 places protégées au maximum, et d'une entrée commune. Les compartiments sont reliés entre eux par des portes normales. Un sas est placé immédiatement après l'entrée. L'entrée et le sas sont fermés par deux portes blindées. L'abri est complété par deux voies d'évacuation ou par une voie d'évacuation et deux sorties de secours, qui servent également de prises d'air pour les appareils de ventilation (un appareil dans chaque compartiment). Les toilettes (généralement des toilettes à sec) sont placées dans un local séparé à côté du sas et à proximité des sorties d'air.

1.2 Contre quels effets des armes l'abri protège-t-il ses occupants ?

L'exposé ci-après décrit les effets possibles des armes sur l'abri et la protection offerte.

1.21 Hypothèse concernant les menaces

La protection civile doit partir de l'hypothèse que des guerres ne sont pas exclues à l'avenir et que notre pays peut y être impliqué indirectement ou directement. Il peut s'agir de conflits dans lesquels interviennent des armes conventionnelles modernes, mais aussi des armes de destruction massive, en particulier atomiques, chimiques et biologiques. Ces dernières sont caractérisées par leur grand rayon d'action et, en partie, par leurs effets persistants, qui menacent aussi et surtout la population. L'engagement de ces armes sera probablement inattendu et le délai d'alerte très court. C'est pourquoi les mesures de protection seront prises préventivement.

Une protection efficace est possible même contre les armes modernes de destruction massive. L'histoire montre qu'il n'y a jamais eu d'armes contre lesquelles des moyens de protection n'ont pas été trouvés rapidement. Il faut néanmoins tenir compte qu'il n'existe pas de protection absolue. L'essentiel consiste à réduire autant que possible les pertes par des moyens de protection appropriés.

Les abris et leur utilisation à temps sont les plus sûrs garants de la protection de la population. Leur construction simple et robuste leur assure un champ d'utilisation relativement vaste et les rend peu vulnérables à une large catégorie d'armes et même à celles pouvant être engagées à l'avenir.

1.22 Etendue et degré de la protection

L'étendue et le degré de la protection exigée des abris destinés à la population sont fixés par l'ordonnance du Conseil fédéral du 11 août 1976 concernant les normes d'efficacité des constructions de protection civile, à savoir:

Etendue de la protection:

La protection des abris conformes aux présentes instructions doit être assurée contre les effets des armes modernes, notamment contre ceux des armes atomiques, conventionnelles, chimiques et biologiques.

Degré de la protection (1 bar):

Les abris doivent garantir

- la survie des occupants de l'abri à une distance du centre d'explosion d'une arme atomique à laquelle la surpression de l'air est descendue à 1 bar;
- la protection contre les armes conventionnelles lorsque le point d'impact se situe près de l'abri;
- par ventilation artificielle et par filtre, la non-pénétration de toxiques de combat chimiques et biologiques.

Dans chaque cas, il faut tenir compte, de manière appropriée, de la durée des effets des armes.

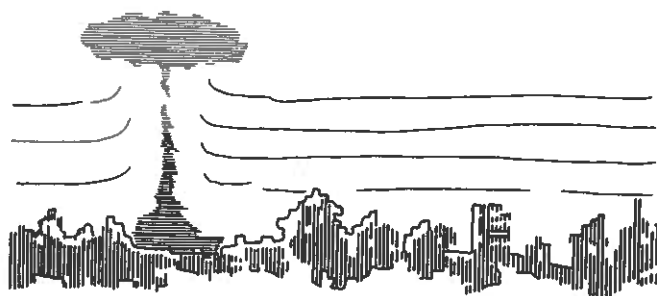
Les effets des différentes armes et la protection offerte par l'abri sont décrits sous les chiffres 1.23 à 1.27 ci-après.

1.23 Protection contre les armes atomiques

Déroulement de l'explosion:

A l'instant même de son explosion, et durant quelques secondes, l'arme atomique engendre un fort rayonnement thermique et lumineux.

En même temps, le rayonnement nucléaire primaire et l'impulsion électromagnétique agissent.



L'onde de choc de l'explosion atteint l'abri après quelques secondes, elle est accompagnée d'un souffle d'une intensité plusieurs fois supérieure à celle d'un ouragan.

Le souffle, de même que la surpression agissant de toutes parts, dure de quelques dixièmes de seconde à quelques secondes pour les gros calibres.

Par suite de ces effets, de grandes quantités de débris sont alors projetées dans les airs. Des matériaux combustibles peuvent s'embraser sous l'effet du rayonnement thermique. Lors d'une explosion à proximité du sol, les retombées radioactives se manifestent peu après et leur effet dangereux peut durer des jours, voire des semaines.

Quels sont les effets déterminants des armes et les possibilités de protection?

Effets mécaniques

L'effet mécanique principal est produit par l'onde de choc. En durée et en force, il dépend de la distance à partir du centre de l'explosion, du calibre et du type de l'arme ainsi que de la hauteur d'explosion. En un point donné du sol, l'onde de choc provoque une brusque augmentation de la pression jusqu'à une valeur de pointe maximale, suivie d'une diminution rapide, puis lente durant quelques dixièmes de seconde. A cette phase de surpression succède une phase prolongée de dépression relativement faible.

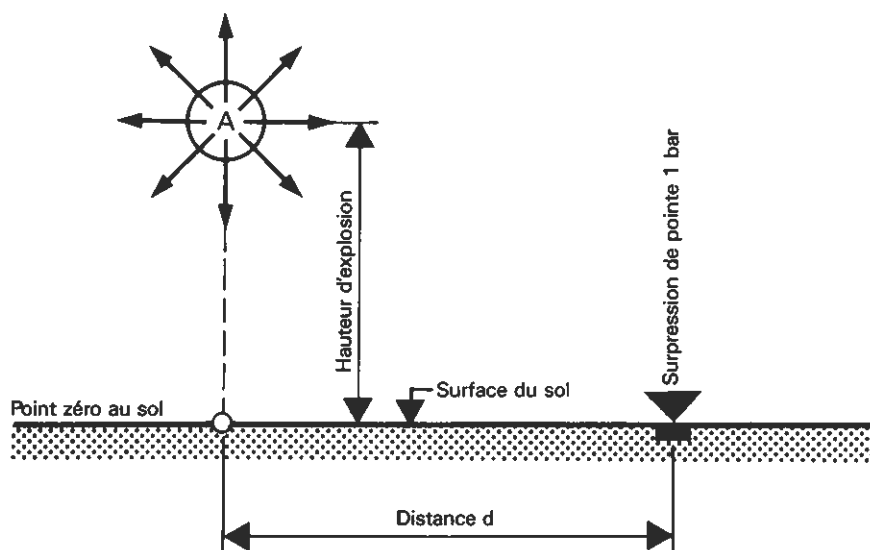
Les distances approximatives, mesurées à partir du point zéro, auxquelles la surpression de pointe atteint 1 bar (100 kN/m²), sont indiquées dans le tableau 1.2-1 en fonction de différents calibres.

Tableau 1.2-1 Distances approximatives, à partir du point zéro au sol, auxquelles se produit une surpression de pointe de 1 bar (la surface du sol étant considérée comme plane).

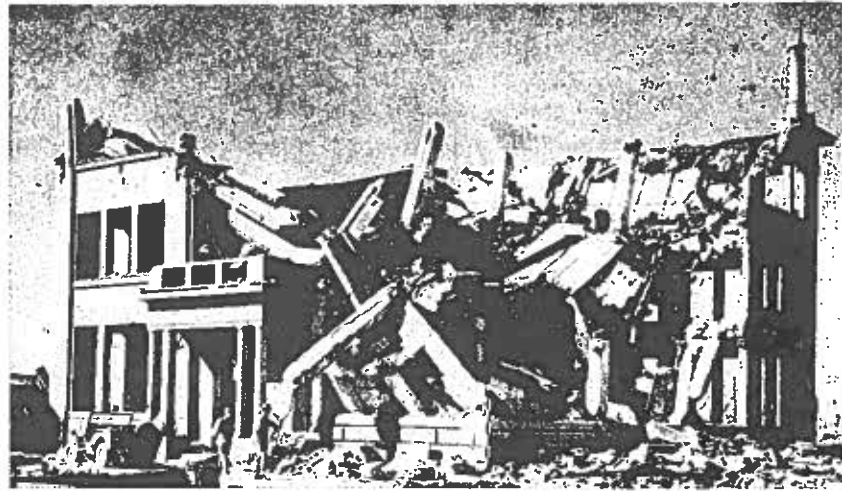
Calibre de l'arme atomique	Distances d pour une surpression de pointe de 1 bar et hauteur d'explosion:		
	HAUTE	BASSE	NULLE
1 kt	0,3 km	0,3 km	0,3 km
10 kt	0,7 km	0,7 km	0,6 km
100 kt	1,5 km	1,4 km	1,2 km
1 Mt	3,2 km	3,0 km	2,6 km
10 Mt	7,0 km	6,5 km	5,6 km
Pour comparaison:			
– Hiroshima env. 12 kt	0,8 km		
– Nagasaki env. 22 kt	0,9 km		

1 kt = 1 kilotonne = énergie équivalant à 1000 tonnes d'explosif courant

1 Mt = 1 mégatonne = énergie équivalant à 1 000 000 tonnes d'explosif courant



L'onde de choc peut être réfléchiée par des bâtiments et par des parties de l'abri s'élevant au-dessus du sol. Cette réflexion peut provoquer une augmentation d'un multiple de la pression de pointe sur les surfaces atteintes. L'onde de choc engendre dans le sol une secousse tellurique appelée onde de choc induite dans la terre. Cette onde exerce une pression contre les murs en contact avec la terre et un ébranlement de l'abri entier, semblable à l'effet d'un tremblement de terre. L'intensité et la durée de cet ébranlement dépendent, dans une large mesure, de la nature du sol, mais aussi de la structure et de la masse de l'abri.



*Hiroshima (quelques centaines de mètres du point zéro).
Bâtiment de trois étages, en béton armé, avec de grandes fenêtres.
Ici, les personnes auraient survécu dans un abri ITAP.*

Une protection optimale contre les effets mécaniques des armes atomiques peut être assurée par:

- une disposition totalement souterraine de l'abri,
- une construction robuste en béton armé, fermée de tous côtés, et une conception simple en plan et en élévation,
- une limitation de l'équipement aux éléments indispensables à la survie.

L'effet protecteur d'un abri de 1 bar (voir définition du degré de protection sous 1.22) contre les effets mécaniques d'armes atomiques est représenté schématiquement dans la figure 1.2-2. Les surfaces délimitées par les circonférences correspondent à 1 bar et à 0,1 bar (aire approximative critique pour personnes non protégées). On voit qu'un bien plus grand nombre de personnes sans abri sont menacées par rapport à celles se trouvant dans un abri.

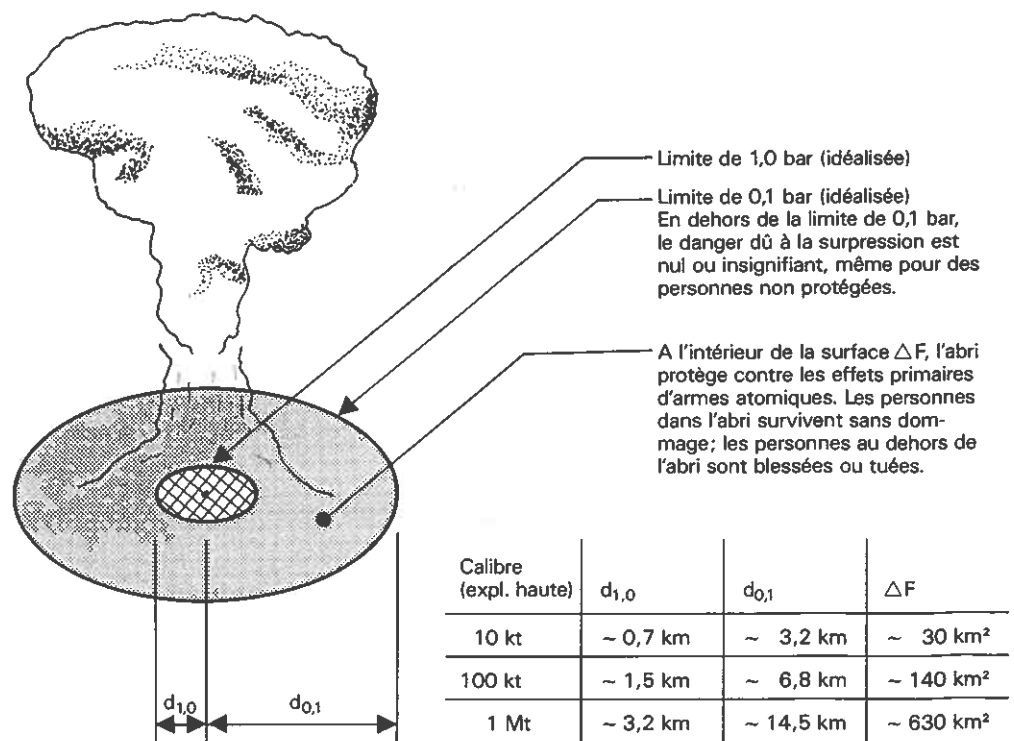


Figure 1.2-2 Surfaces idéalisées soumises à la surpression par l'explosion d'armes atomiques de 10 kt, 100 kt et 1 Mt à hauteurs d'explosion optimales.

Rayonnement nucléaire primaire

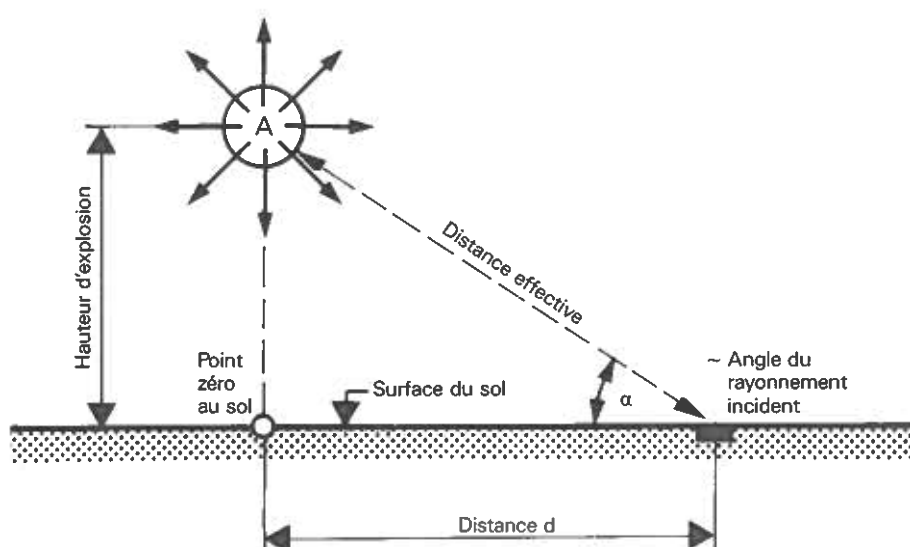
Le rayonnement nucléaire primaire, invisible pour l'homme, émane de la boule de feu qui s'étend rapidement et se propage à la vitesse de la lumière. Ce rayonnement comprend l'ensemble de tous les rayons ionisants directs et indirects émis durant la première minute par la boule de feu et par le nuage atomique (champignon atomique). Deux composants déterminent le danger menaçant les abris et leurs occupants: ce sont les rayons gamma et le rayonnement des neutrons.

Le rayonnement nucléaire primaire se propage de façon analogue à la lumière et atteint donc directement ou indirectement l'abri, qu'il y ait ou non contact visuel direct avec la boule de feu qui s'élève rapidement. L'intensité du rayonnement nucléaire primaire est représentée par la dose, c'est-à-dire la quantité d'énergie de rayonnement absorbée par un corps quelconque. En termes de physique, il s'agit de l'énergie de rayonnement absorbée par unité de masse du corps, mesurée en rad (1 rad = 100 erg/g).

Pour déterminer l'influence nuisible de la radioactivité sur les tissus humains, on utilise la dose dite équivalente, mesurée en rem. Cette dose équivalente tient compte des divers effets biologiques des rayons gamma et des neutrons ainsi que d'autres facteurs, tels que la profondeur de pénétration dans le corps humain. L'homme peut absorber sans mal une dose allant jusqu'à 100 rem. De plus grandes doses peuvent entraîner des maladies consécutives à la radioactivité et des doses plus grandes encore sont mortelles. Le tableau 1.2-3 ci-après indique, pour différents calibres, la valeur maximale de la dose totale absorbée par une personne non protégée (valeur de plein air) à la distance correspondant à 1 bar de l'explosion atomique.

Tableau 1.2-3 Rayonnement nucléaire primaire, dose totale maximale D_0 , pour différents calibres, à la distance correspondant à 1 bar.

Calibre de l'arme atomique	Surpression maximale	Distance d à la surface du sol	Valeur maximale approximative de la dose totale de rayonnement D_0 à la distance d (valeur de plein air)	Angle α du rayonnement incident
1 kt (haut)	1 bar	0,3 km	~ 7000 rem	~ 30°
10 kt (bas)	1 bar	0,7 km	~ 6500 rem	~ 20°
100 kt (bas)	1 bar	1,4 km	~ 1200 rem	~ 20°
1 Mt (bas)	1 bar	3,0 km	~ 60 rem	~ 20°
A titre de comparaison: 1 bombe à neutrons de 1 kt (hauteur d'expl. 300 m)	~ 0,3 bar	~ 0,7 km	~ 6000 rem	~ 20°



A la distance où la surpression due à l'explosion d'une arme atomique de petit calibre atteint 1 bar, un homme non protégé recevrait une dose totale maximale de rayonnement Do de quelques mille rem. Cette valeur est de loin supérieure à la dose mortelle.

La disposition souterraine de l'abri, les remblais et la couverture de terre ou le bâtiment surmontant l'abri, l'enveloppe en béton de celui-ci ainsi que la disposition convenable des entrées permettent de réduire le rayonnement primaire jusqu'à la dose limite de 100 rem considérée comme admissible.

La bombe dite à neutrons est une arme nucléaire spéciale de petit calibre. Elle agit principalement par le rayonnement neutronique et par les rayons gamma dégagés par fusion nucléaire. Les effets de pression et les effets thermiques de cette bombe sont fortement réduits du fait de sa construction spéciale. Les retombées radioactives sont également quasi inexistantes. Les mesures de protection fixées pour les armes atomiques « traditionnelles » (enveloppe massive en béton armé, disposition souterraine, bâtiments) protègent également contre les effets d'armes à neutrons.

Rayonnement nucléaire secondaire (retombées radioactives):

Des retombées radioactives importantes (Fallout) ne se produisent pratiquement que dans le cas où la boule de feu de l'explosion touche le sol. Dans ce cas, des particules du sol sont entraînées par le champignon atomique ascendant et mélangées à des particules hautement radioactives. Les particules radioactives ainsi engendrées retombent sur le sol aux alentours proches (retombées locales) ou plus ou moins éloignés du lieu de l'explosion. Sous l'effet du vent, le nuage de particules radioactives peut être dispersé sur une superficie relativement grande (jusqu'à plusieurs centaines de km²). Les parties des retombées déterminantes pour l'importance du danger présentent une granulation relativement grossière; c'est pourquoi elles sont visibles. L'intensité de ce rayonnement secondaire est plus faible que celui du rayonnement primaire. Elle décroît avec la distance du lieu de l'explosion et avec le temps qui s'écoule après cette dernière.

Grâce à leur disposition souterraine, à leur enveloppe massive et au bâtiment environnant, les abris de 1 bar offrent une excellente protection contre l'effet des retombées radioactives. La dose agissant dans l'abri par suite de ce rayonnement peut donc être négligée lors du dimensionnement de l'enveloppe de l'abri. En cas de retombées radioactives, il faut toutefois compter avec un séjour prolongé de plusieurs jours ou semaines dans l'abri et, en partie aussi, dans les locaux attenants. Ce séjour dure jusqu'à ce que le rayonnement des retombées radioactives se soit suffisamment affaibli pour permettre à nouveau des séjours d'abord courts, puis plus longs, à l'air libre.

Grâce à la disposition spéciale des prises d'air dans les voies d'évacuation et les sorties de secours – en cas d'occupation de l'abri, les ouvertures des sorties sont pourvues d'une couverture légère – il est pratiquement exclu que des concentrations dangereuses de retombées radioactives à granulation relativement grossière parviennent jusqu'à l'appareil de ventilation ou même dans l'abri. Des particules très fines, éventuellement entraînées par le courant d'air frais, sont retenues par le préfiltre (filtre à poussière grossière). L'enclenchement du filtre à gaz n'est pas nécessaire dans le cas de retombées radioactives.

Effets électromagnétiques:

Les explosions nucléaires engendrent de très forts champs électromagnétiques qui peuvent déranger ou détruire des installations et des appareils électriques et électroniques sensibles. Les effets électromagnétiques (impulsion électromagnétique) n'ont généralement pas de répercussion directe sur l'homme.

Des abris simples pour personnes, dans lesquels la ventilation et l'éclairage sont assurés manuellement au besoin, sont pratiquement insensibles à ces effets.

Rayonnement thermique:

Un tiers environ de l'énergie d'une explosion atomique est libéré sous forme de rayonnement thermique. Ce dernier peut infliger de graves brûlures aux personnes

non protégées. Des matériaux combustibles peuvent s'enflammer à grande distance et incendier des immeubles. Le rayonnement thermique est pratiquement insignifiant pour les gens dans un abri souterrain. Des incendies éclatant à proximité immédiate ou directement au-dessus de l'abri peuvent toutefois mettre celui-ci en danger. Il faut en tenir compte lors du choix de la disposition et de la structure de l'abri.

1.24 Protection contre les armes conventionnelles

Sous cette dénomination, nous comprenons les armes, non nucléaires, à charges explosives et incendiaires, ainsi que les armes modernes FAE (Fuel Air Explosives, c.-à-d. mélanges gazeux explosifs).



Projectiles explosifs et bombes:

Les projectiles d'armes conventionnelles pouvant présenter un danger pour les abris sont avant tout des obus d'artillerie et des bombes d'avions, chargés d'explosifs moléculaires conventionnels. L'efficacité de ces armes se caractérise d'une part par un certain pouvoir de pénétration, voire de perforation, d'autre part par un effet de pression et la formation d'éclats lors de l'explosion de leur charge. Les projectiles pourvus d'une fusée instantanée, et en particulier ceux équipés d'une fusée de proximité, ne développent leurs effets qu'à la surface du sol. Ils ne présentent que peu de danger pour les constructions. Les fusées à retardement s'utilisent généralement pour faire exploser les obus et les bombes à l'intérieur des immeubles, pour augmenter l'effet destructeur. En principe, de tels projectiles peuvent aussi pénétrer dans des abris.

On peut admettre que les abris destinés à la population, entre autres du fait de leur grand nombre, ne constituent pas le but recherché d'une attaque. Des abris peuvent toutefois être atteints par hasard. Des recherches exhaustives ont démontré que même en cas d'attaques sous formes extrêmes, le nombre de coups directs est minime pour des abris normaux et par rapport aux armes importantes intervenant dans un tel cas. Les armes à trajectoire tendue (armes d'infanterie, armes de chars et antichars) ne menacent pas les abris souterrains.

Grâce à son enveloppe en béton armé, à la terre environnante et au bâtiment qui le surmonte, l'abri offre une protection relativement grande contre des projectiles d'armes conventionnelles. Seuls de grands projectiles munis de fusées à retardement peuvent occasionner des dégâts importants lorsqu'ils touchent directement l'abri ou explosent à peu de distance (rayon du cratère). Les abris offrant une protection considérable contre les armes atomiques (degré de protection 1 bar) n'exigent pas de renforcement particulier contre la menace des armes explosives conventionnelles, car les principes de protection sont similaires à ceux de la protection contre les effets mécaniques des armes atomiques.

Armes incendiaires:

S'agissant de la menace des armes conventionnelles, il faut citer également l'utilisation de bombes au napalm et de bombes incendiaires. Selon leur calibre, ces

bombes libèrent une certaine quantité de chaleur. Une bombe au napalm dégage son énergie en un temps très court et à de hautes températures, tandis que les bombes incendiaires brûlent plutôt lentement. C'est pourquoi les bombes au napalm sont utilisées pour détruire rapidement des objectifs légers et les bombes incendiaires pour enflammer des matériaux combustibles. Les effets directs d'armes incendiaires ne sont pas dangereux pour les occupants des abris. Par contre, les effets secondaires d'incendies peuvent avoir certaines conséquences, comme c'est le cas pour les autres armes atomiques (rayonnement thermique).

Armes FAE:

Par leur construction spéciale, les armes FAE engendrent un nuage carburant/air, dont l'allumage provoque une onde de choc d'intensité relativement grande et régulièrement répartie sur une assez grande surface. Dans leur ensemble, ces armes ne sont pas très dangereuses pour les abris destinés à la population. Dans ce cas également, l'enveloppe en béton armé et la disposition souterraine d'un abri pourvoient à la protection.

1.25 Protection contre les armes chimiques

Les toxiques chimiques de combat sont des substances qui, même en quantités infimes, provoquent des irritations ou des empoisonnements chez des êtres vivants ou des végétaux. Les bâtiments, les matériaux et les installations ne sont pas endommagés par les toxiques chimiques de combat. Il faut s'attendre surtout à l'engagement de toxiques chimiques de combat lors d'attaques contre des objectifs militaires ou civils spéciaux. Pour la protection civile, les agents chimiques de combat les plus importants sont les toxiques nervins. En petites quantités déjà, ils provoquent la mort des hommes et des animaux non protégés. Les engagements suivants sont possibles:



Engagement « fugace »

Lors d'un engagement « fugace », ce sont en premier lieu des aérosols ou des toxiques sous forme de gaz qui sont utilisés. Ce genre d'engagement intervient généralement par surprise. L'effet n'est que de courte durée, quelques heures au maximum; le terrain n'est pas intoxiqué de façon durable. La zone d'engagement initiale s'étend au plus sur 1 km². Sous l'effet du vent, le nuage toxique peut toutefois se déplacer et mettre en danger des personnes non protégées sur des zones atteignant jusqu'à 100 km². En cas d'engagement fugace, l'homme est principalement empoisonné par l'inhalation de toxiques de combat.

Engagement « persistant »

Lors d'un engagement « persistant », ce sont avant tout des agents liquides ou solides qui sont répandus sur une zone relativement limitée. Le terrain est contaminé et l'effet dure plus longtemps (quelques jours ou des semaines). Les toxiques ne se dispersent que dans une mesure minime du point de l'engagement en d'autres lieux. En cas d'engagement persistant, la contamination agit par contact direct avec des objets empoisonnés ainsi que par inhalation de toxiques liquides volatilisés.

Engagement combiné

Des engagements combinés, unissant les effets des deux types d'engagements « fugace » et « persistant » (semi-persistant), sont concevables. Pour protéger les occupants d'un abri contre les toxiques chimiques de combat, il faut éviter que ceux-là entrent en contact avec les substances dangereuses ou qu'ils les aspirent. Cette condition est réalisée par les appareils de ventilation des abris, équipés de filtres qui purifient l'air aspiré. Une légère surpression dans l'abri évite la pénétration de l'air extérieur empoisonné par des points éventuellement non étanches de l'enveloppe de l'abri.

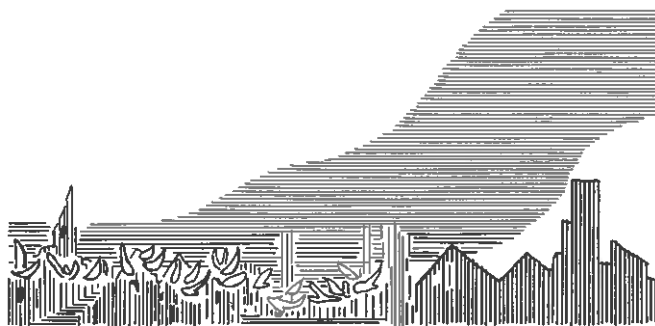
1.26 Protection contre les armes biologiques

Par moyens de combat biologiques, on entend l'engagement d'agents pathogènes (bactéries, virus) qui mettent les gens, les animaux et les plantes en péril. On peut produire des moyens de combat biologiques pour engendrer, par exemple, le choléra, la dysenterie, la peste, le typhus, le charbon, la grippe et d'autres maladies. Souvent, les maladies se déclarent seulement des jours après la contagion. Ces moyens de combat peuvent être engagés de la même façon que les toxiques chimiques de combat ou par sabotage de l'alimentation en eau ou de l'approvisionnement en vivres.

L'abri fermé réduit le risque de pénétration de moyens de combat biologiques par l'air, mais ceux-ci peuvent être introduits par la nourriture, l'eau ou par contagion.

1.27 Protection contre les effets secondaires des armes

Les effets secondaires des armes sont les suites possibles de l'effet direct de l'engagement d'armes atomiques et conventionnelles.



Décombres:

Lors de l'engagement d'armes atomiques ou d'attaques avec des armes conventionnelles, de nombreux bâtiments sont partiellement ou totalement détruits. Les éclats et les décombres, volant aux alentours comme des projectiles, sont très dangereux pour les gens non protégés. La répartition et l'amoncellement de décombres dépendent du type et de la densité des constructions ainsi que du calibre des armes.

La charge due aux décombres de bâtiments effondrés peut être supportée sans autre par la construction de l'abri (voir chiffre 4.42, charge de dalles). La disposition des prises d'air et des sorties de secours tient compte du danger que représentent les décombres.

Précisons qu'il ne faut pas quitter l'abri immédiatement après une attaque, comme c'était le cas des abris antiaériens de la Seconde Guerre mondiale. La survie est possible même dans un abri enseveli sous les décombres. On disposera probablement de beaucoup de temps pour se dégager. Il est possible d'aspirer de l'air frais même à travers de grandes masses de décombres.

Danger d'incendie:

L'abri peut être menacé par l'incendie d'un bâtiment qui le surmonte ou qui se trouve à proximité immédiate. L'incendie d'un bâtiment à haute charge thermique peut échauffer l'enveloppe de l'abri à tel point que les températures à l'intérieur deviennent insupportables à la longue. D'autre part, et dans des conditions défavorables, des gaz de combustion toxiques (CO, CO₂) peuvent pénétrer dans l'abri par la ventilation et par des endroits non étanches. Une construction adéquate de l'abri (enveloppe étanche massive, prise d'air à l'extérieur de la périphérie du bâtiment), l'interruption temporaire de l'aération ainsi que des mesures préventives contre l'incendie (élimination de matériaux combustibles dans les locaux situés immédiatement au-dessus ou à proximité de l'abri) peuvent parer dans une large mesure aux dangers normalement liés à des incendies. De plus, aucun abri n'est construit en zone de vieille ville où la proximité des maisons et la nature de leur construction présentent un danger accru d'incendie (planification générale de protection civile PGPC).

Danger d'inondation:

Les dangers d'inondation consécutifs à l'effet mécanique des armes peuvent se répartir comme il suit:

- Inondations dues à une rupture de barrage: de hautes crues peuvent déferler dans les vallées concernées.
- Inondations dues à l'obstruction de cours d'eau et de canaux par des décombres ou inondations provoquées par la rupture de canalisations ou de conduites d'eau.
- Vagues de fond dans des lacs: par suite d'explosions dans ou au-dessus d'un lac, les régions côtières peuvent être submergées par des vagues de fond d'une durée relativement courte.

Dans les régions particulièrement exposées à ces dangers, des mesures préventives telles que l'abaissement du niveau d'eau des lacs d'accumulation sont destinées à parer au danger. Des mesures constructives simples pour les régions exposées aux vagues de fond sont indiquées dans les présentes instructions (voir chiffre 2.35).

Danger de glissements de terrain:

Les secousses et l'onde de choc dues à des explosions atomiques peuvent déclencher dans certaines régions des glissements de terrain, des chutes de pierres et des éboulements qui sont capables de recouvrir ou de déplacer l'abri.

Dans les régions où le sous-sol est sensible aux ébranlements, les secousses dues à des explosions atomiques peuvent provoquer une rupture de la structure du sol avec une liquéfaction partielle donnant lieu à des glissements importants.

La construction d'abris est exclue dans les régions particulièrement exposées à des glissements de terrain (planification générale de la protection civile PGPC).

1.3 Utilisation des abris destinés à la population

1.31 Phases d'action

Le présent exposé sur les abris tient compte des aspects des différentes phases d'action de la protection civile, telles qu'elles sont définies dans la conception de 1971. Les critères les plus importants d'utilisation des abris au cours de ces phases sont décrits sous les titres suivants.

Phase de paix

C'est la phase durant laquelle les abris sont réalisés lors de la construction de nouveaux bâtiments privés ou publics. Un entretien convenable et un contrôle périodique de l'abri assurent en permanence sa disponibilité. Durant la phase de paix, les abris sont souvent utilisés comme caves, entrepôts et locaux de bricolage.

Phase de préattaque

Durant cette phase, les abris sont préparés pour être occupés rapidement, soit préventivement, soit par étapes, suivant l'imminence du danger. Des jours ou des semaines peuvent s'écouler jusqu'à l'attaque ou jusqu'à la fin de l'alarme. Durant cette phase, un contact avec l'extérieur, limité selon le danger, de même qu'un séjour passager hors de l'abri, sont possibles (rotation).

Phase d'attaque

La phase d'attaque est le laps de temps durant lequel l'abri est exposé aux effets des armes. Lors de l'engagement d'armes atomiques, il s'agit du rayonnement thermique, du rayonnement nucléaire, de l'onde de choc et des ébranlements (voir aussi chiffre 1.2).

Phase de postattaque

Par cette phase, on entend la période durant laquelle la permanence des effets d'armes et les conséquences de ces effets, telles qu'incendies, effondrements, inondations, retombées radioactives, etc., ne permettent pas de quitter les abris. En ce qui concerne la durée de cette phase, on peut nettement distinguer deux cas selon les dangers:

- *Phase de postattaque de courte durée:*

Ce cas se présente vraisemblablement après une explosion atomique dans l'air ou après une attaque à l'aide d'armes conventionnelles ou à l'aide de toxiques chimiques fugaces.

- *Phase de postattaque de longue durée:*

Ce cas se présente surtout après une explosion atomique à proximité du sol. Suivant l'intensité des retombées radioactives, un séjour dans les abris de plusieurs jours à quelques semaines sera nécessaire. L'emploi de toxiques chimiques persistants nécessite également une même durée de séjour pour la zone touchée. L'abri pourra cependant souvent être quitté immédiatement après une attaque, d'abord pour un temps restreint puis pour plus longtemps.

Phase de reconstruction

La transition de la phase de postattaque à celle de reconstruction s'effectue progressivement dans la plupart des cas. Cette phase est caractérisée avant tout par le fait qu'elle permettra aux occupants de quitter l'abri sans que les effets des armes les mettent en danger. En cas de destruction étendue des bâtiments hors sol, l'abri servira de logis durant cette phase.

1.32 Exigences liées à un séjour prolongé dans l'abri

Selon leur construction et leur équipement technique, les abris dont il est question sont conçus de manière à permettre un séjour prolongé. A cette fin, les critères suivants revêtent une importance particulière:

Protection contre des blessures par effets d'armes et contre les intempéries:

Ce sont les fonctions primaires d'un abri, durant et après des attaques. La confiance dans la protection offerte par l'abri contre les effets des armes est la raison principale de leur utilisation en cas de danger.

Air respirable en suffisance dans l'abri:

Durant toutes les phases, les installations de ventilation pourvoient à l'alimentation de l'abri en air, de telle manière que la teneur en gaz carbonique CO₂ ne dépasse pas 1 % du volume et que la teneur en oxygène O₂ ne tombe pas au-dessous de 18 % du volume. Il est en outre possible d'interrompre la ventilation de l'abri fermé pendant plusieurs heures, car le volume par personne est de 2,5 m³.

Climat supportable de l'abri (température, humidité):

La chaleur et l'humidité dégagées par les occupants de l'abri sont largement absorbées par les surfaces des murs extérieurs, du radier et de la dalle-ciel d'une part, et par les installations de ventilation, d'autre part. Aussi bien en été qu'en hiver, le réglage du climat de l'abri n'exige pas d'installations spéciales de réfrigération ou de chauffage, ce pour autant que les occupants de l'abri se comportent de façon appropriée et que l'installation de ventilation soit utilisée correctement.

Place suffisante pour les occupants de l'abri:

La surface prescrite (au moins 1 m² par personne) est modeste en soi, mais, d'après de nombreuses expériences, suffisante pour un séjour prolongé dans l'abri. L'attribution définitive d'une place de séjour à chaque occupant de l'abri est plus importante que la surface de la place protégée. Cette place individuelle sert au séjour, au sommeil et au rangement des effets personnels. Des lits à trois étages (un lit par personne) permettent de satisfaire convenablement à ces exigences. Si le temps disponible pour la préparation de l'abri est insuffisant, on peut se passer de lits au début.

Approvisionnement et évacuation des matières fécales de l'abri:

Un avantage important de l'abri ITAP réside dans le fait qu'il profite largement de l'infrastructure du bâtiment qui l'entoure (logements, équipements d'exploitation). En conséquence, les prescriptions pour la construction de l'abri ITAP n'exigent pas de mesures particulières, telles que des installations d'alimentation en eau, un réservoir d'eau ou d'autres équipements d'approvisionnement et d'évacuation. Pour un séjour indépendant prolongé, il est toutefois indispensable de disposer dans l'abri de toilettes simples. Cette fonction est assurée, pour toutes les phases, par des toilettes à sec.

1.4 Instructions administratives pour la planification et la construction

1.41 Procédure à suivre et tâches des participants

Des dérogations au déroulement prescrit sont possibles selon les compétences des cantons et des communes.

Phases de déroulement	Comment procéder?	Où trouver les indications de détail?	Qui exécute?
Détermination de l'obligation de construire l'abri et du nombre de places protégées	Soumettre la demande de construction à la commune avec les documents nécessaires pour évaluer l'obligation de construire et fixer définitivement le nombre de places protégées.	ITAP chiffre 1.43	Maître de l'ouvrage, respectivement auteur du projet
	Examiner et fixer l'obligation de construire et déterminer le nombre de places protégées. Tenir compte des prescriptions éventuelles de la PGPC concernant les dangers, tels qu'incendie, décombres, vague de fond/inondation, glissement de terrain. Règlement en cas de réunion de petits abris (abris communs) Fixer la contribution de remplacement en cas de non-construction de l'abri ou de réduction du nombre de places protégées	Lois et ordonnances fédérales et cantonales PGPC mise à jour de la commune Lois et ordonnances fédérales et cantonales	Organes de la protection civile de la commune et du canton
Elaboration du projet de l'abri	Elaborer le projet de l'abri sur la base des décisions des organes de la protection civile. Soumettre à la commune le projet de l'abri pour approbation	ITAP, en particulier chiffre 2.1 (procédé de planification) ITAP, en particulier chiffre 1.43 (documents du projet)	Auteur du projet
Approbation du projet	Examiner le projet de l'abri.	Renseignements et discussion préalable en cas de difficultés durant la phase d'élaboration du projet	Organes de la protection civile de la commune ou du canton Organes communaux ou cantonaux de la protection civile

Phases de déroulement	Comment procéder?	Où trouver les indications de détail?	Qui exécute?
Autorisation de construire	Approuver le projet et notifier les conditions éventuellement liées à l'autorisation de construire l'abri.		
Construction	Construire l'abri conformément au projet approuvé.	Projet de construction approuvé	Auteur du projet (direction des travaux) et entreprises de construction et d'installation
Contrôles en cours d'exécution	Annoncer à temps les étapes de construction de l'abri (fond de la fouille, étapes de bétonnage, montage des éléments de construction) aux organes communaux ou cantonaux de la protection civile (au moins 24 heures avant le bétonnage). Surveiller et coordonner les travaux de construction	ITAP, diverses remarques concernant l'exécution et le montage	
	Contrôler: – le sol de fondation quant aux hypothèses admises pour le calcul statique – le coffrage et l'armature des étapes de bétonnage – les éléments de construction de l'abri, tels que PB, VB, conduite d'aspiration, soupapes, appareils de ventilation, filtres à gaz ainsi que toutes les fixations.	Projet de construction approuvé	Organes communaux ou cantonaux de la protection civile
Préparation de la réception de l'abri	Annoncer aux organes de la protection civile, sur formule prescrite, le montage conforme au règlement des appareils de ventilation et leur mise en disponibilité d'utilisation. Préparer les plans de l'abri mis à jour (1 série complète).	ITAP, annexe «Liste de référence pour la réception de l'abri»	Maître de l'ouvrage, respectivement auteur du projet (direction des travaux)
Réception de l'abri et correction des défauts	Procéder à la réception de l'abri et établir un procès-verbal de réception. (La réception aura lieu au plus tard un an après l'occupation du bâtiment nouvellement construit). Fixer, à un endroit bien visible de l'abri, un écriteau indiquant la capacité ainsi que les dates de réception et des contrôles périodiques de l'abri. Contrôler l'exécution de la correction des défauts.	ITAP, annexe «Liste de référence pour la réception de l'abri»	Organes communaux ou cantonaux de la protection civile
	Corriger les éventuels défauts constatés lors de la réception. Annoncer l'exécution des corrections aux organes de la protection civile, conformément au délai imparti dans le procès-verbal de réception.	Procès-verbal de réception	Maître de l'ouvrage, respectivement auteur du projet (direction des travaux)

Après la réception, le propriétaire de l'abri est tenu de l'entretenir et de l'utiliser de telle manière qu'il puisse être affecté, en tout temps et dans le plus bref délai, à la protection civile. Les organes de la protection civile peuvent procéder à des contrôles de l'état de l'abri.

1.42 Nombre de places protégées

Le nombre de places protégées nécessaires est fixé dans l'ordonnance du 27 novembre 1978, art. 3, al. 1, 2 et 3, sur les constructions de protection civile (OCPCi).

1.43 Liste des documents à préparer par l'auteur du projet, respectivement par le maître de l'ouvrage

Documents pour apprécier l'obligation de construire l'abri et pour la détermination définitive du nombre de places protégées

Avant l'étude du projet proprement dit, et en même temps que la demande de permis pour une construction nouvelle, des transformations ou des constructions annexes, les documents suivants seront soumis à la commune (ils constituent une partie intégrante de la demande normale du permis de construire).

- Situation (plan cadastral) 1:500 ou 1:1000 avec projet de construction reporté en couleur.
- Représentation complète du projet du bâtiment en plan et en coupe 1:50, 1:100 ou 1:200 (distinguer entre ce qui est neuf et existant).
- Calcul du coût total de la construction.

Sont compris dans les coûts de construction, le coût du bâtiment terminé et les frais des installations fixes normalement indispensables pour le rendre habitable et utilisable pour l'exploitation ou l'artisanat prévus (eau et évacuation d'eaux usées, éclairage et raccordements au courant fort, ainsi qu'appareils de ménage fixes, armoires et étagères fixes dans tous les locaux).

Lors de transformations, toutes les modifications de la construction représentant un surplus de valeur (modification de l'utilisation, augmentation du confort, modernisation) font partie des coûts de construction.

Toutes les dépenses suivantes peuvent être déduites des coûts de la construction: acquisition du bien-fonds et des droits fonciers, indemnisation de tiers, intérêts des crédits de construction et taxes, travaux des alentours, équipements (installations mobiles), installations d'exploitation spéciales, travaux de rénovation (investissements de maintien de la valeur).

- Calcul du nombre de places protégées probablement nécessaires (selon OCPCi, art. 3, al. 1, 2 et 3).

Documents pour l'approbation du projet

Les documents décrits ci-après seront remis à la commune pour l'approbation du projet (le nombre d'exemplaires est fixé par l'organe compétent):

- Formule d'approbation de projets d'abris obligatoires (il est possible d'obtenir les formules auprès de la commune).
- Situation du bâtiment projeté (plan cadastral) 1:500 ou 1:1000 avec l'abri, les voies d'évacuation, les sorties de secours et la zone de décombres reportés en couleur (voir chiffre 2.72, figure 2.7-2).
- Représentation de l'abri en plan et en coupe 1:50 ou 1:100 (plan d'architecture avec indication de toutes les dimensions). Seront bien visibles tous les éléments des installations de ventilation (prise d'air, appareil de ventilation, sortie d'air), les toilettes, la disposition des lits et l'éclairage.
- Plans du bâtiment 1:100 ou 1:50.

- Calcul statique de l'abri.
- Plans de coffrage et d'armature (peuvent être livrés par la suite, d'entente avec l'organe d'approbation, mais au plus tard avant le début de la construction).

Documents pour la réception de l'abri

Lors de la réception, on présentera les documents suivants de l'abri:

- Plans complets du projet approuvé de l'abri.
- Deux séries complètes de plans de l'abri exécuté (une série pour la commune).
- Dans des cas spéciaux:
Description d'éventuelles mesures particulières d'adaptation de l'abri lors du passage de l'utilisation normale à celle de protection. Ceci s'impose lorsque des installations spéciales, utilisées en temps de paix, doivent être mises hors d'usage ou démontées pour rendre l'abri disponible. Ces mesures seront décrites sur des panneaux fixés dans l'abri.

2

Planification de l'abri

2.1 Procédé de planification

A partir de la détermination définitive de l'obligation de construire et du nombre de places protégées, la planification de l'abri se déroule comme il suit:

	Quoi	Où
1	Détermination des besoins en espace sur la base du nombre fixé de places protégées	Chiffre 2.2, page 30
2	Disposition de l'abri dans le bâtiment	Chiffre 2.3, page 32
3	Disposition des voies d'évacuation, sorties de secours et prises d'air	Chiffre 2.7, page 48
4	Disposition de l'entrée de l'abri	Chiffre 2.6, page 42
5	Conception définitive en plan, avec disposition des appareils de ventilation, des toilettes et des lits	Chiffre 2.4, page 35 Chiffre 2.7, page 55 Chiffre 2.8, page 56
6	Détermination des dimensions définitives de la construction	Chiffre 2.5, page 41 Chiffre 4.2, page 80 Chiffre 4.3, page 84
7	Elaboration des plans du projet (en plan, en coupe, ainsi que situations avec zones de décombres et sorties de secours)	Chiffre 1.4, page 27 Chiffre 2.7, page 49
8	Planification de la ventilation	Chiffre 3.1, page 61
9	Planification des autres installations et dispositifs techniques éventuels dans l'abri (eau/eaux usées, alimentation en énergie électrique, conduites et appareils étrangers à l'abri)	Chiffre 3.2, page 70 Chiffre 3.3, page 71 Chiffre 3.4, page 71
10	Dimensionnement et construction de l'abri. Elaboration des plans de coffrage et des plans d'armature ainsi que des listes de fers	Chiffre 4.1, page 73 Chiffre 4.4, page 85 Chiffre 4.5, page 90 Chiffre 4.6, page 110
11	Remise des documents du projet à l'organe compétent de la commune ou du canton pour approbation du projet et autorisation de construire	Chiffre 1.4, page 27

2.2 Exigences minimales en espace

Pour garantir l'espace minimal nécessaire en plan et en volume (dimensions intérieures), on respectera les dimensions suivantes. Celles-ci satisfont aux exigences d'un séjour prolongé dans l'abri (voir chiffre 1.32).

Espace nécessaire par place protégée:

Surface	1 m ²
Volume (y compris volume pour VA et toilettes)	2,5 m ³

Espace supplémentaire nécessaire:

Surface par VA	1 m ²
Surface du sas d'abris de 51 à 100 places protégées (hauteur maximale de 3,0 m dans le sas)	3,5 m ²
Surface du sas d'abris de 101 à 200 places protégées (hauteur maximale de 3,0 m dans le sas)	5 m ²
Surface pour toilettes	
d'abris de 30 places protégées au maximum	0 m ² (1 toilette)
d'abris de 31 à 60 places protégées	2 m ² (2 toilettes)
d'abris de 61 à 90 places protégées	3 m ² (3 toilettes)
d'abris de 91 à 100 places protégées	4 m ² (4 toilettes)
Surface du local séparé de toilettes	
d'abris de 101 à 120 places protégées	7 m ² (4 toilettes)
d'abris de 121 à 150 places protégées	9 m ² (5 toilettes)
d'abris de 151 à 180 places protégées	11 m ² (6 toilettes)
d'abris de 181 à 200 places protégées	13 m ² (7 toilettes)

Dimensions intérieures minimales qui, indépendamment du nombre de places protégées, ne seront pas inférieures aux données ci-après:

Surface d'un abri (y compris surface pour VA)	8 m ²
Largeur minimale	2 m
Hauteur minimale	2 m

Un compartiment séparé par un mur intermédiaire en béton armé sera prévu pour 50 places protégées au maximum. Dans le souci de parvenir à une conception optimale de la structure porteuse de l'abri ou de son adaptation à celle du bâtiment, il est également possible de prévoir des compartiments plus petits.

Les exigences en espace pour les différentes grandeurs d'abris sont indiquées dans le tableau 2.21.

Tableau 2.2-1 Espaces minimaux nécessaires, nombre d'appareils de ventilation (VA), de toilettes, de voies d'évacuation (VE) et de sorties de secours (SS)

Grandeur de l'abri		Espaces minimaux nécessaires (dimensions intérieures)						Nombre de VA	Nombre de toilettes	Voies d'évacuation ou sorties de secours ³⁾	
Nombre de places protégées	Nombre de compartiments d'abri (min.)	Surface totale du plancher (surf.) ¹⁾ (sas exclu)	Volume total min. ^{1), 2)} (sas exclu)	Surf. pour lits/séjour ¹⁾	Surf. pour VA	Surf. pour toilettes	Surf. pour sas			Nombre de voies d'évacuation ou de sorties de secours hors décombres	Nombre de sorties de secours
		m ²	m ³	m ²	m ²	m ²	m ²	Pièces	Pièces	Pièces	Pièces
5-7	1	8	16-17,5	7	1	—	—	1	1	—	1
8	1	9	20	8	1	—	—	1	1	—	1
13	1	14	32,5	13	1	—	—	1	1	—	1
14	1	15	35	14	1	—	—	1	1	1	—
30	1	31	75	30	1	—	—	1	1	1	—
31	1	34	77,5	31	1	2	—	1	2	1	—
50	1	53	125	50	1	2	—	1	2	1	—
51	2	55	127,5	51	2	2	3,5	2	2	1	1
60	2	64	150	60	2	2	3,5	2	2	1	1
61	2	66	152,5	61	2	3	3,5	2	3	1	1
90	2	95	225	90	2	3	3,5	2	3	1	1
91	2	97	227,5	91	2	4	3,5	2	4	1	1
100	2	106	250	100	2	4	3,5	2	4	1	1
101	3	111	252,5	101	3	7	5	3	4	2 (1)	(2)
120	3	130	300	120	3	7	5	3	4	2 (1)	(2)
121	3	133	302,5	121	3	9	5	3	5	2 (1)	(2)
150	3	162	375	150	3	9	5	3	5	2 (1)	(2)
151	4	166	377,5	151	4	11	5	4	6	2 (1)	(2)
180	4	195	450	180	4	11	5	4	6	2 (1)	(2)
181	4	198	452,5	181	4	13	5	4	7	2 (1)	(2)
200	4	217	500	200	4	13	5	4	7	2 (1)	(2)

¹⁾ Valeurs intermédiaires à déterminer par interpolation.

²⁾ Si le volume minimal ne peut pas être atteint par suite d'une hauteur insuffisante, la surface du plancher (surf.) sera augmentée en conséquence.

³⁾ Les chiffres entre parenthèses représentent une variante (p. ex. 1 VE+2 SS au lieu de 2 VE pour abris de 101 à 200 places protégées).

2.3 Emplacement de l'abri

2.31 Disposition dans le bâtiment

L'intégration de l'abri dans le bâtiment projeté sera optimale tant économiquement que sous l'angle de la protection. L'abri peut servir de cave, d'entrepôt ou de local de bricolage, etc. La disposition de l'abri dans le bâtiment tiendra compte des conditions techniques de protection suivantes:

Les locaux utilisés comme abri doivent:

- être situés en majeure partie sous le niveau du terrain,
- présenter la plus grande surface de murs extérieurs en contact avec la terre (c.-à-d. si possible disposition dans un angle du bâtiment),
- être toujours placés au niveau le plus bas du bâtiment, soit sur son sol de fondation (ne sont admis ni espaces vides, ni étages directement sous l'abri),
- être placés sous des parties massives du bâtiment,
- être éloignés de parties du bâtiment ou de locaux à haute charge thermique,
- former une structure porteuse simple en combinaison avec celle du bâtiment.

Lorsqu'un abri se trouve sous un bâtiment de plusieurs étages et si ce dernier est soumis à l'effet d'une onde de choc atomique, l'abri risque d'être touché dans sa totalité (p. ex. par un basculement).

C'est pourquoi les abris conformes aux présentes instructions techniques ne doivent être construits que sous des bâtiments qui répondent aux conditions ci-après quant au nombre maximal admis d'étages et de niveaux nécessaires en sous-sol.

Nombre minimal de niveaux en sous-sol	1	2
Nombre maximal d'étages admis au-dessus du terrain	6	8

Pour les bâtiments qui ne remplissent pas ces exigences, l'abri sera placé – d'entente avec les organes de la protection civile – à l'extérieur de la partie critique du bâtiment.

Les voies d'évacuation (VE) et les sorties de secours (SS) qui servent en même temps de prises d'air seront placées favorablement tant du point de vue de la protection que de celui, économique, de la construction (VE aboutissant en zones libres de décombres, VE et SS disposées si possible sur divers côtés du bâtiment; voir chiffre 2.7).

L'accès à l'entrée de l'abri s'effectuera par un passage ou un local annexe situés en majeure partie en sous-sol et présentant peu d'ouvertures vers l'extérieur (locaux avec peu de lumière du jour; voir aussi chiffre 2.61).

Deux abris attenants seront reliés entre eux par un volet blindé VB dans le mur intermédiaire.

2.32 Abris sur plusieurs étages

En règle générale, même de grands abris doivent être disposés sur un seul étage. Une disposition sur deux étages, comprenant un escalier interne de liaison ou deux abris superposés au plus et deux entrées, n'est admis que dans des cas exceptionnels.

Dans une telle situation, il faut prévoir un apport d'air majoré de 50% par rapport à une disposition sur un seul étage, vu la déperdition calorifique moindre par place protégée (voir chiffre 3.15).

2.33 Dispositions quant à la nappe phréatique

Des abris sont dans la nappe phréatique lorsque le niveau annuel moyen de cette nappe se situe au-dessus du niveau supérieur du radier de l'abri. Si une telle disposition de l'abri ne peut être évitée, on tiendra compte des points suivants:

L'abri présentera en principe la même isolation contre l'humidité que l'autre partie du sous-sol.

Le radier et, le cas échéant, les murs seront dimensionnés conformément aux indications de charge pour un niveau d'eau souterraine dépassant la cote supérieure du radier (voir chiffres 4.43 et 4.44).

Les voies d'évacuation et les sorties de secours doivent aboutir au-dessus du niveau d'eau souterraine le plus élevé. Elles seront exécutées en béton coulé sur place et reliées monolithiquement aux murs de l'abri. On les rendra étanches si nécessaire et les pourvoira d'un écoulement d'eau suffisant (raccordement à l'évacuation d'eau du bâtiment).

Lorsque le niveau de l'eau souterraine se situe à plus de 5 m au-dessus du radier de l'abri, il faut rechercher la solution en collaboration avec les organes de la protection civile.

S'il est tenu compte de ces points, les occupants de l'abri n'ont pratiquement rien à craindre de l'eau souterraine. D'après les expériences acquises, des fissures de flexion dans les structures périphériques enveloppant l'abri ne laissent passer que très peu d'eau, de sorte que l'infiltration d'eau dans l'abri est en général très minime, même par suite d'effets des armes.

2.34 Réservoirs de combustibles

Citernes à mazout:

Lorsqu'une citerne à mazout doit être placée à l'intérieur du bâtiment, il faut, en plus de l'observation des prescriptions fédérales et cantonales relatives à la protection contre l'incendie et à la protection des eaux, tenir compte des points suivants:

Les citernes à mazout seront placées en dehors de l'enveloppe de l'abri.

Lorsque le local pour la citerne à mazout doit être placé à côté de l'abri, le mur correspondant de l'abri aura une épaisseur d'au moins 0,40 m. Ni ouvertures ni évidements ne sont permis dans ce mur.

Des réservoirs situés immédiatement au-dessus de l'abri ne sont pas autorisés. Des citernes à mazout enterrées à l'extérieur de la périphérie du bâtiment n'ont pas d'influence sur la conception de l'abri.

En ce qui concerne le danger d'incendie que peuvent présenter des citernes à mazout, on relèvera que ce combustible est difficilement inflammable; il ne se laisse enflammer que sous forme d'un mélange de gouttelettes et d'air ou à des températures relativement hautes. De plus, les citernes courantes en acier présentent une grande capacité de résistance mécanique. En outre, les locaux non renforcés des réservoirs avec bassins de rétention prescrits qui sont placés dans

les sous-sols des bâtiments offrent une protection relativement grande contre les sollicitations mécaniques (onde de choc, éclats, décombres). Toutes ces considérations aboutissent à la conclusion que la menace pesant sur l'abri et ses occupants par l'écoulement et l'inflammation de mazout est minime.

Réservoirs d'essence:

Des réservoirs d'essence ou des réservoirs contenant des liquides semblables, facilement inflammables, sont interdits dans le bâtiment où se trouve l'abri.

Dans le cas de réservoirs d'essence ou de réservoirs contenant des liquides semblables, facilement inflammables, situés à proximité immédiate de l'abri, il faut éviter toute liaison entre ce dernier et la zone du réservoir par l'intermédiaire des canalisations ou d'autres conduites ou par des passages, etc. En cas de destruction du réservoir, on empêchera ainsi que l'essence s'écoule à proximité de l'abri, de son entrée, de sa voie d'évacuation ou de ses sorties de secours.

2.35 Mesures préventives contre le danger d'inondation (vagues de fond)

La région menacée par des vagues de fond s'étend généralement aux environs immédiats du rivage de grands lacs (superficie du lac > 20 km²). Est considérée comme telle, une bande de rivage de 200 m de largeur, à moins qu'elle ne soit située à 20 m au moins au-dessus du niveau du lac.

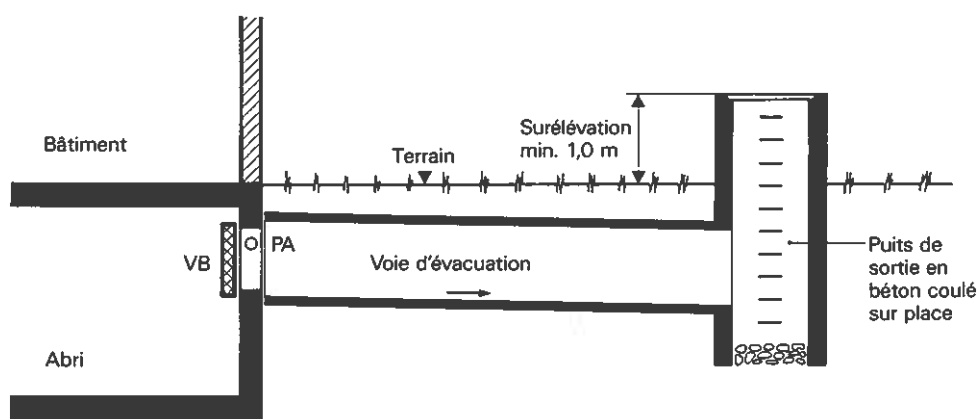


Figure 2.3-1 Voie d'évacuation avec puits de sortie surélevé

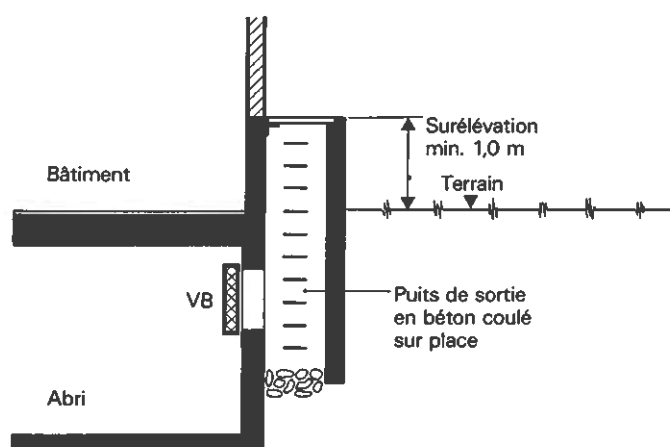


Figure 2.3-2 Sortie de secours avec puits de sortie surélevé

Pour la construction d'abris dans une telle région, on observera les mesures supplémentaires indiquées ci-après :

Les voies d'évacuation (VE) et les sorties de secours (SS) auront un puits de sortie surélevé de 1,00 m' au moins au-dessus du terrain. Ce puits de sortie sera toujours construit en béton armé coulé sur place avec une armature minimale (voir fig. 2.3-1 et 2.3-2).

Grâce à cette mesure, le puits de sortie surélevé dépassera, dans bien des cas, la couche de dépôts (couche compacte de vase, sable et décombres) due à une vague de fond ou à l'inondation.

2.4 Configuration de l'abri

2.41 Bases pour la configuration en plan

Pour une grandeur donnée d'abri (chiffre 2.2) et une disposition déterminée dans le bâtiment (chiffre 2.3), la configuration en plan peut encore être influencée par les facteurs suivants :

- les conditions données par le bâtiment et son utilisation, c'est-à-dire par la répartition en plan et la structure porteuse (disposition de murs intermédiaires; le mur intermédiaire entre deux compartiments d'abris ne présentera pas une ouverture de passage plus grande que 2 m² au maximum);
- les possibilités extérieures d'emplacement des voies d'évacuation et sorties de secours et, en conséquence, des volets blindés et des appareils de ventilation (VA) dans l'abri (chiffre 2.7);
- les possibilités d'emplacement de l'entrée de l'abri (chiffre 2.6) et des toilettes (chiffre 2.8);
- les possibilités de disposition des lits.

La disposition adéquate des lits (trois étages) et des toilettes sera justifiée dans le plan de l'abri qui, toutefois, ne remplace pas le plan d'ameublement selon le manuel des services d'abri.

La planification de la disposition des lits découle des impératifs suivants :

- Pour les unités de lits à trois étages, les dimensions extérieures en plan seront de 0,70 m × 1,90 m. En coupe, elles exigent une hauteur de l'espace libre de 2,0 m.
- En principe, il faut prévoir un lit par place protégée. Le nombre d'unités à trois étages dépend de celui de places protégées. Pour des abris de 10 places protégées au plus, on peut retenir exceptionnellement un lit en moins.
- Les unités à trois étages peuvent être disposées longitudinalement côte à côte, ou tête à tête l'une derrière l'autre.
- Pour des raisons de protection contre les ébranlements et pour favoriser la circulation d'air, les lits seront disposés, autant que possible, à une distance de 0,10 m, mais au moins de 0,05 m des murs.
- L'accès aux lits exige, en long ou de front, un couloir d'au moins 0,70 m de largeur.

2.42 Exemples de configuration en plan pour abris de 5 à 50 places protégées

Les exemples suivants d'abris sont des indications pour l'établissement adéquat en plan, lequel exige de prendre en considération la disposition des lits. Ceci conditionne, particulièrement pour de petits abris, leurs dimensions en plan ainsi que la disposition de l'entrée, de l'appareil de ventilation et de l'ouverture (VB) d'accès à la voie d'évacuation, respectivement à la sortie de secours.

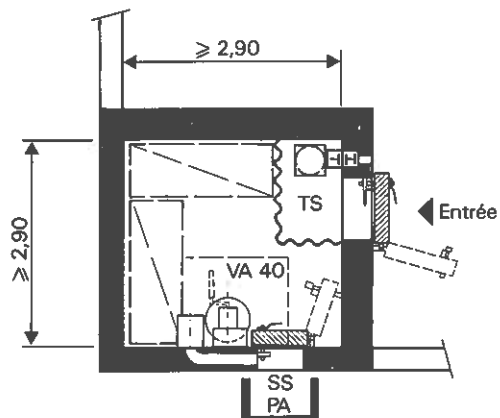


Figure 2.4-1 Configuration, forme carrée, d'un abri de 5 à 7 places protégées (surface minimale 8 m²)

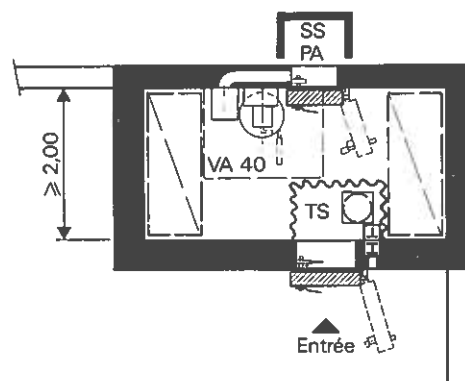


Figure 2.4-2 Configuration, forme oblongue, d'un abri de 5 à 7 places protégées (surface minimale 8 m²)

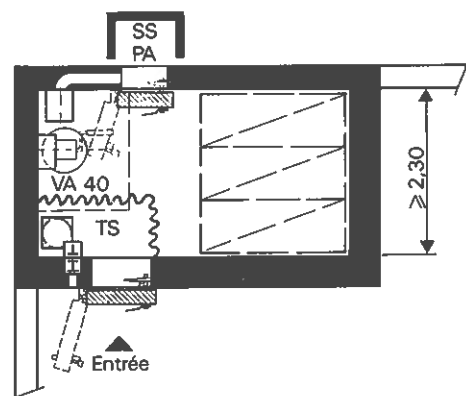


Figure 2.4-3 Configuration d'un abri de 8 places protégées (surface ≥ 9 m²)

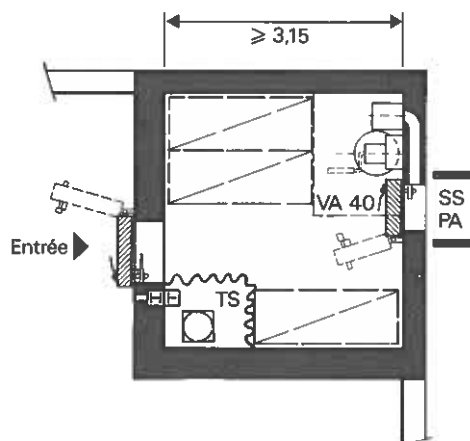


Figure 2.4-4 Configuration d'un abri de 9 places protégées (surface ≥ 10 m²)

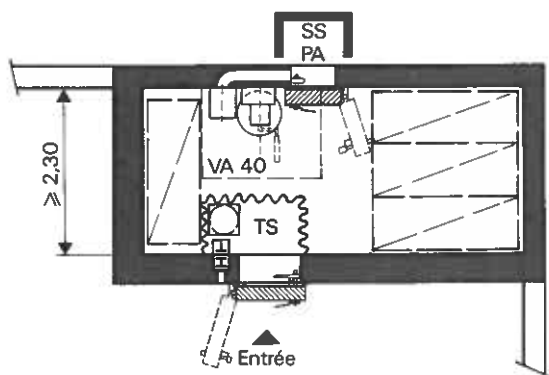


Figure 2.4-5 Configuration d'un abri de 10 places protégées (surface ≥ 11 m²)

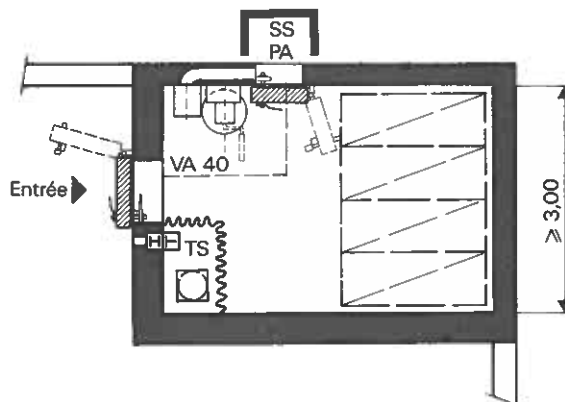


Figure 2.4-6 Configuration d'un abri de 12 places protégées (surface ≥ 13 m²)

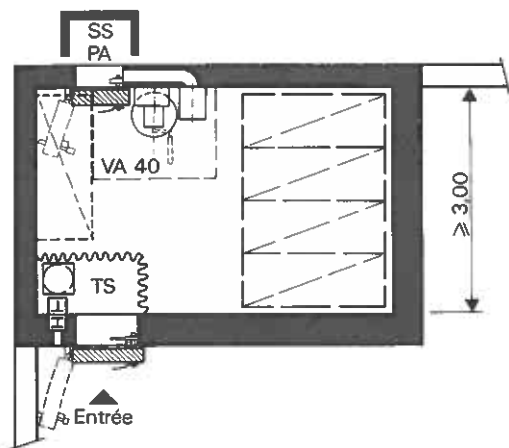


Figure 2.4-7a Configuration d'un abri de 13 places protégées (surface $\geq 14 \text{ m}^2$)

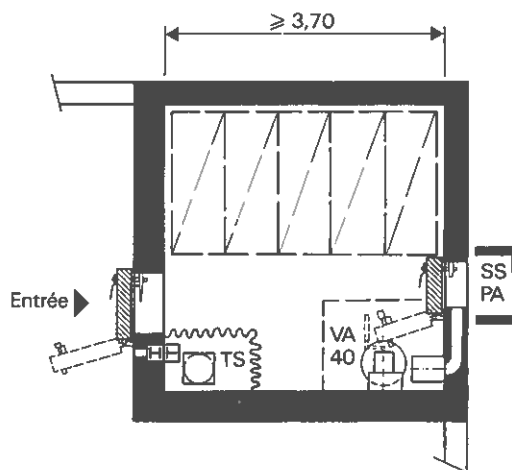


Figure 2.4-7b Configuration d'un abri de 13 places protégées (surface $\geq 14 \text{ m}^2$)

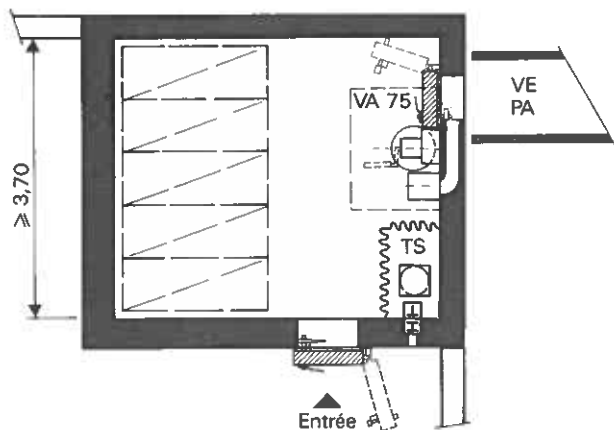


Figure 2.4-8a Configuration d'un abri de 15 places protégées (surface $\geq 16 \text{ m}^2$)

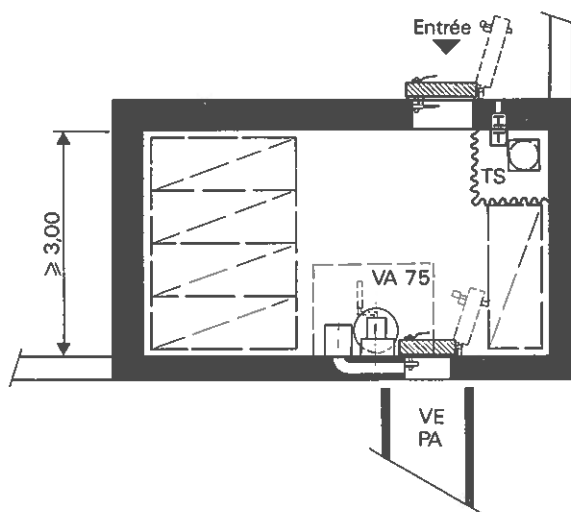


Figure 2.4-8b Configuration d'un abri de 15 places protégées (surface $\geq 16 \text{ m}^2$)

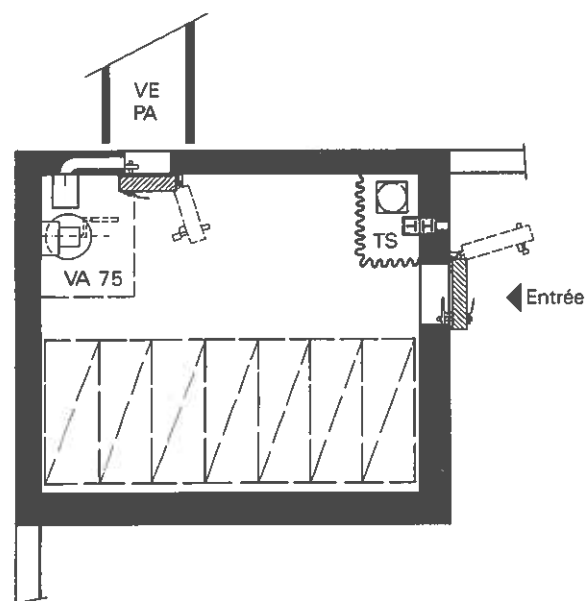


Figure 2.4-9 Configuration d'un abri de 20 places protégées (surface $\geq 21 \text{ m}^2$)

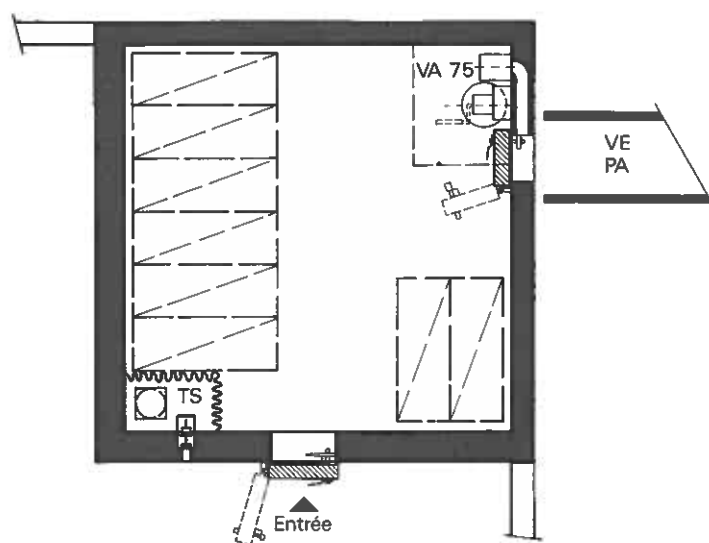


Figure 2.4-10 Configuration d'un abri de 24 places protégées (surface $\geq 25 \text{ m}^2$)

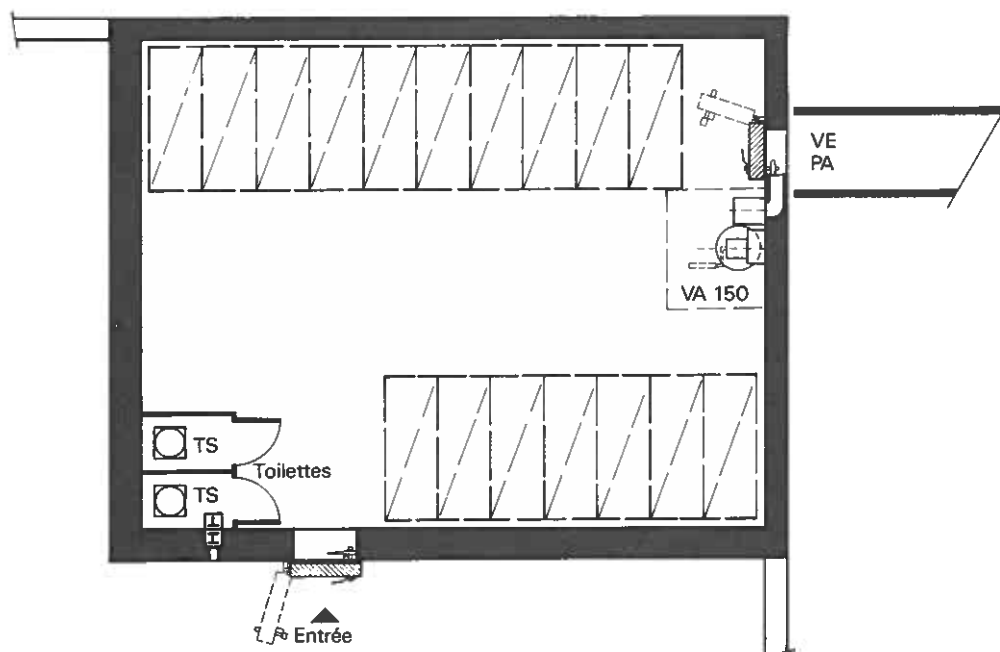


Figure 2.4-11 Configuration d'un abri de 50 places protégées (surface $\geq 53 \text{ m}^2$)

2.43 Exemple de configuration en plan pour abris de 51 à 100 places protégées

Pour cette grandeur d'abri, il faut toujours prévoir un sas (surface $3,5 \text{ m}^2$) selon chiffre 2.2. L'abri est divisé en deux compartiments avec un mur intermédiaire fixe en béton armé.

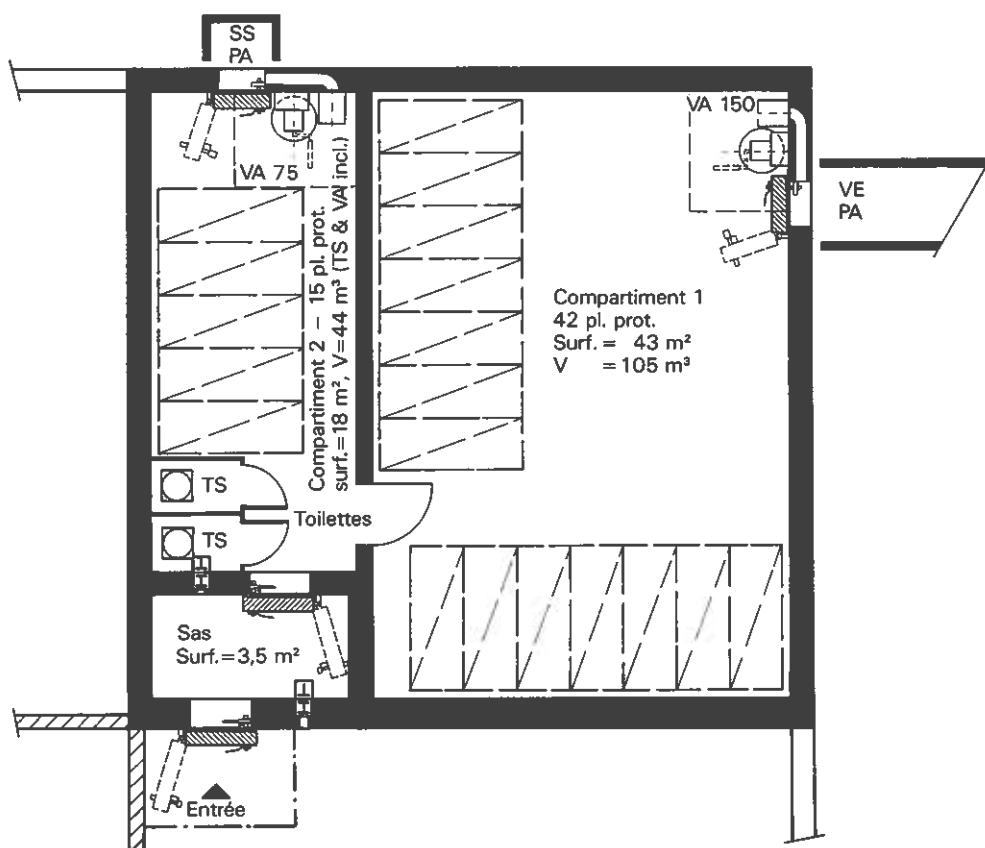


Figure 2.4-12 Abri de 57 places protégées (surface $\geq 61 \text{ m}^2 + 3,5 \text{ m}^2$)

2.44 Exemples de configuration en plan pour abris de 101 à 200 places protégées

Pour cette grandeur d'abri, il faut toujours prévoir un sas (surface 5 m^2) selon chiffre 2.2. L'abri sera subdivisé en plusieurs compartiments avec des murs intermédiaires fixes en béton armé. Les toilettes seront placées dans un local séparé à proximité de l'entrée.

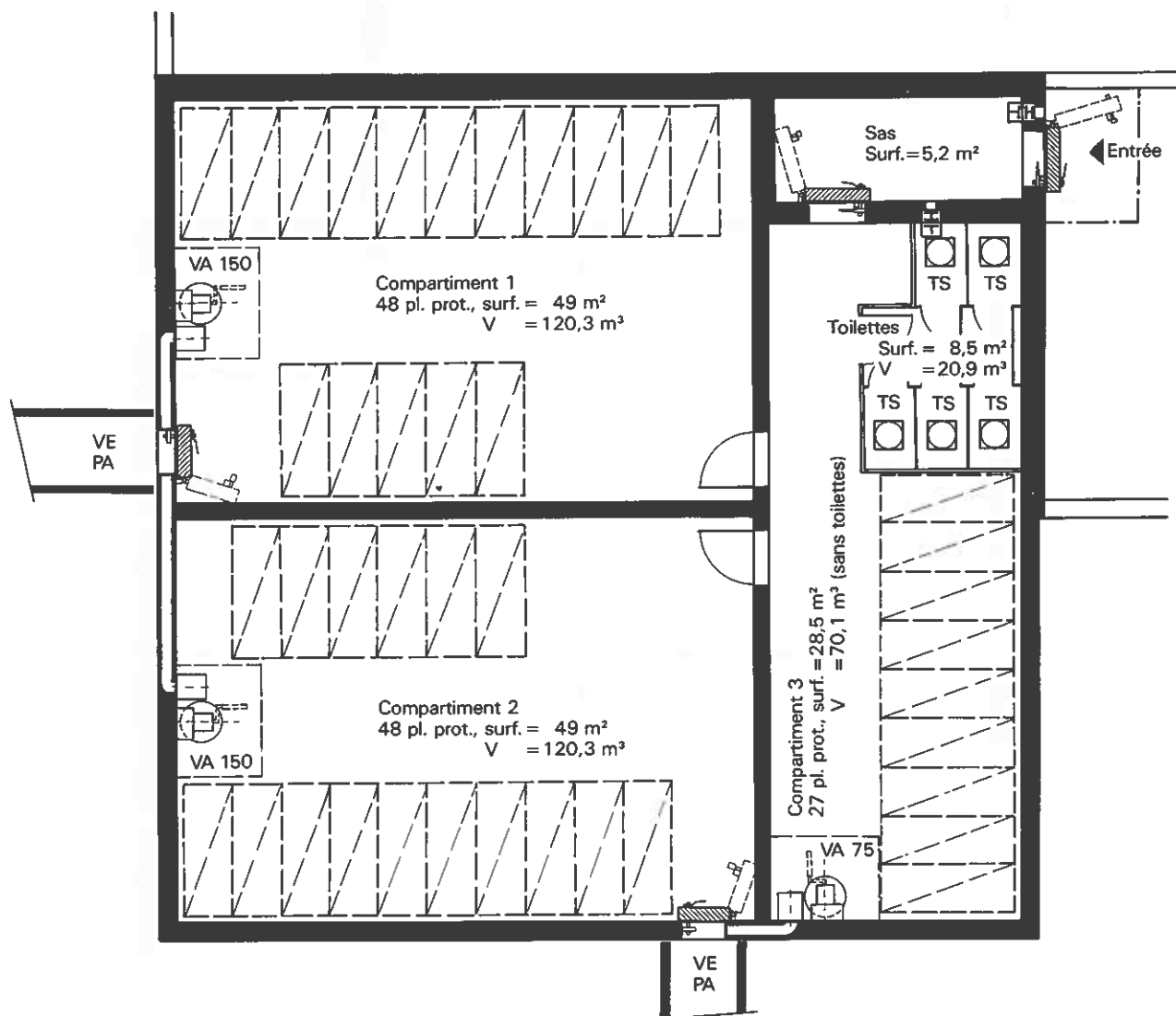


Figure 2.4-13 Abri de 123 places protégées (surface $\geq 135 \text{ m}^2 + 5 \text{ m}^2$)

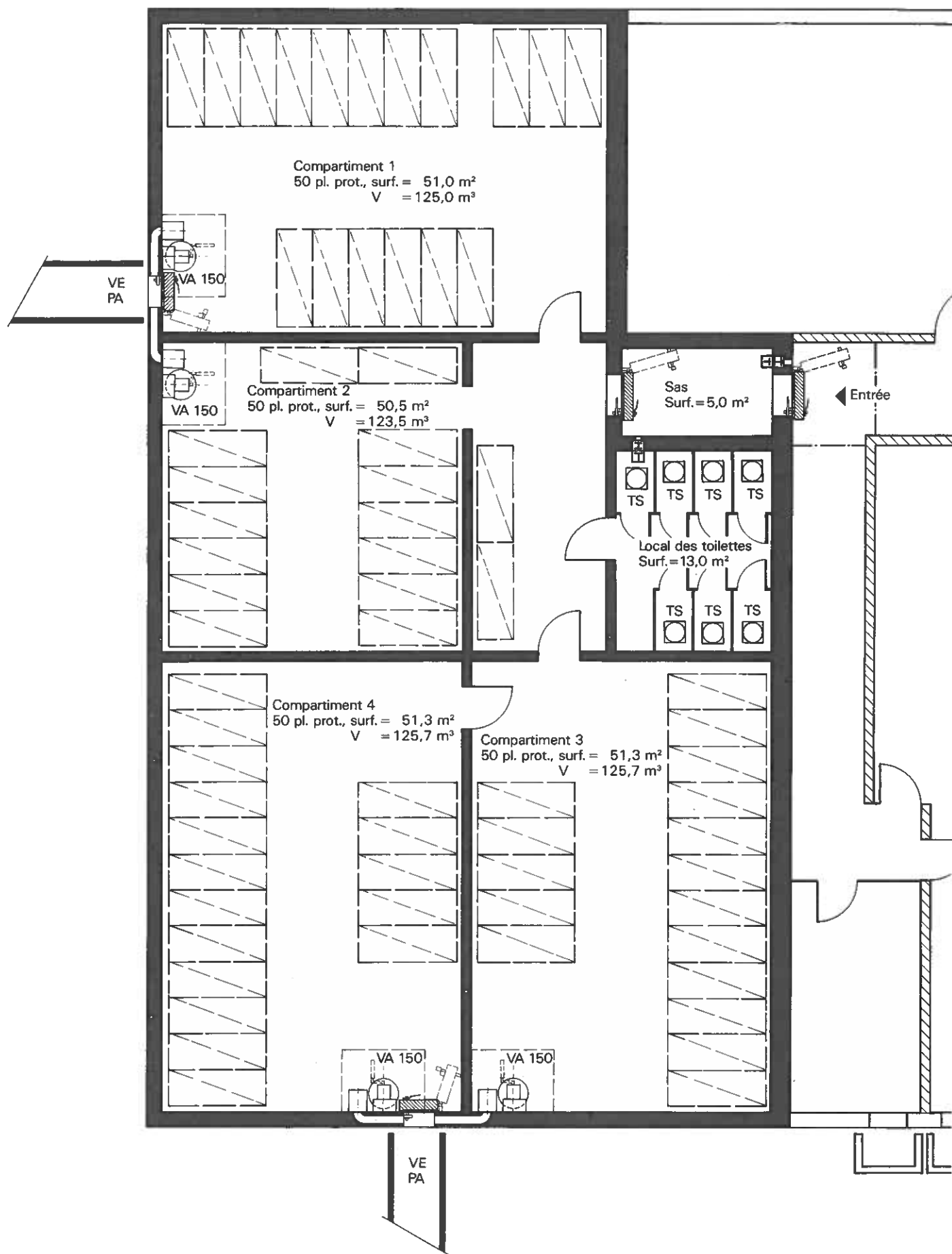


Figure 2.4-14 Abri de 200 places protégées (surface $\geq 217 \text{ m}^2 + 5 \text{ m}^2$)

2.5 Détermination des épaisseurs de construction définitives

Les épaisseurs définitives des divers éléments porteurs de l'abri seront déterminées d'après les critères de dimensionnement énoncés dans la figure 2.5-1. Le dimensionnement proprement dit s'effectue en fonction des différentes influences et d'après les chiffres indiqués dans la figure. Les épaisseurs définitives des éléments porteurs sont, en règle générale, fixées par l'architecte lors de l'étude du projet. L'ingénieur civil procédera ensuite au dimensionnement statique (armatures et vérification de la capacité portante) des épaisseurs de construction fixées.

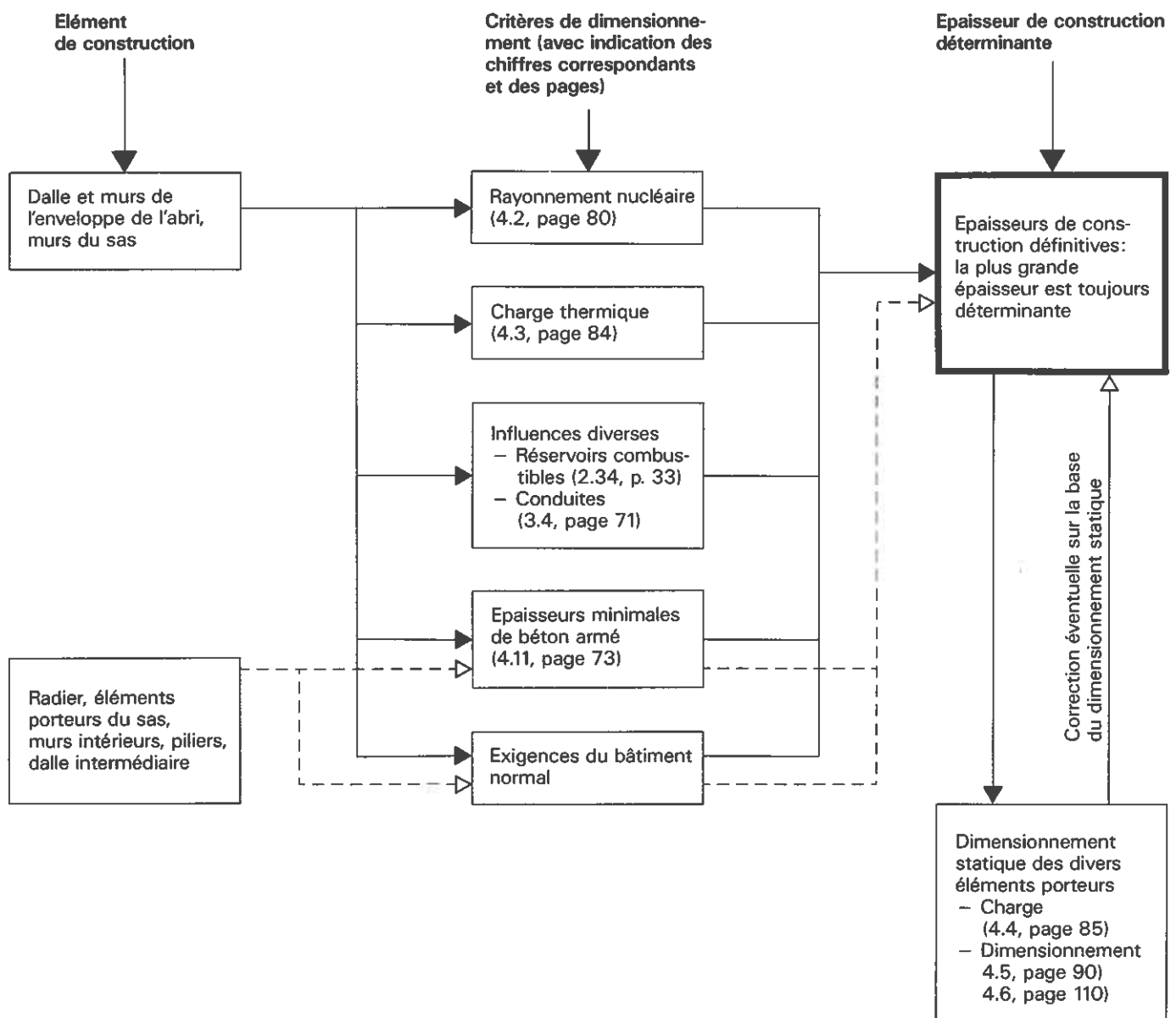


Figure 2.5-1 Critères de dimensionnement des épaisseurs de construction des divers éléments porteurs

2.6 Entrées

2.61 Disposition

L'entrée de l'abri comprend les parties suivantes:

- accès jusqu'à l'enveloppe de l'abri,
- local annexe avec protection contre les décombres au-dessus de la fermeture de l'abri,
- fermeture de l'abri (porte blindée),
- sas (pour abris de plus de 50 places protégées).

Les abris décrits, de 200 places protégées au maximum, ont toujours une seule entrée. Une disposition appropriée de l'entrée dans la configuration en plan de l'abri doit assurer – particulièrement pour des abris sans sas – une protection suffisante contre les effets des armes, avant tout contre le rayonnement nucléaire primaire. Une porte blindée relativement exposée constitue à cet égard un certain point faible de l'enveloppe de l'abri.

Lors de la disposition de l'entrée, il faut donc, en plus de son incorporation adéquate dans le plan du bâtiment, tenir compte des points suivants:

L'entrée de l'abri doit se trouver dans un local annexe, autant que possible souterrain, ayant peu d'ouvertures vers l'extérieur (local avec peu de lumière du jour).

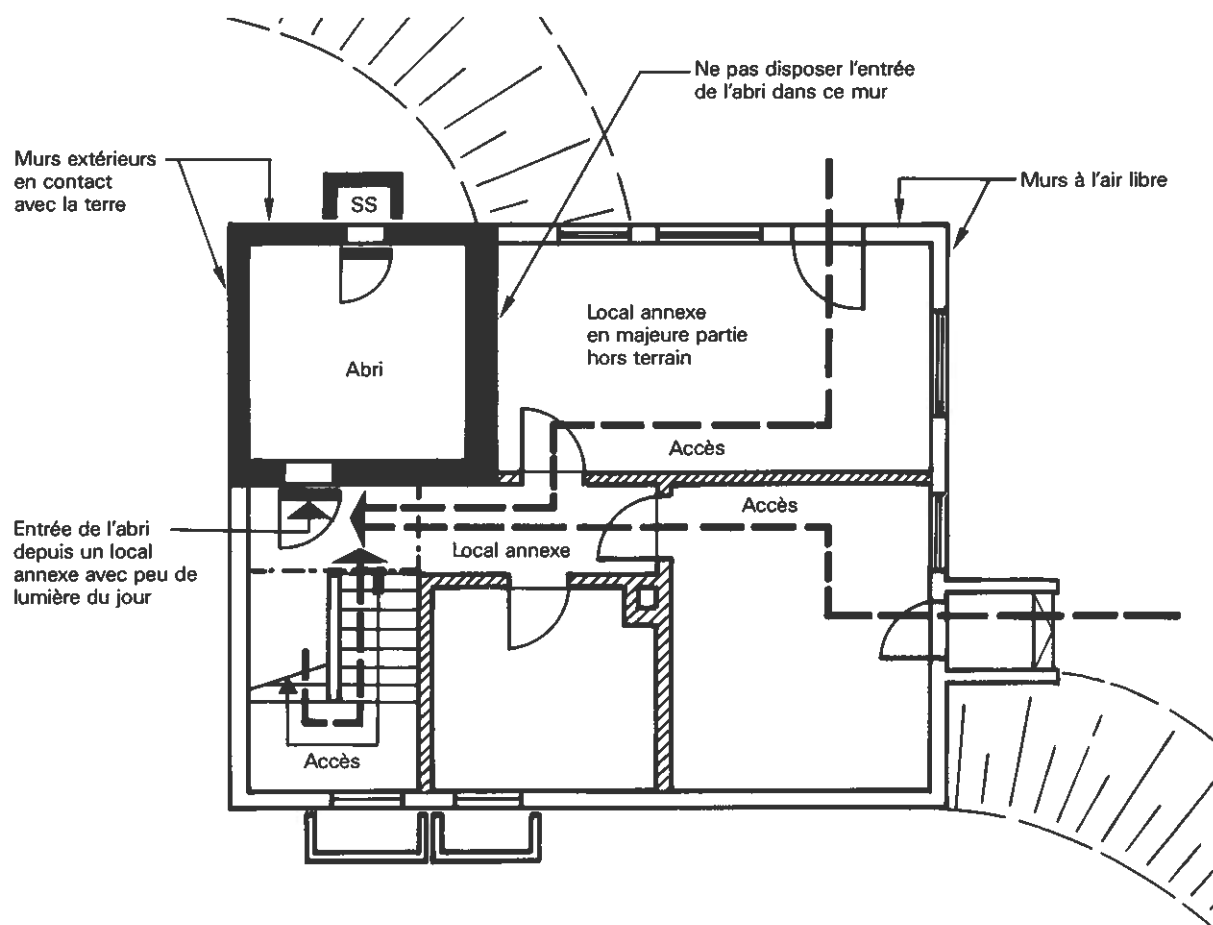


Figure 2.6-1 Disposition de l'entrée de l'abri (plan du sous-sol du bâtiment)

Au cas où l'entrée d'un abri sans sas se trouve exceptionnellement dans un local annexe situé en majeure partie hors du sol (voir chiffre 4.23), la protection contre le rayonnement sera améliorée dans cette zone. C'est le cas lorsque l'entrée de l'abri doit être disposée dans un mur plus épais que 0,40 m par suite du dimensionnement à l'égard du rayonnement nucléaire. Cette protection supplémentaire contre le rayonnement peut, par exemple, être réalisée par un couloir formant un écran de masse de $X_w = p \cdot d \geq 500 \text{ kg/m}^2$ (voir chiffre 4.22) selon figure 2.6-2.

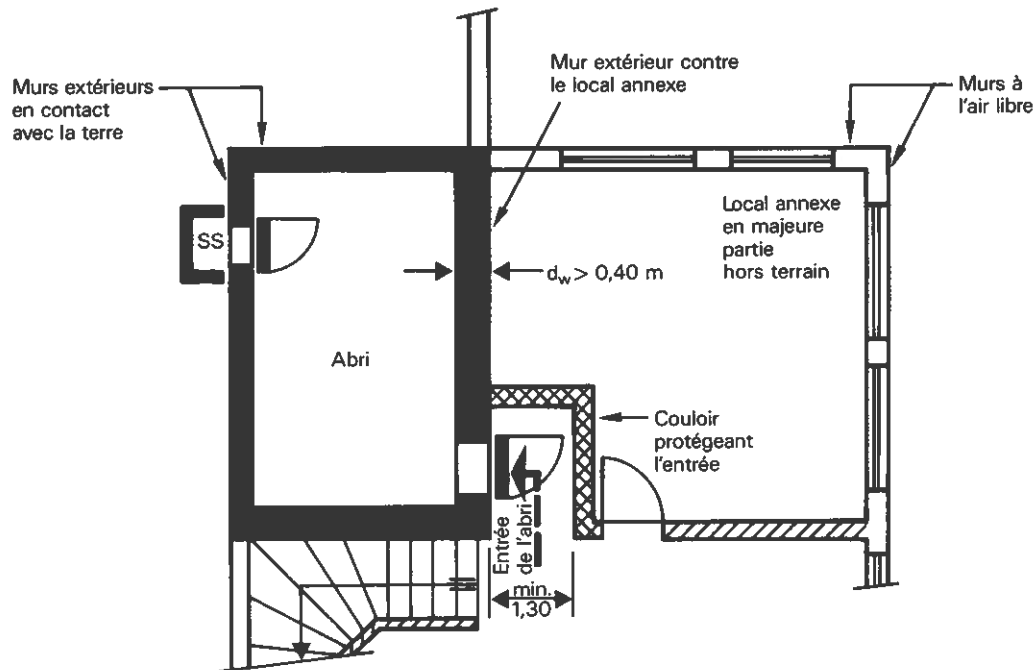
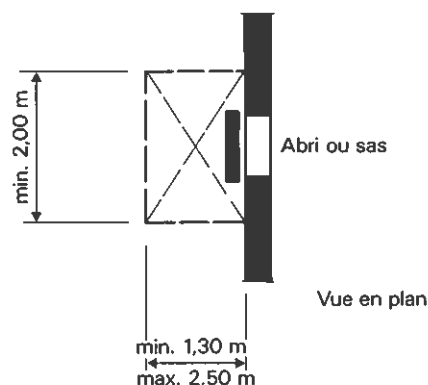


Figure 2.6-2 Couloir protégeant l'entrée de l'abri dans le cas de locaux annexes en majeure partie hors du sol

2.62 Protection contre les décombres près de l'entrée

La dalle du couloir, située au-dessus de la fermeture (PB) de l'abri, ou une partie de la dalle de grands locaux d'accès seront renforcées. L'accumulation de décombres à l'entrée de l'abri s'en trouve réduite et les possibilités d'autolibération améliorées. La figure 2.6-3 montre la disposition de cette protection contre les décombres. La configuration et la construction se font d'après le chiffre 4.56.

Couloir avec dalle renforcée pour la protection contre les décombres près de l'entrée



Dalle partiellement renforcée pour la protection contre les décombres près de l'entrée

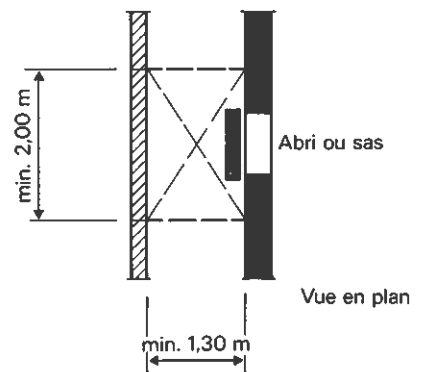


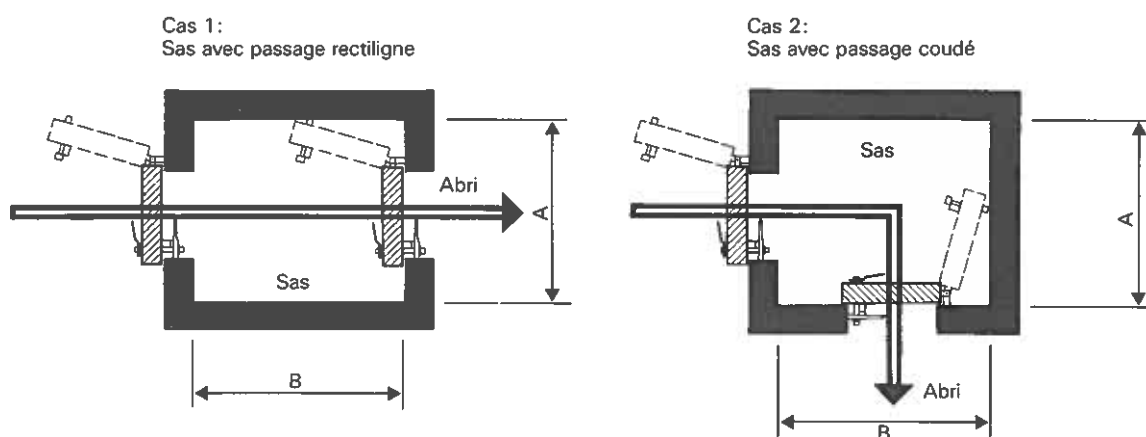
Figure 2.6-3 Protection contre les décombres près de l'entrée

2.63 Sas

Un sas sera disposé à l'entrée d'abris de plus de 50 places protégées. Ce sas doit assurer la protection constante contre la pression et la pénétration de toxiques chimiques de combat. Il est muni de deux portes blindées s'ouvrant vers l'extérieur (PB 1 et PB 2, voir chiffre 2.64). Pour les abris traités dans les présentes instructions, la surface du sas est standardisée: elle est de 3,5 m² pour des abris de 51 à 100 places protégées et de 5 m² pour ceux de 101 à 200 places protégées. Ces surfaces peuvent être inférieures ou supérieures de 10% au maximum.

L'application de ces dimensions standards et la disposition de la ventilation selon le chiffre 3.1 assurent le renouvellement de l'air du sas dans les délais voulus.

Le chiffre 4.56 indique l'armature standardisée des murs de la dalle et du radier du sas, pour pratiquement tous les cas pouvant se présenter.



Dimensions intérieures minimales et maximales pour A et B:

Grandeur du sas		Surf. = 3,5 m ² et surf. = 5 m ²		Surf. = 3,5 m ² (max. 3,85 m ²)		Surf. = 5 m ² (max. 5,5 m ²)	
Grandeur porte blindée	Genre de passage	A _{min.}	B _{min.}	B _{max.} ¹⁾	A _{max.} ¹⁾	B _{max.} ¹⁾	A _{max.} ¹⁾
PB 1 0,80/1,85	Cas 1 (rectiligne)	1,50 m	1,30 m	2,55 m	2,95 m	3,65 m	4,25 m
	Cas 2 (coudé)	1,50 m	1,50 m	2,55 m	2,55 m	3,65 m	3,65 m
PB 2	Cas 1 (rectiligne)	1,70 m	1,50 m	2,25 m	2,55 m	3,25 m	3,65 m
1,00/1,85	Cas 2 (coudé)	1,70 m	1,70 m	2,25 m	2,25 m	3,25 m	3,25 m

¹⁾ Les dimensions intérieures maximales B_{max} ou A_{max} indiquent les surfaces du sas augmentées de 10% par rapport à celles minimales correspondantes A_{min} ou B_{min}.

Figure 2.6-4 Dimensions en plan (espace libre) des sas d'abris de 51 à 100 places protégées (surface 3,5 m²) et de 101 à 200 places protégées (surface 5 m²)

2.7 Voies d'évacuation, sorties de secours et prises d'air

2.71 But et nombre

Les voies d'évacuation (VE) et les sorties de secours (SS) sont des éléments importants de l'abri. Ils doivent :

- permettre de quitter l'abri lorsque l'entrée normale est devenue inutilisable par suite des effets des armes,
- servir de prises d'air pour la ventilation de l'abri.

Le nombre des voies d'évacuation et des sorties de secours nécessaires en fonction de la grandeur de l'abri est indiqué dans le tableau 2.7-1 (voir aussi tableau 2.2-1).

Tableau 2.7-1 Nombre de voies d'évacuation et de sorties de secours

Nombre de places protégées	Voies d'évacuation (sorties de secours hors de la zone de décombres)	Sorties de secours (aboutissant en zone de décombres)
jusqu'à 13	—	1
14 à 50	1	—
51 à 100	1	1
101 à 200	2	—
ou	1	2

Des voies d'évacuation ne sont construites que lorsque la hauteur de l'immeuble à la corniche dépasse 4 m. Pour des bâtiments dont la hauteur à la corniche est inférieure à 4 m, les sorties de secours seront considérées comme étant hors de la zone de décombres.

Dans les cas normaux, les coûts dus aux voies d'évacuation et aux sorties de secours se montent à moins de 10% des frais supplémentaires de l'abri. Dans des cas spéciaux (place restreinte en zone urbaine, abris situés en profondeur, roche, eaux souterraines, zones menacées par des vagues de fond), ces coûts peuvent être plus élevés. Si cette part des coûts dépasse 20%, il faut rechercher d'autres solutions en collaboration avec les organes compétents.

Il est possible de raccorder à une voie d'évacuation des prises d'air pour 3 VA au maximum et à une sortie de secours des prises d'air pour 2 VA au maximum.

2.72 Disposition

Les principes de planification suivants pour la disposition des voies d'évacuation et des sorties de secours (donc aussi pour les prises d'air) découlent, d'une part, des considérations techniques de protection (menaces dues aux décombres et au danger d'incendie) et, d'autre part, des conditions externes et internes valables pour l'immeuble en temps de paix.

On recherchera une disposition qui soit si possible hors de la zone de décombres, aussi bien pour les voies d'évacuation que pour les sorties de secours, donc également pour les prises d'air. La meilleure solution est de placer les puits de sortie des voies d'évacuation en dehors de la zone admise, H/2, de décombres.

Des entrées supplémentaires dans l'abri ne sont autorisées que s'il est prouvé qu'elles sont nécessaires à un usage normal, c'est-à-dire lorsque l'accès par l'entrée normale de l'abri présente des difficultés intolérables. Pour fermer d'éventuelles entrées supplémentaires, on utilisera des fermetures standardisées (PB1 et PB2; dans des cas spéciaux PB3 [1,40 m x 2,20 m] avec seuil amovible, pour autant que le passage avec des chariots élévateurs soit nécessaire).

Ces entrées supplémentaires (dites « portes rouges ») seront munies d'un dispositif de fermeture (chaîne, cadenas) à l'intérieur de l'abri, car elles doivent rester verrouillées en cas d'occupation de celui-ci. A cette fin, on apposera, des deux côtés de la fermeture, l'inscription durable « Fermé en cas d'occupation ».

En cours de construction, on respectera les prescriptions suivantes de pose des fermetures d'abris:

- On posera ensemble le bâti de la porte et le cadre à l'état fermé et exactement à la verticale, dans le coffrage du mur, à l'aide d'un calage approprié.
- On commencera à bétonner le mur encadrant la porte. Ce n'est qu'après la prise du béton que le bâti de la porte – à l'état fermé – peut être bétonné.
- Le bâti de la porte doit rester calé en permanence durant 30 jours au moins après le décoffrage, afin que la fermeture ne puisse pas se déformer.
- La couche de peinture finale présentera de bonnes propriétés anticorrosives. Le joint d'étanchéité ne doit être enlevé ni lors de la pose de la porte ni au moment de la peinture.
- Durant la phase de paix, les seuils amovibles (seulement pour PB3) et leurs éléments de fixation seront fixés à la porte ou à proximité, du côté intérieur de l'abri.

Pour l'utilisation de l'abri en temps de paix, il est possible de monter une porte normale légère (p. ex. en bois ou en métal) en plus de la porte blindée. En règle générale, cette porte normale sera posée du côté intérieur de l'abri (voir figure 2.6-8).

La disposition d'une porte normale en combinaison avec la porte blindée ne doit pas gêner l'utilisation de l'abri.

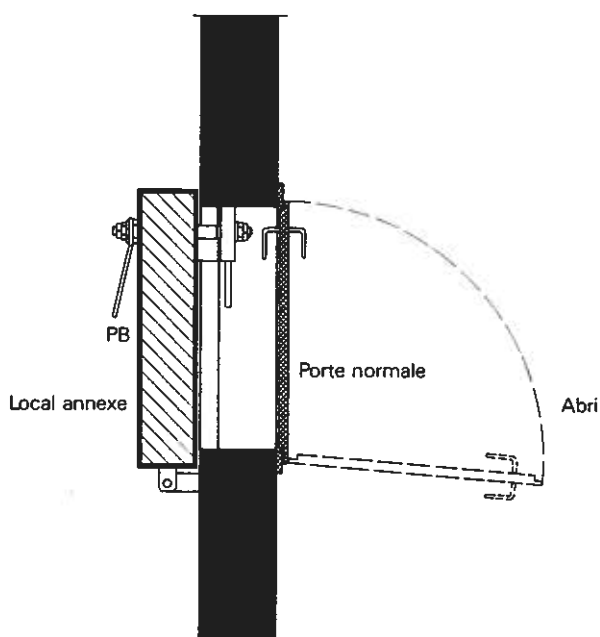
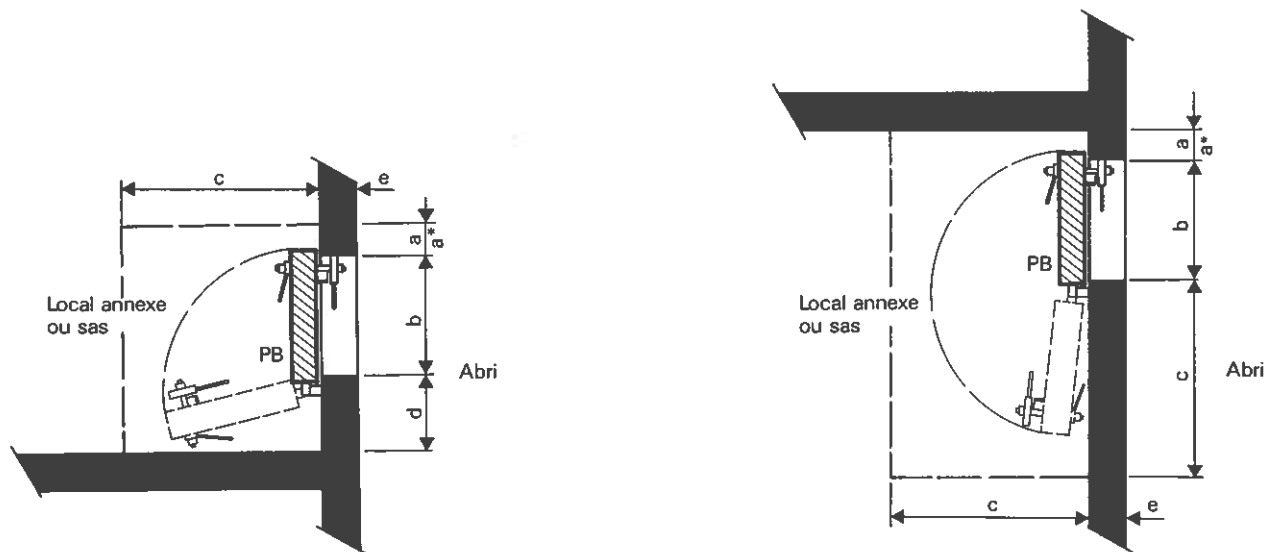


Figure 2.6-8 Disposition d'une porte normale près d'une porte blindée (vue en plan)



	a (m)	a* (m)	b (m)	c (m)	d (m)	e (m)
PB1	0,20	0,50	0,80	1,30	0,50	0,25
PB2	0,20	0,50	1,00	1,50	0,50	0,25
PB3	0,20	0,50	1,40	1,90	0,50	0,25

a valable pour le mur intérieur du sas

a* valable pour le mur extérieur de l'abri sans sas et pour le mur extérieur du sas (distance plus grande pour l'auto-libération)

Figure 2.6-6 Dimensions de montage en plan (dimensions minimales) des portes blindées

L'espace libre entre le bâti de la porte et le sol ou le plafond finis sera d'au moins 0,04 m sur toute la zone de rabattement de la porte blindée. La hauteur du seuil et du linteau finis, du côté du local annexe et du sas, sera donc d'au moins 0,09 m, puisque la battue mesure 0,05 m.

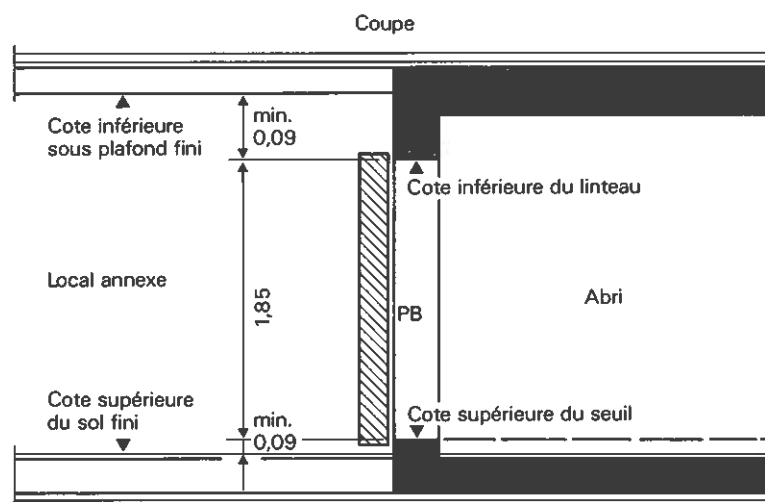
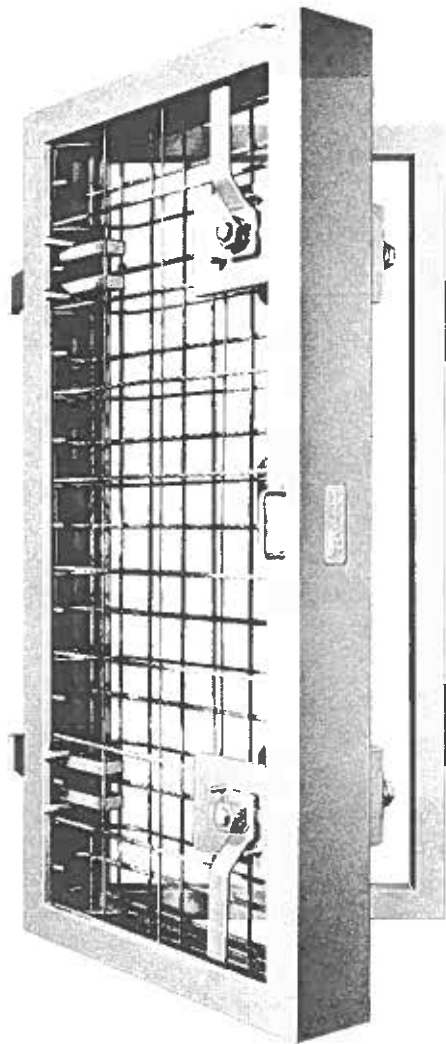


Figure 2.6-7 Dimensions de montage des portes blindées, en coupe verticale (dimensions minimales)

2.64 Portes blindées (PB)

Des portes blindées servent à fermer l'entrée de l'abri et le sas. On ne posera que des portes blindées standardisées, correspondant aux prescriptions de l'OFPC et portant la désignation prescrite de fermeture. Ces portes blindées sont construites de telle manière qu'elles offrent la protection exigée contre l'onde de choc réfléchie, le rayonnement nucléaire (sous réserve de la protection géométrique normale), les toxiques chimiques de combat, la chaleur dégagée par un incendie, les éclats et la poussière.

Les portes blindées standardisées sont fabriquées pour les vides de passage suivants:



Type	Vides de passage	
	Largeur	Hauteur
PB1	0,80 m	1,85 m
PB2	1,00 m	1,85 m
PB3 *	1,40 m	2,20 m

* avec seuil amovible

Figure 2.6-5 Porte blindée (non encore bétonnée)

En cas de besoin, les portes blindées peuvent s'ouvrir partiellement à l'aide d'un dispositif d'autolibération simple et également standardisé.

Ce dispositif d'autolibération sera fixé à une plaque spéciale sur le panneau de la porte à l'intérieur de l'abri et plombé.

Pour la disposition et la pose irréprochables des portes blindées, on respectera les points suivants:

Les portes blindées seront toujours posées du côté extérieur (côté soumis à la pression) de l'abri.

Les dimensions suivantes de montage en plan s'appliquent aux portes blindées:

On désigne comme zone de décombres, la surface en plan à l'intérieur de laquelle il faut compter avec un amoncellement considérable de décombres en cas de destruction du bâtiment. Cette zone est définie de telle façon qu'elle s'étend sur tous les côtés du bâtiment jusqu'à la distance $H/2$ des façades; H représente la hauteur moyenne de la façade à la corniche.

Lorsqu'il faut disposer de plusieurs voies d'évacuation ou sorties de secours, on les placera sur différents côtés du bâtiment; elles seront aussi éloignées que possible les unes des autres.

La disposition des ouvertures dans l'abri (en particulier du volet blindé et de la ventilation (VA), voir chiffre 2.77) doit permettre une mise en place et une utilisation judicieuse des lits.

L'ouverture dans le mur de l'abri donnant accès aux voies d'évacuation et aux sorties de secours présentera un vide de passage de $0,60 \times 0,80$ m.

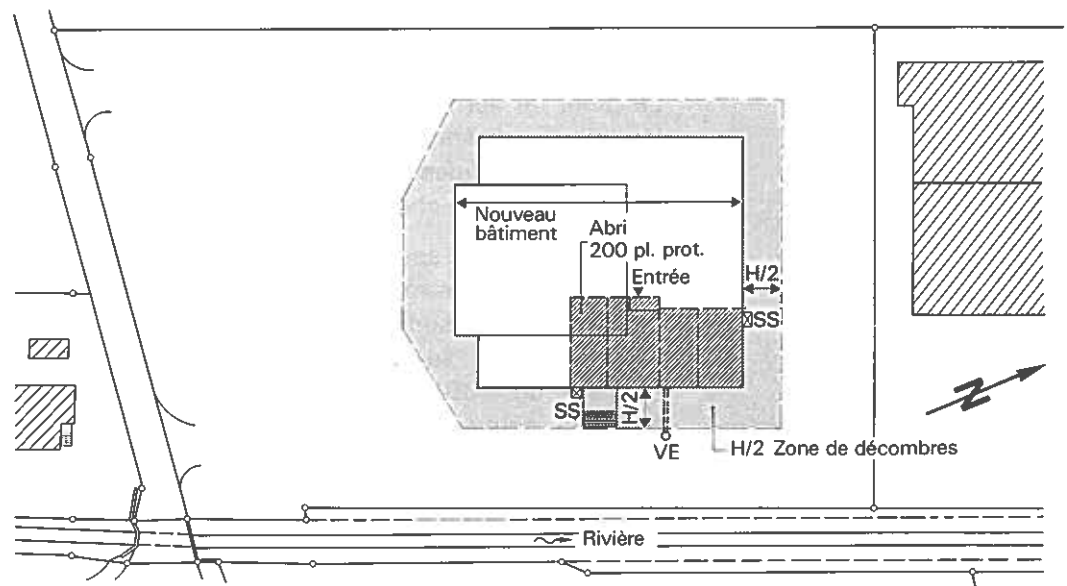


Figure 2.7-2 Plan de situation avec représentation de l'abri, des voies d'évacuation, des sorties de secours et de la zone de décombres (voir chiffre 1.43, documents pour l'approbation du projet)

2.73 Configuration des voies d'évacuation

Les voies d'évacuation servent à l'autolibération et de prises d'air. Elles sont composées de tuyaux posés en pente légère et d'un puits de sortie vertical. Les voies d'évacuation doivent autant que possible aboutir en dehors de la zone $H/2$ de décombres.

Lors de la conception des voies d'évacuation, on tiendra compte des points suivants (voir figure 2.7-3):

Un volet blindé VB (vide de passage $0,60/0,80$ m) s'ouvrant vers l'intérieur servira de fermeture de l'abri (voir chiffre 2.77).

Les voies d'évacuation peuvent être exécutées en éléments préfabriqués ou en béton coulé sur place comme il suit:

- Tuyaux en béton non armé (profil circulaire), diamètre nominal 1000 mm, et d'une longueur allant jusqu'à 8,0 m. Les voies d'évacuation plus longues seront exécutées avec des tuyaux en béton armé.
- Tuyaux en béton non armé (profil ovale), diamètre nominal 800/1200 mm, d'une longueur allant jusqu'à 8,0 m. Les voies d'évacuation plus longues seront exécutées avec des tuyaux en béton armé (profil circulaire).

- Tuyaux en amiante-ciment (tuyaux de canalisation, classe A), diamètre nominal 1000 mm.
- Profil rectangulaire en béton coulé sur place, vide de passage $b_{\min} = 0,80$ m, $h_{\min} = 1,00$ m (épaisseur minimale 0,20 m, armature minimale selon chiffre 4.12).

La longueur des voies d'évacuation (voir figure 2.7-3) sera de 2,0 m au moins.

L'évacuation des eaux s'effectuera, autant que possible, vers le puits de sortie; les voies d'évacuation auront une pente d'au moins 1 % (maximum 15 %) et leur recouvrement sera de 0,30 m au moins.

Le puits de sortie aura un vide de passage d'au moins 1000 mm (profil circulaire) ou $b_{\min} = 0,80/h_{\min} = 1,00$ m (profil rectangulaire). Un rétrécissement à la sortie est permis jusqu'à une ouverture nominale du cône de 600 mm et de 600/600 mm pour le puits rectangulaire. Les puits seront équipés d'échelles ou d'échelons métalliques scellés (distance entre les échelons: env. 0,30 m) du type courant. L'évacuation des eaux des puits de sortie et des voies d'évacuation présentant une pente vers le bâtiment sera évacuée par drainage ou raccordement à une canalisation en cas de sol peu perméable.

Le puits de sortie sera pourvu d'un couvercle perforé courant ou d'une grille (ouvertures d'aération d'un total de 0,06 m² au minimum). Le couvercle doit satisfaire aux exigences imposées en temps de paix (piétons, éventuellement trafic, protection contre chutes).

Dans certains cas spéciaux, il faut utiliser un couvercle fermé (p. ex. pour des puits de sortie dans une zone publique). En pareil cas, la voie d'évacuation sera pourvue d'une prise d'air supplémentaire, placée à un endroit convenable, afin d'assurer l'aération lors du service d'entretien. La disposition d'un puits supplémentaire d'un diamètre de 0,30 m, muni d'un couvercle et placé en bordure de la façade du bâtiment, peut servir à cette fin.

Les prises d'air (PA) et conduites d'aspiration des appareils de ventilation seront disposées dans le linteau ou dans la partie latérale de l'embrasure du volet blindé (voir aussi chiffre 2.77).

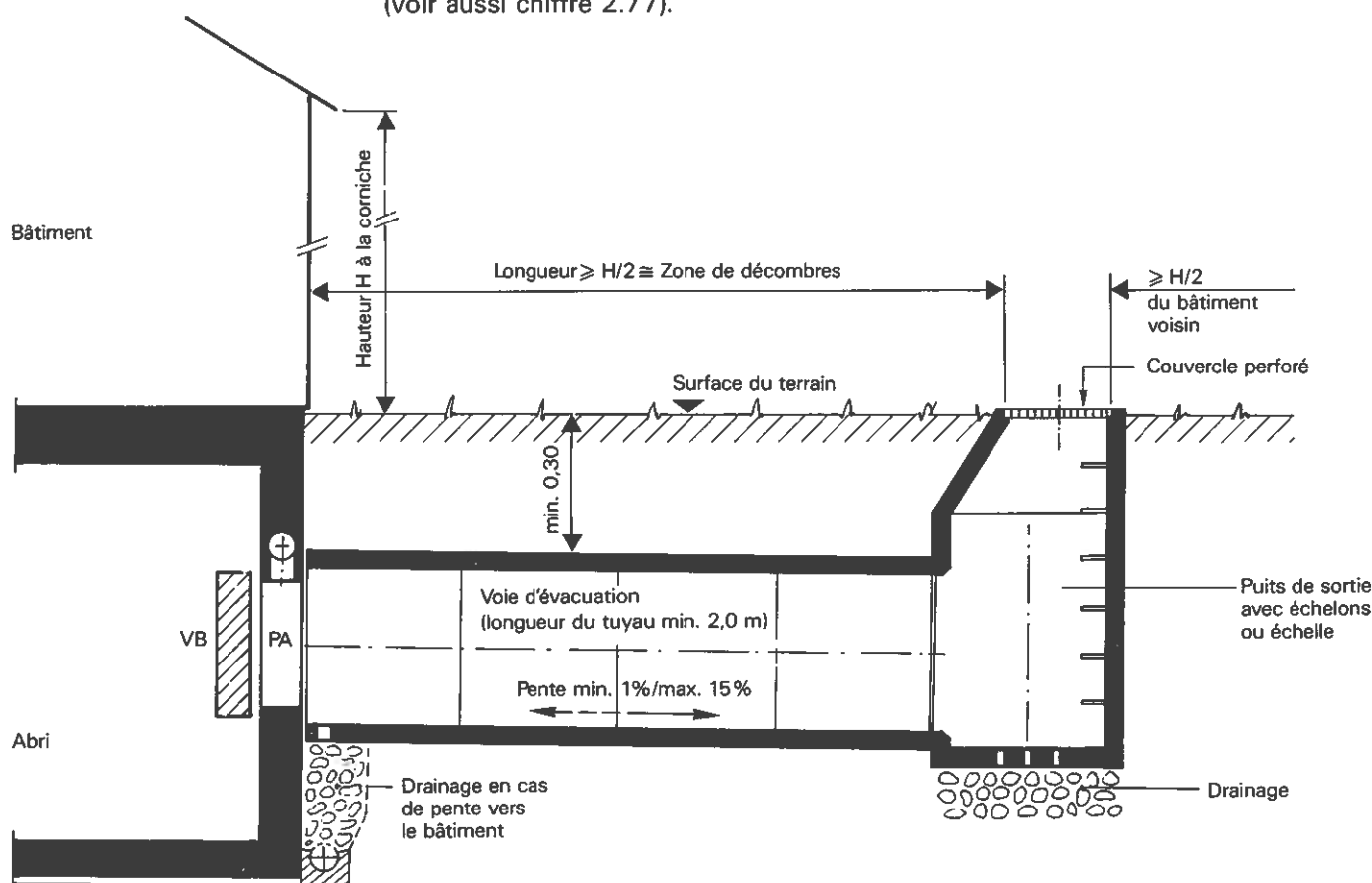


Figure 2.7-3 Configuration de la voie d'évacuation, coupe longitudinale

2.74 Configuration des sorties de secours

Les sorties de secours servent également à l'autolibération et de prises d'air. Placées contre la façade du bâtiment, elles mènent directement à l'air libre. Elles sont donc moins sûres que les voies d'évacuation. La sortie de secours consiste, en règle générale, en un saut-de-loup spécial ayant un vide de passage de 0,60/0,80 m en plan.

Lors de la configuration des sorties de secours, il faut tenir compte des points suivants (voir figure 2.7-4):

Les parois du saut-de-loup seront faites d'éléments armés préfabriqués ou en béton armé coulé sur place (épaisseur 0,20 m, armature minimale croisée des deux côtés 0,1%). Une liaison monolithique du saut-de-loup avec le mur de l'abri n'est généralement pas requise (exceptions, voir chiffres 2.33 et 2.35).

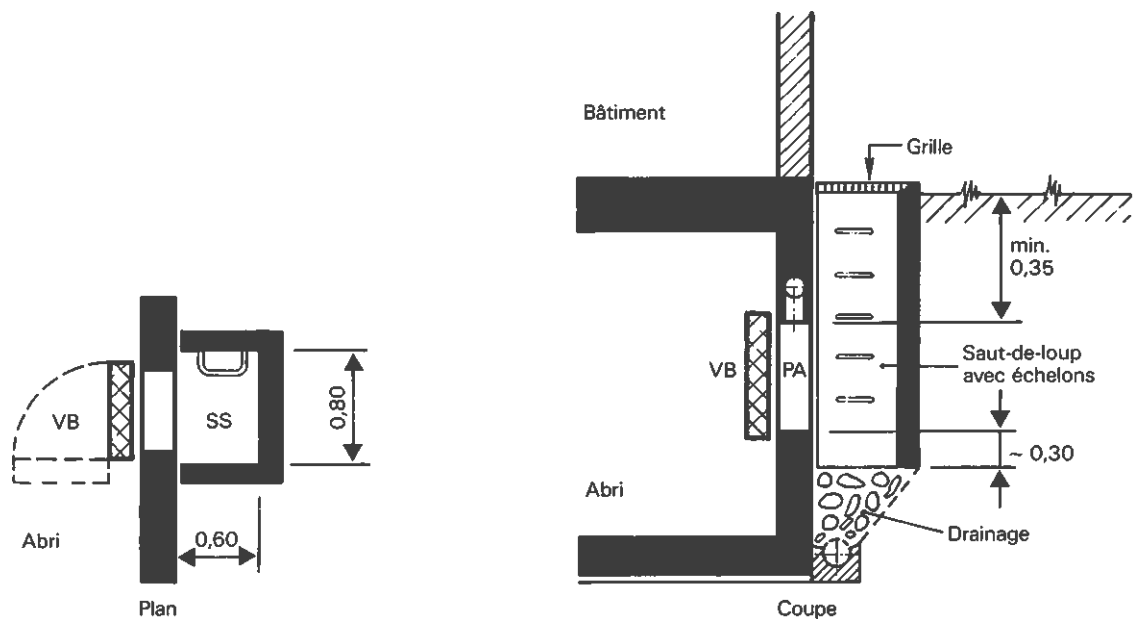


Figure 2.7-4 Conception de la sortie de secours

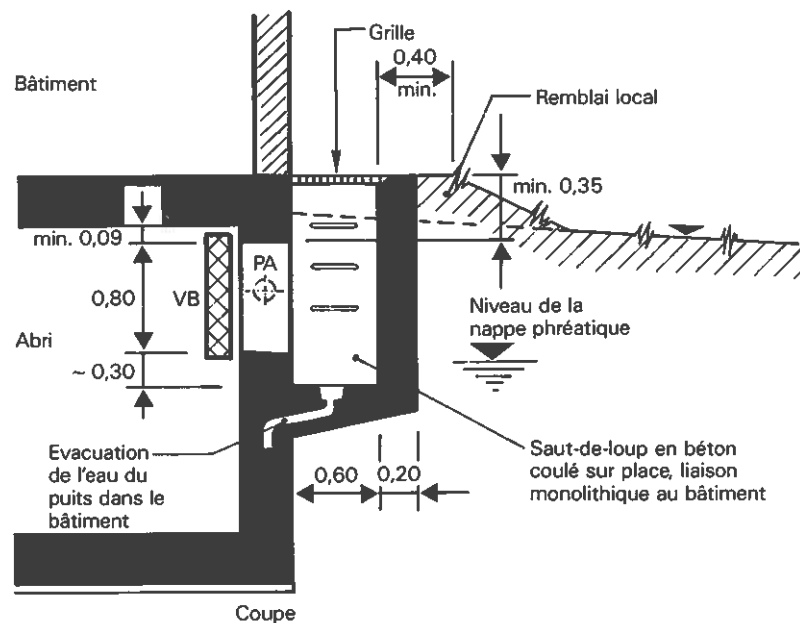


Figure 2.7-5 Sortie de secours en cas de niveau élevé de la nappe phréatique

Si la hauteur du saut-de-loup dépasse 1,50 m, il y a lieu de fixer une échelle ou des échelons (distance entre échelons env. 0,30 m) sur la partie étroite du puits.

Pour des hauteurs de puits de plus de 4,5 m, la sortie de secours sera construite selon les indications figurant sous le chiffre 2.75.

A la surface du terrain, on munira le saut-de-loup d'une grille facilement amovible ou d'un couvercle analogue. Celui-ci répondra aux exigences imposées en temps de paix (piétons, éventuellement trafic, protection contre chutes).

L'évacuation de l'eau dans le saut-de-loup s'effectuera par drainage ou par raccordement à une canalisation.

Le linteau (cote inférieure) de l'embrasure du volet blindé se trouvera à 0,35 m au moins au-dessous du terrain (protection contre le rayonnement et les éclats, voir figure 2.7-4). Là où ce n'est pas possible (p. ex. niveau élevé de la nappe phréatique ou situation basse du terrain), le saut-de-loup sera surélevé. Dans un tel cas, on aménagera en conséquence le terrain environnant (voir figure 2.7-5).

Les prises d'air et les conduites d'aspiration des appareils de ventilation seront disposées dans le linteau ou latéralement dans l'embrasure du volet blindé (voir aussi chiffre 2.77).

2.75 Configuration des sorties de secours d'abris situés en profondeur

Les voies d'évacuation et sorties de secours d'abris situés en profondeur, dont les ouvertures des volets blindés (cote inférieure) se trouvent à plus de 3 m en dessous du niveau du terrain, peuvent être conçues d'après les figures 2.7-6 et 2.7-7. On tiendra alors compte de ce qui suit:

Pour des raisons techniques de protection (stabilité du puits en dessus de la cote supérieure de l'abri), le puits de sortie sera, si possible, placé à proximité d'un angle ou d'un mur transversal porteur du bâtiment (voir figure 2.7-6).

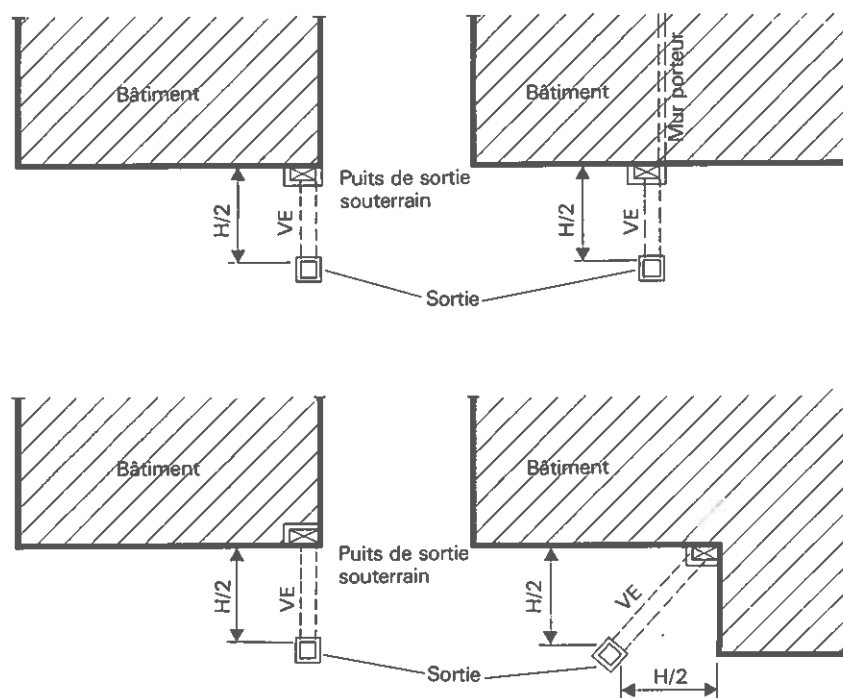


Figure 2.7-6 Disposition du puits de sortie dans le cas d'un abri en profondeur (vue en plan)

Le puits de sortie sera pourvu de paliers intermédiaires. Ces derniers sont à disposer au niveau des étages, mais au moins tous les 4,5 m et en position latérale alternée.

La section transversale du puits aura un vide de passage d'au moins 0,80 m/1,30 m. Les ouvertures à la hauteur des paliers seront d'au moins 0,60/0,80 m.

Le puits sera construit en béton coulé sur place et aura une épaisseur de parois de 0,25 m au minimum (paliers intermédiaires 0,20 m) et une armature minimale (croisée, des deux côtés, de 0,1%). Il sera relié monolithiquement avec le bâtiment.

Le puits sera drainé et pourvu d'échelles métalliques fixes de type courant.

La voie d'évacuation proprement dite, partant du sommet du puits, sera exécutée conformément aux dispositions du chiffre 2.73.

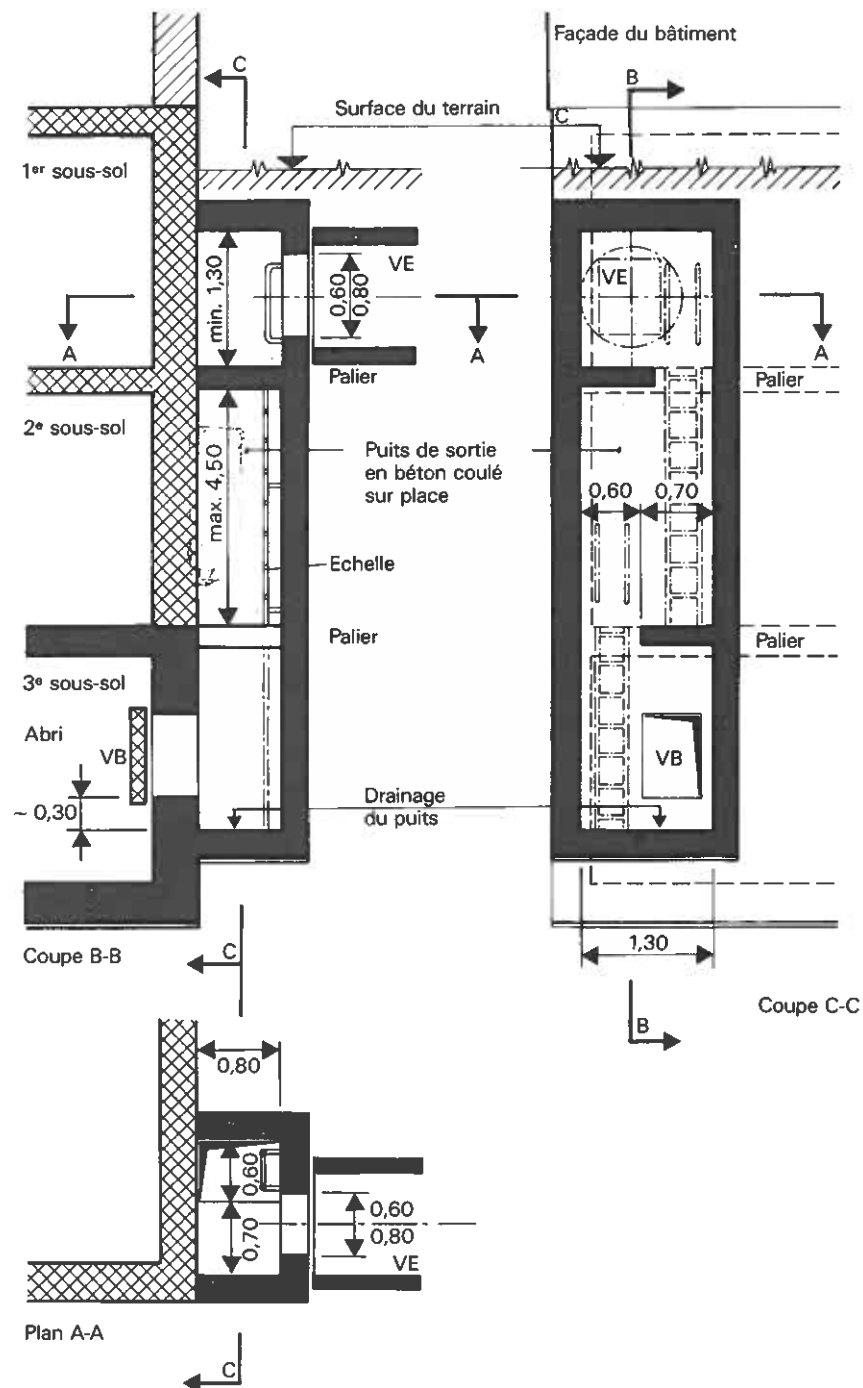


Figure 2.7-7 Configuration du puits de sortie d'abris en profondeur

2.76 Cas spéciaux

Dans des cas isolés et pour des raisons juridiques ou/et techniques, il peut arriver que les sorties de secours doivent aboutir en zones de décombres, malgré une disposition d'ensemble optimale (p. ex. en zone urbaine avec constructions relativement élevées, faibles distances et nombreuses conduites des services industriels).

Dans de tels cas, on recherchera une solution économique et raisonnable, du point de vue protection, en collaboration avec les organes compétents. Cette solution peut par exemple se réaliser en disposant, de divers côtés du bâtiment, un nombre plus grand de sorties de secours et de voies d'évacuation que celui prescrit au tableau 2.7-1.

En de telles situations, une sortie de secours peut aussi être disposée à l'intérieur de la périphérie du bâtiment, selon la figure 2.7-8 ci-après.

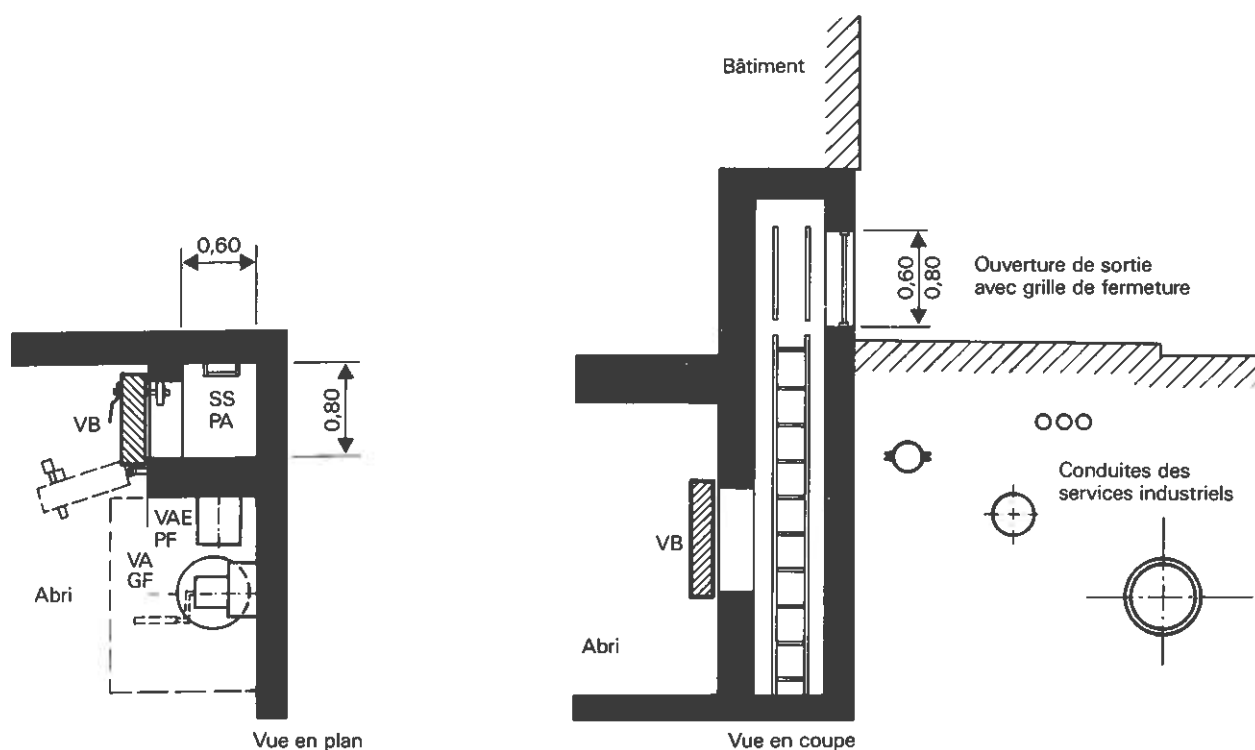


Figure 2.7-8 Sortie de secours à l'intérieur de la périphérie du bâtiment

2.77 Volets blindés (VB)

Les volets blindés ferment les accès aux sorties de secours et aux voies d'évacuation (dimensions intérieures des ouvertures: 0,60/0,80 m). Dans des cas spéciaux, on utilise aussi des volets blindés comme éléments de fermeture d'ouvertures, pratiquées dans l'enveloppe de l'abri, pour usage en temps de paix (p. ex. fermeture d'un passage pour la ventilation en temps de paix).

Seuls des volets blindés standardisés, correspondant aux instructions de l'OFPC et portant la désignation de fermeture prescrite, sont admis.

Pour des raisons d'autolibération, le volet blindé s'ouvre vers l'intérieur de l'abri. Il est construit de telle manière qu'il offre la protection exigée contre l'onde de choc réfléchie, le rayonnement nucléaire, les toxiques chimiques de combat, la chaleur dégagée par des incendies, les éclats et la poussière, à condition qu'il soit disposé correctement.

Un tube de transmission standardisé, muni d'un bouchon, est soudé au cadre d'encastrement du volet blindé. Ce tuyau permet le passage de câbles éventuels à travers l'enveloppe de l'abri pour le raccordement à une antenne extérieure.

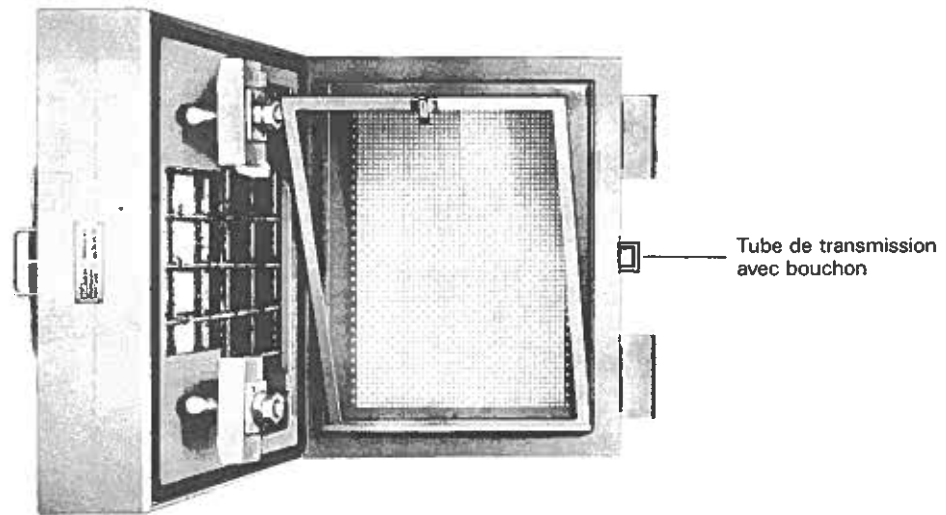
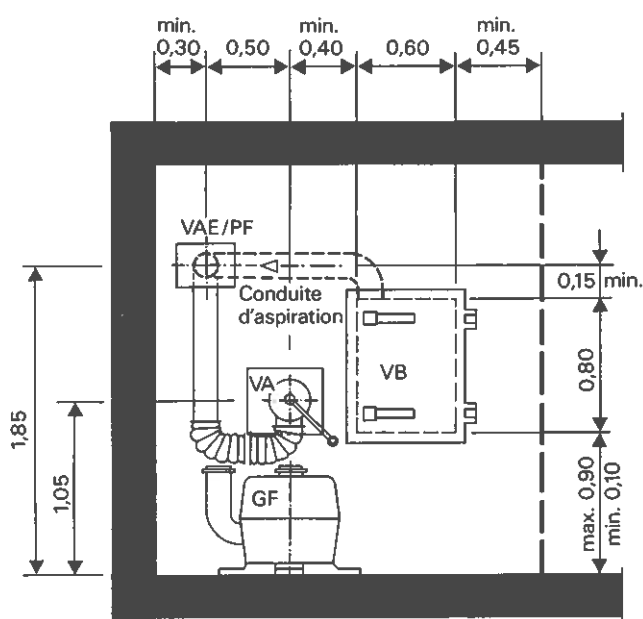
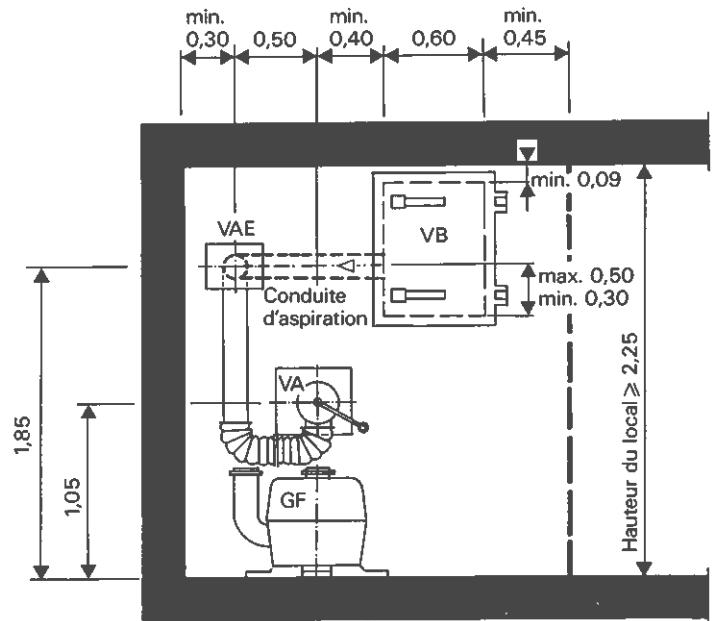


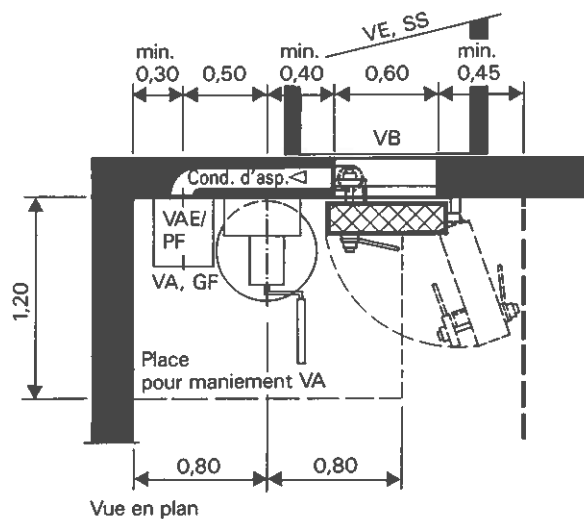
Figure 2.7-9 Volet blindé (non encore bétonné) avec fenêtre/grillage



Vue en élévation
Disposition avec volet blindé
en position basse

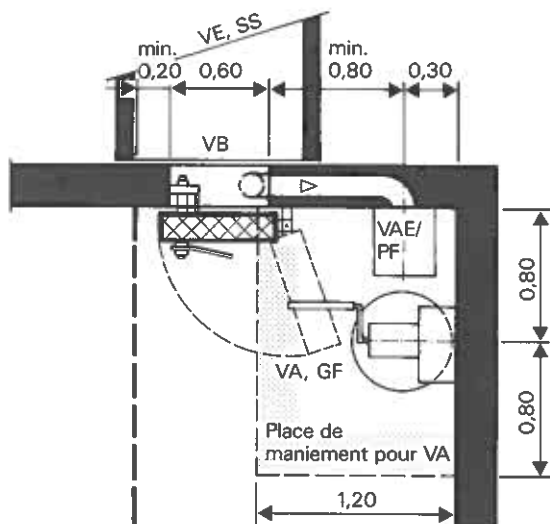


Vue en élévation
Disposition avec volet blindé
en position haute (p. ex. en cas
de nappe phréatique et de
grande hauteur du local)

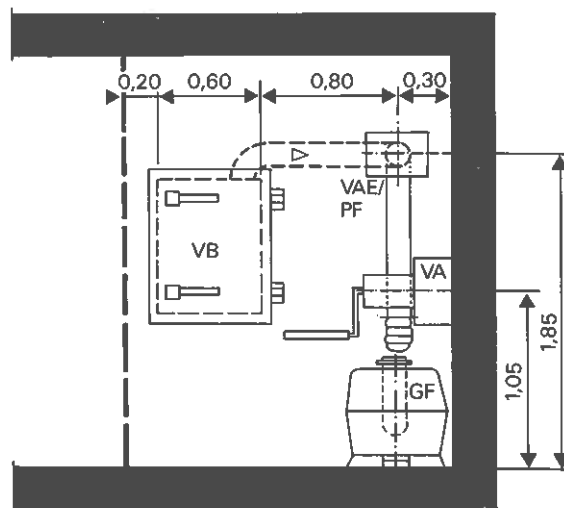


Vue en plan

Figure 2.7-10 Disposition de VA et VB le long d'un mur



Vue en plan



Vue en élévation

Figure 2.7-11 Disposition de VA et VB dans un coin

Pour disposer judicieusement les volets blindés et les monter, on tiendra compte des points suivants:

Le volet blindé forme en général une unité avec la prise d'air et l'appareil de ventilation situé dans l'abri. Les figures 2.7-10 et 2.7-11 montrent les dispositions les plus courantes et indiquent les mesures et distances à respecter.

Pour la pose des volets blindés les prescriptions pour les portes blindées s'appliquent par analogie (voir chiffre 2.64).

Pour l'utilisation de l'abri en temps de paix, on peut monter un élément vitré approprié, combiné avec un grillage, dans l'ouverture de la sortie de secours (voir figure 2.7-9). Cet élément sera fixé au cadre mural du VB de telle manière qu'il puisse être enlevé rapidement et complètement, sans moyens spéciaux, au moment de la préparation de l'abri ou de contrôles.

2.8 Toilettes

2.81 Nombre et disposition

On prévoira une toilette par 30 places protégées. Le nombre de toilettes nécessaires en fonction de la grandeur de l'abri est indiqué au tableau 2.2-1. En règle générale, on installera des toilettes à sec (TS) (voir aussi chiffre 1.32). Lorsque l'utilisation normale du sous-sol l'impose, le maître de l'ouvrage peut aussi installer des toilettes à chasse d'eau avec un équipement complémentaire de toilettes à sec. Les toilettes seront placées à proximité de l'entrée de l'abri, près de l'ouverture de la sortie d'air.

Abris comprenant jusqu'à 30 places protégées

Dans de tels abris, la cabine des toilettes peut être installée avec des moyens de fortune au moment de l'équipement de l'abri. C'est pourquoi on n'exige ni une surface supplémentaire pour les toilettes ni une installation fixe de cabine lors de la construction de ces abris. L'équipement des toilettes à sec sera néanmoins acquis à ce moment-là. La figure 2.8-1 montre des dispositions possibles de toilettes.

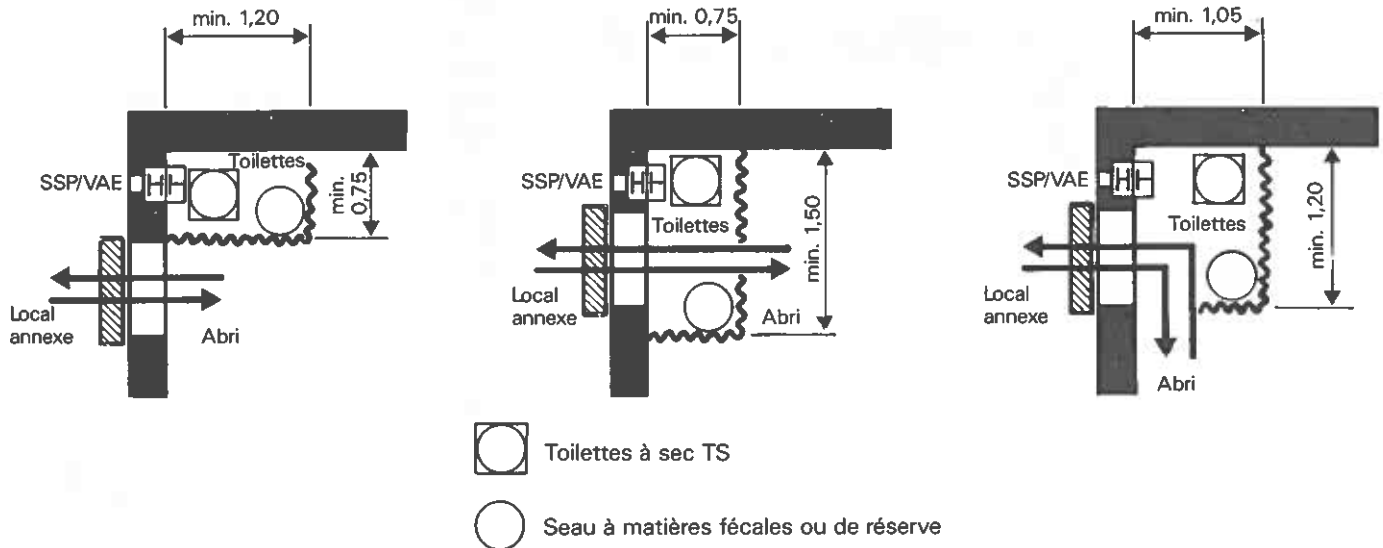


Figure 2.8-1 Disposition des toilettes dans de petits abris jusqu'à 30 places protégées

Abris de 31 à 100 places protégées:

Dans ces abris, il y a lieu d'installer au moins deux cabines de toilettes fixes, faites de parois légères et de portes avec fermeture (voir figure 2.8-2). Les cabines de toilettes supplémentaires (pour 61 à 100 places protégées) peuvent être démontables (panneaux ou rideaux). Les cabines fixes servent en temps de paix à stocker les équipements de toilettes à sec sous clef. Les dimensions minimales des cabines de toilettes doivent être d'au moins 0,75 m/1,20 m.

Abris de plus de 100 places protégées

Dans ces abris, les toilettes seront regroupées dans un local situé à proximité de l'entrée de l'abri. Ce local de toilettes sera séparé du reste de l'abri par des parois légères en montage fixe ou – si c'est indiqué pour des raisons statiques – par des parois en béton armé. La surface nécessaire pour ce local de toilettes est indiquée sous le chiffre 2.2. Les figures 2.4-13 et 2.4-14 montrent des exemples de dispositions.

Si l'utilisation en temps de paix l'exige (place nécessaire), le local des toilettes peut aussi être conçu comme installation complètement démontable (montée au moment de la réception de l'abri). Toutefois, il faut qu'au moins trois cabines fixes de toilettes, pourvues de serrures, soient montées et servent de locaux de stockage.

2.82 Possibilités de construction de cabines de toilettes

Cabines de toilettes fixes

Les parois des cabines de toilettes fixes sont fabriquées en panneaux de bois aggloméré avec peinture à la résine synthétique, ou en une autre exécution de qualité équivalente, insensible aux ébranlements. Les parois de séparation doivent

être suffisamment hautes pour réaliser une séparation optique complète. Dans le cas de cabines de dimensions minimales de 0,75/1,20 m, la porte s'ouvrira vers l'extérieur. La figure 2.8-2 représente un type d'exécution possible.

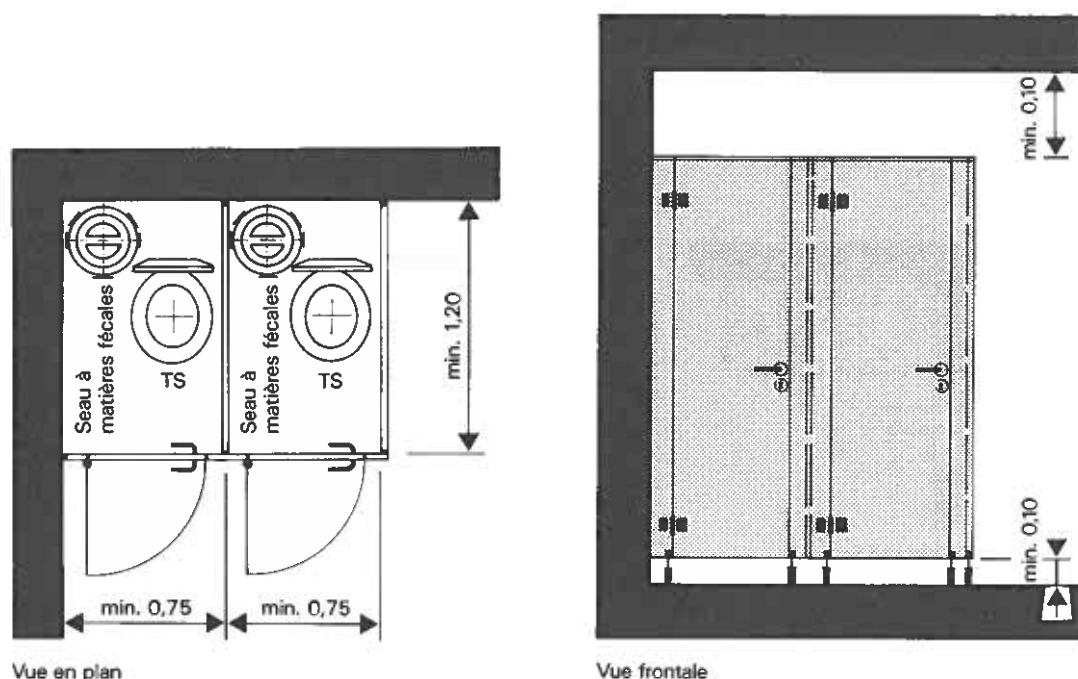


Figure 2.8-2 Cabines de toilettes fixes avec parois de séparation légères

Cabines démontables:

La figure 2.8-3 donne un exemple de cabines de toilettes simples, démontables.

Figure 2.8-3

- Ⓐ Longeron avec fixation murale et suspension au plafond (chevillée)
- Ⓑ Barre transversale servant de tringle à rideaux, vissée aux longerons
- Ⓒ Vis avec anneaux pour fixation des parois latérales (chevillées au sol et au mur)
- Ⓓ Paroi latérale en étoffe ou en matière synthétique
- Ⓔ Rideau en étoffe ou en matière synthétique avec anneaux

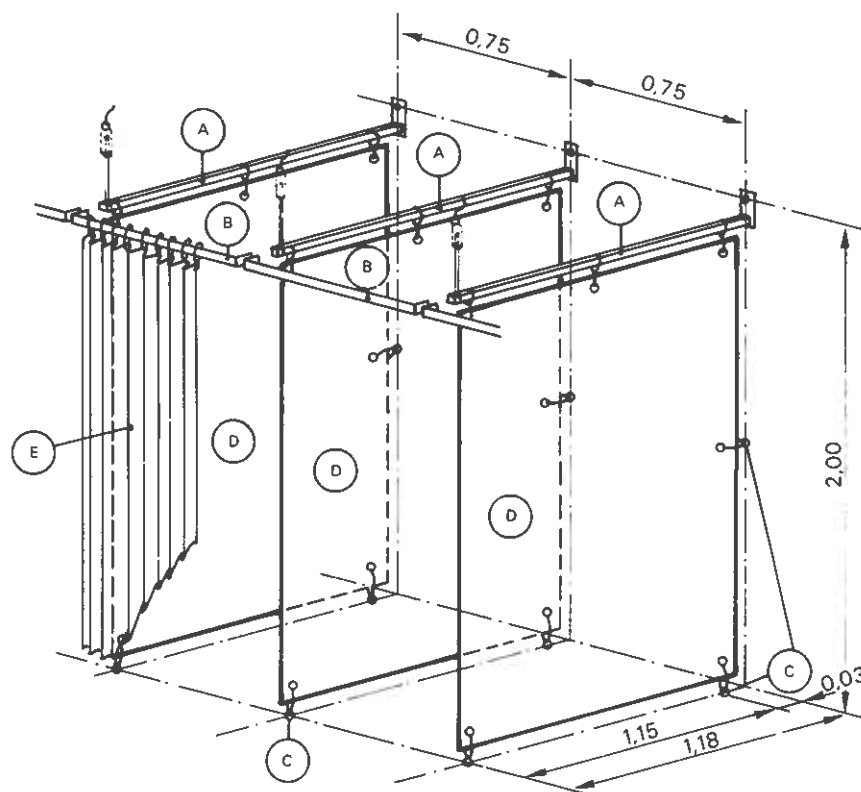


Figure 2.8-3 Proposition de construction de cabines de toilettes démontables

2.83 Equipement de toilettes à sec

Les équipements de toilettes à sec se composent d'assortiments prêts à l'emploi, établis par l'OFPC pour les différentes grandeurs d'abris. Le tableau 2.8-4 indique le nombre nécessaire d'assortiments.

Tableau 2.8-4 Nombre et désignation des assortiments de toilettes à sec par grandeur d'abri

Grandeur de l'abri	Nombre et désignation des assortiments
Jusqu'à 10 pl. prot.	1 assortiment « 8 personnes»
11 à 20 pl. prot.	1 assortiment «15 personnes»
21 à 30 pl. prot.	1 assortiment «30 personnes»
31 à 40 pl. prot.	1 assortiment «30 personnes» + 1 assortiment « 8 personnes»
41 à 50 pl. prot.	1 assortiment «30 personnes» + 1 assortiment «15 personnes»
51 à 60 pl. prot.	2 assortiments «30 personnes»
61 à 70 pl. prot.	2 assortiments «30 personnes» + 1 assortiment « 8 personnes»
71 à 80 pl. prot.	2 assortiments «30 personnes» + 1 assortiment «15 personnes»
81 à 90 pl. prot.	3 assortiments «30 personnes»
91 à 100 pl. prot.	3 assortiments «30 personnes» + 1 assortiment « 8 personnes»
101 à 110 pl. prot.	3 assortiments «30 personnes» + 1 assortiment «15 personnes»
111 à 120 pl. prot.	4 assortiments «30 personnes»
121 à 130 pl. prot.	4 assortiments «30 personnes» + 1 assortiment « 8 personnes»
131 à 140 pl. prot.	4 assortiments «30 personnes» + 1 assortiment «15 personnes»
141 à 150 pl. prot.	5 assortiments «30 personnes»
151 à 160 pl. prot.	5 assortiments «30 personnes» + 1 assortiment « 8 personnes»
161 à 170 pl. prot.	5 assortiments «30 personnes» + 1 assortiment «15 personnes»
171 à 180 pl. prot.	6 assortiments «30 personnes»
181 à 190 pl. prot.	6 assortiments «30 personnes» + 1 assortiment « 8 personnes»
191 à 200 pl. prot.	6 assortiments «30 personnes» + 1 assortiment «15 personnes»

Le tableau 2.8-5 présente les différents éléments des assortiments des toilettes à sec. Le siège, le couvercle et l'anneau à emboîter ne sont pas nécessaires à l'assortiment de toilettes avec chasse d'eau.

Tableau 2.8-5 *Éléments des assortiments de toilettes à sec*

Désignation des éléments	Nombre d'éléments			Représentation des éléments
	Assortiment pour 8 pers.	Assortiment pour 15 pers.	Assortiment pour 30 pers.	
Seau à matières fécales Ø 332 × 400 mm avec couvercle	2	3	6	
Cuvette amovible 390/330 × 150 mm	1	1	1	
Lunette avec couvercle	1	1	1	
Anneau à emboîter Ø 400/350 × 100 mm pour seau à matières fécales	1	1	1	
Blocs de 50 sachets	8	15	30	
Blocs de 25 sacs	1	2	3	

3

Planification des installations et dispositifs techniques

3.1 Ventilation

3.11 Généralités

Les installations de ventilation servent à l'alimentation en air respirable des occupants de l'abri (teneur en oxygène) et à l'évacuation de l'air vicié (teneur en CO_2). Elles contribuent en outre, au maintien de la température et de l'humidité, dans des limites supportables, même en cas de séjour prolongé dans l'abri.

Les installations de ventilation conformes à ces instructions sont protégées contre les effets déterminants des armes, tels que l'onde de choc, les ébranlements, les décombres et les éclats. Elles empêchent aussi les toxiques chimiques de combat et la poussière de pénétrer par la ventilation à l'intérieur des abris (filtre à gaz, préfiltre).

Les installations de ventilation créent dans l'abri une surpression, atteignant au moins 50 Pa lors de marche avec filtre. Cette surpression empêche la pénétration de gaz, de poussière et de fumée à l'intérieur de l'enveloppe de l'abri (fentes dans les portes, fermetures non étanches, fissures dans le béton, etc.). En cas de marche sans filtre, la surpression est limitée à 250 Pa afin de maintenir la variation de pression lors du maniement de la porte d'entrée dans des limites acceptables.

Dans les abris conformes à ces instructions, on peut renoncer à un chauffage spécial de l'air, l'émission de chaleur par les occupants suffit, même par basses températures extérieures, à chauffer l'abri et à maintenir la température à un niveau supportable. Pour accélérer le réchauffement, il est possible de réduire de moitié l'apport d'air frais.

Les installations de ventilation peuvent aussi être utilisées pour l'aération lors de l'usage normal du sous-sol. Il faut alors tenir compte des remarques sous chiffre 3.17.

Les indications figurant sous le chiffre 3.15 permettent de déterminer directement les éléments de l'installation de ventilation en fonction de la grandeur de l'abri. Il n'est nécessaire de les vérifier par le calcul que lorsque des raisons particulières entraînent des dérogations aux solutions fixées dans ce chapitre.

3.12 Genres d'exploitation

Les phases d'action de la protection civile et, par là, l'utilisation des abris, imposent des exigences diverses à la ventilation et impliquent les genres d'exploitation suivants:

Service d'entretien

Durant son utilisation normale (phase de paix), il faut pouvoir aérer l'abri. Les exigences y relatives dépendent du genre d'utilisation de l'abri en temps de paix. L'ouverture de la porte et du volet blindés assure en général une circulation d'air suffisante. Suivant les besoins, l'installation de ventilation de l'abri peut également être utilisée à cette fin (voir chiffre 3.17).

L'appareil de ventilation sera mis en marche périodiquement pour éviter ou détecter des dégâts éventuels dus à son non-utilisation.

Marche sans filtre MSF

Sauf s'il y a risque d'engagement de toxiques chimiques de combat, l'abri est ventilé par de l'air frais. Lors de la marche sans filtre, le débit de l'air frais par place protégée est fixé à 6 m³/h au moins pour les installations de ventilation standardisées. L'air frais ne passe alors que par le préfiltre. Celui-ci retient la poussière qui provient par exemple de destructions de bâtiments ou des petites particules de retombées radioactives.

Marche avec filtre MAF

En cas de risque d'engagement, notamment d'utilisation de toxiques chimiques de combat, l'air frais doit passer par le préfiltre, puis par le filtre à gaz. Par suite de la résistance supplémentaire du filtre à gaz, le débit d'air par place protégée est réduit de moitié, c'est-à-dire à 3 m³/h. Ce débit suffit néanmoins à garantir dans l'abri occupé la teneur en oxygène nécessaire à la respiration et à une concentration suffisamment basse en CO₂. La température et le degré d'humidité peuvent également être maintenus pendant une assez longue durée d'occupation dans des limites acceptables. Ce débit d'air permet toujours un renouvellement suffisant de l'air dans le sas.

Ventilation interrompue

Les filtres des installations de ventilation ne protègent pas contre les gaz d'incendie, tels que le monoxyde de carbone (CO) et le bioxyde de carbone (CO₂). C'est avant tout pour cette raison que la bonne disposition des prises d'air, hors de la zone de décombres, est très importante.

Néanmoins il peut arriver dans certains cas qu'il faille interrompre la ventilation. Le temps au bout duquel la concentration acceptable de CO₂ atteint 2,5 % du volume est d'environ 3 heures pour une densité d'occupation de 2,5 m³ par personne. Une concentration dangereuse de CO₂ d'environ 4,5 % du volume n'est atteinte qu'au bout d'environ 5 heures.

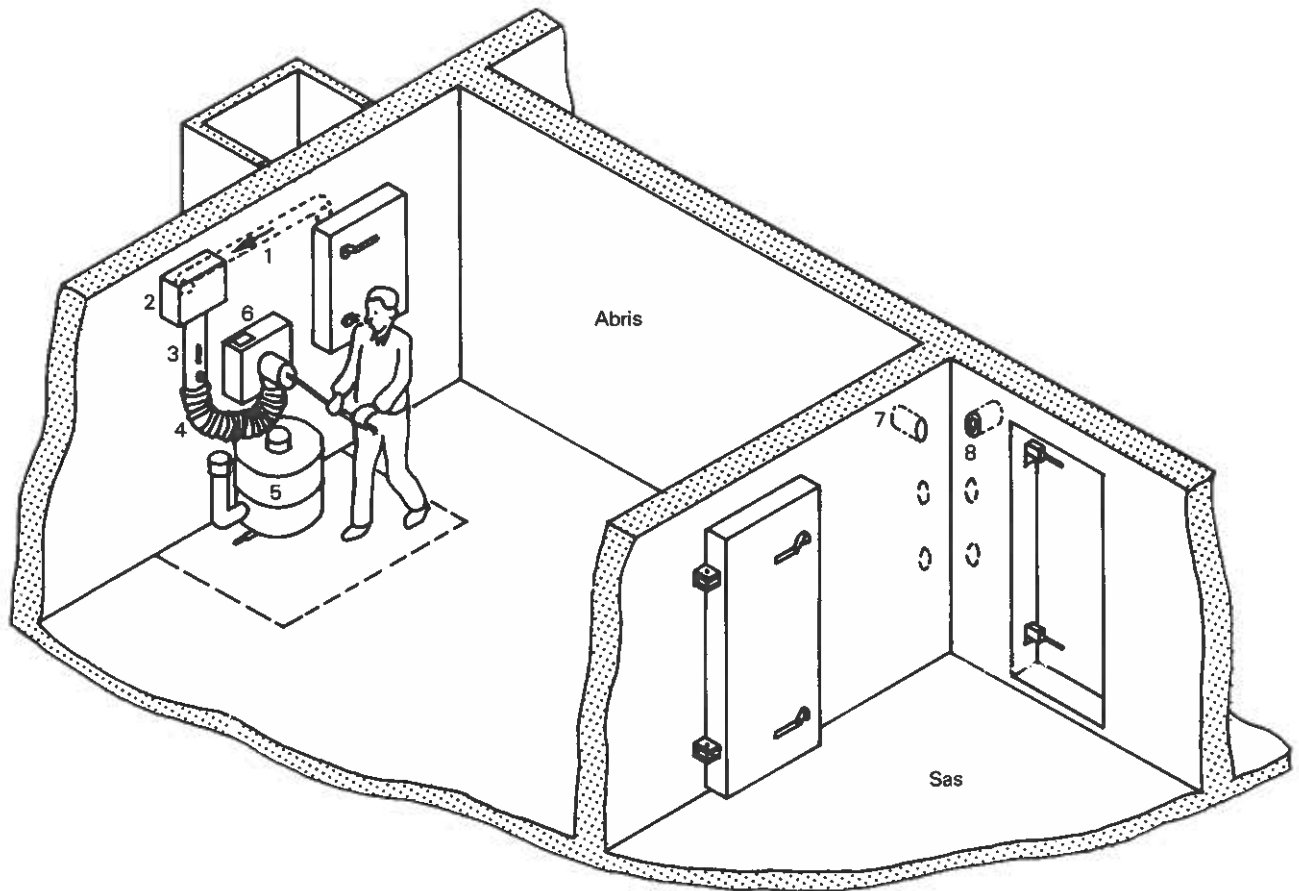
Ventilation de secours (manuelle)

L'exploitation de l'installation de ventilation est normalement assurée par le courant du réseau. En cas de défaillance de celui-ci, les appareils de ventilation doivent être actionnés manuellement. Il n'est toutefois pas nécessaire d'assurer le fonctionnement manuel sans interruption, exception faite lors de la marche avec filtre.

3.13 Éléments des installations de ventilation

Pour les abris traités ici, on utilise des appareils de ventilation portant les désignations VA 40, VA 75 et VA 150, dont les chiffres indiquent le débit d'air (m³/h) lors de marche avec filtre.

La figure 3.1-1 montre les divers éléments de l'installation de ventilation. Les figures 2.7-10 et 2.7-11 du chiffre 2.7 (voies d'évacuation, sorties de secours et prises d'air) donnent des indications détaillées sur la place nécessaire et la disposition des éléments en tenant compte de celle du volet blindé.



- 1 Prise d'air dans l'embrasure du VB et conduite d'aspiration dans le mur extérieur
- 2 Valve anti-explosion et préfiltre (VAE/PF) avec collecteur d'eau de condensation
- 3 Conduite d'amenée d'air avec débitmètre et clapet de réglage
- 4 Parties flexibles de la conduite d'amenée d'air avec raccordement
- 5 Filtre à gaz (GF)
- 6 Appareil de ventilation (VA) avec éclairage de secours
- 7 Soupape de surpression avec valve anti-explosion (SSP/VAE) près de l'entrée de l'abri
- 8 SSP/VAE supplémentaires pour abri avec sas

Figure 3.1-1 Éléments des installations de ventilation

3.14 Fonction et disposition des éléments

Fonction des éléments:

Valve anti-explosion/préfiltre (VAE/PF)

Ces deux éléments forment en général une unité. La VAE est un organe de fermeture normalement toujours ouvert. Sous l'effet de l'onde de choc, elle se ferme automatiquement en l'espace de quelques millièmes de seconde et protège ainsi les installations de ventilation contre une surpression trop grande. Le préfiltre est un filtre en fibres qui empêche la pénétration de poussière et qui décharge le filtre à gaz lors de la marche avec filtre.

Appareil de ventilation (VA)

L'appareil de ventilation se compose de la conduite d'amenée d'air, du clapet de réglage, du débitmètre et d'un ventilateur actionné par un moteur électrique ou par une manivelle pour l'aspiration d'air frais ou de l'air filtré. Les parties flexibles de la

conduite d'amenée d'air avec raccordement servant à passer de la marche sans filtre à celle avec filtre. Les VA sont équipés d'une lampe de secours pour assurer un éclairage minimal lors de leur fonctionnement manuel.

Filtre à gaz

Le filtre à gaz est constitué d'un filtre à aérosols et d'un filtre à charbon actif qui retiennent les aérosols et les gaz des toxiques chimiques de combat.

Soupape de surpression/valve anti-explosion (SSP/VAE)

Ces deux éléments forment une unité. Ils servent à fermer la sortie d'air en cas d'interruption de la ventilation (SSP) et à obturer l'ouverture sous l'effet de l'onde de choc (VAE).

Disposition des éléments:

La disposition des éléments des installations de ventilation répondra aux exigences suivantes:

La prise d'air est généralement disposée dans l'embrasure de l'accès à la voie d'évacuation ou à la sortie de secours. Trois raccordements par voie d'évacuation et deux par sortie de secours au maximum sont permis. On veillera à n'aspirer ni l'air évacué d'autres abris ni celui provenant de l'aération de réservoirs ou de canalisations. D'autres indications sur la disposition des prises d'air figurent sous chiffre 2.7 (voies d'évacuation, sorties de secours et prises d'air).

Dans des abris à deux compartiments ou plus, les appareils de ventilation sont disposés directement dans les compartiments à ventiler et à proximité immédiate du volet blindé. Des conduites de répartition d'air ne sont pas nécessaires.

On placera les appareils de ventilation, en tenant compte de la place nécessaire conformément aux données des figures 2.7-10 et 2.7-11 du chiffre 2.7 (voies d'évacuation, sorties de secours et prises d'air) ainsi que de la disposition prévue des lits. Les appareils de ventilation, les filtres à gaz et les préfiltres doivent être placés, si possible, en dehors des compartiments de caves dont disposent les locataires.

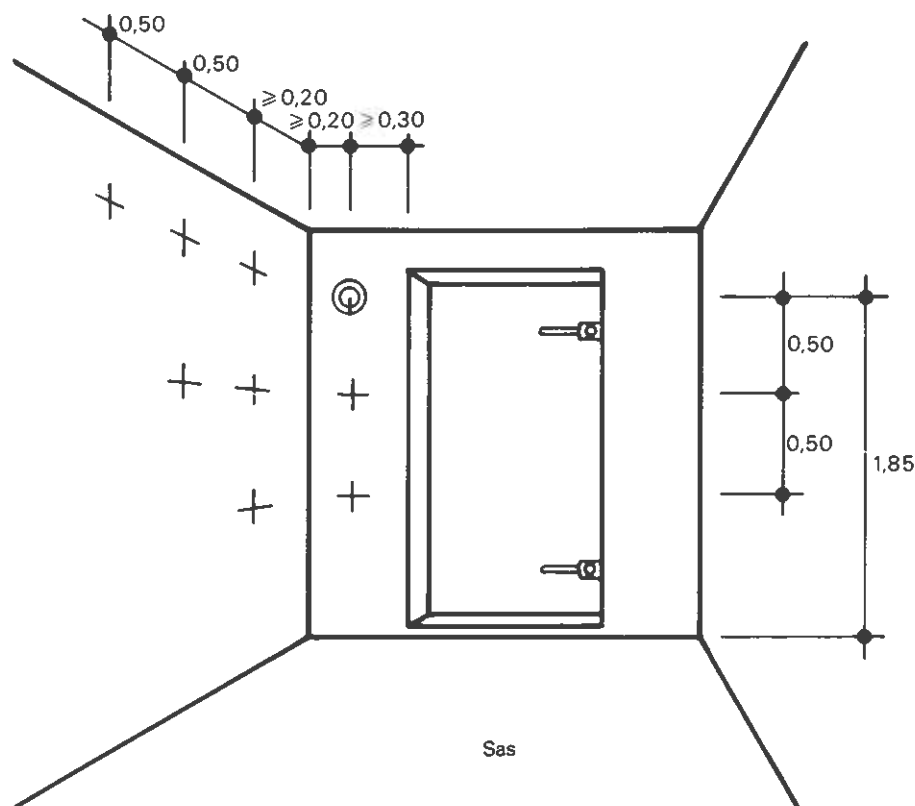


Figure 3.1-2 Disposition des SSP/VAE dans les murs du sas

Si, exceptionnellement, un appareil de ventilation ne peut être disposé à l'intérieur du compartiment à ventiler, il faut le placer près de la prise d'air la plus proche. Une conduite, placée directement sous le plafond et le long des murs, amènera alors l'air au compartiment de l'abri.

L'air vicié d'abris avec compartiments sera évacué au travers d'ouvertures d'au moins 0,05 m² de section, pratiquées dans un mur ou dans une porte (en même temps, renouvellement de l'air des toilettes ou des locaux de toilettes).

Des valves anti-explosion, des préfiltres et des systèmes combinés de soupapes de surpression/valves anti-explosion seront placés à 1,85 m (depuis l'axe) au-dessus du sol. Dans les sas, les soupapes supplémentaires nécessaires seront disposées conformément à la figure 3.1-2, pour tenir compte de l'ancrage de la porte blindée. Ces soupapes peuvent aussi être montées dans des murs latéraux, mais l'une d'entre elles au moins sera prévue à proximité immédiate de la porte blindée, afin de pouvoir communiquer par la voix.

3.15 Détermination des éléments des installations de ventilation

Procédé de détermination des éléments

La capacité effective de l'abri (surface et volume) détermine les quantités d'air nécessaires MSF/MAF. Le débit total dans chaque compartiment correspondra au moins aux valeurs indiquées dans le tableau 3.1-3.

S'il y a plusieurs compartiments, chacun sera ventilé de telle façon que 2/3 au moins du débit nécessaire soit fourni directement par l'appareil attribué à ce compartiment. L'autre tiers peut être couvert par le débit excédentaire d'un compartiment voisin. Cela présuppose que l'ensemble du débit provenant de ce compartiment voisin s'écoule dans celui à ventiler.

Tableau 3.1-3 Choix des éléments des installations de ventilation et débits d'air minimaux

Nombre de places protégées	Appareil de ventilation avec filtre à gaz	Valve anti-explosion/ Préfiltre	Soupape de surpression et valve anti-explosion	Débits d'air minimaux	
				Marche sans filtre m ³ /h	Marche avec filtre m ³ /h
Jusqu'à 13	VA 40+GF 40	VAE/PF 40	SSP/VAE 40 ¹⁾	80	40
14 à 25	VA 75+GF 75	VAE/PF 75	SSP/VAE 75	150	75
26 à 50	VA 150+GF 150	VAE/PF 150	SSP/VAE 150	300	150

¹⁾ Les SSP/VAE 40 ne doivent pas être disposées dans des sas, car la marche sans filtre provoque une perte de pression jusqu'à 250 Pa. Dans des cas pareils, il faut utiliser des SSP/VAE 75 (ou 150), pour limiter la perte de pression à 125 Pa.

Dans le cas d'abris sans sas, l'air vicié est évacué dans la zone de l'entrée (simultanément avec celui des cabines de toilettes). Lorsqu'il s'agit d'abris avec sas, la totalité de l'air vicié (y compris celui des cabines ou locaux de toilettes) est évacuée par le sas. S'il y a plus d'un appareil de ventilation du type VA 40 ou VA 75, il est permis d'installer des SSP/VAE 150 en nombre correspondant à celui de plusieurs SSP/VAE 75. Une SSP/VAE 150 remplace p. ex. deux SSP/VAE 75 disposées au même endroit.

Exemples de détermination des éléments des installations de ventilation

Les exemples suivants expliquent en détail le procédé pour déterminer les éléments des installations de ventilation. Le premier pas consiste toujours à déterminer le nombre effectif de places protégées par compartiment d'après le chiffre 2.2 et le tableau 2.2-1. Les éléments seront déterminés d'après les indications précédentes.

Pour le choix de l'emplacement et le montage des éléments, on tiendra compte des indications données sous les chiffres 2.77, 3.16 et 3.3 (dispositions des VA et VB, conduite d'aspiration, grille de protection, plaque pare-éclats, raccordement au réseau électrique, etc.).

La détermination des éléments est représentée ci-après à l'aide de l'exemple d'un petit abri de 12 places protégées (figure 3.1-4):

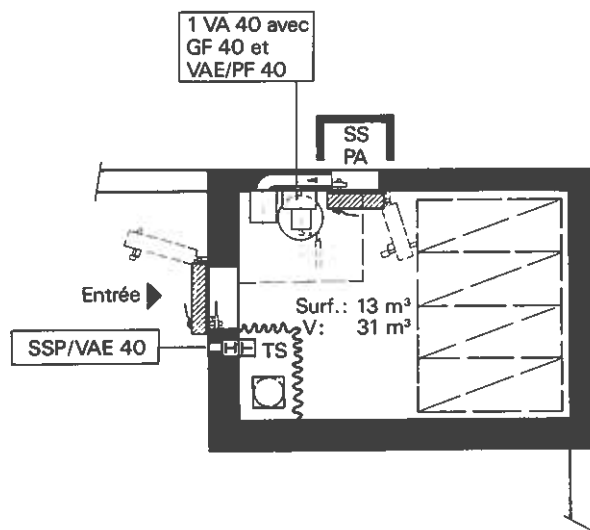


Figure 3.1-4 Installation de ventilation d'un abri de 12 places protégées

Nombre effectif de places protégées disponibles

Surface de l'abri	Surface de la place pour VA	Surface de la place de séjour	Volume de l'abri	Nombre effectif de places protégées
13 m ²	1 m ²	12 m ²	31 m ³	12 pl. prot.

Détermination des éléments:

Pour ce cas, le choix des éléments peut être tiré directement du tableau 3.1-3.

Les éléments suivants sont nécessaires:

1 VA 40 + GF 40 + 1 VAE/PF 40, 1 SSP/VAE 40.

Un autre exemple (figure 3.1-5) montre la détermination des éléments des installations de ventilation d'un abri comprenant trois compartiments, un sas et un local de toilettes séparé. L'air vicié des compartiments 1 et 2 est conduit dans le compartiment 3. L'excédent de capacité des appareils de ventilation installés dans les deux premiers compartiments, déterminé par calcul, est pris en compte pour déterminer l'appareil de ventilation du compartiment 3. Tout l'air vicié passe dans le local des toilettes, pour être ensuite chassé par les SSP/VAE intérieures et extérieures du sas hors du bâtiment.

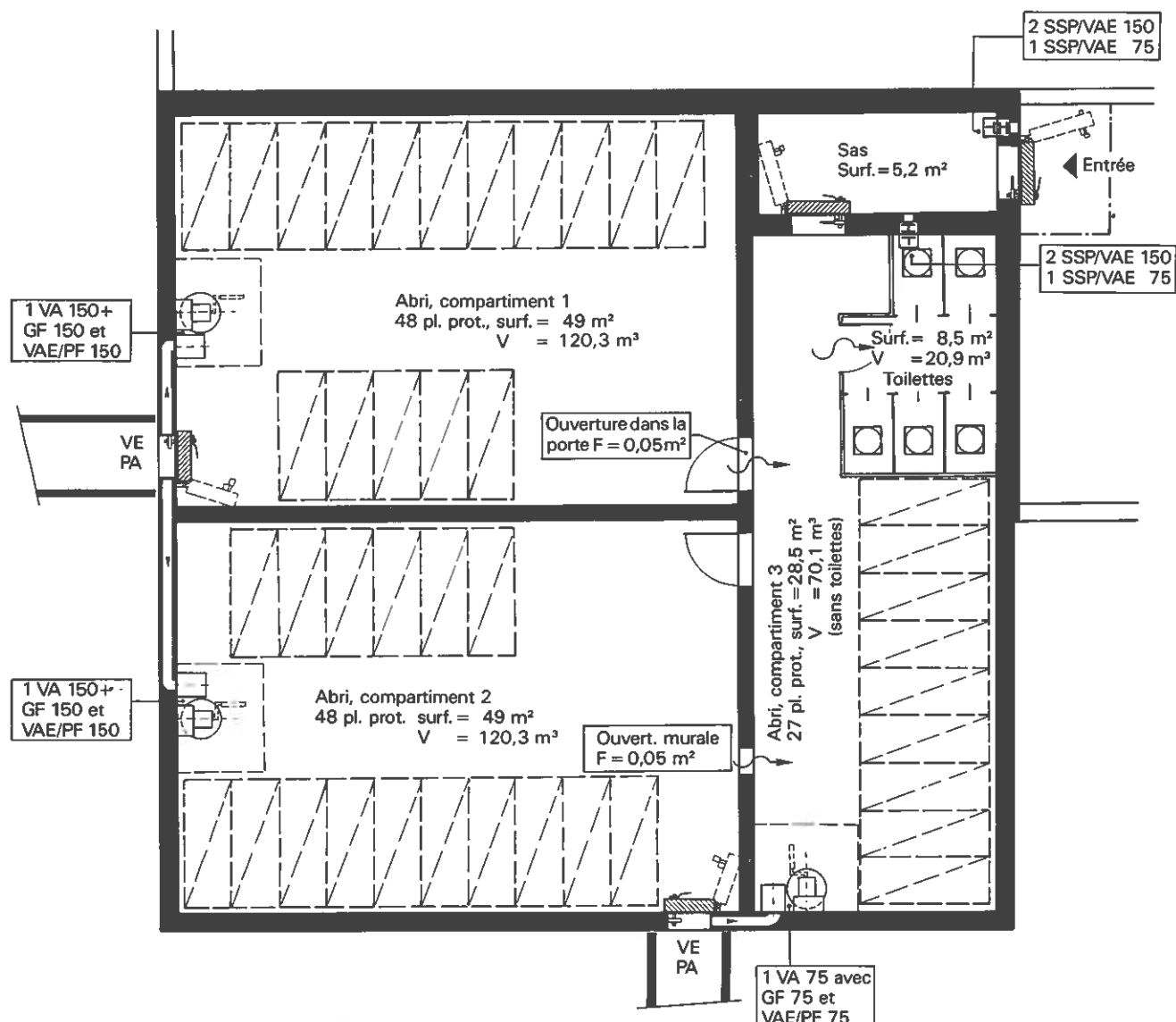


Figure 3.1-5 Installations de ventilation d'un abri de 123 places protégées

Nombre de places protégées effectivement disponibles:

	Surface du compartiment	Surface de la place pour VA	Surface de la place de séjour	Volume de l'abri	Nombre effectif de places protégées
Compartiment 1	49 m ²	1 m ²	48 m ²	120,3 m ³	48 pl. prot.
Compartiment 2	49 m ²	1 m ²	48 m ²	120,3 m ³	48 pl. prot.
Compartiment 3	28,5 m ²	1 m ²	27,5 m ²	91,0 m ³	27 pl. prot.

Détermination des éléments:

	Nombre effectif de places protégées	Apport excédentaire	Places prot. à ventiler directement	Appareil de ventilation nécessaire	Capacité totale existante	— Capacité excédentaire
Compartiment 1	48 pl. prot.—	0 —	48 pl. prot.—	VA 150—	50 pl. prot.—	2 pl. prot.
Compartiment 2	48 pl. prot.—	0 —	48 pl. prot.—	VA 150—	50 pl. prot.—	2 pl. prot.
Compartiment 3	27 pl. prot.	4 pl. prot.	23 pl. prot.	VA 75	4 + 25 pl. prot.	2 pl. prot.

Les éléments suivants sont nécessaires:

2 VA 150 + GF 150, 2 VAE/PF 150, 4 SSP/VAE 150

1 VA 75 + GF 75, 1 VAE/PF 75, 2 SSP/VAE 75

L'appareil de ventilation pour le compartiment 1 (compartiment sans prise d'air) est disposé dans le compartiment 2 voisin. En conséquence, l'air est exceptionnellement amené, par une conduite, de l'appareil de ventilation correspondant au compartiment à ventiler. Par suite de la subdivision en trois au lieu des deux compartiments normalement exigés, un troisième appareil de ventilation s'impose comparativement aux indications du tableau 2.2-1.

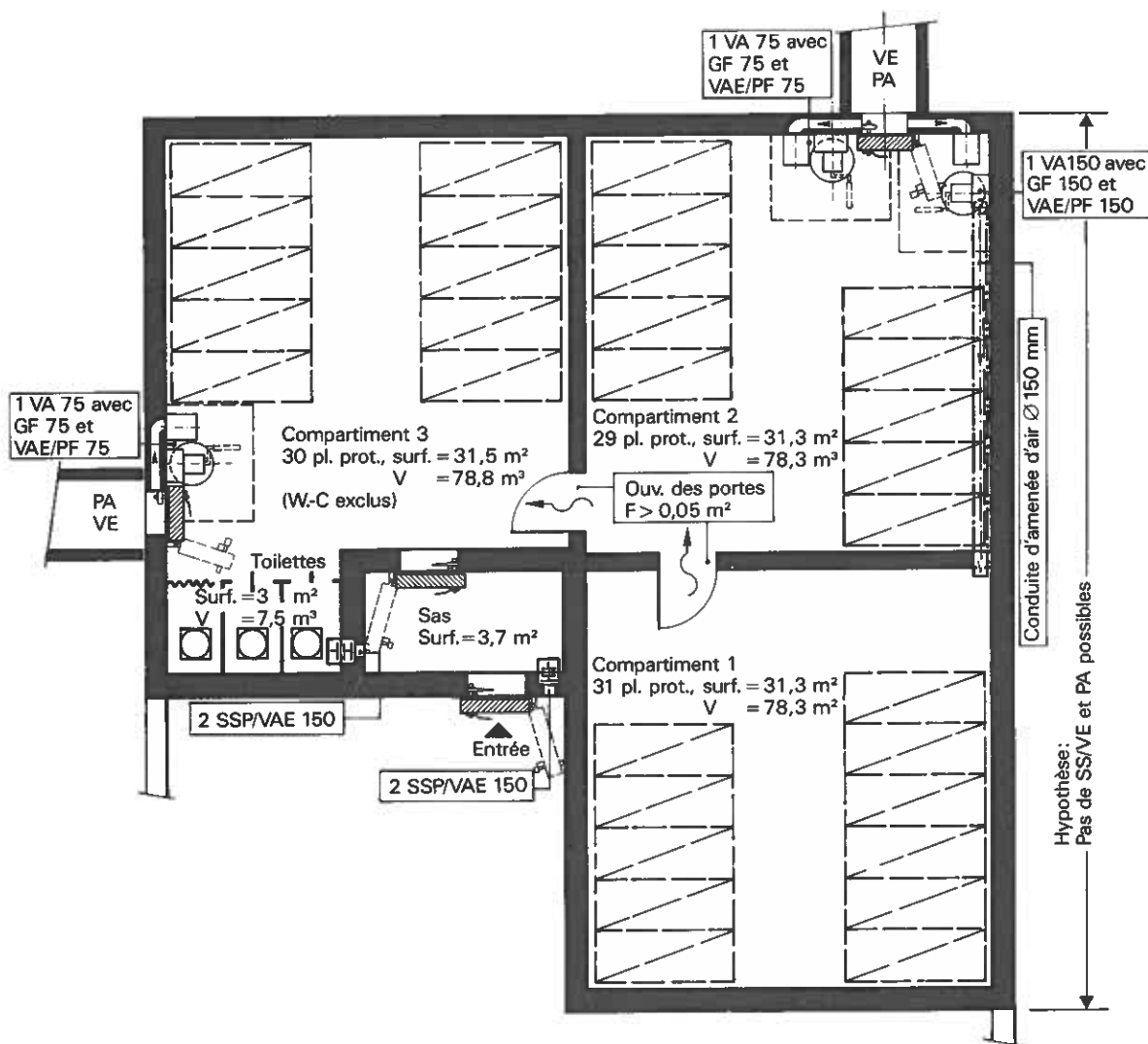


Figure 3.1-6 Installations de ventilation d'un abri de 90 places protégées tenant compte de conditions particulières

Nombre effectif de places protégées disponibles:

	Surface du compartiment	Surface de la place pour VA	Surface de la place de séjour	Volume de l'abri	Nombre effectif de places protégées
Compartiment 1	31,3 m ²	0	31,3 m ²	78,3 m ³	31 pl. prot.
Compartiment 2	31,3 m ²	2 m ²	29,3 m ²	78,3 m ³	29 pl. prot.
Compartiment 3	31,5 m ²	1 m ²	30,5 m ²	86,3 m ³	30 pl. prot.

Détermination des éléments:

	Nombre effectif de places protégées	Apport excédentaire	Places prot. à ventiler directement	Appareil de ventilation nécessaire	Capacité totale existante	— Capacité excédentaire
Compartiment 1	31 pl. prot.—	0—	31 pl. prot.—	VA 150—	50 pl. prot.—	19 pl. prot.
Compartiment 2	29 pl. prot.—	19 pl. prot.	20 pl. prot. ¹⁾ —	VA 75—	19 + 25 pl. prot.—	15 pl. prot.
Compartiment 3	30 pl. prot.—	15 pl. prot.	20 pl. prot. ¹⁾ —	VA 75—	15 + 25 pl. prot.—	10 pl. prot.

¹⁾ Le nombre de places protégées à ventiler directement découle ici de l'exigence que $\frac{2}{3}$ des places protégées du compartiment doivent être directement ventilées par l'appareil de ventilation attribué.

Les éléments suivants sont nécessaires:

1 VA 150 + GF 150, 1 VAE/PF 150, 4 SSP/VAE 150

2 VA 75 + GF 75, 2 VAE/PF 75

Remarque:

Au lieu de 2 x 2 SSP/VAE 75, on utilise 2 x 1 SSP/VAE 150.

3.16 Indications de construction pour le montage des éléments

Le montage des éléments des installations de ventilation s'effectuera en tenant compte des remarques suivantes:

Les valves anti-explosion et préfiltres, appareils de ventilation et conduites d'air, débitmètre, clapet de réglage, conduites flexibles et raccords ainsi que la combinaison soupape de surpression/valve anti-explosion, le filtre à gaz et les plaques pare-éclats seront conformes aux instructions y relatives de l'OFPC. On n'utilisera que des éléments approuvés par l'OFPC.

Le montage de ces éléments se fera, en principe, selon les directives du fabricant approuvées par l'OFPC.

Lors du montage des filtres à gaz, on veillera à pouvoir raccorder les conduites flexibles au filtre à gaz sans qu'elles soient coudées ou bosselées. Seuls des filtres à gaz dont les ouvertures sont fermées par des couvercles plombés peuvent être posés.

La conduite d'aspiration est généralement incorporée dans le mur extérieur au moment du bétonnage. Elle doit avoir un diamètre intérieur de 125 mm (pour des tuyaux en matière synthétique, le diamètre nominal de 125 mm suffit). On utilisera des pièces façonnées pour les coudes qui ne doivent pas dépasser le nombre de trois. Tous les matériaux garantissant simultanément la stabilité de leur forme et l'étanchéité durant le bétonnage et jusqu'à la prise du béton sont autorisés. Ces matériaux doivent en outre résister à la chaleur, cela jusqu'à 60° C au moins. Par exemple, des tuyaux courants en matière synthétique d'une épaisseur de parois d'au moins 3 mm et résistants aux chocs, tels ceux servant à l'évacuation des eaux ménagères, conviennent bien.

Pour les conduites d'amenée d'air qui doivent exceptionnellement être disposées à l'intérieur de l'abri, on utilisera des tuyaux en tôle galvanisée, roulée en spirale d'un diamètre intérieur de 150 mm. La disposition de six coudes au plus est autorisée. Les tuyaux seront fixés solidement aux plafonds et aux murs à l'aide de matériel courant.

L'ouverture de la prise d'air de la conduite d'aspiration et celle des sorties d'air dans le mur extérieur du bâtiment seront recouvertes par des grilles amovibles, pour empêcher la pénétration de petits animaux.

Les sorties d'air disposées dans le mur extérieur du bâtiment seront en outre munies de plaques pare-éclats, pour protéger les SSP/VAE contre des effets mécaniques.

Des mesures particulières ne sont pas nécessaires pour la protection des soupapes de sorties d'air se trouvant à l'intérieur d'un bâtiment. Par contre, il faut s'assurer que l'écoulement de l'air puisse s'effectuer simplement.

3.17 Remarques sur la configuration de la ventilation pour utilisation en temps de paix

Normalement, l'abri est aéré naturellement par l'ouverture de la porte et du volet blindé.

L'installation de ventilation peut servir aux besoins d'utilisation de l'abri en temps de paix (garde-robe, etc.). Si le montage d'une minuterie est nécessaire à un fonctionnement alterné, celle-ci doit pouvoir être mise simplement hors service par un interrupteur. D'éventuels dispositifs d'insonorisation destinés à amortir le bruit des appareils de ventilation sont autorisés, pour autant qu'ils soient facilement amovibles et ne portent pas préjudice à la sécurité de fonctionnement des installations de ventilation.

Le montage d'installations supplémentaires de ventilation pour l'utilisation en temps de paix n'est autorisé que si de telles installations n'entravent pas la fonction de l'abri.

Les conduites d'air pour l'usage en temps de paix ne doivent traverser que des murs de l'enveloppe de l'abri d'une épaisseur inférieure à 0,40 m. Les passages de conduite seront conçus de telle façon qu'on puisse les obturer de manière étanche et résistante à la pression, en l'espace de peu de temps, par des volets blindés standardisés. Les outils et instructions nécessaires seront déposés dans l'abri. Les dispositifs se trouvant à l'intérieur de l'abri qui ne peuvent pas être démontés seront solidement fixés.

Les éventuelles mesures de construction prévues pour l'usage en temps de paix doivent être soumises pour approbation avec le projet de l'abri. Il y a lieu de requérir une approbation correspondante pour des montages ultérieurs.

3.2 Installations de l'eau et d'eaux usées

L'abri ITAP peut largement profiter de l'infrastructure (appartements/installations d'exploitation) du bâtiment qui l'entoure. C'est pourquoi aucun raccordement aux conduites d'eau, ni aucun réservoir d'eau fixe en béton ne sont exigés. Il en est de même en ce qui concerne l'évacuation d'eaux usées. Cependant, si l'utilisation en temps de paix l'exige, des installations pour l'eau et les eaux usées sont permises dans l'abri. Elles doivent cependant se limiter à des installations simples, telles que lavabos et W.-C. Lorsque des installations d'eau et d'eaux usées sont montées dans l'abri, elle doivent être conformes aux exigences suivantes en matière de matériel, de disposition et de fixation:

Conduites d'eau

Le dimensionnement et la spécification du matériel des conduites et appareils doit correspondre aux directives de la Société suisse de l'industrie du gaz et des eaux.

Les conduites d'eau sous pression seront montées d'une manière apparente et fixées à l'aide des brides usuelles. On ancrera les plaques de fixation au moyen des chevilles admises par l'OFPC (capacité de charge des chevilles exigée $\geq 2,8$ kN par bride), en respectant leur espacement prescrit.

Canalisation

Le dimensionnement et la disposition du système d'évacuation des eaux usées sont soumis en principe aux normes de la Communauté suisse de travail pour les installations d'évacuation des eaux usées (CSTIEEU) et aux directives ASPEE. On utilisera du matériel courant pour ces conduites.

Les puits d'évacuation, éventuellement disposés dans l'abri, seront pourvus de couvercles verrouillables, étanches aux odeurs et à l'eau.

Pour des raisons de technique de protection, des clapets de retenue et des vannes d'arrêt ne sont pas requis dans ces abris.

Si une conduite d'aération de la canalisation est nécessaire, il ne faut pas prévoir de valve anti-explosion.

Les siphons d'appareils et des écoulements se trouvant dans l'abri doivent résister à une surpression d'au moins 300 Pa.

3.3 Alimentation en énergie électrique

L'alimentation en énergie électrique comprend par compartiment une prise pour l'appareil de ventilation et l'éclairage normal du local.

On prévoira une installation aussi simple que possible en tenant compte des prescriptions de l'Association suisse des électriciens (ASE) relatives aux installations ménagères pour locaux secs. Du matériel standardisé courant peut donc être utilisé.

L'appareil de ventilation est généralement raccordé à l'installation normale du bâtiment avec une tension de 380 V, de préférence au moyen d'une prise de courant. Des appareils de ventilation équipés d'un condensateur pour raccordement sur 220 V sont également livrables.

Un coupe-circuit séparé n'est pas nécessaire en matière de protection.

Les luminaires pour l'éclairage seront placés en tenant compte de la disposition prévue des lits.

3.4 Conduites et appareils étrangers à l'abri

S'il est prouvé qu'aucune autre possibilité de pose n'est réalisable, il est permis de faire passer par l'abri les conduites d'eau sous pression (eau chaude et froide), celles de l'eau de chauffage et d'évacuation des eaux usées. Par contre, le passage de

conduites de vapeur, de gaz et d'autres agents dangereux n'est pas permis. De même, la disposition de batteries de distribution d'eau ou de courant électrique n'est pas admise dans l'abri.

Des conduites et des appareils étrangers à l'abri et placés à l'intérieur et à proximité immédiate de celui-ci ne doivent pas gêner des installations, telles que ventilation, fermetures et disposition des lits.

Des conduites d'eau sous pression (eau froide et chaude) ainsi que des conduites d'eau de chauffage ne doivent pas dépasser le diamètre de 2". Elles seront exécutées en tuyaux d'acier avec raccords vissés et fixation apparente selon chiffre 3.2. Toutes les conduites sous pression seront pourvues, du côté de l'admission et en dehors de l'abri (généralement à la batterie de distribution), d'une vanne d'arrêt à commande manuelle.

En règle générale, les colonnes de chute des conduites d'eau seront noyées dans le béton et, si possible, seulement dans des murs intermédiaires. Si elles se trouvent dans les murs de l'enveloppe de l'abri, on renforcera ces murs localement par un surplus d'épaisseur correspondant au diamètre nominal des tuyaux. En cas d'utilisation de tuyaux en fonte ductile ou en acier (pression nominale d'au moins 6 bars), il est possible de renoncer à l'enrobage en béton.

Les conduites d'écoulement d'installations sanitaires, situées directement au-dessus de l'abri, peuvent être placées dans la dalle-ciel, moyennant les restrictions suivantes:

Le diamètre extérieur de la conduite, y compris l'isolation éventuelle, ne doit pas dépasser $1/3$ de l'épaisseur de la dalle. Si la dalle-ciel de l'abri doit être renforcée à cause de conduites de canalisation, ce renforcement s'étendra à toute la dalle.

Les conduites d'écoulement seront placées entre l'armature supérieure et inférieure, en assurant un recouvrement d'au moins 0,05 m des deux côtés.

Les conduites d'écoulement dans les parties marginales du champ de la dalle, jusqu'à 1,5 m de l'appui, ne doivent pas être disposées parallèlement à ce dernier, mais sous un angle d'au moins 30° (voir figure 3.4-1).

Un intervalle d'au moins 0,3 m est à ménager entre conduites juxtaposées.

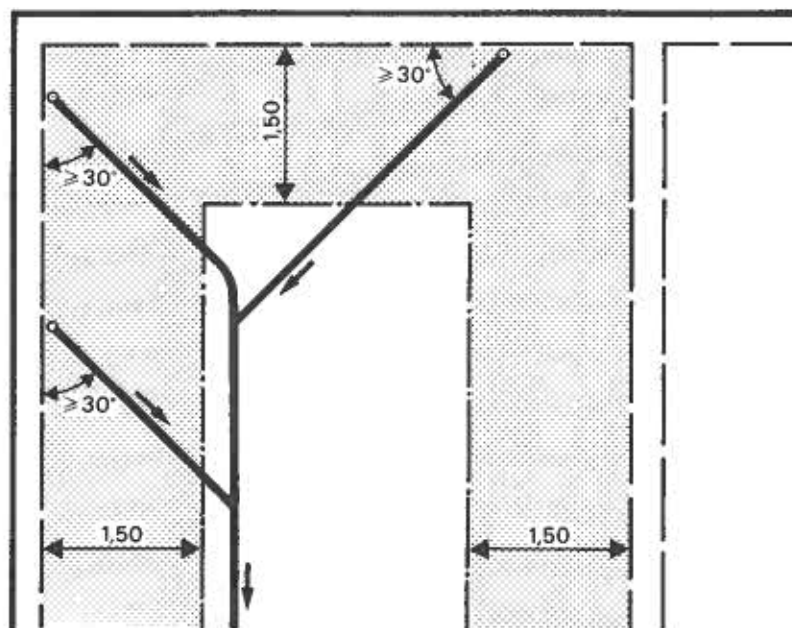


Figure 3.4-1 Disposition de conduites d'écoulement dans la dalle-ciel de l'abri

4 Dimensionnement et construction

4.1 Règles de construction et indications complémentaires

4.11 Ep

Les élém
armé (bé
construct
en maçon
admis da
Le tablea
porteurs
construct
protectio

Tableau 4

Elément

Dalle

Murs exte
- en cor
- contre

Mur entre deux abris

Murs du sas

Radier

Murs et dalles intermédiaires

Piliers en béton armé
(dans les deux directions)

Chapitre 4 annulé, voir

ITC 1994

**Instructions techniques
pour la construction et le
dimensionnement des
ouvrages de protection**

e

ITC 1997

**Construction et
dimensionnement d'abris
offrant au maximum 25
places protégées**

) seront exécutés en béton
i béton précontraint, des
de construction incorporés
aible plasticité ne sont pas

béton armé des éléments
des caractéristiques de
) que de considérations de
iciles à déterminer.

0,25 m
0,25 m
0,20 m
0,20 m
0,30 m ou hauteur d'espace libre ²⁾
10

¹⁾ Epaisseurs exigées par suite du rayonnement nucléaire et de la charge thermique, voir chiffres 4.2 et 4.3

²⁾ On admettra la valeur la plus grande comme épaisseur minimale de béton armé.

Annexe

A1 Liste de référence pour la réception de l'abri

La liste de référence indique les points à contrôler lors de la réception de l'abri. Sur la base de cette réception, on dressera un procès-verbal avec indication de défauts éventuels et des directives pour leur élimination.

Que contrôler ?	Comment contrôler ?
1. Projet de construction de l'abri	1.1 La réception se fait à partir des documents approuvés du projet et des plans de l'abri exécuté.
	1.2 Existe-t-il en particulier un plan mis à jour de l'abri avec représentation de tous les éléments techniques (installations de ventilation, fermetures, etc.) et de la disposition des lits ?
2. Situation de l'abri, environnement	2.1 La situation de l'abri dans le bâtiment est-elle conforme à celle admise dans le projet ?
	2.2 Le contact avec la terre des murs extérieurs de l'abri correspond-il aux hypothèses du projet ?
3. Grandeur de l'abri	3.1 La surface en plan et le volume de l'abri correspondent-ils au nombre fixé de places protégées ? (Vérifier les mesures sur place et comparer avec les plans d'exécution.)
4. Enveloppe de l'abri, structure porteuse	4.1 Y a-t-il dans l'enveloppe de l'abri des évidements, des passages de conduites d'installation ou de petits tuyaux de coffrage, des fissures ou joints, des nids de gravier, etc. qui peuvent compromettre l'étanchéité ou la capacité portante ? (Contrôle optique, éventuellement contrôle de la résistance à la compression du béton à l'aide du scléromètre à béton.)
	4.2 Les épaisseurs de construction correspondent-elles aux dimensions approuvées ? (sondages)
	4.3 Le mur de l'abri jouxtant éventuellement une citerne à mazout a-t-il l'épaisseur requise de 0,40 m ? Présente-t-il des ouvertures ?
	4.4 Y a-t-il dans l'abri des revêtements fixes sur les parois ou les plafonds, préjudiciables à la conductibilité thermique de l'enveloppe de l'abri et/ou dangereux pour les occupants en cas d'ébranlements ? (Seuls des revêtements légers, facilement amovibles, sont permis.)

Que contrôler?

Comment contrôler?

4. Enveloppe de l'abri structure porteuse

4.5 Des murs en maçonnerie se trouvent-ils dans l'abri? (Des briques silico-calcaires et des briques d'argile ne sont pas autorisées.)

5. Voies d'évacuation, sorties de secours

5.1 Les VE et SS sont-elles exécutées conformément au projet approuvé? (nombre, disposition, longueur des VE)

5.2 L'évacuation des eaux des VE et des SS fonctionne-t-elle?

5.3 Des décombres ou d'autres matériaux sont-ils déposés dans les sorties de secours et les voies d'évacuation?

5.4 Les échelles ou échelons métalliques des puits de sortie sont-ils fixés de façon sûre?

5.5 Le couvercle du puits de sortie (couvercle perforé ou grille caillebotis) est-il en place et choisi de façon appropriée? (piétons, trafic, protection contre chutes)

6. Fermetures de l'abri

- Portes blindées PB
- Volets blindés VB
- Dispositif d'autolibération
- Portes « rouges » dans l'enveloppe de l'abri et fermetures éventuelles pour aération en temps de paix
- Eléments de fermeture fixés au cadre du volet blindé
- Portes normales dans l'enveloppe de l'abri

6.1 Les PB sont-elles montées à l'extérieur et les VB à l'intérieur?

6.2 Toutes les fermetures de l'abri peuvent-elles être complètement fermées et ouvertes par une seule personne sans effort violent et sans l'aide de moyens spéciaux? (angle d'ouverture des fermetures d'abri $> 90^\circ$).

6.3 Les fermetures d'abri, d'éventuelles ouvertures d'entrées supplémentaires et les passages éventuels de conduites de ventilation pour temps de paix sont-ils en place? Ces ouvertures sont-elles désignées comme telles et peuvent-elles être fermées irréprochablement?

6.4 Les éléments éventuels de fenêtre de cave fixés au cadre du VB (fenêtre/grillage) sont-ils facilement démontables? Ils seront démontés pour le contrôle du VB (ouverture et fermeture).

6.5 D'éventuelles portes normales à l'entrée de l'abri sont-elles facilement démontables/décrochables?

6.6 Bâtis des PB et VB:

6.61 Les bâtis des portes sont-ils complètement remplis de béton et exempts de nids de gravier? (contrôle éventuel avec le scléromètre à béton)

6.62 Toutes les parties métalliques sont-elles peintes et exemptes de rouille?

6.63 Les portes demeurant ouvertes sont-elles calées pour réduire le danger d'accidents?

6.7 Les joints d'étanchéité en caoutchouc des PB et VB sont-ils complètement collés dans la rainure? Sont-ils intacts et propres sur tout leur pourtour?

6.8 L'examen d'étanchéité des fermetures en position fermée (test à la lumière) montre-t-il des fenêtres perméables à l'air (porte déformée)?

Que contrôler?

Comment contrôler?

6. Fermetures de l'abri

- Portes blindées PB
- Volets blindés VB
- Dispositif d'autolibération
- Portes « rouges » dans l'enveloppe de l'abri et fermetures éventuelles pour aération en temps de paix
- Eléments de fermeture fixés au cadre du volet blindé
- Portes normales dans l'enveloppe de l'abri

6.9 Organes de verrouillage et gonds de PB et VB:

- 6.91 Les organes de verrouillage sont-ils montés complètement, les écrous serrés, le mécanisme de fermeture graissé et facile à manier?
- 6.92 L'espace entre le pêne de verrouillage et son appui n'est-il pas supérieur à 2,5 mm? Le jeu angulaire entre leviers intérieur et extérieur, mesuré à l'extrémité des leviers, est-il plus petit que 25 mm?
- 6.93 Les dispositifs de sûreté de la fermeture peuvent-ils être facilement actionnés?
- 6.94 Les pivots des gonds sont-ils bloqués en haut et en bas par soudure?
- 6.95 Les gonds sont-ils graissés?

6.10 Les fermetures de l'abri sont-elles munies des indications prescrites, soit: fabricant de la porte, numéro de fabrication, numéro d'approbation de l'OFPC et indications concernant le vendeur?

6.11 Y a-t-il, par abri, un dispositif d'autolibération fixé à l'intérieur de la porte blindée de l'entrée de l'abri? Le tube carré du dispositif d'autolibération peut-il être introduit facilement et complètement dans l'ouverture correspondante?

6.12 Le bouchon du tuyau de transmission près du VB existe-t-il et est-il facilement amovible?

6.13 S'il existe des « portes rouges », c'est-à-dire des ouvertures supplémentaires, sont-elles désignées conformément aux prescriptions et peuvent-elles être fermées?

6.14 En cas de présence d'une éventuelle PB 3 avec seuil amovible, les éléments de fixation et le seuil sont-ils fixés à l'intérieur de l'abri et à proximité de la porte?

7. Toilettes

7.1 Le nombre prescrit d'équipements de toilettes à sec est-il respecté et les assortiments sont-ils complets?

7.2 Y a-t-il pour abris de 31 à 100 places protégées au moins deux cabines de toilettes montées dans l'abri et pour abris de plus de 100 places protégées, au moins trois? Les équipements de TS sont-ils stockés dans ces cabines et ces dernières peuvent-elles se fermer à clef?

8. Ventilation

8.1 La conduite d'aspiration de la prise d'air est-elle totalement libre et propre? Le grillage près de l'embrasure est-il amovible?

8.2 Les unités valves anti-explosion/préfiltres (VAE/PF) répondent-elles aux critères suivants:

- Numéro d'approbation de l'OFPC et type adéquat
- Etanchéité entre boîtier et mur
- Fixation du boîtier avec les chevilles et les vis prescrites
- Garniture du préfiltre existante et propre?
- VAE en place et libre?
- Collecteur d'eau de condensation en place et vide?

8. Ventilation

- 8.3** Les appareils de ventilation (VA) et les conduites d'amenée d'air répondent-ils aux critères suivants :
- Numéro d'approbation de l'OFPC et type adéquat
 - Distances minimales et actionnement
 - Fixation des VA avec les chevilles et les vis prescrites
 - Présence du débitmètre avec repères de débit réglementaire ROUGE-BLEU et clapet de réglage
 - Présence de l'éclairage de secours, plombé
 - Raccordement électrique correct de l'appareil de ventilation
 - Niveau d'huile/graissage suffisant
 - Présence et adaptabilité de la manivelle
 - Présence et état des conduites flexibles et de leurs raccords
 - Présence de la gaine de protection (couverture en matière plastique)
- 8.4** Le filtre à gaz (GF) répond-il aux critères suivants ?
- Numéro d'approbation de l'OFPC et type adéquat
 - Etat du boîtier du filtre (bosses, dommages, peinture)
 - Les deux raccords fermés et plombés
 - Raccordement des conduites flexibles possible sans risque de formation de bosses ou d'aplatissement (essayer sans ôter les plombs des raccords)
 - Fixation du filtre à gaz au sol avec les chevilles et les vis prescrites ?
- 8.5** Les unités soupape de surpression/valve anti-explosion (SSP/VAE) répondent-elles aux critères suivants :
- Numéro d'approbation de l'OFPC et type adéquat
 - Emplacement, grandeur et nombre
 - Bonne marche, propreté (SSP, manchon et VAE)
 - Fixation avec les chevilles et les vis prescrites
 - Etanchéité entre boîtier et mur
 - Grille amovible sur le côté extérieur du mur ?
 - Présence et montage correct de la plaque pare-éclats pour SSP/VAE débouchant directement au dehors ?
- 8.6** Les instructions d'exploitation pour la ventilation répondent-elles aux critères suivants :
- Conformité avec le système de ventilation installé
 - Instructions d'exploitation fixées sur un support inaltérable à l'humidité, à proximité immédiate du VA avec indication du fabricant/vendeur et du numéro d'approbation de l'OFPC ?
- 8.7** Préparatifs pour procéder au contrôle de la ventilation :
- Fermer complètement tous les organes de fermeture, remplir d'eau les éventuels siphons à eaux usées, enlever la gaine plastique, adapter la manivelle (le filtre à gaz reste plombé).
- 8.8** Contrôle de l'apport d'air et du besoin en énergie pour l'actionnement manuel :
- Lors de la marche sans filtre (repère bleu), le nombre de tours/minute doit se situer entre 30 et 45. L'actionnement manuel doit pouvoir se faire par la même personne durant environ 10 minutes, sans fatigue particulière (clapet de réglage complètement ouvert).

Que contrôler ?

Comment contrôler ?

8. Ventilation

- 8.9 Contrôle de la surpression dans l'abri:
Lors de l'exploitation avec indication du débitmètre aussi bien sur la marque bleue que sur la marque rouge, la SSP doit s'ouvrir. En cas d'interruption de la ventilation, elle doit se fermer complètement.
- 8.10 Contrôle de l'actionnement électrique de l'appareil de ventilation:
Lors de l'enclenchement du moteur électrique, le ventilateur doit tourner dans le sens indiqué par la flèche. Le débitmètre doit pouvoir se régler sans peine sur les repères voulus (la quantité d'air peut être réglée au moyen du clapet de réglage).
- 8.11 La marche de la ventilation ne doit pas provoquer des bruits excessifs dans l'abri (au maximum 65 dBA en cas de mesure).

9. Installations électriques

- 9.1 L'éclairage de l'abri répond-il aux critères suivants:
– Eclairage électrique adapté approximativement à la disposition prévue des lits
– Interrupteurs dans l'abri accessibles aussi avec la disposition prévue des lits?

10. Installations de l'eau et des eaux usées (en cas de présence dans l'abri)

- 10.1 Les installations de canalisation dans l'abri répondent-elles aux critères suivants:
– Conduites d'évacuation purgées et exemptes de décombres
– Emplacement et fonctionnement appropriés des écoulements au sol et des appareils (contrôler avec de l'eau)
– Tous les écoulements pourvus de siphons
– Puits de contrôle dans l'abri munis de couvercles à fermeture étanche vissée?
- 10.2 Les installations sanitaires (eau) de l'abri répondent-elles aux critères suivants:
– Présence uniquement de W.-C et de lavabos
– Fixation solide des appareils et des conduites
– Possibilité de fermeture des conduites à l'extérieur de l'abri?

11. Conduites et appareils étrangers à l'abri (s'ils existent)

- 11.1 Les conduites sont-elles admissibles dans l'abri, du point de vue du matériel et des fluides transportés (voir chiffre 3.4)?
- 11.2 Les conduites sont-elles fixées solidement?
- 11.3 D'éventuels passages de conduites à travers l'enveloppe de l'abri sont-ils exécutés de façon étanche?

12. Utilisation de l'abri en temps de paix

- 12.1 L'abri peut-il être vidé en l'espace de 24 heures sans moyens spéciaux?
- 12.2 Des instructions décrivant d'éventuelles mesures spéciales pour assurer la transition de l'utilisation en temps de paix à la mise à disposition sont-elles affichées dans l'abri (p. ex. démontage de revêtements, enlèvement de portes normales à l'entrée, fermeture d'ouvertures supplémentaires d'aération, coupures de conduites, etc.)?

A2 Liste des abréviations

Abréviation	Dénomination
DN	diamètre nominal
FOPC	Feuille officielle de la protection civile
GF	filtre à gaz
H, H/2	hauteur à la corniche, demi-hauteur du bâtiment à la corniche
ITAF	Instructions techniques pour l'aménagement des abris de fortune
ITAP	Instructions techniques pour la construction d'abris obligatoires
ITAS	Instructions techniques pour abris spéciaux
ITO	Instructions techniques pour les constructions de protection des organismes et du service sanitaire
LCPCi	Loi fédérale sur les constructions de protection civile
LIT	lit/s
MAF	marche avec filtre
MSA	Manuel des services d'abri
MSF	marche sans filtre
OCPCi	Ordonnance sur les constructions de protection civile
OFPC	Office fédéral de la protection civile
PA	prise d'air
PB	porte blindée
PC	protection civile
PF	préfiltre
PGPC	Prescriptions sur la planification générale de la protection civile dans la commune
pl prot	place protégée
SA	sortie d'air
S ou sas	sas
SS	sortie de secours
SSP	soupape de surpression
Surf	surface
TS	toilettes à sec
VA	appareil de ventilation
VAE	valve anti-explosion
VB	volet blindé
VE	voie d'évacuation
WC	toilettes

Les abréviations et les dénominations dans la partie intitulée « Dimensionnement et construction » sont expliquées de cas en cas sous le chiffre correspondant.

A3 Grandeurs usuelles du Système international d'unités SI utilisé et comparaison avec le Système ST¹⁾

Notion	Unités SI	Unités ST correspondantes
Longueurs (surfaces, volumes)	$1\text{ m} = 10^3\text{ mm} = 10^{-3}\text{ km}$ (m^2 , m^3 , mm^2 , mm^3)	$1\text{ m} = 1000\text{ mm} =$ $100\text{ cm} = 0.001\text{ km}$
Masse	$1\text{ kg} = 10^3\text{ g} = 10^{-3}\text{ t}$ ($1\text{ kt} = 10^3\text{ t}$, $1\text{ Mt} = 10^6\text{ t}$)	$1\text{ kg} = \text{Masse}$
Force	$1\text{ N} = 10^{-3}\text{ kN} = 10^{-6}\text{ MN}$ ($1\text{ N} = 1\text{ kg} \cdot 1\text{ m s}^{-2}$)	$0.1\text{ kp} = 0.0001\text{ Mp}$ $= 100\text{ p}$
Moment	$1\text{ N m} = 10^{-3}\text{ kN m} = 10^{-6}\text{ MN m}$	$0.1\text{ kpm} = 0.0001\text{ Mpm}$
Tension mécanique (résistances, tensions, compressions du sol, etc.)	$1\text{ N/m}^2 = 10^{-3}\text{ kN/m}^2$ $= 10^{-6}\text{ MN/m}^2$ $= 10^{-6}\text{ N/mm}^2$	$0.1\text{ kp/m}^2 = 10^{-5}\text{ kp/cm}^2$ $= 10^{-7}\text{ kp/mm}^2$ $= 10^{-4}\text{ Mp/m}^2$ $= 10^{-8}\text{ Mp/cm}^2$
Pression (Valeurs scalaires, c.-à-d. pressant de tous côtés)	$1\text{ N/m}^2 = 1\text{ Pa} = 10^{-5}\text{ bar}$	$= 0.1\text{ mm CE} = 10^{-5}\text{ at}$ $= 750 \cdot 10^{-5}\text{ Torr}$ (mm Hg)
Travail, énergie, quantité de chaleur	$1\text{ J} = 1\text{ N m} = 1\text{ Ws} = 10^{-3}\text{ kJ}$ $= 0.278 \cdot 10^{-6}\text{ kWh}$	0.1 kpm $= 0.378 \cdot 10^{-6}\text{ PSh}$ $= 0.239 \cdot 10^{-3}\text{ kcal}$
Puissance, flux d'énergie, flux de chaleur	$1\text{ W} = 1\text{ N m/s}$ $= 1\text{ J/s} = 10^{-3}\text{ kW}$	0.1 kp m/s $= 1.36 \cdot 10^{-3}\text{ PS}$ $= 0.239 \cdot 10^{-3}\text{ kcal/s}$ $= 0.860\text{ kcal/h}$
Masse volumique ($= \frac{\text{Masse}}{\text{Volume}}$) (poids spécifique, poids par unité de volume)	$1\text{ kg/m}^3 = 10^{-3}\text{ t/m}^3 = 10^3\text{ g/m}^3$	comme unités SI

¹⁾ Système ST = Système Technique; n'est plus utilisé dans ces instructions.