



Construction d'abris pour biens culturels et réaffectation des constructions protégées surnuméraires en abris pour biens culturels



Coordination:
Section Protection des biens culturels, Office fédéral de la protection de la
population

Collaboration:
Thomas Wenk
Andrea Giovannini
Section Constructions, Office fédéral de la protection de la population

Table des matières

1	Avant-propos	3
2	Contexte, problématique et objectifs	3
2.1	Dangers naturels: objectifs de protection	4
3	Abris pour biens culturels: nouvelles constructions.....	5
3.1	Généralités	5
3.1.1	Convention d'utilisation	5
3.1.2	Répartition des locaux	5
3.1.3	Aménagement intérieur	6
3.1.4	Mise en service	7
3.1.5	Contrôle du climat ambiant	8
3.2	Protection thermique	8
3.2.1	Conditions et exigences	8
3.3	Protection contre l'humidité.....	8
3.3.1	Conditions et exigences	8
3.3.2	Mesures relevant de la construction et de l'organisation	8
3.4	Climat ambiant	9
3.4.1	Interprétation générale du climat	9
3.4.2	Valeurs de référence	10
3.4.3	Étanchéité de l'abri et du bâtiment	11
3.5	Substances nocives et qualité de l'air ambiant	11
3.6	Lumière	12
3.6.1	Lumière naturelle	12
3.6.2	Lumière artificielle	12
3.7	Conflits armés	13
3.8	Incendie.....	13
3.9	Eau	13
3.10	Séisme	14
3.10.1	Structure porteuse	14
3.10.2	Installations et équipements.....	15
3.11	Autres dangers naturels	15
3.11.1	Conditions et exigences.....	15
3.11.2	Mesures relevant de la construction et de l'organisation	15
3.12	Vandalisme, terrorisme et sabotage	16
3.12.1	Sécurité des bâtiments	16
3.13	Risques émanant de l'environnement	16
4	Réaffectation de constructions protégées surnuméraires en abris pour biens culturels.....	17
4.1	Remarque liminaire	17
4.2	Processus en cas de réaffectation.....	17
4.3	Examens préalables	18
4.4	Protection thermique / Protection contre l'humidité / Substances nocives et qualité de l'air / Lumière	18
4.5	Climat ambiant	18
4.5.1	Conditions et exigences	18
4.5.2	Mesures relevant de la construction et de l'organisation	18
4.6	Dangers.....	19
4.6.1	Conflits armés.....	19
4.6.2	Incendie	19
4.6.3	Eau	19
4.6.4	Séisme	20
4.6.5	Autres dangers naturels	20
4.6.6	Vandalisme, terrorisme et sabotage.....	20
5	Bases légales / Bibliographie	21

1 Avant-propos

Avec l'entrée en vigueur de la loi fédérale sur la protection des biens culturels en cas de conflit armé, de catastrophe ou de situation d'urgence (LPBC) en janvier 2015, le champ d'application des bases légales a été étendu aux événements naturels. Les changements climatiques à travers le monde laissent en effet penser que le nombre de catastrophes naturelles pourrait aussi augmenter en Suisse, à l'image des inondations de Sarnen (OW, 2005). Il nous faut donc suffisamment d'abris pour protéger nos biens culturels. A l'heure actuelle, il existe plus de 300 abris pour biens culturels (abris PBC) dans notre pays. Pourtant, l'ensemble des archives d'Etat, des bibliothèques cantonales, des musées et des couvents abritant des biens culturels d'importance ne disposent pas de locaux adaptés. Par conséquent, il sera indispensable à l'avenir de planifier et de construire des abris de ce type.

Les biens culturels sont des objets délicats, nécessitant d'être manipulés et entreposés avec soin. Le présent rapport a pour objectif de présenter les exigences que doivent remplir les abris PBC en termes d'emplacement, de construction, de conditions ambiantes, de lumière et autres pour garantir la meilleure protection possible contre les dangers naturels, les incendies, les séismes, ou encore les actes de vandalisme ou les conflits armés. En Suisse, la protection des biens culturels est généralement axée sur les catastrophes et les situations d'urgence. En ce moment, de nombreux événements sur la scène internationale nous rappellent néanmoins qu'il ne faut pas négliger les cas de conflits armés.

Les experts Thomas Wenk (ingénieur sismologue) et Andrea Giovannini (conservateur-restaurateur) ont participé à l'élaboration des principes ci-après, sous la coordination de la Section Protection des biens culturels de l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP). La Section Constructions de l'OFPP a aussi été intégrée au projet: chargée d'approuver ou non les demandes de réaffectation ou de désaffectation des constructions protégées, responsable de la surveillance de l'exécution des constructions et de la garantie de l'état de préparation des abris dans les cantons, elle dispose de connaissances et de compétences essentielles dans ce domaine.

2 Contexte, données du problème et objectifs

Dans les années septante et jusqu'au début des années nonante, sur fond de guerre froide et avec en mémoire les dangers de la Seconde Guerre mondiale, on a construit non seulement des abris pour la population, mais aussi un grand nombre de constructions protégées destinées à la protection civile et aux biens culturels. A l'heure actuelle, ces dernières servent de refuge au patrimoine culturel meuble. Evidemment, les abris PBC devraient aussi se révéler efficaces en cas de catastrophe naturelle, mais ils ont été bâtis en premier lieu pour résister aux conséquences de conflits armés. Aujourd'hui encore, les prescriptions applicables à la construction d'abris PBC¹ s'appuient sur le scénario d'un conflit armé et se fondent sur le principe selon lequel, si le contexte l'exige, il faut entreposer les biens culturels dans des ouvrages de ce type pour les mettre à l'abri des actes de guerre. Les dispositions légales relatives aux abris PBC sont fixées dans la loi fédérale sur la protection de la population et sur la protection civile (LPPCi)², dans l'ordonnance y relative (OPCi)³ ainsi que dans les Instructions de l'OFPC concernant la construction d'abris pour biens culturels.

Lorsqu'il faut aujourd'hui construire des abris pour biens culturels de fond en comble, les coûts en sont extrêmement élevés. Du point de vue de l'optimisation des coûts, il est donc judicieux de transformer pour cet usage des constructions protégées actuellement en trop grand

¹ Instructions de l'OFPC du 04.04.1995 concernant la construction d'abris pour biens culturels.

² <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20011872/index.html>

³ <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20032160/index.html>

nombre⁴. La mise en œuvre des Instructions de l'OFPP concernant l'utilisation des constructions protégées existantes de 2012⁵ a déjà permis de réduire le nombre de ces ouvrages. Or, pour qu'une réaffectation des constructions désormais inutilisées en abris PBC soit possible, celles-ci doivent d'abord répondre à des exigences précises en matière d'emplacement et d'accessibilité. Souvent, ces constructions n'ont pas une situation optimale du point de vue de la protection de biens culturels: elles sont parfois trop proches des nappes souterraines ou de conduites d'eau, les installations techniques ou le climat ne sont pas adaptés, etc. Par conséquent, les experts demandent de plus en plus souvent une analyse des dangers dès le début du projet, qui évalue l'adéquation de l'emplacement de l'ouvrage en tenant compte des cartes actuelles des dangers.

Le présent rapport vise donc à édicter des prescriptions applicables tant aux nouvelles constructions qu'aux projets de réaffectation en abris PBC, afin de garantir aux biens culturels une protection aussi efficace que possible contre les conflits armés, les actes de vandalisme, les incendies, les crues, les séismes et autres dangers naturels. Outre les dangers «extérieurs», les ouvrages renferment aussi des risques intrinsèques: un climat ambiant inadéquat, une lumière trop forte ou inadaptée ou encore des substances nocives peuvent avoir leur influence et, dans certaines circonstances, endommager des biens culturels. Il y a donc de nombreux documents et exigences à respecter et des mesures relevant de la construction et de l'organisation à prendre lors de la réalisation d'un abri PBC ou de la réaffectation en abri PBC. Dans les deux cas de figure, les objectifs de protection pour les biens culturels sont en principe identiques.

Le présent rapport doit pouvoir servir de base à l'élaboration du contenu d'une ordonnance concernant les abris pour biens culturels. Les Instructions concernant la construction d'abris pour biens culturels de 1995 doivent en effet bientôt être abrogées. Leur contenu sera partiellement repris dans une ordonnance du département, mis en conformité avec les dispositions juridiques usuelles et adapté à la situation actuelle en matière de dangers.

2.1 Dangers naturels: objectifs de protection

D'une manière générale, les exigences minimales relatives à la construction d'abris pour biens culturels sont fixées aux art. 46 LPPCi et 37 OPCi.

Les abris PBC sont censés résister aux dangers naturels sans subir de dommages jusqu'à une période de retour de 300 ans. Pour les événements plus rares, les dommages doivent être d'une ampleur acceptable jusqu'à une période de retour de 1000 ans.

Opter pour un emplacement adéquat, hors des zones où le danger est le plus élevé, et prendre les mesures de construction requises doit permettre d'atteindre ce premier objectif de protection. Le second objectif nécessite l'élaboration d'un plan d'urgence défini en se fondant sur les temps d'intervention à prendre en compte (p. ex. en cas de crues). Des mesures supplémentaires relevant de la construction seront ainsi prises en amont pour parer aux événements pour lesquels le temps d'intervention risque d'être trop court (tels que les séismes).

La mise en place d'un plan d'urgence doit permettre une réaction aussi efficace que rapide. Les risques à prendre en considération ne seront pas les mêmes en fonction du lieu, du bâtiment et de la situation. En principe, un plan d'urgence comporte les éléments suivants:

1. Analyse des dangers

⁴ Mais les raisons de réaffecter les constructions protégées surnuméraires ne sont pas uniquement financières: certains éléments (ventilation, courant fort, enveloppe de protection) des constructions protégées désaffectées, pour ainsi dire laissées à l'abandon, peuvent représenter un risque au fil du temps.

⁵ Instructions de l'Office fédéral de la protection de la population concernant l'utilisation des constructions protégées existantes, du 1^{er} octobre 2012.

2. Mesures préventives, contrôle périodique
3. Mesures destinées à faciliter la maîtrise d'un sinistre
 - a. Concept et listes de transmission de l'alarme
 - b. Mesures immédiates concrètes en cas de dommages
 - c. Mesures organisationnelles pour la gestion d'une situation d'urgence
 - d. Institutionnalisation des processus et du suivi
 - e. Définition des priorités d'enlèvement et élaboration d'un plan d'enlèvement
 - f. Listes de contacts (experts, fournisseurs)

3 Abris pour biens culturels: nouvelles constructions

3.1 Généralités

3.1.1 Convention d'utilisation

Les conditions d'utilisation sont définies dans une convention conformément à la norme SIA 260:2013, sur la base des prescriptions ci-après:

La durée d'utilisation d'un abri pour biens culturels doit être fixée à 100 ans.

La charge utile est déterminée pour chaque projet selon la catégorie E (surfaces de stockage) de la norme SIA 261:2014. On se fondera sur les valeurs caractéristiques $q_k \geq 20 \text{ kN/m}^2$ et $Q_k \geq 20 \text{ kN}$ comme charges utiles minimales, pour autant que les Instructions techniques pour la construction et le dimensionnement des ouvrages de protection (ITC 2017) n'indiquent pas des valeurs plus élevées.

Il convient de veiller particulièrement à l'étanchéité de l'enveloppe du bâtiment, qui doit être assurée pour les 100 ans d'utilisation prévue. Pour garantir l'étanchéité requise, on prendra les mesures suivantes:

- Le bâtiment doit être une construction en béton étanche à l'eau correspondant à la catégorie d'étanchéité 1 définie par la norme SIA 272:2009.
- On prévoira en outre un système d'étanchéification flexible sur toute la surface.
- Afin de limiter les risques de fissures du béton armé, on respectera les exigences relatives à la classe d'étanchéité la plus élevée selon les normes SIA 272:2009 et 262:2013.
- Pour déterminer l'armature minimale, on tiendra compte du développement des résistances du béton sur les 100 ans de durée d'utilisation.

3.1.2 Répartition des locaux

La répartition des locaux dépend de l'utilisation prévue et doit respecter les prescriptions relatives aux compartiments coupe-feu. La hauteur sous plafond doit être d'au moins 2,60 m; un espace d'au moins 0,20 m doit en outre être laissé libre entre le plafond ou les canaux d'aération, les luminaires et les étagères. Il ne faudrait jamais entreposer des biens culturels à même le sol, même à titre provisoire. La hauteur recommandée est d'au moins 20 cm (soit p. ex. la hauteur de deux europalettes empilées).

La largeur des voies d'évacuation doit toujours être adaptée à la taille des biens culturels. On prévoira au minimum deux voies d'évacuation d'une largeur d'au moins 1,50 m. L'accès normal ne doit pas comporter de marches. Le cas échéant, on l'équippera d'un dispositif technique permettant le passage d'un petit véhicule et le transport de palettes.

Les places de travail permanentes doivent se trouver à l'extérieur du périmètre de protection et ne peuvent en aucun cas être aménagées dans l'abri PBC.

Lorsqu'un abri PBC compte plusieurs étages, il faut éviter d'entreposer les biens les plus précieux dans les étages inférieurs du bâtiment.

Un passage d'au moins 40 cm doit être laissé libre en permanence le long des murs extérieurs. Les étagères peuvent par contre être installées contre les parois intérieures, en respectant une

distance d'au moins 5 cm. En montant les étagères, on veillera à ne pas créer de recoins inaccessibles qu'il serait difficile voire impossible de nettoyer.

3.1.3 Aménagement intérieur

D'une manière générale, on aménagera l'intérieur des abris pour biens culturels conformément aux Instructions techniques concernant la résistance aux chocs des éléments montés dans les constructions de protection civile (IT Chocs 1995). Tous les équipements doivent en outre être fixés pour résister aux séismes.

3.1.3.1 Étagères fixes

- Matériau utilisé pour les parois latérales et les tablards: métal, au minimum enduit de poudre, idéalement galvanisé et enduit de poudre, ou acier inoxydable.
- Capacité de charge: adaptée au matériel à entreposer. La capacité de charge doit être suffisante pour du matériel mouillé et pour supporter les forces exercées en cas de séisme. Par exemple pour les documents: au moins 80 kg/m (pour les ouvrages reliés, classeurs, etc.: 150 kg/m).
- Le haut des étagères doit être fermé par un tablard.
- La hauteur des rayons devrait être réglable sur 20 à 25 mm.
- Les biens culturels disposés sur le rayon le plus bas devraient se trouver à au moins 20 cm du sol (mesure de sécurité en prévention d'une inondation). Par ailleurs, l'espace situé sous le dernier tablard doit permettre le passage d'un aspirateur (soit environ 15 cm libres entre le sol et le tablard le plus bas).
- Les étagères ne doivent pas être pourvues de parois arrière, mais de simples entretoises en croix (même les étagères doubles).
- Il faut que les parois latérales soient adaptées aux besoins des biens entreposés et offrent la protection requise: les objets de petite taille ne doivent pas pouvoir glisser ou tomber.
- Il peut être judicieux d'utiliser des serre-livres stables mais faciles à disposer.
- Les supports des étiquettes doivent être fixés au moyen de rivets ou de vis; on n'utilisera pas de supports autocollants.
- Les étagères fixes doivent être sécurisées de manière à résister aux séismes, conformément au chapitre 3.10.2.

3.1.3.2 Rayonnages mobiles

- Exigences concernant les rails:
 - Les rails doivent être en métal galvanisé.
 - Ils seront si possible encastrés dans le sol.
 - Si les rails doivent être montés sur le sol, les interstices seront comblés avec des plaques métalliques mobiles pour que le fond de l'étagère soit plat. Ces plaques métalliques doivent être faciles à retirer pour le nettoyage ou en cas d'urgence. On évitera par contre d'utiliser des panneaux d'aggloméré.
- Exigences concernant les roues des rayonnages:
 - Les roues doivent être en métal, d'un diamètre de 10 cm au minimum et pourvues de roulements à billes ne nécessitant pas d'entretien.
 - L'entraînement sera exclusivement manuel. La manivelle doit être en métal. On veillera à ce que la capacité de charge prenne en considération le poids de l'étagère remplie.
- Exigences concernant les parois latérales:
 - Les parois latérales devraient être vides. Si cette exigence n'est pas adaptée aux biens culturels entreposés, les parois latérales seront constituées soit d'une tôle perforée (environ 40 % de vide), soit d'une grille. Aucun élément coupant ou aigu ne doit être utilisé.
 - Il ne doit pas y avoir de joints entre les différents éléments afin de permettre une circulation optimale de l'air.

- Il doit être possible d'immobiliser les blocs de rayonnages mobiles (rayonnages qui se déplacent ensemble) pour qu'ils ne bougent pas même s'ils sont soumis à des vibrations (p. ex. en cas de séisme). En dehors des heures de travail, les rayonnages mobiles devraient être bloqués.

3.1.3.3 Armoires à plans

- Exigences concernant les armoires à plans:
 - La capacité de charge des tiroirs doit être adaptée à leur contenu (mouillé); pour un format A0, elle doit cependant s'élever à 60 kg au moins.
 - L'ouverture des tiroirs doit permettre d'accéder à au moins 70 % de leur surface.
 - Ils doivent être pourvus d'un système de verrouillage ne permettant l'ouverture que d'un tiroir à la fois. L'armoire doit aussi pouvoir être verrouillée.
- Alternatives aux armoires à plans:
 - Les armoires à plans de qualité sont souvent onéreuses. Par conséquent, il est aussi possible d'aménager des étagères plus grandes avec davantage de tablaris pour entreposer les biens culturels de ce type. Les objets peuvent être placés dans des boîtes de conservation de grande taille ou dans des dossiers. Cette option favorise l'exploitation optimale de l'espace et facilite l'évacuation. Elle rend par contre plus difficile l'accès direct aux biens.

3.1.4 Mise en service

- On accordera une attention toute particulière à l'humidité du béton et au séchage de la construction.
- Dans toute nouvelle construction ou transformation complexe, il est essentiel de prendre en considération l'humidité émise par les matériaux de construction, cette dernière ayant une influence importante sur le climat ambiant. Les matériaux de construction commencent à sécher lorsqu'un chantier est à l'abri de la pluie, que l'intérieur est sec et que l'humidité relative dans le bâtiment est inférieure à 60 %.⁶ La durée de séchage est très variable et dépend des matériaux, de l'épaisseur et du type de construction des murs. Elle peut aller de quelques mois (matériaux très poreux et relativement minces) à plus de 10 ans pour le béton (voir à ce sujet le chapitre 4.4.2).
- Au terme des travaux de construction, le nettoyage final de l'abri PBC sera adapté à son usage futur et donc aux biens culturels: il ne devra rester aucune poussière résiduelle (ni poussières fines). On nettoiera minutieusement toutes les surfaces, y compris les installations fixes et mobiles. Il est recommandé d'effectuer une mesure des poussières en suspension une fois le nettoyage terminé.
- Un contrôle devra être réalisé tous les trois mois durant les 24 premiers mois suivant la mise en service du système de ventilation ou de la climatisation. Des adaptations seront apportées si nécessaire.
- Il convient de contrôler dès le départ l'entretien de l'abri PBC, du bâtiment et de son environnement immédiat afin de minimiser les risques. Les écoulements des eaux, les joints (également ceux des portes) et les équipements et appareils techniques devraient faire l'objet d'une maintenance régulière (cf. chapitre 3.3.2).⁷

⁶ Durant les premiers mois, l'humidité relative devrait être inférieure à 70 %.

⁷ Voir à ce sujet les Instructions de l'Office fédéral de la protection de la population concernant le contrôle périodique des abris (CPA 2013) et les directives connexes.

3.1.5 Contrôle du climat ambiant

Tous les abris pour biens culturels doivent être équipés d'un appareil de mesure (enregistreur de données) de la température et de l'humidité relative.⁸

- La précision du capteur doit être d'au moins +/- 0,5 °C et +/- 2 % d'humidité relative.
- L'appareil doit avoir une capacité d'enregistrement d'au moins 12 mois de mesures effectuées toutes les 20 minutes, tant pour la température que pour l'humidité relative (soit au moins deux fois 26 000 valeurs mesurées).
- Il disposera d'un écran affichant en direct les dernières valeurs mesurées.
- Celles-ci seront contrôlées sur place au moins deux fois par mois.
- Une évaluation générale aura lieu une fois par année.
- Les données concernant le climat seront conservées pendant au moins trois ans pour pouvoir être analysées ultérieurement en cas de problème.

3.2 Protection thermique

3.2.1 Conditions et exigences

- Dans les bâtiments souterrains, le sol est un accumulateur thermique extrêmement stable, pour le froid comme pour la chaleur. Selon la profondeur de la construction et la composition du sol, la température de ce dernier ne varie que de manière anecdotique au fil des saisons. Ces propriétés peuvent avoir des effets aussi bien positifs que négatifs sur le climat ambiant d'un abri.
- Le but d'une isolation thermique est d'optimiser la circulation de la chaleur entre l'abri et son environnement (à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment). Par conséquent, l'isolation thermique de l'enveloppe (murs extérieurs, sol, plafond) devrait être déterminée en fonction des valeurs cibles pour le climat ambiant, des systèmes de ventilation et de régulation du climat prévus. En principe, la variation de température entre l'endroit le plus froid et l'endroit le plus chaud du local ne devrait pas excéder 2 °C.
- Si possible, l'isolation thermique doit se trouver à l'extérieur de l'abri PBC; on dispose ainsi d'une bonne capacité d'accumulation, qui assure la stabilité de la température à l'intérieur des locaux. S'il n'y a pas d'autre solution, il est aussi possible de recouvrir les parois et le sol ou le plafond d'une isolation thermique à l'intérieur même de l'abri.
- Une telle installation ne peut toutefois être réalisée que sur des murs secs en permanence.
- Voir à ce sujet le chapitre 3.5.

3.3 Protection contre l'humidité

3.3.1 Conditions et exigences

Pour protéger le bâtiment contre les infiltrations d'eau et l'humidité, la convention d'utilisation fixe des exigences strictes concernant l'étanchéité à l'eau de l'enveloppe de la construction. Cette étanchéité doit être totalement garantie pour une durée d'utilisation de 100 ans et pour tout l'éventail des événements possibles, de la montée du niveau de la nappe phréatique aux crues tricentennales (cf. chapitre 3.1.2).

3.3.2 Mesures relevant de la construction et de l'organisation

L'étanchéification du bâtiment se fait d'abord par une construction en béton imperméable à l'eau conforme aux exigences de la classe d'étanchéité 1, puis par un système d'étanchéification flexible sur toute la surface. L'armature minimale destinée à limiter les risques de fissures doit répondre aux exigences les plus strictes pour garantir l'étanchéité des murs, sols et plafonds en béton armé. Les portes des abris pour biens culturels doivent offrir une

⁸ Lorsqu'un groupe de plusieurs abris de petite taille est alimenté par le même système de ventilation, il n'est pas indispensable d'avoir un enregistreur de données dans chaque pièce. Un appareil suffit pour 200 m².

protection suffisante contre l'infiltration d'eau. Toutes les autres ouvertures des abris PBC doivent être autorisées au préalable par les autorités et être étanches à l'eau, aux gaz et à la pression. Dans les parties du bâtiment extérieures à l'abri PBC, les ouvertures doivent être situées plus haut que le niveau de la crue tricentennale (cf. chapitre 3.9).

Aucune conduite d'eau ou d'eaux usées ne doit se trouver à l'intérieur de l'abri PBC (à l'exception des tuyaux de chauffage, voir également le chapitre 3.9).

3.4 Climat ambiant

3.4.1 Interprétation générale du climat

- Dans la mesure du possible, ce sont des mesures passives qui doivent permettre d'atteindre les valeurs cibles pour le climat intérieur d'un abri pour biens culturels, par exemple le choix des matériaux.
- En principe, la structure d'une paroi est constituée du drainage, d'une étanchéification et d'une isolation thermique, d'un mur en béton et d'une peinture perméable à la vapeur.
- Le climat «spontané» des locaux devrait être modélisé en collaboration avec un physicien de construction. Il ne faut pas oublier que le séchage des murs en béton peut durer plusieurs années. Il faut de ce fait prévoir un système de ventilation aussi simple que possible.
- Le bâtiment ne doit être occupé qu'une fois qu'il est suffisamment sec, c'est-à-dire lorsque l'humidité relative dans les pièces fermées sans équipement technique se maintient en permanence au-dessous de 60 % durant 72 h au moins.
- En principe, les propriétés de l'enveloppe du bâtiment et de celle de la pièce, assorties d'une technologie aussi simple que possible, doivent permettre d'atteindre les valeurs cibles pour le climat ambiant de l'abri pour biens culturels.⁹
- Effectuer une simulation thermique et hygrométrique du bâtiment peut être judicieux pour définir le concept technique à mettre en œuvre pour l'enveloppe du bâtiment et pour déterminer la technique de ventilation.
- En fonction de la qualité de la pièce et de son emplacement, il faudra d'abord s'interroger sur la nécessité ou la pertinence d'une ventilation artificielle des locaux. Elle sera la plupart du temps nécessaire lorsque les locaux sont souterrains, puisque l'échange d'air spontané avec l'extérieur est dans ce cas limité.
- La ventilation naturelle contrôlée est une bonne option pour climatiser efficacement une pièce: de l'air extérieur est amené dans l'abri au moment où il possède les propriétés souhaitées, en fonction de la saison. Il convient d'examiner si le climat local et les propriétés de l'enveloppe de la construction permettent d'utiliser l'air extérieur pour la ventilation et la climatisation de l'abri PBC. En guise d'alternative, on prévoira d'installer un monobloc classique assurant le chauffage, le refroidissement, l'humidification et la déshumidification de l'air. Le cas échéant, l'installation doit être conçue de manière à ne pas provoquer elle-même de variations climatiques à court terme. Les fluctuations temporaires du climat de l'abri doivent rester inférieures à 3 % d'humidité relative par heure.
- On peut aussi prévoir des solutions mixtes, par exemple une ventilation naturelle avec un déshumidificateur supplémentaire.
- Séparer le chauffage de la ventilation peut être un avantage, en particulier si l'on recourt à la ventilation naturelle contrôlée.

⁹ Voici les neuf principes de la physique de construction à respecter pour obtenir un climat ambiant adéquat dans un abri PBC: 1. Une étanchéité à l'air élevée du bâtiment – 2. Une bonne isolation des parois extérieures – 3. Une inertie élevée du bâtiment – 4. Un séchage complet des matériaux de construction – 5. Un chauffage simple – 5. Des matériaux poreux (cette propriété peut éventuellement être remplacée par celles des objets) – 7. Un accès par des sas – 8. Un éclairage efficace – 9. Pas de places de travail permanentes (Christoffersen, L.D.: ZEPHIR Passive Climate Controlled Repositories, Lund University, 1995).

- Les effets directs et indirects de la lumière – en particulier l'émission de chaleur due à l'éclairage artificiel et aux appareils de climatisation – doivent être pris en considération dans le concept de climatisation.
- Les éventuels conduits d'air doivent présenter une surface lisse et être en métal. Ils ne seront pas montés ou isolés avec des composants autocollants.
- Le système de ventilation et tous les appareils de climatisation seront installés à l'extérieur de l'abri PBC pour éviter qu'un incident technique ne risque d'endommager les biens culturels. Les appareils installés dans l'abri représentent un danger et peuvent en outre avoir des effets secondaires indésirables comme une émission de chaleur.
- La distribution d'air (amenée d'air et évacuation de l'air vicié lorsqu'il s'agit d'un système de ventilation) doit garantir un climat similaire dans tous les locaux. Dans une même pièce, les variations ne doivent pas dépasser 2 °C ou 5 % d'humidité relative, ni verticalement ni horizontalement.

3.4.2 Valeurs de référence

- Des normes diverses et variées – et parfois même contradictoires – fournissent des valeurs de référence pour les conditions climatiques requises pour entreposer des biens culturels. Les valeurs recommandées dans le présent document sont empiriques. Si nécessaire, on déterminera les besoins spécifiques avec l'aide de spécialistes des domaines de la conservation et de la restauration.
- D'une manière générale, les valeurs de référence proposées servent à garantir la stabilité du climat intérieur de l'abri et à éviter les fluctuations à court terme. En revanche, des variations lentes liées aux saisons ne représentent normalement aucun problème pour la plupart des biens culturels.
- Pour les documents, les graphiques, les textiles, les images, le bois, les objets ethnologiques et autres, on recommande les valeurs suivantes:
 - En hiver: 12-18 °C, 40-50% h. r.¹⁰, variations < 1 °C/jour, < 3 % h. r./heure et < 5 % h. r./jour.
 - En été: 18-24 °C, 50-60 % h. r., variations < 1 °C/jour, < 3 % h. r./heure et < 5 % h. r./jour.
 - Entre l'hiver et l'été, le climat ne doit pas varier de plus de 2 °C et 5 % h. r./semaine. Dans le cas où une installation doit être programmée manuellement et périodiquement, on prévoira au moins deux paliers entre le climat d'été et celui d'hiver.
- Pour les métaux et autres matériaux particulièrement sensibles à l'humidité, les valeurs recommandées sont les suivantes:
 - En hiver: 12-18 °C, 30-40 % h. r., variations < 1 °C/jour, < 3 % h. r./heure et < 5 % h. r./jour.
 - En été: 18-24 °C, 30-40 % h. r., variations < 1 °C/jour, < 3 % h. r./heure et < 5 % h. r./jour.
 - Il faut considérer que de telles valeurs d'humidité ne peuvent être atteintes qu'au moyen d'une déshumidification constante, avec la charge technique et énergétique que cela représente.
- Pour les photographies, les multimédias et autres matériaux particulièrement sensibles à la température, on recommande les valeurs suivantes:
 - Toute l'année: 12-14 °C, 30-40 % h. r., variations < 1 °C/jour, < 3 % h. r./heure et < 5 % h. r./jour.
 - Il convient toutefois de fixer les valeurs cibles en fonction des matériaux et des objets.
 - Il faut considérer qu'un tel climat ne peut être obtenu qu'au moyen d'une climatisation et d'une déshumidification constantes, avec la charge technique et énergétique que cela représente.
- Pourcentage d'air frais dans l'air pulsé:

¹⁰ h. r. = humidité relative de l'air.

- Pour les objets qui n'émettent aucune substance volatile particulière (VOC¹¹ ou autre) ou autre substance chimique active, un apport d'air frais de 1 volume/jour¹² (soit environ 0,05 vol./h) est en principe suffisant. Il peut occasionnellement se passer plusieurs jours sans ventilation sans que cela pose de problème.
- En présence d'objets produisant des émissions non négligeables de substances nocives, la quantité d'air frais filtrée en conséquence doit être adaptée au type de substance et à sa concentration. Une autre solution consiste à retenir de telles substances par un filtre à air adéquat au sein du circuit de circulation d'air.
- Il est essentiel que le système de ventilation soit étanche par rapport au climat extérieur afin d'éviter une ventilation incontrôlée. Cette exigence s'applique également lorsque le système de ventilation n'est pas en service.
- Circulation d'air:
 - Le volume de l'air de circulation dépend des propriétés de l'enveloppe du bâtiment et de la pièce, ainsi que de l'aménagement intérieur et des caractéristiques des objets entreposés.
- Filtration de l'air:
 - L'air extérieur et l'air de circulation doivent au minimum¹³ passer par un filtre à poussière F9.¹⁴
 - Il est parfois utile de recourir à des filtres à charbon actif ou à adsorption de gaz pour éliminer la pollution de l'air par des gaz. On évaluera la pertinence de ces éléments en fonction de la qualité de l'air extérieur, de l'émission de substances nocives par les objets entreposés et des exigences auxquelles ceux-ci doivent répondre.

3.4.3 Etanchéité de l'abri et du bâtiment

- Les clapets des appareils de ventilation doivent être particulièrement étanches, surtout ceux qui permettent l'arrivée d'air extérieur.
- Il est recommandé de contrôler l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment et du système de ventilation et de consigner les résultats («Blower Door Test» ou autres méthodes).
- Pour les locaux qui font l'objet de visites régulières (plus de deux fois par semaine), le montage d'un sas de climatisation se justifie: l'air extérieur ne peut ainsi s'infiltrer à l'intérieur que dans une très faible mesure. Ce sas peut aussi être réalisé en structure légère.

3.5 Substances nocives et qualité de l'air ambiant

L'environnement, le bâtiment, des composants du bâtiment ou les biens culturels eux-mêmes peuvent être des sources d'émissions nocives. On veillera à minimiser ces dernières autant que possible en choisissant bien l'emplacement, les matériaux et le concept de ventilation.

- Il s'agit d'éviter que des éléments de la construction (p.ex. les murs, l'isolation thermique, le crépi, la peinture, les revêtements de sol, les appareils, équipements et aménagements intérieurs) émettent des substances nocives. Le choix des matériaux de construction et des équipements intérieurs doit être fait en conséquence.
- On prêtera aussi attention aux biens culturels qui peuvent eux-mêmes produire des émissions nocives. Les matériaux tels que le PVC et d'autres matériaux synthétiques, l'acétocellulose et la nitrocellulose, le bois et les panneaux en bois peuvent notamment être à l'origine d'émissions de composés organiques volatils.

¹¹ Volatile organic compounds = composés organiques volatils.

¹² Dans une pièce d'un volume de 500 m³, l'apport d'air frais (provenant de l'extérieur) sur 24 heures doit par exemple s'élever à 500 m³.

¹³ Selon la norme DIN EN 779.

¹⁴ Un filtre à poussière de la classe G4 ou G5 est installé en guise de préfiltre (équipement standard).

- Certains biens culturels, par exemple des objets ethnologiques ou des collections d'histoire naturelle, ont été traités au moyen de produits chimiques, ce qui les rend toxiques pour l'homme. Les substances chimiques risquent en effet de se diffuser dans l'air ambiant.
- Il existe aussi des biens culturels (métaux, photographies, etc.) qui peuvent provoquer des réactions chimiques dans certaines circonstances. Il est essentiel d'en tenir compte.
- On réduira autant que faire se peut les émissions de poussière des murs, plafonds et sols.
- Les parois et plafonds seront exclusivement traités au moyen de peintures minérales perméables à la vapeur.
- Le sol sera quant à lui recouvert d'un enduit ou d'une résine formant une couche uniforme et étanche à l'eau, résistante du point de vue mécanique et facile à nettoyer.
- Voir à ce sujet le chapitre 3.2.

3.6 Lumière

D'une manière générale, il convient de réduire au maximum les effets directs et indirects que la lumière a sur les biens culturels.

3.6.1 Lumière naturelle

Il n'y a pas de lumière directe dans les abris PBC.

3.6.2 Lumière artificielle

En principe, seules les lampes homologuées par le Laboratoire de Spiez (OFPP) sont admises dans les abris PBC.¹⁵ Les éléments autorisés figurent sur les listes correspondantes. L'éclairage artificiel doit être réduit au minimum. On distingue les effets directs et indirects de la lumière sur les biens culturels:

- Les effets directs comprennent des dommages de nature chimique et une modification irréversible de la couleur des objets délicats. Les UV émis par certaines sources lumineuses sont particulièrement actifs et agressifs.
- Par effet indirect, on entend la transformation du rayonnement lumineux en chaleur dès qu'il est absorbé par une surface.

Il est recommandé de limiter l'éclairage des lieux au strict nécessaire et de n'allumer la lumière que lorsque c'est indispensable. Lorsqu'ils ne sont pas utilisés, les abris pour biens culturels resteront dans l'obscurité. Il peut être judicieux d'automatiser l'interruption de l'éclairage dès que l'on quitte l'abri.

- En principe, l'éclairage doit fournir 150 à 200 lux; cette valeur doit toutefois être réglée selon le cas.
- Les sources lumineuses artificielles doivent avoir le meilleur rendement possible (en lumen par watt) de manière à réduire au maximum l'émission de chaleur. On recommande un rendement d'au moins 100 lm/W.
- Les sources artificielles ne doivent produire pratiquement aucun rayon UV, ou dans une proportion très réduite. La part d'UV dans le rayonnement devrait être inférieure à 75µW/lm.
- Il est recommandé de choisir un rendu des couleurs¹⁶ en fonction de l'utilisation faite de l'abri pour biens culturels (p. ex. IRC R_a > 90).

¹⁵ Voir à ce sujet:

<https://www.zkdb.vbs.admin.ch/Reporting/RSReportGet.aspx?RSReportInfoKey=e51f347af10c42da b89a3af7a4f6e0f5>

¹⁶ Il existe un large éventail de sources lumineuses. Certaines ne permettent qu'une vue limitée, tandis que d'autres sont bien meilleures. L'indice de rendu des couleurs (IRC) est déterminant: à 100, le rendu des couleurs est parfait, au-dessus de 90, les couleurs se voient bien.

3.7 Conflits armés

La protection d'un abri pour biens culturels contre les conflits armés est assurée par le respect des ITC 2017, des IT Chocs 1995 et des Instructions administratives de l'OFPP pour la construction et la modernisation de constructions protégées et d'abris pour biens culturels (IA 2004).

En plus des instructions techniques susmentionnées, il convient de respecter les conditions et exigences posées par l'OFPP lors de l'approbation du projet.

3.8 Incendie

Aucune place de travail permanente ne peut être aménagée dans un abri PBC.

La protection incendie d'un abri PBC doit correspondre aux prescriptions de protection incendie de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI).

Les exigences ci-après s'appliquent en complément aux prescriptions de protection incendie AEA:

- En principe, les locaux doivent être séparés en compartiments coupe-feu d'une surface de 200 à 300 m². Les éléments constitutifs des compartiments coupe-feu doivent répondre aux exigences de résistance au feu REI 90.
- Tous les éléments de protection des compartiments coupe-feu doivent correspondre aux dispositions de l'OFPP concernant les constructions.
- Aucun équipement qui n'est pas absolument nécessaire ne doit se trouver dans les pièces où sont entreposés des biens culturels. Cette interdiction concerne en particulier les appareils électriques, de ventilation ou de climatisation.
- Seuls les biens culturels stockés peuvent contribuer à la charge thermique de l'abri PBC. Par conséquent, les appareils et le mobilier doivent être en matériau incombustible.
- Aucune matière combustible ne doit être utilisée pour la construction.
- Les locaux où sont entreposés les biens culturels seront équipés d'une installation de détection d'incendie pour en assurer une surveillance totale.
- Des extincteurs remplis d'un agent adéquat et ayant une capacité d'extinction suffisante seront à disposition. Seuls les extincteurs et agents d'extinction homologués par l'OFPP peuvent être utilisés. Les éléments autorisés figurent sur la liste correspondante.¹⁷
- L'agent d'extinction dépend du type de biens culturels entreposés.
- En principe, les installations d'extinction par arrosage sont interdites.

3.9 Eau

Les exigences ci-après s'appliquent pour la protection contre les crues, les nappes d'eau souterraine et l'eau provenant des conduites existantes:

- On choisira en principe un emplacement situé dans la zone blanche (aucun danger connu ou danger négligeable) de la carte des dangers correspondante ¹⁸ pour y implanter un abri PBC.
- Aucun abri PBC ne peut être construit dans des zones rouges (danger élevé) ou bleues (danger moyen).
- Les emplacements situés dans des zones jaunes (risque faible) ou hachurées jaune et blanc (danger résiduel) peuvent exceptionnellement être autorisés à condition que des mesures

¹⁷ Voir à ce sujet:

<https://www.zkdb.vbs.admin.ch/Reporting/RSReportGet.aspx?RSReportInfoKey=e51f347af10c42da b89a3af7a4f6e0f5>

¹⁸ Voir à ce sujet: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dangers-naturels/info-specialistes/situation-de-danger-et-utilisation-du-territoire/donnees-de-base-sur-les-dangers/cartes-de-dangers--cartes-d-intensite-et-cartes-indicatives-des-.html>

de protection supplémentaires soient prises. Les prescriptions selon les normes SIA 261:2014 et SIA 261/1:2003 doivent être respectées.

- L'intégralité de l'abri PBC doit se trouver au-dessus du niveau tricentennal de la nappe phréatique.

Les mesures de construction présentées au chapitre 3.3.2 garantissent l'étanchéité à l'eau de l'abri PBC.

- Tous les accès et ouvertures doivent se trouver plus haut que le terrain, de manière à ce qu'ils soient au-dessus du niveau de la crue tricentennale. Des mesures de protection temporaires telles que des barrières de rétention et des systèmes de batardeau seront utilisés pour protéger les abris PBC contre la crue millénale.
- Pour éviter tout dégât d'eau dû à des sources internes au bâtiment, on prendra les mesures suivantes:
 - Aucune conduite d'eau (à l'exception des conduites de chauffage de l'abri lui-même¹⁹) ne passera dans un abri PBC.
 - Aucune conduite d'évacuation des eaux usées n'est autorisée dans les abris PBC. On surveillera les déviations des canalisations situées dans les locaux hors de l'abri pour biens culturels; si nécessaire, on les pourvoira d'une protection anti-refoulement.
 - A l'intérieur du bâtiment, des voies d'écoulement pour l'eau d'extinction doivent être prévues dans la partie supérieure de l'ouvrage, de manière à ce qu'il ne puisse pas y avoir d'infiltration d'eau dans l'abri PBC.
 - La conception de l'entrée de l'abri PBC doit garantir qu'en cas d'accident, il n'y ait pas d'eau qui risque d'entrer dans l'abri. Un seuil ou une surface inclinée peuvent être des options. Il faudra dans tous les cas veiller à ce que l'abri PBC soit accessible pour un petit véhicule et pour le transport de palettes.
 - Si nécessaire, les bassins de rétention d'eau seront pourvus de voies d'écoulement. Dans le cas de fosses situées au-dessous du niveau des canalisations, il est recommandé d'installer un raccordement fixe permettant d'ajouter une pompe à eau externe. Par ailleurs, les pompes à eau internes doivent dans ce cas être installées à double et pouvoir être connectées à un groupe électrogène de secours²⁰ si nécessaire.
 - Des détecteurs d'eau devraient être installés directement sur le sol partout où l'eau risque de s'infiltrer ou de s'accumuler (locaux équipés d'installations techniques, abri pour biens culturels, couloirs).
 - Il ne faudrait jamais entreposer des biens culturels à même le sol, même à titre provisoire. La hauteur recommandée est d'au moins 20 cm (soit p. ex. la hauteur de deux europalettes empilées).

3.10 Séisme

3.10.1 Structure porteuse

- En ce qui concerne le dimensionnement sismique, les abris pour biens culturels doivent appartenir à la classe d'ouvrages III, soit celle répondant aux exigences les plus élevées selon la norme SIA 261:2014. On peut partir du principe que dans un abri conçu selon les ITC 2017, la sécurité sismique de la structure porteuse remplit les conditions de cette classe d'ouvrages.

¹⁹ Le cas échéant, le circuit d'eau de chauffage de l'abri sera séparé du circuit de chauffage des autres pièces.

²⁰ Selon nos estimations, les coûts de raccordement à un groupe électrogène de secours dans une nouvelle construction s'élèvent à moins de 10 000 francs. Il convient toutefois d'étudier si un tel investissement est justifié en fonction de la situation. En règle générale, en cas de panne de courant, les biens culturels sont encore en sécurité pour un certain temps, puisque la panne ne touche que la ventilation, la climatisation et l'éclairage.

- Dans ce domaine, il n'y a donc pas de mesures de construction à prendre en plus de celles qui sont prévues dans les ITC 2017.

3.10.2 Installations et équipements

Il est important que tous les objets se trouvant dans l'abri pour biens culturels (qu'il s'agisse d'équipements ou des biens culturels eux-mêmes) soient fixés par un ancrage latéral de manière à éviter des déplacements horizontaux ou chutes dus à un mouvement sismique.

- Conditions et exigences
 - En plus de la structure porteuse, l'ensemble des composants non porteurs (dits éléments secondaires), installations et équipements doivent répondre aux exigences de la classe d'ouvrages III en matière de sécurité sismique. On peut considérer que les éléments soumis aux essais et correspondant aux prescriptions selon les IT Chocs 1995 remplissent également les exigences concernant la sécurité sismique de la structure porteuse de cette classe d'ouvrages.
 - Les mêmes conditions s'appliquent aux biens culturels entreposés dans l'abri, qui doivent être fixés pour parer aux effets horizontaux (p. ex. au moyen de rembourrages, bords antichocs ou bandes élastiques placés devant les rayons des étagères). Contre les mouvements verticaux (soulèvement), un ancrage structural suffit.
- Mesures relevant de la construction et de l'organisation
 - Tous les éléments non soumis aux essais doivent remplir les exigences de la classe d'ouvrages III en matière de sécurité sismique selon la norme SIA 261:2014, notamment un ancrage dans les deux directions horizontales, avec une résistance d'ancrage calculée selon l'équation (49) de ladite norme. On prêtera une attention particulière aux effets que peut avoir cette force d'ancrage horizontale sur les biens culturels. Un rembourrage mou doit permettre d'éviter des surcharges locales.

3.11 Autres dangers naturels

3.11.1 Conditions et exigences

Pour ce qui est de la protection contre les dangers naturels tels que le vent, la grêle, les glissements de terrain, la neige, les avalanches, les coulées de boue ou encore les chutes de pierres, de blocs et de glace, on part du principe qu'un abri conçu selon les ITC 2017 offre une sécurité suffisante, pour autant qu'il se trouve dans une zone de danger²¹ blanche sur la carte des dangers²².

Aucun abri pour biens culturels ne peut être construit dans les zones de danger rouges et bleues de cette même carte.

Les emplacements situés dans des zones jaunes ou hachurées jaune et blanc peuvent exceptionnellement être autorisés à condition que des mesures de protection supplémentaires soient prises. Les prescriptions au sens des normes SIA 261:2014 et SIA 261/1:2003 doivent être respectées.

3.11.2 Mesures relevant de la construction et de l'organisation

Un concept d'urgence basé sur les temps d'intervention à disposition doit garantir que même en cas d'événements très rares, avec une période de retour pouvant aller jusqu'à 1000 ans, les dommages puissent être réduits au maximum.

²¹ Recommandation. Aménagement du territoire et dangers naturels, Office fédéral de développement territorial et Office fédéral de l'environnement, Berne, 2005.

²² Art. 6 de la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (RS 721.100, état le 1^{er} janvier 2011) et art. 36 de la loi fédérale sur les forêts (RS 921.0, état le 1^{er} janvier 2017).

3.12 Vandalisme, terrorisme et sabotage

3.12.1 Sécurité des bâtiments

Afin d'éviter les effractions, toutes les ouvertures des abris PBC seront équipées de serrures correspondant à la classe de résistance maximale RC 6 définie par la norme SIA 343.201:2011 (Blocs-portes pour piétons, fenêtres, façades rideaux, grilles et fermetures – Résistance à l'effraction – Prescriptions et classification).

L'accès à l'abri PBC sera réduit à un cercle aussi restreint que possible en prenant des mesures organisationnelles. Il ne sera autorisé qu'en présence de personnel spécialisé et un système de contrôle permettra d'enregistrer les entrées et sorties.

3.13 Risques émanant de l'environnement

- Les zones industrielles, les entrepôts de combustibles et autres représentent un risque accru de catastrophe.
- La distance minimale à respecter par rapport aux axes majeurs de circulation (voies ferrées, routes ou voies de navigation) s'élève à 300 m.
- Les voies d'accès à l'abri et les sorties de secours seront déterminées en fonction des biens culturels entreposés.

4 Réaffectation de constructions protégées surnuméraires en abris pour biens culturels

4.1 Remarque liminaire

Ce chapitre ne traitera que les aspects spécifiques à la réaffectation et ne s'intéressera par conséquent qu'aux points qui n'ont pas déjà été présentés dans le chapitre consacré aux nouvelles constructions d'abris pour biens culturels. Les objectifs de protection pour les biens culturels sont en général identiques dans les deux cas de figure.

4.2 Processus en cas de réaffectation

Depuis l'entrée en vigueur des Instructions de l'Office fédéral de la protection de la population du 1^{er} octobre 2012 concernant l'utilisation des constructions protégées existantes, de nombreuses constructions protégées ont été désaffectées par leurs propriétaires, d'entente avec l'OFPP.²³ Dans de tels cas, l'OFPP recommande toujours d'étudier la possibilité d'une réaffectation. Pour les postes de commandement, postes d'attente, hôpitaux protégés ou centres sanitaires protégés qui ne sont plus utilisés, l'option d'une réaffectation en abri pour biens culturels est prioritaire. Les systèmes techniques propres aux ouvrages de protection devenus inutiles peuvent être retirés. En général, c'est la Confédération qui supporte les coûts de démontage de ces équipements.

La désaffectation des constructions protégées est soumise aux prescriptions légales en vigueur.²⁴ En cas de réaffectation en abri pour biens culturels, la procédure à suivre est la suivante: une fois que le propriétaire a déposé la demande de réaffectation auprès de l'OFPP, un projet global est élaboré, qui contient toutes les mesures relatives au démontage et à la réaffectation et doit être soumis au canton et à l'OFPP dans un délai de cinq ans pour examen et approbation. La Confédération est responsable du démontage. Le canton est compétent pour ce qui a trait à la réaffectation et assure en outre la coordination du projet. Il est essentiel de respecter les points suivants:

- On renoncera au remboursement des subventions fédérales conformément à l'art. 55, al. 3, LPPCi.
- Le propriétaire de la construction est responsable du contrôle de sécurité des installations électriques.
- Après le démontage, ce n'est plus l'Inspection fédérale des installations à courant fort (ESTI) qui est compétente pour la surveillance et le contrôle de sécurité, mais le fournisseur d'énergie régional.
- Concernant le démontage des installations dans les constructions protégées désaffectées, les Instructions de l'Office fédéral de la protection de la population du 15 décembre 2014 sur le démontage des équipements techniques en cas de désaffectation de constructions protégées s'appliquent.

²³ Selon l'art. 55 LPPCi, les constructions protégées ne peuvent être désaffectées qu'avec l'accord de l'OFPP.

²⁴ Les bases légales en vigueur ont fait leurs preuves, mais il convient de les compléter: désormais, en cas de désaffectation ou de réaffectation, l'OFPP et le canton peuvent émettre des conditions que le propriétaire devra remplir. Avant que la désaffectation ou réaffectation soit autorisée par l'OFPP, le canton et le propriétaire doivent définir ensemble l'usage qui sera fait de la construction protégée dans le futur. Un calendrier doit être établi et strictement respecté. Si une désaffectation ou une réaffectation nécessite le démontage total ou partiel des équipements techniques de l'ouvrage, le propriétaire a cinq ans – à compter de la décision de désaffectation de l'OFPP – pour soumettre un projet de démontage accompagné d'une demande de prise en charge des frais supplémentaires. Il déposera celui-ci à l'office cantonal compétent, qui le fera suivre à l'OFPP. Au terme de ce délai, l'OFPP n'entrera plus en matière sur les demandes.

- Une visite coordonnée par l'office cantonal responsable de la protection civile est organisée avec toutes les parties. Elle permettra de définir les possibilités de réaffectation en abri pour biens culturels. Au besoin, l'OFPP peut apporter son soutien.

4.3 Examens préalables

Il faut impérativement pouvoir exclure les dangers et étudier les critères ci-dessous avant de procéder à d'autres examens en vue d'une réaffectation:

- Emplacement
 - Lieu menacé par l'eau (eaux souterraines, cours d'eau, intempéries, crue tricentennale, etc.). Voir à ce sujet le chapitre 3.9.
 - Risques naturels accrus. Voir à ce sujet le chapitre 3.11.
 - Risques accrus de catastrophes dans des zones industrielles, des entrepôts de combustibles, etc. (cf. 3,13).
 - Trop grande proximité des axes de circulation majeurs (voies ferrées, routes ou voies de navigation). La distance minimale par rapport à de tels axes est de 300 m.
- Humidité
 - Humidité des murs: lorsque des murs en béton, des sols et des plafonds contiennent beaucoup d'humidité, celle-ci pénètre dans le bâtiment et influence le climat intérieur de manière permanente.
 - Pour les murs en béton, la quantité maximale d'humidité émise s'élève à 0,005 g/h/m².
 - Dans un premier temps, l'humidité du béton doit être mesurée par un hygromètre capacitif à une profondeur d'au moins 25 mm. En cas de doute, les mesures seront confirmées au moyen d'un hygromètre résistif ou d'un autre appareil adéquat, à une profondeur d'au moins 100 mm.
 - Les mesures doivent être effectuées à au moins 2 m de distance de chaque mur, à des hauteurs de 20, 100 et 200 cm, ainsi que sur le sol et au plafond.
 - En outre, on vérifiera l'émission d'humidité par l'enveloppe du local au moyen d'un test climatique. Au début du test, l'humidité relative doit être inférieure à 60 %. Le test exige que la pièce soit fermée hermétiquement pendant 96 heures. Tous les appareils de ventilation et autres doivent être éteints. Les valeurs sont considérées comme en ordre si à la fin du test, l'humidité relative n'a pas augmenté de plus de 5 %.

4.4 Protection thermique / Protection contre l'humidité / Substances nocives et qualité de l'air ambiant / Lumière

Les mêmes dispositions s'appliquent que pour les nouvelles constructions.

4.5 Climat ambiant

4.5.1 Conditions et exigences

Les mêmes dispositions s'appliquent que pour les nouvelles constructions.

4.5.2 Mesures relevant de la construction et de l'organisation

- En principe, les remarques formulées aux chapitres 3.4.2 et 3.4.3 sont aussi valables en cas de réaffectation et pourront être adaptées au besoin.
- Le test dit du climat spontané peut être réalisé et servir de base à la planification de la technique de ventilation.²⁵

²⁵ En règle générale, dans les locaux fermés et avec l'enveloppe du bâtiment existante, on devrait pouvoir atteindre un taux d'humidité relative inférieur à 60 % sans moyen technique auxiliaire. Sur une période de 12 mois – mais au minimum deux fois par an en été (juillet-août) et en hiver (janvier-

- Les résultats du test climatique seront analysés avec un/e ingénieur/e ESA et un conseiller/une conseillère en conservation. Le but est d'exploiter au mieux les propriétés de l'enveloppe de la construction, éventuellement de les améliorer et de ne prévoir d'équipements techniques qu'en cas de besoin.
- Les anciens appareils de ventilation de secours qui se trouvent encore dans les abris de la protection civile doivent être démontés. Les anciennes canalisations de circulation d'air inutilisées doivent être étanches à l'eau et à l'air. En principe, les soupapes de surpression doivent aussi être étanches.

4.6 Dangers

4.6.1 Conflits armés

Les mêmes dispositions s'appliquent que pour les nouvelles constructions.

4.6.2 Incendie

Les mêmes dispositions s'appliquent que pour les nouvelles constructions.

4.6.3 Eau

- Conditions et exigences
 - Les mêmes dispositions s'appliquent que pour les nouvelles constructions.
- Mesures relevant de la construction et de l'organisation
 - En principe, aucune conduite d'eau existante ne doit passer à travers l'abri pour biens culturels.
 - Dans toutes les pièces où il reste malgré tout une conduite d'eau, celle-ci doit être visible. Par ailleurs, des détecteurs d'eau doivent être placés de manière à ce que tout problème soit rapidement identifié. Si la conduite d'eau passe au-dessus des étagères, il peut être judicieux de monter une vanne métallique sous la conduite, dotée d'un détecteur d'eau et si possible d'un écoulement.
 - Les conduites d'eau existantes doivent faire l'objet d'un contrôle minutieux et être remplacées si nécessaire.
 - Elles seront équipées d'une isolation thermique efficace pour éviter toute condensation de vapeur ou émission de chaleur.
 - Les écoulements inutiles ou qui ne sont pas utilisés seront fermés définitivement par une fermeture étanche et garantissant la stabilité de la pression.
 - Il convient de sécuriser les écoulements qui subsistent encore contre tout refoulement éventuel.
 - Les couvercles des canalisations doivent être rendus étanches à l'eau sous pression au moyen de joints et de fixations adéquates.
 - On contrôlera méticuleusement l'étanchéité à l'air et à l'eau des fenêtres. L'écoulement situé dans les puits d'aération doit rester libre et être nettoyé régulièrement.
 - On contrôlera méticuleusement l'étanchéité à l'air et à l'eau des voies d'évacuation disponibles. Les ouvertures dans l'enveloppe de la construction qui sont inutiles doivent être définitivement obturées, de manière étanche à l'eau et à l'air.

février) – , il est recommandé de procéder à une mesure des valeurs climatiques sur plusieurs semaines. On mesure alors la température et l'humidité relative dans les locaux fermés, sans aucun chauffage ou avec un chauffage fortement réduit, sans aucun appareil actif ni personne présente. Pour ces mesures, il convient d'utiliser des enregistreurs de données adéquats, ayant une exactitude de +/- 0,5 °C et +/- 2 % d'humidité relative. Les mesures doivent être effectuées en continu et au moins toutes les 20 minutes.

4.6.4 Séisme

En principe, les mêmes dispositions s'appliquent que pour les nouvelles constructions. On vérifiera la résistance aux séismes des abris existants qui ne répondent pas aux exigences selon les ITC 2017. S'ils ne remplissent pas les conditions des nouveaux ouvrages de la classe III, on mettra en œuvre des mesures parasismiques afin d'y remédier.

4.6.5 Autres dangers naturels

Pour ce qui est de la protection contre les dangers naturels tels que le vent, la grêle, les glissements de terrain, la neige, les avalanches, les coulées de boue ou encore les chutes de pierres, de blocs et de glace, on part du principe qu'un abri existant offre une sécurité suffisante, pour autant qu'il se trouve dans une zone de danger²⁶ blanche sur la carte des dangers²⁷.

Les abris existants construits dans les zones de danger rouges et bleues de cette même carte ne peuvent pas être réaffectés en abris pour biens culturels.

Les abris situés dans des zones jaunes ou hachurées jaune et blanc peuvent être réaffectés en abris PBC à condition que des mesures de protection supplémentaires soient prises. Les prescriptions fixées par les normes SIA 261:2014 et SIA 261/1:2003 doivent être respectées.

4.6.6 Vandalisme, terrorisme et sabotage

Les mêmes dispositions s'appliquent que pour les nouvelles constructions.

²⁶ Recommandation. Aménagement du territoire et dangers naturels, Office fédéral de développement territorial et Office fédéral de l'environnement, Berne, 2005.

²⁷ Art. 6 de la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (RS 721.100, état le 1^{er} janvier 2011) et art. 36 de la loi fédérale sur les forêts (RS 921.0, état le 1^{er} janvier 2017).

5 Bases légales / Bibliographie

Bases légales:

- Loi fédérale sur la protection des biens culturels en cas de conflit armé, de catastrophe ou de situation d'urgence **LPBC 2015**
- Ordonnance sur la protection des biens culturels en cas de conflit armé, de catastrophe ou de situation d'urgence **OPBC 2015**
- Loi fédérale sur la protection de la population et sur la protection civile **LPPr 2002** (en particulier l'art. 46, al. 4 et 5, et l'art. 71, al. 2bis)
- Ordonnance sur la protection civile **OPPr 2003** (notamment l'art. 25, al. 2 et 3; l'art. 25a, al. 1 à 6; l'art. 27 et l'art. 29, al. 4)
- Instructions techniques pour la construction d'abris obligatoires **ITAP 1984**
- Instructions techniques pour la construction et le dimensionnement des ouvrages de protection **ITC 2017**
- Instructions techniques concernant la résistance aux chocs des éléments montés dans les constructions de protection civile **IT Chocs 1995**
- Recueil des exigences techniques pour la fabrication, la livraison et le montage de fermetures d'ouvrages de protection et de portes pression destinées aux constructions de la protection civile **RET-19**
- Instructions techniques pour l'entretien des constructions de protection civile de pleine valeur **ITE 2000**
- Instructions techniques pour la modernisation des constructions et abris spéciaux **ITMO 1997 Constructions**
- Instructions de l'Office fédéral de la protection civile concernant la construction d'abris pour biens culturels, du 4 avril 1995
- Instructions de l'Office fédéral de la protection de la population concernant l'utilisation des constructions protégées existantes, du 1^{er} octobre 2012
- Instructions de l'Office fédéral de la protection de la population sur le démontage des équipements techniques en cas de désaffectation de constructions protégées du 15 décembre 2014
- Instructions administratives pour la construction et la modernisation de constructions protégées et d'abris pour biens culturels **IA 2004**
- Base de données de l'OFPP pour composants de la protection civile (<https://www.zkdb.vbs.admin.ch/>)

Bases conceptuelles:

- Rapport du Conseil fédéral à l'Assemblée fédérale sur la conception 1971 de la protection civile, du 11 août 1971 (FF 1971 II 513)
- Rapport du Conseil fédéral à l'Assemblée fédérale sur l'engagement et l'organisation de la protection civile Plan directeur de la protection civile, du 26 février 1992 (FF 1992 II 910)
- Plan directeur de la protection de la population (PDPP). Rapport du Conseil fédéral à l'Assemblée fédérale sur la conception de la protection de la population, du 17 octobre 2001 (FF 2002 1669)
- Stratégie de la protection de la population et de la protection civile 2015+. Rapport du Conseil fédéral du 9 mai 2012 (FF 2012 5075)
- Mise en œuvre de la stratégie Protection de la population et protection civile 2015+. Rapport du 6 juillet 2016 à l'attention du Conseil fédéral (DDPS et CG MPS)
- Etat des lieux concernant les constructions protégées et les abris de la protection de la population: rapport du Conseil fédéral demandé par la motion 05.047 [sic] 05.3715 déposée par la Commission des finances du CN le 18 novembre 2005. Berne, août 2007.

- Maintien de la valeur des ouvrages de protection 2010; Phase I, analyse de la situation. Rapport de décembre 2008 (OFPP)
- Maintien de la valeur des ouvrages de protection 2010; Phase II, constructions protégées. Rapport de décembre 2009 (OFPP)

Bibliographie (partielle):

- Giovannini, Andrea: De Tutela Librorum. La conservation des livres et des documents d'archives. Baden, 2010.
- Giovannini, Andrea: Architektur und Konservierung: Der Bau von Archivmagazinen /Architecture et conservation: la construction des dépôts d'archives. In: A. Gössi. Archivbauten in der Schweiz und Fürstentum Liechtenstein. Baden, Hier und Jetzt, 2007.
- Christoffersen, L.D.: Zephir. Passive Climate Controlled Repositories. Lund 1995.
- Hilbert, Günter: Sammlungsgut in Sicherheit. Berlin, Gebr. Mann Verlag, 2002.