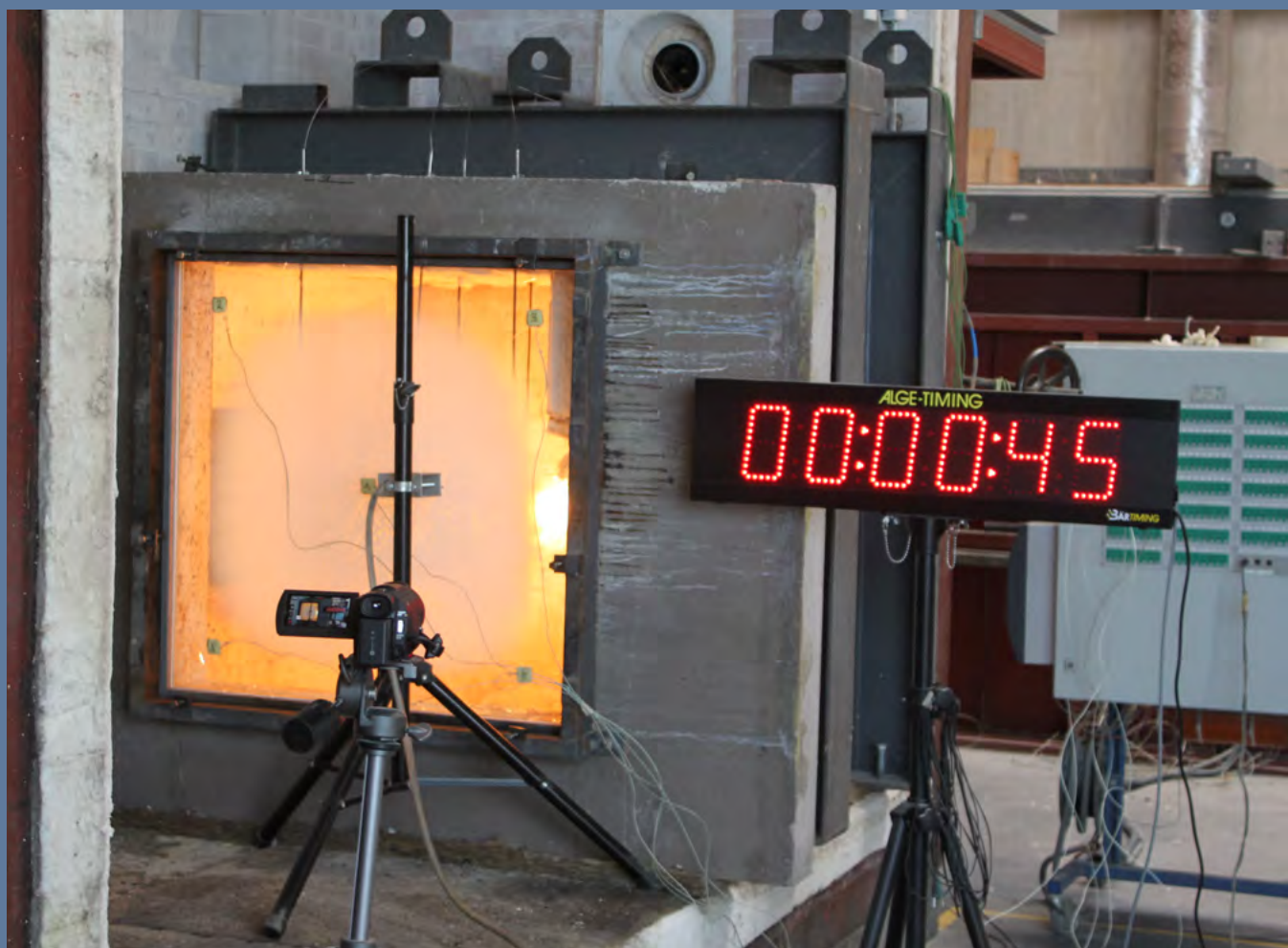


# Mesures de protection sur les bâtiments pour la prévention des accidents majeurs

Mesures adéquates de protection sur les bâtiments dans le périmètre de consultation des installations soumises à l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV

# Mesures de protection sur les bâtiments pour la prévention des accidents majeurs

Mesures adéquates de protection sur les bâtiments dans le périmètre de consultation des installations soumises à l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM)

# Impressum

## Éditeur

Office fédéral de l'environnement (OFEV)

L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC).

## Auteurs

Michael Hösli (OFEV, direction de projet),  
Daniel Bonomi (OFEV, suppléance de la direction de projet),  
Marion Caduff (EBP Schweiz AG),  
Peter Locher (EBP Schweiz AG),  
Lukas Vonbach (EBP Schweiz AG)

## Groupe de travail

Thomas Christen (KCB, canton de Bâle-Ville)  
Peter Fischer (Vetrotech)  
Philippe Kindler (AWEL, canton de Zurich)  
David Müller (CFF Infrastructure)  
David Thurnherr (SSI)  
Sylvia Jaus (ECO SWISS)  
Michael Keller (AUE, canton de Bâle-Campagne)  
Peter Massny (Swissgas)  
Philippe Marti (CFF Immobilier) jusqu'à décembre 2022  
Martin Rahn (CARBURA)  
Pascal Stofer (OCEV-SERMA, canton de Genève) jusqu'à juin 2024  
André Zahnd (OFPP, Laboratoire de Spiez)

## Groupe d'experts

Les personnes ci-après ont contribué de façon déterminante à la présente publication :

- Lorenz Brenner (OFPP, Laboratoire de Spiez),
- Andreas Buchmann (assurance immobilière du canton de Zurich),
- Antoine Bailly (WSP Ingénieurs Conseils SA),
- Raphaël Defert (WSP Ingénieurs Conseils SA),
- Stephan Husen (Office fédéral des transports),
- László Koller (assurance immobilière de Bâle-Campagne),
- Stephan Mathys (Glas Trösch AG Zweigniederlassung FIRES-WISS Buochs),
- Thomas Plattner (RISAM AG),
- Daniel Schärer (gkp Fassadentechnik AG),
- Daniel Schuler (BBS Ingenieure AG),
- Vlad-Alexandru Silvestru (institut de génie civil IBK, ETH Zurich),
- Justine Vivien (WSP Ingénieurs Conseils SA),
- Christophe Zing (WSP Ingénieurs Conseils SA)

## Mise en page

Funke Lettershop AG

## Photo de couverture

Expérience d'incendie de l'OFEV dans une installation d'essai pour incendies mineurs : comportement d'un vitrage EI30 sous les effets de fortes densités de flux thermiques par rayonnement et convection.

© Glas Trösch AG, Zweigniederlassung FIRESWISS Buochs, 2018

## Téléchargement au format PDF

[www.bafu.admin.ch/uw-2513-f](http://www.bafu.admin.ch/uw-2513-f)

Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

Cette publication est également disponible en allemand.

La langue originale est l'allemand.

© OFEV 2025

# Table des matières

<b>Abstracts</b>	<b>5</b>
<b>Avant-propos</b>	<b>7</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>8</b>
1.1 Contexte général	8
1.2 Objectif	12
1.3 Limites du présent document	13
1.4 Groupes cibles	14
<b>2 Critères pour apprécier l'adéquation des mesures de protection sur les bâtiments</b>	<b>15</b>
<b>3 MPB adéquates pour protéger les usagers des bâtiments</b>	<b>16</b>
3.1 MPB simples	16
3.2 Autres MPB	16
3.3 MPB adéquates pour les occupations sensibles	21
<b>4 Prise en compte des effets protecteurs des vitrages dans les calculs des risques ou les estimations de l'ampleur des dommages</b>	<b>22</b>
<b>Annexes</b>	<b>24</b>
A1 Termes	24
A2 Abréviations	26
A3 Bibliographie	28
A4 Résumé des fondamentaux	29
A5 Application des facteurs de correction relatifs à la létalité des personnes dans les bâtiments	30

---

# Abstracts

In principle, planning proposals with a spatial impact within the vicinity of installations with major accident potential which are likely to result in a significant increase in risk should be avoided. However, this is not always possible in the course of urban densification. The implementation of appropriate object protection measures can be used to mitigate any increase in risk. This publication shows the projects for which suitable object protection measures are available and gives examples of protection measures that can be implemented to achieve that objective. It also explains how the protective effect of these measures can be taken into account in risk calculations and impact assessments.

De manière générale, il convient d'éviter les activités qui ont des effets sur l'organisation du territoire et qui aggravent fortement les risques dans le périmètre de consultation des installations soumises à l'ordonnance sur les accidents majeurs. Cependant, en raison de la densification urbaine, il n'est pas toujours possible de suivre ce principe. Face à la densification, on peut toutefois tenter d'atténuer une éventuelle augmentation des risques en adoptant des mesures adéquates de protection sur les bâtiments (MPB). La présente publication montre quelles sont les MPB adéquates envisageables en fonction des projets. Elle présente des exemples de MPB permettant d'atteindre l'objectif de protection. Par ailleurs, elle illustre comment intégrer les effets protecteurs des mesures aux calculs des risques et aux estimations de l'ampleur des dommages.

Grundsätzlich sollten im Konsultationsbereich von Störfallanlagen raumwirksame Tätigkeiten mit einem starken Anstieg der Risiken vermieden werden. Im Zuge der Siedlungsverdichtung ist dies aber nicht immer möglich. Durch die Realisierung von geeigneten OSM kann versucht werden, einen allfälligen Risikoanstieg abzdämpfen. Diese Publikation zeigt auf, für welche Vorhaben geeignete OSM zur Verfügung stehen, und benennt Beispiele solcher Schutzmassnahmen zur Erreichung des Schutzziels. Im Weiteren wird dargelegt, wie die Schutzwirkung dieser OSM im Rahmen von Risikoberechnungen oder Ausmasseinschätzungen berücksichtigt werden kann.

Di regola, nell'area di coordinamento degli impianti sensibili agli incidenti rilevanti andrebbe evitata attività con incidenza territoriale che causerebbero un notevole aumento dei rischi. Tale principio non può tuttavia sempre essere rispettato a causa delle densificazione degli insediamenti. L'attuazione di misure di protezione degli oggetti adeguate consente di provare ad attenuare un eventuale aumento dei rischi. La presente pubblicazione indica per quali progetti sono disponibili misure di protezione degli oggetti e cita alcuni esempi che permettono di raggiungere l'obiettivo di protezione. Spiega inoltre come tenere conto dell'effetto protettivo di queste misure nel quadro della valutazione dei rischi o della valutazione dell'entità.

**Keywords:**

*Consultation stage,  
object protection measures,  
risks, protective effect*

**Mots-clés :**

*périmètre de consultation,  
mesures de protection  
sur les bâtiments, risques,  
effets protecteurs*

**Stichwörter:**

*Konsultationsbereich,  
Objektschutzmassnahmen,  
Risiken, Schutzwirkung*

**Parole chiave:**

*area di coordinamento, misure  
di protezione degli oggetti,  
rischi, effetto protettivo*



---

# Avant-propos

Il est indispensable de stocker et de transporter des matières, des préparations et des déchets spéciaux pour fournir diverses prestations économiques fondamentales dans la production de marchandises et l'offre de services ainsi que pour garantir l'approvisionnement du pays. Ces activités sont susceptibles d'exposer la population à des dangers si un accident majeur survient. Pour faire face aux dangers et protéger la population, l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM) prévoit en premier lieu des mesures de sécurité à la source, c'est-à-dire prises directement sur les installations qui entrent dans son champ d'application. Toutefois, il est important de coordonner en parallèle la protection contre les accidents majeurs avec les activités ayant des effets sur l'organisation du territoire. En l'absence de coordination dans le cadre des procédures de planification et d'autorisation de construire dans le voisinage des installations soumises à l'OPAM, les risques posés par ces installations peuvent fortement s'aggraver. C'est pourquoi l'OPAM requiert que la prévention des accidents majeurs soit coordonnée avec les activités ayant des effets sur l'organisation du territoire. Le Guide de planification [1] illustre comment cette coordination peut se dérouler dans le cadre des différentes procédures. Il y a également lieu de prendre des mesures adéquates contre les conséquences d'éventuels accidents majeurs pour compléter les mesures de sécurité. Ces mesures de protection sont considérées adéquates lorsqu'il existe déjà un risque accru et que les mesures de protection possibles sont efficaces et raisonnables.

Les mesures relevant de l'aménagement du territoire telles que les prescriptions d'utilisation (p. ex. la réduction du nombre de personnes exposées) et les prescriptions relatives aux distances de protection (garantie d'une distance suffisamment grande avec une installation soumise à l'OPAM) sont très efficaces pour atténuer l'aggravation des risques. En cas de forte pression sur l'utilisation du territoire (classement en zone à bâtir et accroissement du degré d'utilisation des zones à bâtir existantes) ou dans les cas où le plan d'affectation a été finalisé sans coordination avec la prévention des accidents majeurs (procédure d'autorisation de construire), il est possible d'essayer d'atténuer l'augmentation des risques en adoptant des mesures de protection constructives et techniques pour les nouveaux bâtiments (appelées mesures de protection sur les bâtiments ; MPB).

Cette publication dans la série Connaissance de l'environnement s'intéresse aux processus du Guide de planification « Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs » et fournit une base d'orientation pour les examens et les évaluations. Elle montre aux autorités responsables de la planification, aux autorités d'exécution cantonales, aux responsables de construction et aux détenteurs dans quels cas les MPB peuvent être considérées adéquates. Elle fournit un aperçu des MPB adéquates et explique comment les intégrer aux calculs des risques collectifs ou aux estimations de l'ampleur des dommages.

Ainsi, cette publication constitue une base d'orientation en vue d'une harmonisation aussi vaste que possible de la mise en œuvre des MPB pour les constructions situées dans le voisinage d'installations soumises à l'OPAM.

# 1 Introduction

## 1.1 Contexte général

Les classements en zone à bâtir et les accroissements du degré d'utilisation (procédures de planification) ainsi que la densification des zones à bâtir existantes (procédures d'autorisation de construire) dans le périmètre de consultation des installations soumises à l'OPAM constituent d'importantes causes d'aggravation des risques. C'est pourquoi l'OPAM prévoit une coordination entre les procédures de planification et d'autorisation de construire (activités ayant des effets sur l'organisation du territoire) et la prévention des accidents majeurs (art. 11a OPAM).

Conformément au guide de planification fédéral « Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs » [1], il est nécessaire de coordonner les activités ayant des effets sur l'organisation du territoire avec la prévention des accidents majeurs pour les projets à potentiel de risque entrant dans le périmètre de consultation des installations soumises à l'OPAM (installations stationnaires, voies de communication et installations de transport par conduites). Le périmètre de consultation<sup>1</sup> est défini par l'autorité d'exécution. La plupart du temps, il s'étend dans un rayon de 100 m autour d'une installation. Une coordination efficace garantit une harmonisation optimale entre la protection de la population contre les accidents majeurs, les intérêts à la densification et ceux à exploiter les installations.

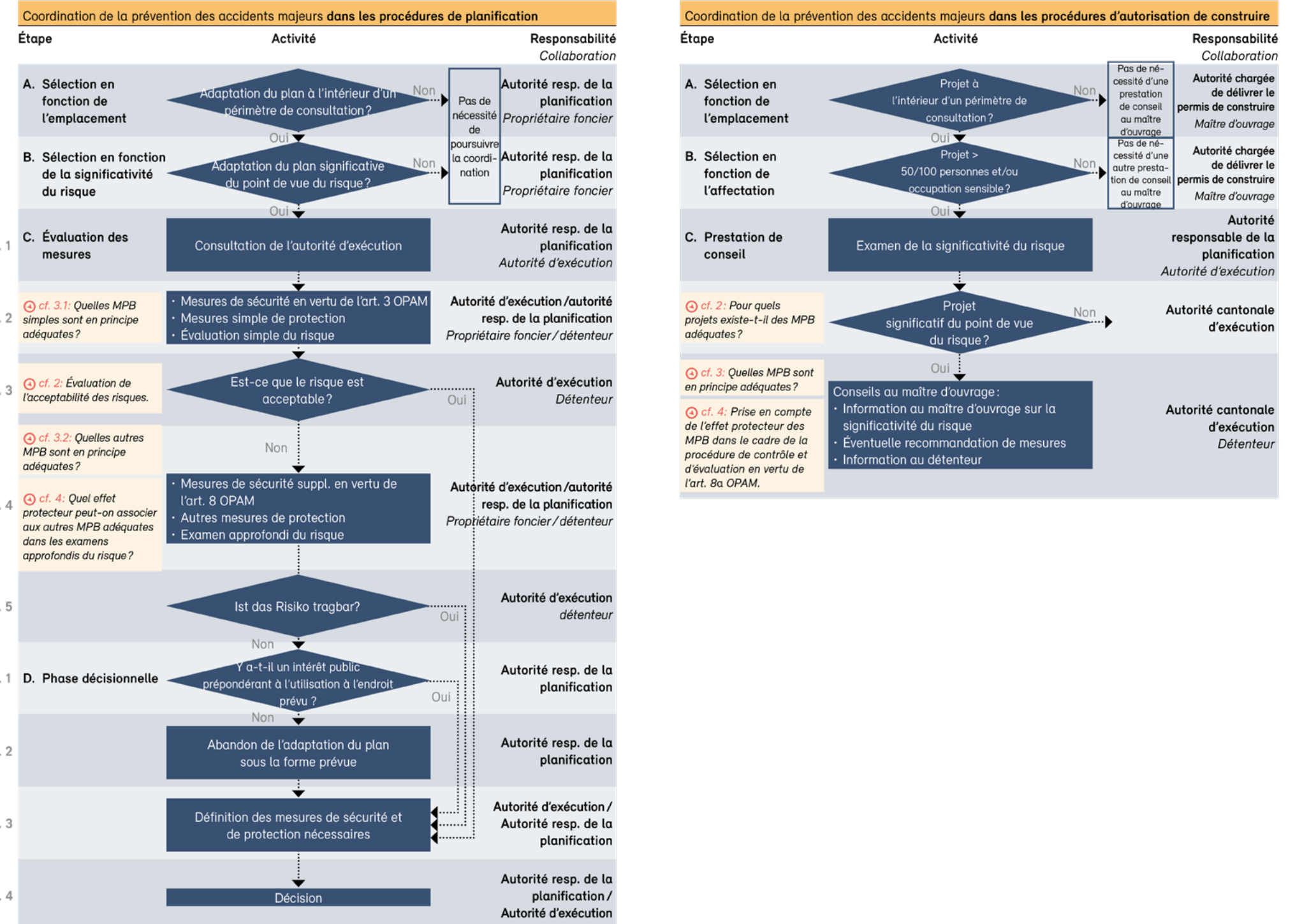
Le Guide de planification décrit en détail la méthode de coordination pour les deux types de procédures. Pour les procédures de planification et d'autorisation de construire jugées à potentiel de risque, il y a lieu d'étudier la pertinence de mesures de sécurité et de protection propres à éviter une aggravation des risques, et cas échéant d'adopter de telles mesures. La significativité du risque est définie selon qu'un projet dépasse ou non des valeurs de référence prédéfinies pour les personnes dans le périmètre de consultation. Le Guide de planification répartit les mesures de protection à considérer en mesures simples

et autres mesures. Ces mesures peuvent être des mesures d'aménagement du territoire (prescriptions d'utilisation ou distances à respecter) ou des mesures constructives s'appliquant aux bâtiments. Dans la présente publication, ces mesures constructives sont appelées mesures de protection sur les bâtiments (MPB). Les bases légales ne permettent pas de prescrire des MPB dans les procédures d'autorisation de construire sans coordination préalable au sens de l'art. 11a OPAM. Dans ces cas, les responsables de construction sont libres de décider s'ils souhaitent adopter de telles mesures et, cas échéant, lesquelles. Dans les procédures de planification, l'autorité responsable de la planification peut, lorsque le risque est inacceptable, définir d'autres MPB contraignantes pour les propriétaires fonciers. Dans le cadre des procédures susmentionnées, les autorités d'exécution des cantons conseillent les autorités responsables de la planification et les responsables de construction. La présente publication décrit des critères d'évaluation pour apprécier l'adéquation des MPB ainsi que leur effet protecteur (cf. figure 1).

<sup>1</sup> Disponible en cherchant « OPAM » dans les géoportails des cantons ou de la Confédération, par exemple sur <https://map.geo.admin.ch> (Conduites et domaines attenants, Zone de consultation des routes nationales, etc.)



Fig. 1 : Utilisation de la présente publication (indication des chapitres ou points concernés dans les rectangles jaunes) afin de coordonner la prévention des accidents majeurs et les procédures de planification (à gauche) ou les procédures d'autorisation de construire (à droite) conformément au Guide de planification [1].

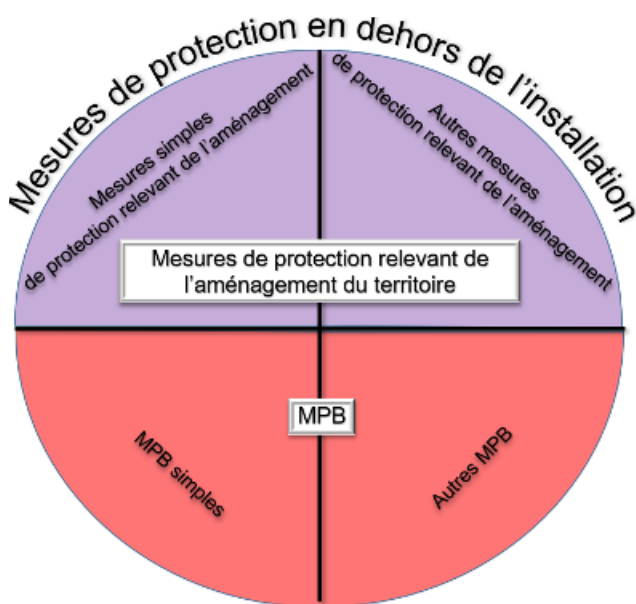


### Formes de mesures de protection

Les mesures de protection en dehors des installations soumises à l'OPAM comme envisagées dans le Guide de planification peuvent être subdivisées en quatre catégories différentes (cf. figure 2).

La possibilité de mettre en œuvre ces quatre catégories de mesures de protection dépend du cas d'espèce, à savoir si la coordination entre la prévention des accidents majeurs et l'aménagement du territoire a lieu dans le contexte d'une procédure de planification ou d'une procédure d'autorisation de construire.

Fig. 2 : Vue d'ensemble des quatre catégories de mesures de protection en dehors des installations soumises à l'OPAM



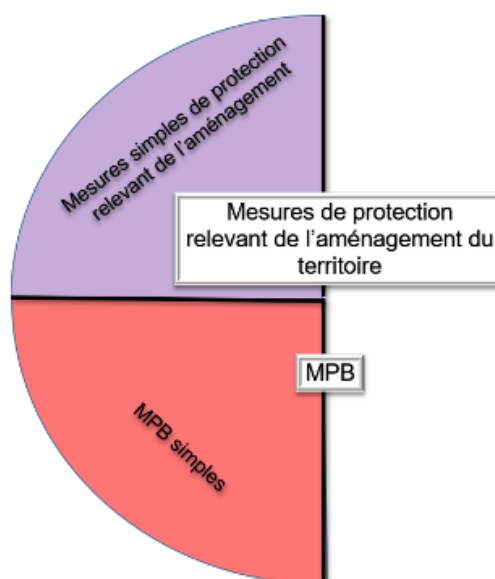
### Procédures de planification

Conformément au Guide de planification, l'évaluation des mesures de protection relevant de l'aménagement du territoire ou des MPB dans le cadre de la procédure de planification (p. ex. plan d'affectation) s'articule sous la forme d'un régime à deux niveaux.

Dans un premier temps, après avoir mis en œuvre les mesures de sécurité propres à diminuer le risque prévues à l'art. 3 OPAM pour l'installation, il convient d'apprécier la pertinence de mesures simples de protection (figure 3). Il s'agit :

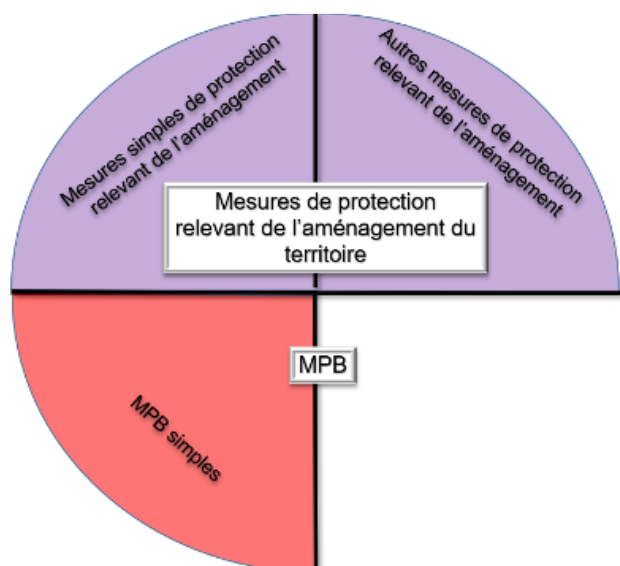
- des mesures simples de protection relevant de l'aménagement du territoire, par exemple en organisant les utilisations de sorte à faire diminuer les risques ou imposer des plans d'affectation spéciaux en aval ;
- des MPB simples n'entraînant pas de coûts supplémentaires notables ni de restrictions d'utilisation. Ces mesures (cf. point 3.1) peuvent notamment consister à optimiser les possibilités de fuite ou à disposer de manière judicieuse les parties de bâtiments où de nombreuses personnes sont présentes.

Fig. 3 : Mesures de protection en dehors des installations soumises à l'OPAM à prendre en compte dans un premier temps pour les planifications à potentiel de risque



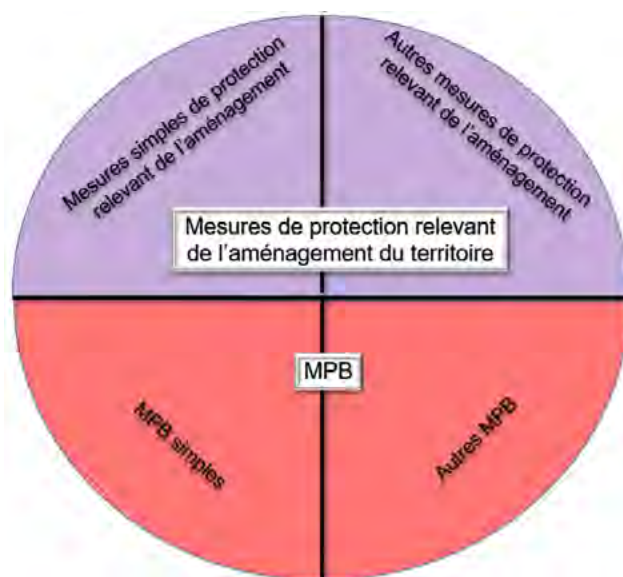
Si la prise de ces mesures ne permet pas d'obtenir un risque acceptable, on examine dans un second temps l'opportunité de mesures de sécurité supplémentaires au sens de l'art. 8 OPAM. Par mesures de sécurité supplémentaires, on entend par exemple des dalles de protection en béton pour les gazoducs à haute pression. En parallèle, on examinera la pertinence d'adopter d'autres mesures relevant de l'aménagement du territoire (figure 4). Ces dernières peuvent entraîner des restrictions considérables de l'utilisation de l'espace. Ce seront notamment des modifications des affectations autorisées dans le but de diminuer le risque (p. ex. réduire la densité des places de travail dans une zone de travail spécifique ou supprimer une partie de l'affectation au logement dans une zone mixte d'habitation et d'activité) ou des modifications des degrés d'utilisation autorisés (p. ex. abandonner la pleine mise à profit de la surface).

Fig. 4 : Mesures de protection à prendre en compte de manière prioritaire dans le cas de planifications engendrant des risques inacceptables



L'expérience a montré que lorsque les intérêts sont mis en balance concernant les centres urbains, les mesures de protection relevant de l'aménagement du territoire peuvent entrer en conflit avec la densification prévue par l'autorité responsable de la planification. Finalement, lorsque les mesures de protection relevant de l'aménagement du territoire ne permettent pas d'atteindre l'objectif (ne permettent pas de ramener les risques à un niveau acceptable) car l'intérêt public<sup>2</sup> d'une pleine mise à profit de la surface (type et degré d'affectation) pour la zone considérée est prépondérant, il convient d'intégrer à l'évaluation réalisée dans le cadre de la procédure de planification également les autres MPB (cf. point 3.2) entraînant des coûts supplémentaires notables (figure 5). Ces autres MPB sont les mesures de dernier recours pour atténuer l'augmentation des risques d'accident majeur.

Fig. 5 : Mesures de protection à prendre en compte dans les planifications entraînant des risques inacceptables, à la lumière de la mise en balance des intérêts en matière d'aménagement du territoire. Les autres MPB sont les mesures de dernier recours pour atténuer l'aggravation des risques (via des mesures de protection).



<sup>2</sup> En vertu de l'art. 3 OAT, il y a lieu de peser les intérêts en présence, et en particulier de mettre en balance les intérêts publics de voir se réaliser la modification envisagée du plan d'affectation sur le site concerné d'une part et les intérêts publics et privés pour l'installation soumise à l'OPAM. Si les intérêts pour l'installation priment les autres, il n'est pas possible de procéder à une adaptation des plans d'affectation sous la forme prévue.

En se fondant sur les bases légales, l'autorité responsable de la planification peut ordonner des mesures de protection en concertation avec l'autorité cantonale d'exécution. Ces mesures peuvent être consignées de manière contraignante dans des plans d'affectation spéciaux (de détail, de quartier, d'occupation, d'aménagement détaillé, etc.).

### Procédures d'autorisation de construire dans des zones à bâtir sans coordination préalable

S'agissant de projets à potentiel de risque dans des zones à bâtir qui ont été définis sans coordination au sens de l'art. 11a OPAM (cf. chap. 4 du Guide de planification [1]), la marge de manœuvre pour adopter des mesures de protection relevant de l'aménagement du territoire est en principe faible. Dans ces cas, il arrive souvent que la seule possibilité soit d'accroître la protection des usagers des bâtiments contre les conséquences des accidents majeurs à l'aide de MPB adéquates pour les nouvelles constructions (cf. chap. 3) et de limiter ainsi l'aggravation des risques (figure 6). Cela présuppose toutefois que les mesures de sécurité prévues à l'art. 3 OPAM et, cas échéant, les mesures de sécurité supplémentaires nécessaires en vertu de l'art. 8 OPAM soient mises en œuvre pour l'installation soumise à l'OPAM. Dans ces cas, les autorités d'exécution cantonales peuvent, dans leur prestation de conseil, suggérer aux propriétaires fonciers ou aux responsables de construction d'adopter certaines MPB adéquates.

Fig. 6: Mesures de protection habituellement disponibles dans le cadre de projets de construction à potentiel de risque dans des zones à bâtir sans coordination préalable au sens de l'art. 11a OPAM



## 1.2 Objectif

La présente publication propose une approche pour évaluer les MPB simples et les autres MPB adéquates pour les nouvelles constructions<sup>3</sup> dans le périmètre de consultation des installations soumises à l'OPAM. Le document tient compte en particulier des principes suivants :

- l'appréciation du caractère adéquat des MPB doit se faire à la lumière du risque d'accident majeur, et
- les MPB sont adéquates dans la mesure où elles sont à la fois « efficaces » (protection) et « raisonnables » (coûts, restrictions d'utilisation) ; s'agissant de l'efficacité des mesures, le caractère adéquat n'exige pas une protection complète des usagers des bâtiments.

L'objectif de protection qui suit a été défini en fonction de ces principes. Il sert par ailleurs de base de discussion pour apprécier l'adéquation des MPB.

### Objectif de protection des MPB<sup>4</sup>

L'effet des mesures de protection rend possible ou facilite, dans les minutes qui suivent un accident majeur, le fait que les occupants du bâtiment s'éloignent de la façade exposée afin de se mettre à l'abri.

En outre, le présent document tient compte des travaux déjà réalisés par des services cantonaux chargés de l'exécution en matière de MPB dans le périmètre de consultation des installations soumises à l'OPAM (p. ex. [2], [3] et [9]).

<sup>3</sup> Par analogie, les explications qui suivent peuvent dans certains cas précis également s'appliquer à d'autres projets de construction, par exemple des assainissements et des changements d'affectation de bâtiments.

<sup>4</sup> Cet objectif de protection et les mesures qui en découlent (tableau 1) peuvent être consignés par les planificateurs et les responsables de construction dans une convention d'utilisation (selon la norme SIA 260, Bases pour l'élaboration des projets de structures porteuses, point 2.2) pour les projets de planification ou de construction à potentiel de risque.

### 1.3 Limites du présent document

La présente publication comporte les limites ci-après.

- Elle tient compte uniquement d'une sélection d'installations soumises à l'OPAM pour lesquelles il existe des méthodes standardisées d'estimation des risques et de l'ampleur des dommages. Ces installations sont les infrastructures ferroviaires, les routes de grand transit, les gazoducs à haute pression et les installations de stockage à citernes verticales 5. Par ailleurs, ces installations font le plus souvent l'objet de procédures de coordination entre l'aménagement du territoire et la prévention des accidents majeurs.
- Elle se concentre sur la protection de personnes à l'intérieur de bâtiments contre les effets conséquents de la chaleur selon les scénarios d'accidents majeurs envisagés par les méthodes standard (cf. p. ex. [6] et [8]). Les scénarios suivants servent de référentiels :
  - feu de torche et boule de feu dans les gazoducs à haute pression d'un diamètre compris entre 10 et 12 pouces et une pression technique de service autorisée inférieure ou égale à 70 bar ;
  - feu de nappe d'une surface de 50 m<sup>2</sup> sur les routes de grand transit ;
  - feu de nappe d'une surface de 200 m<sup>2</sup> sur les infrastructures ferroviaires ;
  - incendie de bassin dans une installation à citerne verticale avec une surface de bassin de 3000 m<sup>2</sup>.
- Le scénario « rupture d'un réservoir sous les effets de la chaleur suite à une libération spontanée de propane » (BLEVE) dont tiennent compte les méthodes standardisées pour les infrastructures ferroviaires et les routes de grand transit n'est pas retenu ici. Il n'existe aucune mesure de protection efficace et raisonnable dans le périmètre de consultation pour les contraintes extrêmes auxquelles il faut s'attendre en raison de la surpression. Le scénario « torche de propane » n'est pas considéré non plus. Si, dans le cas des infrastructures ferroviaires et des routes de grand transit, ces scénarios dominent la courbe cumulative du risque, il convient de procéder à une analyse spécifique en s'inspirant de la procédure présentée dans la documentation technique [13].
- La publication tient compte uniquement des gazoducs à haute pression d'un diamètre de 10 à 12 pouces avec une pression maximale de service (MOP) autorisée de 70 bar au maximum, car les MPB ne présentent pas d'effet

protecteur suffisant dans les autres cas. De plus, il est courant que les gazoducs à haute pression en milieu urbain possèdent ces caractéristiques techniques. Les zones de létalité pour les usagers des bâtiments sont comparables pour ces gazoducs et se situent au moins partiellement dans le périmètre de consultation. Pour les gazoducs à haute pression présentant des paramètres sensiblement différents, il est opportun de procéder à une analyse spécifique en s'appuyant sur le rapport-cadre [6] et la documentation technique [13].

- Les effets préjudiciables aux personnes de la pression engendrée par les processus de combustion rapides (boules de feu) pour les gazoducs à haute pression ne sont pas pris en compte dans les méthodes d'analyse standardisées des risques. Pour ces scénarios, l'ampleur des dommages est déterminée par le flux thermique. Le présent travail tient cependant compte des effets de la pression en ceci que les MPB adéquates doivent résister à la pression incidente afin de garantir la protection souhaitée contre le rayonnement thermique.
- S'agissant des installations à citernes verticales, la présente publication utilise à titre de substitution une installation de stockage de diesel ou de mazout (liquide inflammable avec un point éclair supérieur à 23 °C) avec une surface de bassin déterminante de 3000 m<sup>2</sup>. Ces dimensions sont courantes dans la pratique. Pour les installations à citernes verticales dont les surfaces de bassin sont sensiblement différentes ou si d'autres produits sont concernés, il conviendra de réaliser une analyse spécifique en s'aidant du rapport-cadre [8] et de la documentation technique [13] (p. ex. concernant les explosions d'un nuage de gaz et l'incendie d'un nuage de gaz).
- Les bâtiments pris en compte sont des nouvelles constructions comprenant des lieux d'habitation et des lieux de travail répartis en plusieurs compartiments coupe-feu. En cas d'accident majeur, les usagers du bâtiment exposés peuvent s'éloigner de la façade concernée pour rejoindre une zone protégée à l'intérieur du bâtiment, c'est-à-dire dans le compartiment coupe-feu adjacent (cf. objectif de protection au point 1.2).

## 1.4 Groupes cibles

La présente publication s'adresse avant tout à des autorités et à des entreprises de services impliquées de manière déterminante dans la coordination d'activités ayant des effets sur l'organisation du territoire avec la prévention contre les accidents majeurs et donc dans l'évaluation de MPB adéquates. Elle vise notamment :

- les autorités aux niveaux communal et cantonal qui, de par la loi, sont compétentes en matière de planification des activités ayant des effets sur l'organisation du territoire et donc pour les procédures de coordination entre l'aménagement du territoire et la prévention des accidents majeurs ou pour les procédures d'autorisation de construire (cf. chap. 3 et 4 dans le Guide de planification [1]) ;
- les autorités cantonales d'exécution de l'OPAM qui conseillent l'autorité responsable de la planification dans les procédures de planification ou les responsables de construction dans le cadre de procédures d'autorisation de construire ;
- les entreprises de services qui conseillent les autorités, l'autorité responsable de la planification, les responsables de construction ou les détenteurs en matière de prévention des accidents majeurs.

De manière plus large, le présent document vise :

- les propriétaires fonciers et les responsables de construction et leurs planificateurs (professionnels de l'architecture et du génie civil) ; pour ce groupe cible, il est important de pouvoir évaluer si possible relativement tôt, à la phase de préparation de la procédure de planification ou d'autorisation de construire, l'adéquation des MPB ; plus cette évaluation intervient tôt, plus il est facile d'intégrer certaines MPB au projet en maintenant les coûts supplémentaires à un niveau aussi faible que possible ;
- les détenteurs d'installations soumises à l'OPAM, qui sont impliqués dans l'évaluation des mesures dans le processus de coordination des procédures de planification ou d'autorisation de construire ;
- les autorités d'exécution de l'OPAM pour les installations relevant de l'exécution fédérale, en d'autres termes les infrastructures ferroviaires, les routes nationales, les gazoducs à haute pression et les installations de stockage de la Confédération.

L'annexe A4 réunit pour rappel et par souci d'exhaustivité des bases essentielles en matière de prévention des accidents majeurs et fournit d'autres informations (liens Internet).



## 2 Critères pour apprécier l'adéquation des mesures de protection sur les bâtiments

Pour les procédures de planification et d'autorisation de construire au sens du Guide de planification [1], le présent document décrit ci-après des critères permettant d'apprécier l'adéquation des MPB. Il propose de tenir compte de la position de la courbe cumulative ou de l'ampleur des dommages pour la population. De plus, les MPB adéquates doivent être efficaces et raisonnables.

### Position de la courbe cumulative

Ce critère se rapporte au risque collectif engendré par les installations soumises à l'OPAM et tient compte de l'organisation du territoire et des constructions futures. L'évaluation de la position de la courbe cumulative s'effectue en principe sur la base des résultats des méthodes dites de screening ou des études de risque tout en tenant compte, cas échéant, des paramètres spécifiques à l'emplacemement (p. ex. s'agissant des quantités de marchandises dangereuses transportées). Il est judicieux de considérer d'autres MPB pour les projets à potentiel de risque lorsque les risques de l'installation sont jugés inacceptables après une pesée des intérêts réalisée par l'autorité d'exécution et que le détenteur doit envisager d'adopter des mesures de sécurité supplémentaires conformément à l'art. 8 OPAM.

Sur la base des expériences d'exécution faites avec les gazoducs à haute pression et en vertu du principe de précaution, il est recommandé d'évaluer la pertinence d'autres MPB et de mesures de sécurité supplémentaires dans le cadre des procédures de planification dans les cas où la courbe cumulative, après prise en compte du projet, se situe au moins partiellement au-dessus du quart inférieur du domaine intermédiaire<sup>5</sup> selon les critères d'appréciation [11]. Pour les procédures d'autorisation de construire sans coordination préalable et du moment que le détenteur a présenté une appréciation des risques, il est possible, en raison de la marge de manœuvre restreinte, de relever le seuil auquel on recommanderait d'autres MPB (dans les

cas où la courbe cumulative des risques se situe dans la moitié supérieure du domaine intermédiaire) 7.

### Ampleur des dommages pour la population

Pour les installations à citernes verticales, ce critère peut être utilisé en lieu et place de la courbe cumulative, car le plus souvent aucune étude de risque n'est établie dans ce cas. L'ampleur doit être déterminée sur la base du rapport-cadre [8]. Il convient d'envisager d'autres MPB et des mesures de sécurité supplémentaires dans les procédures (de planification ou d'autorisation de construire) si la situation qui prévaudra d'après l'utilisation prévue ou les constructions prévues est susceptible d'engendrer dix décès ou plus.

### Efficacité

Le critère « efficacité d'une MPB » se mesure en fonction de la diminution de l'ampleur des dommages présumée pour les usagers des bâtiments (réduction du nombre de décès) en cas d'accident majeur ou de la réduction de la probabilité que les usagers des bâtiments décèdent en raison d'un accident majeur. Une MPB est considérée efficace lorsqu'elle rend possible ou facilite la fuite des usagers des bâtiments par rapport à la façade exposée vers un secteur de bâtiment protégé. Une MPB n'a pas à offrir une protection absolue pour être considérée comme efficace.

### Caractère raisonnable

Une MPB est raisonnable sur le plan qualitatif si les coûts supplémentaires ou les restrictions d'utilisation qu'elle engendre sont proportionnés par rapport aux effets protecteurs.

<sup>5</sup> C'est le cas si la valeur  $\geq 0,05$ . Cette valeur est une « valeur signal » (exceeding factor). La ligne d'acceptabilité correspond à une valeur de 1. Dans le domaine intermédiaire, les valeurs sont de  $0,01 \leq x \leq 0,1$ . Ce sont des valeurs signal, qui peuvent être représentées par des couleurs.

## 3 MPB adéquates pour protéger les usagers des bâtiments

Le présent chapitre décrit quelles mesures simples et quelles autres MPB sont en principe efficaces et raisonnables à la lumière des critères énumérés au chapitre 2 dans le périmètre de consultation des gazoducs à haute pression, des routes de grand transit, des infrastructures ferroviaires et des installations à citernes verticales. La section 3.1 s'intéresse aux MPB simples et la section 3.2 porte sur les autres MPB.

### 3.1 MPB simples

Pour les projets à potentiel de risque situés dans le périmètre de consultation, on procédera à une évaluation des MPB simples. Ces mesures n'engendrent aucun coût supplémentaire conséquent. Il n'est pas nécessaire d'émettre des distinctions selon la position de la courbe cumulative ou l'ampleur des dommages potentiels. Sont présentés ci-après des exemples de MPB simples (aperçu non exhaustif) qui sont souvent<sup>6</sup> décrites comme adéquates.

- Agencer les parties de bâtiments régulièrement utilisées par des groupes de personnes de sorte que celles-ci ne soient pas orientées vers l'installation soumise à l'OPAM. Planifier en revanche les parties de bâtiments aux utilisations secondaires (p. ex. locaux de stockage ou techniques) de préférence en les positionnant en direction de l'installation.
- Adapter l'agencement du terrain pour prévenir tout écoulement de marchandises dangereuses sur les façades ou vers l'intérieur des bâtiments (p. ex. entrée d'un garage souterrain), par exemple en aménageant une pente (supérieure à la pente habituelle de 2 %) pour les surfaces imperméabilisées s'éloignant du bâtiment, les murs, les seuils, les systèmes de drainage adaptés (p. ex. caniveaux de drainage à fente) ou encore en

renonçant aux surfaces imperméabilisées et aux ouvertures dans les façades (p. ex. puits de lumière ou soupiraux au niveau du sol).

- Garantir des possibilités de fuite pour tous les usagers des bâtiments qui offrent si possible une bonne protection contre les effets directs de la chaleur. L'idée est de considérablement faciliter ou de rendre possible la fuite par rapport à la façade exposée en direction d'un secteur de bâtiment protégé ou vers l'extérieur. On entend par secteur protégé notamment un compartiment coupe-feu qui n'est pas dirigé vers la façade exposée ou des escaliers servant d'issue de secours. Les possibilités de fuite ne doivent pas amener les personnes à passer le long d'ouvertures de façades non protégées ni à se diriger vers l'installation soumise à l'OPAM. Ces points s'appliquent en particulier à l'emplacement des cages d'escalier. Il faut par exemple éviter, pour les locaux utilisés régulièrement, de prévoir uniquement des accès par des coursives orientées vers l'installation.
- Réduire les surfaces de fenêtres aux dimensions strictement nécessaires pour les locaux utilisés régulièrement par des personnes et qui sont orientés en direction de l'installation soumise à l'OPAM sans être protégés du lieu de survenance par un autre bâtiment. On renoncera de préférence aux parois entièrement vitrées dans ces cas.
- Agencer les emplacements des prises d'air des installations de ventilation dans des endroits protégés, c'est-à-dire le plus en hauteur possible par rapport au terrain et sans les orienter en direction de l'installation soumise à l'OPAM. Dans l'idéal, les usagers des bâtiments auront accès à une commande permettant de couper l'arrivée d'air frais (extérieur) de l'installation de ventilation.

<sup>6</sup> Par exemple, si l'on peut partir du principe qu'on ne pourra pas attribuer d'effets protecteurs à une MPB spécifique, on renoncera à adopter cette mesure. Exemple: si, en raison des conditions locales (p. ex. un terrain à forte pente en aval d'un bâtiment), il paraît impossible que des marchandises dangereuses liquides puissent couler jusque dans l'entrée d'un garage souterrain dans l'hypothèse où un accident majeur se produit, il n'est pas nécessaire d'adopter des mesures pour protéger l'entrée de ce garage.



### 3.2 Autres MPB

Les autres MPB sont des mesures constructives plutôt onéreuses dont l'efficacité et le caractère raisonnable ne sont pas évidents d'emblée. Ces autres MPB comprennent avant tout l'utilisation de vitrages (ou fenêtres) renforcés ainsi que d'autres mesures de protection concernant les façades des bâtiments exposées, comme l'utilisation de matériaux d'isolation et de revêtements pour les parois extérieures incombustibles. Le présent document ne s'intéresse pas à cette dernière catégorie de mesures, car elle n'a, s'agissant des lieux d'habitation et de travail, qu'une influence secondaire pour atteindre l'objectif de protection envisagé ici (cf. 1.3). En ce qui concerne le choix des matériaux pour les parois extérieures et les isolations, il y a lieu de respecter les exigences des normes et directives de protection incendie en vigueur afin de contrer une propagation rapide d'un incendie sur la façade le cas échéant.

L'efficacité et le caractère raisonnable des vitrages renforcés peuvent être estimés comme décrit ci-après. On peut ainsi déterminer quelles sont les autres MPB adéquates (cf. tableau 1).

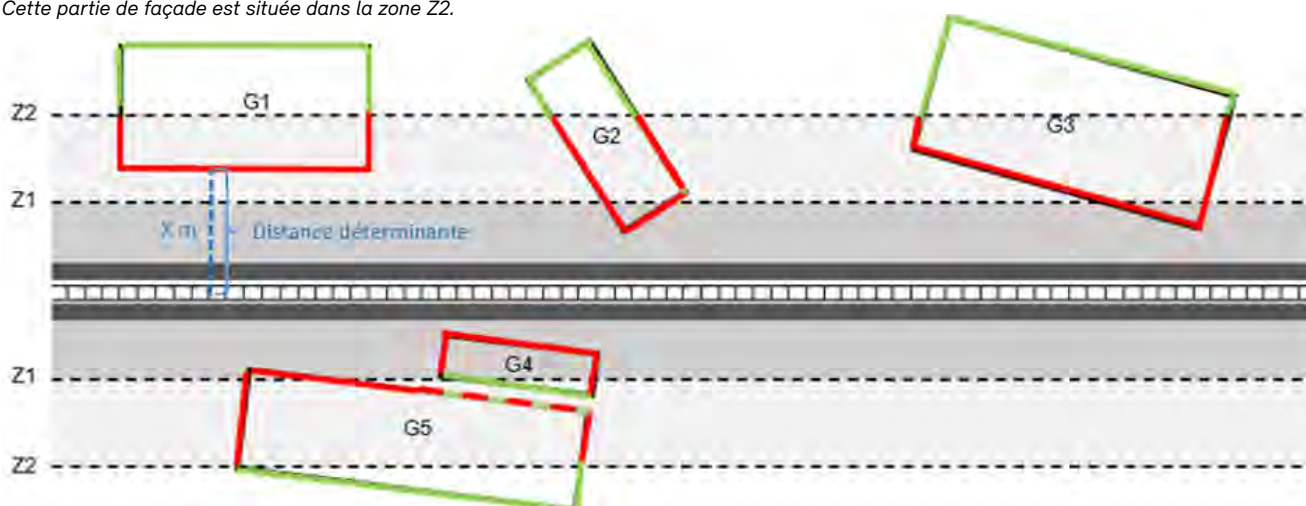
#### Efficacité

L'efficacité d'un vitrage renforcé dépend surtout de la distance et de l'exposition de la façade par rapport à l'installation soumise à l'OPAM, ce qui est représenté de manière schématique à la figure 7. S'agissant de l'efficacité d'autres MPB, une distinction est faite entre les zones de distance Z1 et Z2 (voir le raisonnement dans la documentation technique [13], chap. 5). Pour les façades comprises dans ces zones de distance qui sont protégées ou peu exposées, il est possible de renoncer à l'utilisation de vitrages renforcés. Les façades peu exposées sont celles situées dans la deuxième rangée de bâtiments, qui sont protégées des rayonnements de chaleur par un bâtiment d'une hauteur au moins égale situé entre ces façades et l'installation soumise à l'OPAM (lignes rouge-vert à la figure 7). Les façades protégées sont celles qui ne sont pas orientées en direction de l'installation (lignes vertes à la figure 7). Pour les gazoducs à haute pression, il faut tenir compte du fait que, si un scénario de type « feu de torche » se concrétise, les flammes peuvent atteindre des hauteurs dépassant 100 m et que, par conséquent, la protection offerte par un autre bâtiment entre l'installation et le bâtiment concerné est souvent faible. En cas de doute concernant l'exposition des façades, il est nécessaire de faire appel à des conseillers spécialisés ou à l'autorité d'exécution cantonale compétente. Il faut ici tenir compte

Fig. 7 : Efficacité des vitrages renforcés dans les zones de distance Z1 et Z2, illustré par l'exemple d'une installation ferroviaire soumise à l'OPAM. Pour les parties de façades représentées en rouge, l'efficacité est acquise. Ce n'est pas forcément le cas pour les façades considérablement moins exposées (rouge-vert) et certainement pas pour les façades protégées (vert).

La ligne pointillée bleue représente la distance déterminante entre l'installation et une partie de façade exposée du bâtiment G1.

Cette partie de façade est située dans la zone Z2.



notamment de l'angle d'incidence du rayonnement thermique sur la façade du nouveau bâtiment (cf. notamment la procédure décrite dans la fiche [9], p. 6). L'exposition d'une façade dépend également du contexte topographique (exemple : façade dans un talus située plus bas que l'installation soumise à l'OPAM). En outre, les vitrages renforcés ne sont pas efficaces dans ces zones si la façade délimite des espaces intérieurs appartenant à un compartiment coupe-feu distinct et que ces espaces ne sont occupés par des personnes qu'à titre exceptionnel ou seulement durant de brèves périodes (p. ex. locaux techniques).

Compte tenu des scénarios considérés (cf. point 1.3), les façades exposées dans le voisinage d'une installation soumise à l'OPAM sont susceptibles de subir des flux thermiques pouvant dépasser les 100 kW/m<sup>2</sup>. Pour les gazoducs à haute pression (10 à 12 pouces de diamètre, pour une pression maximale de 70 bar), une surpression de 0,5 bar est possible s'il y a combustion d'une boule de feu. Les vitrages présentés dans ce chapitre résistent à de tels effets dans les premières minutes qui suivent un événement (cf. résistance présumée selon le tableau 1). Ce laps de temps facilite ou rend possible la fuite pour les usagers des bâtiments se trouvant directement derrière les façades exposées, ceux-ci pouvant s'éloigner de la façade pour se réfugier dans un secteur de bâtiment protégé (conformément à l'objectif de protection du point 1.2).

### Caractère raisonnable

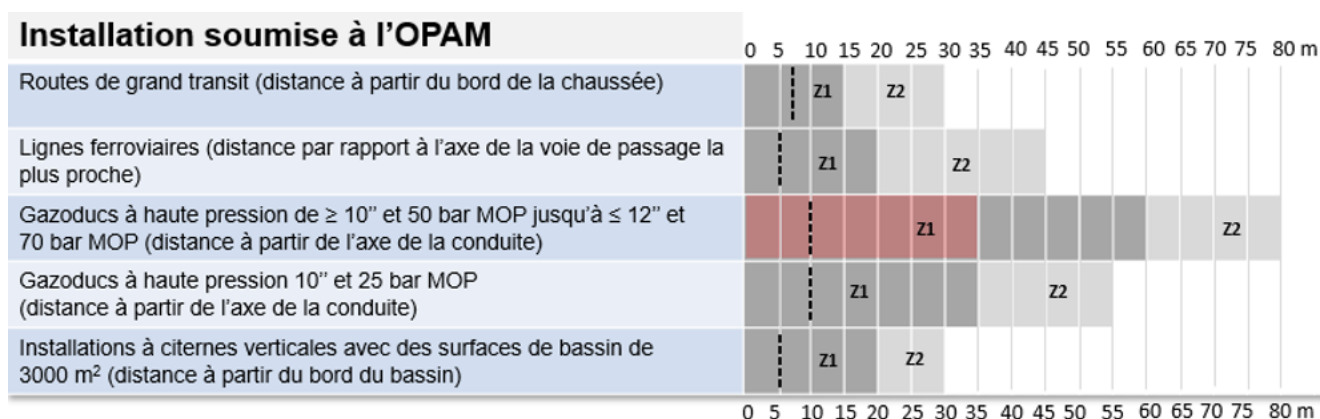
Le caractère raisonnable des vitrages renforcés est évalué par des spécialistes en fonction du rapport entre les coûts supplémentaires engendrés et les effets de protection obtenus (cf. documentation technique [13], chap. 4 et point 5.2). Pour les zones de distance Z1 et Z2, deux catégories de vitrages renforcés ont été définies. Pour la zone de distance Z1 selon la figure 8, les mesures M1 (cf. tableau 1) sont raisonnables, et pour la zone de distance Z2, les mesures M2 le sont.

À noter que les remarques suivantes s'appliquent à la figure 8.

- Les distances ne s'appliquent qu'aux nouvelles constructions servant de lieux d'habitation ou de travail et qui comprennent plusieurs compartiments coupe-feu, et non aux occupations sensibles.
- Pour déterminer quelles sont les mesures adéquates pour une façade exposée, on retiendra comme distance déterminante la plus courte distance entre l'installation soumise à l'OPAM et la surface de façade exposée en question (cf. figure 7).
- Dans la zone d'impact des scénarios de type « feu de nappe » pour les lignes ferroviaires et les installations de stockage à citernes verticales, les mesures sont en principe efficaces et raisonnables jusqu'à une hauteur de façade de 25 m environ. Pour les routes de grand

**Fig. 8: Zones de distance Z1 (gris foncé) et Z2 (gris clair) pour diverses installations soumises à l'OPAM**

La ligne pointillée représente les distances minimales habituellement prévues par le droit de la construction entre les installations et les façades de bâtiments. La surface en rouge correspond à une zone située dans le voisinage des gazoducs à haute pression au sein de laquelle il convient de renoncer à mettre en zone à bâtir ou à accroître le degré d'utilisation des zones à bâtir à potentiel de risque.



transit, cette limite est atteinte vers 20 m. Dans le cas des gazoducs à haute pression et des scénarios de type « boule de feu » et « feu de torche », les mesures de protection sont le plus souvent efficaces et raisonnables pour l'ensemble de la façade exposée.

- Pour les routes de grand transit, la distance de « 0 m » correspond au bord de la chaussée ou au bord du trottoir. Pour les installations ferroviaires, cette distance nulle correspond à l'axe de la voie de passage la plus proche sur laquelle circulent des trains de marchandises selon l'horaire annuel (trajet réglementaire). Pour les gazoducs à haute pression, elle correspond à l'axe des conduites 7 et pour les installations à citernes verticales au bord du bassin.
- Exception faite des gazoducs à haute pression et des lignes de chemin de fer, la distance minimale prévue par

### Exemple

Dans le cas d'un nouveau bâtiment dans une zone à bâtir juridiquement valable (sans coordination préalable dans le cadre de la procédure de planification) dans le voisinage d'une installation ferroviaire présentant des courbes cumulatives du risque situées dans la partie supérieure du domaine intermédiaire, les MPB M1LB contre les feux de nappe sont considérées raisonnables jusqu'à une distance de 20 m par rapport à l'axe de la voie de passage la plus proche. Le même principe s'applique au paquet de mesures M2 pour les feux de nappe jusqu'à une distance de 45 m. À partir d'une distance de 45 m, on considère qu'une isolation moderne par un triple vitrage isolant offre une protection suffisante. Pour les nouveaux bâtiments servant de bureaux, on utilise par exemple des triples vitrages isolants avec des verres de sécurité trempés (ESG) jusqu'à 6 mm d'épaisseur.

le droit de la construction<sup>8, 9, 10, 11</sup> n'est pas uniformisée à l'échelle suisse (droit de la construction cantonal) et peut dépendre de plusieurs paramètres. C'est pourquoi les distances présentées ici doivent être appréhendées comme des valeurs indicatives. Il convient de clarifier au cas par cas quelles sont les valeurs impératives.

- S'agissant des gazoducs à haute pression qui présentent des paramètres sensiblement différents de ceux considérés ici (diamètre de 10 à 12 pouces et pression maximale de service inférieure ou égale à 70 bar), les zones de distance ne peuvent pas être reprises directement. Dans ce cas, il conviendra de réaliser une analyse spécifique en s'aidant du rapport-cadre [6] et de la documentation technique [13].
- Pour les projets de planification jusqu'à 35 m dans le voisinage de gazoducs à haute pression avec des paramètres à partir de 10 pouces et 50 bar de pression jusqu'à 12 pouces et 70 bar de pression (compris), il convient, chaque fois que cela est possible, de renoncer à des classements en zone à bâtir et à des densifications des surfaces de l'habitat qui entraîneraient une augmentation considérable de la densité de personnes. Les effets d'une boule de feu ou d'un feu de torche sont d'une ampleur telle (flux thermiques supérieurs à 100 kW/m<sup>2</sup> et surpressions supérieures à 0,5 bar) que les effets des MPB sont très restreints à proximité immédiate. Si un emplacement spécifique devait toutefois être approuvé sur la base d'une pesée des intérêts selon l'art. 3 de la loi sur l'aménagement du territoire, il conviendrait d'adopter les mesures M1EGHDL pour les gazoducs à haute pression.
- Dans le cas des installations à citernes verticales présentant des surfaces de bassin sensiblement différentes, les zones de distance ne peuvent pas être reprises directement : il est nécessaire de réaliser une analyse spécifique sur la base du rapport-cadre [8] et de la documentation technique [13].

7 Conformément à l'art. 2, al. 7, de l'ordonnance sur la sécurité des installations de transport par conduites (OSITC; RS 746.12), les distances données désignent la distance horizontale entre le bord extérieur d'un objet et le côté extérieur de la conduite (espace libre). Pour des raisons pratiques, l'axe de la conduite (consultable via [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch)) est cependant utilisé ici comme distance « 0 m ».

8 Art. 19, al. 2, de l'ordonnance sur les routes du canton de Grisons (Strassenverordnung [StrV]); une distance de 7 m est nécessaire devant les constructions et les installations, par rapport au bord de la chaussée.

9 Art. 10, al. 2, de l'ordonnance allemande « Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) »; sur les tronçons libres, l'entraxe de la voie doit être de 4 m au minimum pour les nouveaux bâtiments et les transformations majeures. C'est-à-dire 4 m d'entraxe plus environ 0,7 m jusqu'au milieu de la voie pour une voie normale. En d'autres termes, cela résulte en une distance d'environ 5 m pour les constructions et les installations.

10 Art. 12 OSITC; pour les gazoducs dont la pression de service est supérieure à 25 bar, la distance de sécurité à respecter par rapport aux bâtiments occupés par des personnes est de 10 m.

11 Chap. 2 Directive de protection incendie, Distances de sécurité – Compartiments coupe-feu; distance de sécurité de 5 m avec les constructions et les installations lorsque les deux parois extérieures sont dotées d'une couche externe incombustible.

### Autres MPB adéquates : vitrages renforcés

Les vitrages renforcés présentant les résistances figurant dans le tableau 1 peuvent être décrits comme efficaces. Les exemples ont en principe un caractère raisonnable. Cependant, ces exemples ne prétendent pas à l'exhaustivité. En d'autres termes, ils ne présentent pas tous les vitrages renforcés potentiellement adéquats.

**Tab. 1 : Vitrages renforcés adéquats en tant qu'autres mesures de protection pour les façades exposées selon les zones de distance (M1 dans la Z1 et M2 dans la Z2)**

*MLB = mesure de protection contre les feux de nappe, MEGHDL= MPB contre les boules de feu et les feux de torche pour les gazoducs à haute pression.*

MPB	Résistance à la chaleur présumée sur plusieurs minutes	Résistance à la pression présumée	Exemple 1	Exemple 2
<b>Gazoducs à haute pression</b>				
Feu de torche et boule de feu dans les gazoducs à haute pression d'un diamètre compris entre 10 et 12 pouces et pour une pression technique de service autorisée inférieure ou égale à 70 bar.				
M1 <sub>EGHDL</sub>	100 kW/m <sup>2</sup>	0,5 bar	Système certifié (verre et châssis) résistant au feu selon les caractéristiques EI30 et résistance à l'explosion respectivement EPR1 selon la partie 1 de la norme EN 13123 ou EXR1 selon la partie 2 de cette même norme. Assemblé comme triple vitrage, l'élément de vitrage le plus à l'intérieur devant résister au feu.	Système certifié (verre et châssis) résistant au feu selon les caractéristiques EI30, assemblé comme triple vitrage, l'élément de vitrage le plus à l'intérieur devant résister au feu. Preuve par le calcul fournie par un bureau d'ingénieurs spécialisés de la résistance à des charges dynamiques par compression de l'ensemble du système (verre et châssis).
M2 <sub>EGHDL</sub>	60 kW/m <sup>2</sup>	0,5 bar	Comme M1EGHDL, mais avec vitrage résistant au feu selon les caractéristiques EW30 (en lieu et place de EI30), intumescent (formation d'une mousse), assemblé comme système certifié (verre et châssis)	Comme M1EGDHL, mais avec vitrage résistant au feu selon les caractéristiques EW30 (en lieu et place de EI30), intumescent (formation d'une mousse), assemblé comme système certifié (verre et châssis)
<b>Routes de grand transit, lignes ferroviaires et installations à citernes verticales (LB)</b>				
Feu de nappe sur des routes de grand transit ou des lignes ferroviaires. Incendie de bassin dans une installation de stockage à citerne verticale avec une surface de bassin de 3000 m <sup>2</sup> .				
M1 <sub>LB</sub>	50 kW/m <sup>2</sup>	Au minimum résistance au vent (c'est-à-dire pas d'exigence supplémentaire)	Système certifié (verre et châssis) résistant au feu selon les caractéristiques EW30 avec vitrage intumescent (formation d'une mousse). Assemblé comme triple vitrage, l'élément de vitrage le plus à l'intérieur devant résister au feu.	Système certifié (verre et châssis) résistant au feu selon les caractéristiques EW30 avec verre monolithique résistant au feu. Assemblé comme triple vitrage, l'élément de vitrage le plus à l'intérieur devant résister au feu.
M2 <sub>LB</sub>	30 kW/m <sup>2</sup>	Au minimum résistance au vent (c'est-à-dire pas d'exigence supplémentaire)	Triple vitrage avec verre de sécurité trempé (ESG) ou verre durci (TVG), épaisseur minimale de 6 mm.	Triple vitrage avec verre feuilleté de sécurité (VSG), dimensions minimales 2 x 4 mm de TVG.

Concernant le tableau 1, il convient de prendre en compte les indications ci-après et d'évaluer la pertinence de celles-ci au cas par cas.

- Pour un feu de nappe tel qu'envisagé pour des lignes ferroviaires, des routes de grand transit et des installations de stockage à citernes verticales, les intensités de rayonnement diminuent à mesure que la hauteur augmente. Les vitrages renforcés utilisés pour les façades exposées sont en principe efficaces uniquement jusqu'à une hauteur de 25 m dans le cas des lignes ferroviaires et des installations de stockage à citernes verticales. Pour les routes de grand transit, cette limite est atteinte vers 20 m. Pour déterminer dans un cas d'espèce jusqu'à quelle hauteur un vitrage renforcé est adéquat, il faut tenir compte du contexte topographique. Pour les gazoducs à haute pression, l'utilisation de vitrages renforcés est en principe efficace sur toute la hauteur d'une façade exposée.<sup>12</sup>
- Pour les locaux situés directement derrière les façades exposées, appartenant à un compartiment coupe-feu distinct et occupés par des personnes uniquement pour de courtes durées (locaux techniques, installations de lavage ou toilettes), l'on peut renoncer aux vitrages renforcés. Le compartiment coupe-feu fonctionne déjà comme barrière de protection et ralentit la propagation d'un incendie dans le bâtiment. Ces considérations ne s'appliquent pas à des ouvertures de façade dans des cages d'escalier servant d'issue de secours ni à des sorties de secours le long des façades exposées si celles-ci sont incontournables (cf. point 3.1). Ces éléments doivent dans tous les cas être couverts par des MPB afin de permettre aux usagers des bâtiments de se réfugier dans des zones protégées (autosauvetage).
- Lorsque des vitrages renforcés sont installés, ceux-ci devraient si possible être conçus sans ouvertures afin de garantir une protection continue, en particulier pour les issues de secours situées à proximité des vitrages.

### 3.3 MPB adéquates pour les occupations sensibles

De manière générale, il ne faudrait pas construire d'occupations sensibles à l'intérieur d'un périmètre de consultation (cf. Guide de planification, point 3.2.3). Si toutefois des occupations sensibles devaient être envisagées au sein du périmètre de consultation, celles-ci devraient se trouver en dehors de la zone concernée par des effets pertinents (donc hors de la zone Z2).

En raison des possibilités restreintes d'autosauvetage, un accident majeur à proximité des bâtiments à occupation sensible engendrera en principe des dommages d'une plus grande ampleur que dans le cadre d'une utilisation normale avec une exposition équivalente de personnes. Par conséquent, pour être adéquates, les MPB destinées à des occupations sensibles doivent présenter des effets protecteurs accrus. En pratique, cela peut entraîner des exigences supplémentaires s'agissant de la résistance des vitrages ainsi que de la combustibilité des parois extérieures et des matériaux d'isolation.

<sup>12</sup> Lors de la combustion de gaz naturel sous pression à la suite d'une rupture de gazoduc, il faut s'attendre à des intensités de rayonnement élevées jusqu'à des hauteurs très importantes.

---

## 4 Prise en compte des effets protecteurs des vitrages dans les calculs des risques ou les estimations de l'ampleur des dommages

Dans les procédures de planification, l'estimation des risques est effectuée pour tenir compte des effets protecteurs des vitrages selon le processus de coordination décrit dans le Guide de planification de la Confédération [1]. Pour les projets de construction, l'on pourra prendre en compte les effets protecteurs en complétant le rapport succinct ou l'étude de risque conformément à l'art. 8a OPAM.

Le présent chapitre montre comment faire valoir les effets protecteurs des vitrages renforcés du point 3.2 dans les estimations de l'ampleur des dommages, dans les calculs de screening et dans les études de risque. La quantification des effets protecteurs par rapport aux scénarios pris comme référentiels (cf. point 1.3) se fonde sur les estimations figurant dans la documentation technique [13]. Les principes ci-dessous ont été pris en compte.

- Dans la mesure du possible, les estimations se basent sur les rapports-cadres et les méthodes de screening existants (p. ex. [6], [7] et [8]).
- Les effets de la pression lors de la combustion de boules de feu dans le cas des gazoducs à haute pression sont pris en compte conformément aux modélisations du laboratoire de Spiez [14].
- Là où les bases de résistance contre les effets susmentionnés font défaut pour des vitrages résistants au feu, des spécialistes ont procédé à des estimations.

Il en a résulté des facteurs de correction applicables à la quantification des effets protecteurs, qui sont rassemblés dans le tableau 2 ci-après.

Les létalités pour les bâtiments appliquées dans les méthodes standardisées relatives à l'exécution de l'OPAM peuvent être multipliées par les facteurs de correction du tableau 2 pour tous les bâtiments dotés d'autres mesures de protection adéquates au sens du point 3.2. L'annexe A5 de la présente publication comprend un exemple qui illustre comment intégrer les facteurs de correction aux appréciations des risques.

**Tab. 2 : Facteurs de correction pour les létalités dans les bâtiments équipés de vitrages renforcés. Les létalités doivent être reprises des méthodes de screening et des rapports-cadres relatifs à l'exécution de l'OPAM.**

Source d'accident majeur	Facteur de correction <sup>1</sup> pour la létalité des usagers de bâtiments dotés de vitrages renforcés		Le facteur de correction est applicable pour la méthodologie suivante (selon document)	Le facteur de correction s'applique aux substances représentatives et scénarios suivants
	Z1	Z2		
Routes de grand transit	0,1 <sup>2</sup>		Méthodologie de screening 2010	Feu de nappe / essence
Installations ferroviaires	0,1 <sup>2</sup>		Méthodologie de screening 2011, OFT	Feu de nappe / essence
Installations ferroviaires	0,05	0	Calcul et évaluation des risques d'accident majeur dans le domaine ferroviaire (BASE) <sup>3</sup> , OFT	Feu de nappe / essence
Gazoducs à haute pression 10-12 pouces et ≤ 70 bar	0,7	0,6	Rapport-cadre 2010, Industrie gazière suisse	Boule de feu
	0,2	0		Feu de torche
Installations à citernes verticales <sup>4</sup>	0,1	0	Rapport-cadre 2005, CARBURA	Incendie de bassin / carburants et combustibles liquides

1 Pour chaque bâtiment, la létalité tirée d'une méthode de screening ou d'un rapport-cadre est corrigée du facteur issu du tableau 2 pour les deux zones de distance (Z1, Z2). Par exemple, un facteur de 0,1 signifie que la létalité dans le bâtiment est réduite de 90 %.

2 La méthodologie de screening 2010 pour les routes de grand transit et la méthodologie de screening 2011 pour le domaine ferroviaire utilisent des létalités moyennes dans un intervalle de 0 à 50 m. Partant, cela ne ferait pas sens de répartir entre les zones Z1 et Z2. Le facteur de 0,1 correspond à une moyenne arrondie à partir du tableau 6 de la documentation technique [13]. Ce facteur s'applique aux routes de grand transit jusqu'à une distance de 30 m et aux lignes ferroviaires jusqu'à une distance de 45 m.

3 Dans la méthodologie BASE, il n'est pas possible, pour les projets de construction ou de planification, d'utiliser deux facteurs de correction pour Z1 et Z2. Seule une valeur peut être définie pour la protection corrigée des bâtiments. Une valeur supérieure à 1 correspond à une augmentation de la protection des bâtiments. La létalité à l'intérieur du bâtiment est divisée en conséquence par la valeur corrigée de la protection des bâtiments. Pour l'ensemble des zones de distance Z1 et Z2, il convient d'utiliser (proportionnellement aux surfaces correspondantes) le facteur  $1/0,05 = 20$ .

4 Pour les installations de stockage à citernes verticales, le facteur appliqué est le facteur arrondi du tableau 5 de la documentation technique [13] correspondant à la létalité en plein air, car ce rapport-cadre ne définit pas de létalité pour les bâtiments.

# Annexes

## A1 Termes

Les principaux termes employés dans la présente publication et leur signification sont présentés ci-après.

### Accident majeur

Événement extraordinaire qui survient dans une entreprise, sur une voie de communication ou sur une installation de transport par conduites et qui a des conséquences graves :

- (a) hors de l'aire de l'entreprise ;
- (b) sur la voie de communication elle-même ou en dehors de celle-ci ;
- (c) hors de l'installation de transport par conduites (art. 2, al. 4, OPAM) (Manuel de l'ordonnance sur les accidents majeurs [OPAM] [10], Annexe A1 Glossaire).

### Courbe cumulative

Courbe qui, dans le diagramme probabilité/conséquence (diagramme PC), avec la probabilité en ordonnée et l'ampleur des dommages en abscisse, prend la forme d'un escalier et représente la somme de tous les événements possibles. Les « probabilités » sont exprimées avec comme unité les [événements par an] (cf. critères d'appréciation [11], Annexe A2 Définitions).

### Installation (soumise à l'OPAM)

Toute installation soumise à l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM) ; dans la présente publication, il s'agit d'installations ferroviaires, de routes de grand transit, de gazoducs à haute pression (conduites de transport) et d'installations de stockage à citernes verticales.

### Valeur (vert-jaune-orange-rouge)

Facteur décrivant où le point le plus critique d'une courbe cumulative se situe par rapport à la ligne d'acceptabilité, un facteur inférieur à 1 signifiant que ce point est au-dessous de la ligne et un facteur supérieur à 1 que ce point est au-dessus de la ligne (la ligne d'acceptabilité représente la limite supérieure du domaine intermédiaire). Les valeurs peuvent se traduire en couleurs (représentation chromatique vert-jaune-orange-rouge). Exemple : si la valeur est égale à 0,1, cela signifie que la courbe cumulative se situe partout au-dessous de la ligne d'acceptabilité à raison d'un facteur 0,1 au moins.

### Mesure de protection sur les bâtiments

Mesure relative à un bâtiment, qui est adoptée afin de protéger les personnes se trouvant à l'intérieur de ce bâtiment contre les effets des accidents majeurs. Les mesures de protection sur les bâtiments (MPB) incluent les mesures constructives (p. ex. conception de l'enveloppe du bâtiment).

Les MPB simples n'entraînent aucun coût supplémentaire ni aucune restriction d'utilisation notable, ce qui fait que le caractère raisonnable est acquis par défaut. Exemples : disposition optimisée des possibilités de fuite ou des parties de bâtiments occupées par de nombreuses personnes.

Les autres MPB engendrent des coûts supplémentaires et/ou des restrictions d'utilisation notable. Cette catégorie comprend notamment l'emploi de vitrages résistants au feu et de vitrages présentant une certaine résistance à la pression. Pour cette catégorie, il convient de vérifier si les mesures sont raisonnables.



---

**Mesures de protection relevant de l'aménagement du territoire**

Mesures en dehors des installations soumises à l'OPAM, qui peuvent être prises en compte dans la planification directrice ou la planification d'affectation au sens d'une prévention des effets potentiels des accidents majeurs pour les usagers des bâtiments. Ces mesures comprennent notamment le respect d'une distance de protection entre l'emplacement du bâtiment et l'installation soumise à l'OPAM, l'orientation appropriée du plan ou la détermination du type d'affectation.

**Occupations sensibles**

Bâtiments où l'évacuation des occupants est difficile (en raison de la mobilité réduite des gens ou de grandes concentrations de personnes). Sont inclus notamment les hôpitaux, les maisons de retraite, les institutions d'hébergement et lieux de travail pour personnes à mobilité réduite, les prisons, les jardins d'enfants, les écoles, les garderies, les salles de concert, les stades, les centres commerciaux et les services d'urgence (Guide de planification [1], annexe 6 Glossaire et tableau 1).

**Restriction d'utilisation**

Ensemble de prescriptions ayant des répercussions négatives sur l'attractivité d'un bâtiment pour les usagers et qui ne peuvent pas être quantifiées de manière simple du point de vue monétaire (hormis via les rendements locatifs réalisables, le cas échéant). Exemples : restriction relative à la dimension des fenêtres qui a pour effet de limiter la lumière naturelle, interdiction d'utiliser certaines surfaces attrayantes (p. ex. des terrasses), restrictions d'utilisation pour certains espaces intérieurs.

**Screening**

Estimation et représentation prudentes, à l'échelle d'un réseau, des risques d'accident majeurs émanant d'installations réticulaires pour la population et pour l'environnement. Le screening repose sur des méthodes de calcul simplifiées (méthodes de screening). (Manuel de l'ordonnance sur les accidents majeurs [OPAM] [10], Annexe A1 Glossaire)

**Significativité du risque**

Se réfère aux planifications d'aménagement et aux projets de construction à l'intérieur du périmètre de consultation. Elle est avérée lorsque le plan d'aménagement ou le projet de construction entraîne une augmentation importante du risque d'accident majeur. (Guide de planification [1] annexe 6 Glossaire).

## A2 Abréviations

### Vitrage EI30

Vitrage résistant au feu présentant des caractéristiques d'étanchéité (E) et une aptitude à remplir une fonction de séparation par isolation thermique (I), composé de verre trempé spécial avec protection des arêtes pour réduire les tensions dues au rayonnement de chaleur et doté de plusieurs couches intumescents réagissant à la chaleur (formation d'une mousse). Un vitrage EI30 résiste à un feu standard défini durant 30 minutes au moins, si bien que la température de l'élément de construction sur la face non dirigée vers le feu ne dépasse pas une valeur limite prédéfinie (augmentation de température inférieure à 140 K).

### Vitrage EW30

Vitrage résistant au feu présentant des caractéristiques d'étanchéité (E) et une aptitude à remplir une fonction de séparation avec protection partielle contre la transmission de chaleurs élevées vers l'intérieur du bâtiment durant 30 minutes. Comme les vitrages EI30, les vitrages EW30 peuvent être dotés d'une couche intumescence (formation d'une mousse en réaction à la chaleur). Les effets protecteurs de l'EW30 se situent entre ceux d'un vitrage de type E30 et ceux d'un vitrage de type EI30. La procédure d'essai est basée sur le même feu standard que pour les vitrages EI30. Par rapport à l'EI30, il manque à l'EW30 un critère définissant la température maximale autorisée pour la face non dirigée vers le feu de l'élément de construction. Les vitrages EW30 ne doivent pas dépasser, du côté intérieur et à une distance d'un mètre, un rayonnement thermique de 15 kW/m<sup>2</sup>. Les systèmes résistant au feu de catégorie EW30 sont reconnus au niveau international, mais peu répandus en Suisse, car ce standard n'est pas mentionné dans les prescriptions de protection incendie en Suisse.

### ESG

Verre de sécurité trempé qui résiste à court terme à des températures comprises entre 250 °C et 300 °C, des différences de température de 150 °C à 200 °C, et supporte durablement des températures allant jusqu'à 200 °C au maximum.

### EPR1

Lors de l'essai de résistance par tube à effet de souffle selon la norme EN 13124 partie 1, l'élément de construction est exposé à une vague de pression générée par une machine qui correspond à une vague de détonation de 100 kg à 2500 kg de TNT à une distance de 35 m à 50 m de l'élément de construction. Sur la base des dégâts constatés, l'élément de construction est ensuite associé à une des classes EPR. La classe EPR1 résiste à une pression maximale réfléchie de 0,5 bar pour une impulsion de 3,7 bar\*ms et une phase de pression  $\geq 20$  ms.

### EXR1

Pour l'essai en plein air selon la norme EN 13124 partie 2, une explosion de 3 kg à 20 kg de TNT est provoquée à une distance de 3 m à 5 m de l'élément de construction. Sur la base des dégâts constatés, l'élément de construction est ensuite associé à une des classes EXR. La classe EXR1 résiste à une pression maximale réfléchie de 2,5 bar pour une impulsion de 3 bar\*ms.

### EGHDL

Gazoduc à haute pression (de l'allemand « Erdgashochdruckleitung »).

### LB

Feu de nappe (de l'allemand « Lachenbrand »).

### MOP

Pression maximale de service d'un gazoduc à haute pression (de l'anglais « maximum operating pressure »).

### MPB

Mesures de protection sur les bâtiments (cf. définition ci-dessus)

### OPAM

Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (ordonnance sur les accidents majeurs).

---

**TVG**

Le verre partiellement trempé (aussi appelé verre durci) est fabriqué via le même processus de fabrication que le verre de sécurité trempé (ESG), mais refroidi plus lentement. La précontrainte de compression est alors moins importante. Le verre partiellement trempé est moins résistant que le verre de sécurité trempé.

**VSG**

Verre feuilleté de sécurité, composé en principe de deux feuilles de verre flotté liées par une couche intermédiaire élastique sous forme de film stratifié hautement résistant (p. ex. film de polyvinyle de butyral [PVB]).

---

### A3 Bibliographie

- [1] Office fédéral du développement territorial ARE et al., Guide de planification Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs, juin 2022, Berne. [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch) > Médias et publications > Publications > Stratégie et planification > Guide de planification > Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs
- [2] République et canton de Genève, Mesures de protection OPAM, Coordination Aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs, septembre 2020. <https://www.ge.ch/document/mesures-protection-opam>
- [3] Partenariat sur la prévention des accidents majeurs (cantons partenaires : BS, GE, LU, SO, SG, TG, ZH), Guide des mesures de protection OPAM Coordination Aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs, septembre 2020.
- [4] Association des établissements cantonaux d'assurance incendie  
Directive de protection incendie 13-15 Matériaux et éléments de construction, 1.1.2017.  
[www.bsvonline.ch](http://www.bsvonline.ch) > Prescriptions de protection incendie > Prescriptions de protection incendie AEAI 2015 > c – Directives > 13-15 Matériaux et éléments de construction
- [5] Association des établissements cantonaux d'assurance incendie  
Directive de protection incendie 14-15 Utilisation des matériaux de construction, 1.1.2017.  
[www.bsvonline.ch](http://www.bsvonline.ch) > Prescriptions de protection incendie > Prescriptions de protection incendie AEAI 2015 > c – Directives > 14-15 Utilisation des matériaux de construction
- [6] Industrie gazière suisse, Sécurité des installations de gaz naturel à haute pression, Rapport-cadre de l'estimation de l'ampleur des dommages et de l'étude de risque standardisées, 2010.
- [7] Industrie gazière suisse, Sicherheit von Erdgashochdruckanlagen ; Versagensraten Transportleitungen (Addendum zum Rahmenbericht 2010), avril 2021 (en allemand).
- [8] CARBURA, Rapport-cadre sur la Sécurité des installations de stockage d'hydrocarbures, version révisée 2005
- [9] Canton de Lucerne, Merkblatt Objektschutzmassnahmen : Hitzeschutz von Fenstern entlang von störfallrelevanten Strassen und Bahnlinien, Koordination Raumplanung und Störfallvorsorge, juin 2022 (en allemand). [www.uwe.lu.ch](http://www.uwe.lu.ch) > Themen > Risikovorvorsorge > Störfallvorsorge – Gemeinden und Planer:innen
- [10] Manuel de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM), Partie générale. Office fédéral de l'environnement (éd.), Berne. 2018
- [11] Critères d'appréciation relatifs à l'OPAM. Un module du manuel de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM) Office fédéral de l'environnement, Berne. 2018
- [12] suisseplan, Vergleich und Validierung der Parameter in den Screening- und Risikoermittlungsmethoden der Störfallverordnung, 2014 (en allemand).
- [13] EBP Schweiz AG, Technische Dokumentation zur Publikation Objektschutzmassnahmen der Störfallvorsorge aus der Reihe « Umwelt-Wissen », 12 décembre 2024 (en allemand).
- [14] Swissgas, Office fédéral de l'environnement OFEV (mandant), Druckstossausbreitung im urbanen Raum – Druckwirkung bei Totalversagen einer Erdgashochdruckleitung und anschliessender Zündung der Gaswolke, Laboratoire de Spiez, avril 2024 (en allemand).

## A4 Résumé des fondamentaux

Cette annexe réunit pour rappel et par souci d'exhaustivité d'importants faits relatifs à la prévention des accidents majeurs sur lesquels se fonde la présente publication. Elle renvoie par ailleurs à des sources complémentaires.

### Installation soumise à l'OPAM

Il convient de distinguer ici les entreprises de production ou de stockage de matières, de préparations et de déchets spéciaux sur une aire délimitée et les voies de communication linéaires ou réticulaires ainsi que les systèmes de transport de marchandises dangereuses. Cette dernière catégorie comprend les routes de grand transit, les lignes ferroviaires, la partie navigable du Rhin dans les cantons de Bâle-Ville et Bâle-Campagne ainsi que les conduites.

### Périmètre de consultation

La question de l'adéquation des MPB se pose uniquement pour les projets qui se situent au moins partiellement dans un périmètre de consultation (sélection en fonction de l'emplacement). Les éléments ci-dessous doivent être utilisés pour déterminer si un projet affecte un périmètre de consultation.

- Lignes ferroviaires, routes nationales et conduites : cartes « Lignes ferroviaires OPAM », « Zones de consultation des routes nationales » et « Conduites et domaines attenants » sur swisstopo ([map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch), [www.kgk-cgc.ch/fr/geodonnees/geoportails-cantonaux](http://www.kgk-cgc.ch/fr/geodonnees/geoportails-cantonaux)).
- Rhin, routes de grand transit et toutes les entreprises : différentes couches dans les géoportails des cantons concernés ([www.kgk-cgc.ch/fr/geodonnees/geoportails-cantonaux](http://www.kgk-cgc.ch/fr/geodonnees/geoportails-cantonaux)).

### Appréciation des risques / étude de risque

L'appréciation des risques est réalisée conformément à la procédure en deux étapes (contrôle et évaluation) prévue par l'OPAM. À la première étape (rapport succinct), on emploie des méthodes de screening pour obtenir des données quantitatives pour les installations linéaires (routes, lignes ferroviaires, conduites). Pour les entreprises, la démarche ne peut être que qualitative. À la seconde étape (étude de risque), on procède à une analyse approfondie spécifique à l'emplacement et au bâtiment. Dans les procédures de planification, c'est l'autorité responsable de la planification

qui est compétente pour réaliser l'appréciation des risques ou l'étude de risque. Elle commande une expertise en concertation avec le détenteur de l'installation soumise à l'OPAM. Les coûts sont à la charge de l'autorité responsable de la planification. Pour les projets de construction dans le périmètre de consultation, le détenteur est responsable d'établir les documents conformément à l'art. 8a OPAM.

### Sélection en fonction de la significativité du risque

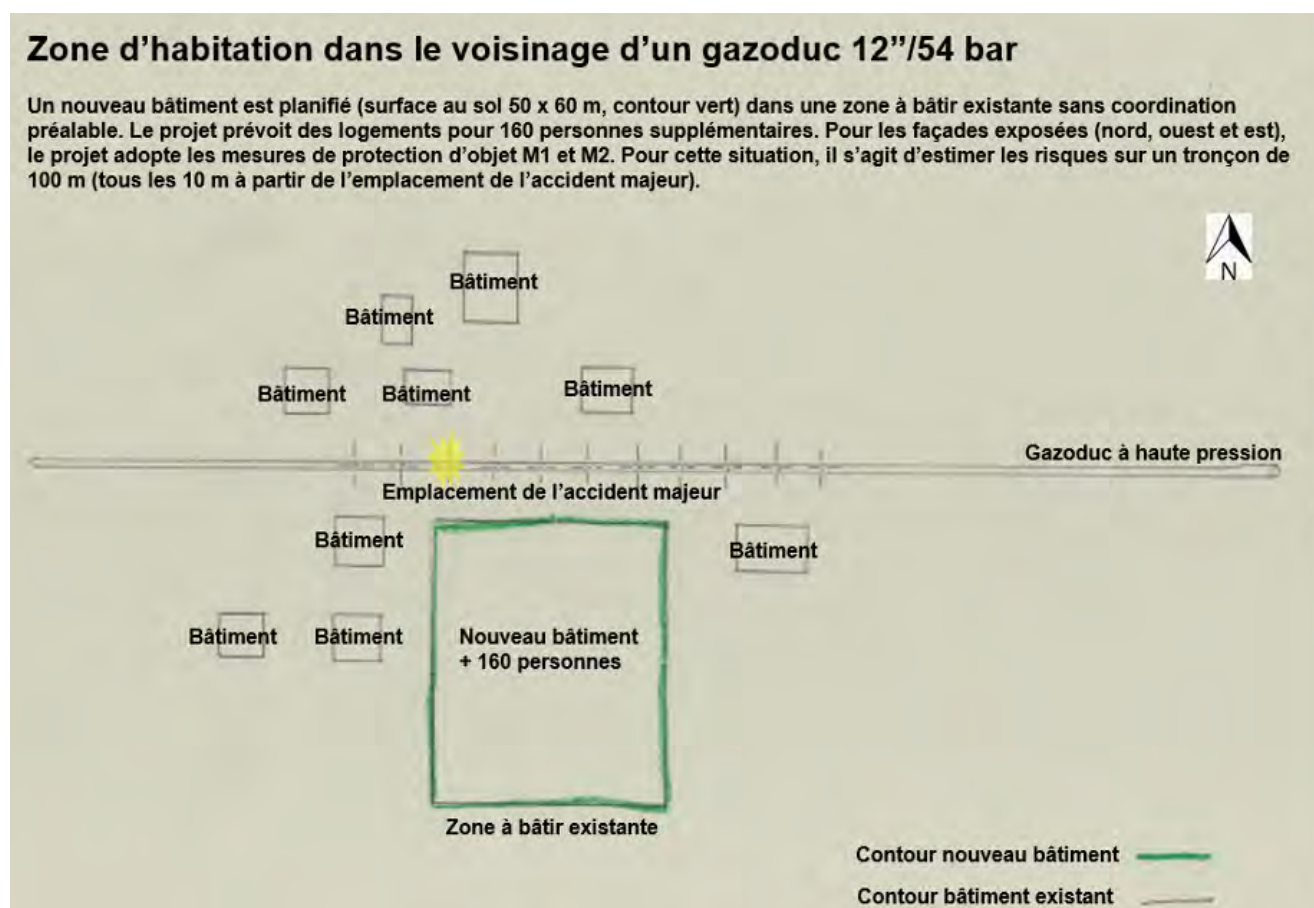
Il y a lieu de procéder à une évaluation des mesures de protection pour les projets de planification et il est recommandé de le faire pour les projets de construction qui affectent les périmètres de consultation et remplissent les critères ci-après s'agissant de la significativité du risque.

- Évaluation dans les procédures de planification : il s'agit d'un projet à potentiel de risque selon les critères des annexes 1 et 2 du Guide de planification [1]. Pour simplifier quelque peu, l'évaluation se déroule comme décrit ci-après pour les installations linéaires soumises à l'OPAM.
  - On évalue le nombre de personnes qui prévaudra à l'intérieur de l'unité d'analyse carrée autour de l'installation soumise à l'OPAM (usagers actuels et futurs selon les plans).
  - En déplaçant l'unité d'analyse le long de l'axe de l'installation, on identifie à quel emplacement le nombre de personnes exposées (population existante et usagers futurs) au sein de l'unité d'analyse sera le plus grand (l'unité d'analyse coupe la ou les parcelle(s) concernées par l'affectation prévue).
  - Si le nombre maximal de personnes exposées dépasse une valeur de référence spécifique (annexe 1 du Guide [1]), la planification est considérée comme à risque. En fonction de l'installation concernée, la valeur de référence varie entre 50 (gazoduc de 16 pouces, MOP 80 bar) et 840 personnes (routes de grand transit, en principe avec circulation en sens inverse, et un trafic journalier moyen [TJM] compris entre 20 000 et 30 000 véhicules par jour).
- Évaluation des procédures d'autorisation de construire : le nombre présumé d'usagers du bâtiment qui prévaudra à l'avenir s'élève respectivement à au moins 50 (conduites et installations à citernes verticales) ou 100 personnes (infrastructures ferroviaires, routes de grand transit), ou une occupation jugée sensible est prévue pour le bâtiment (cf. point 3.2.3 dans le Guide de planification [1]).

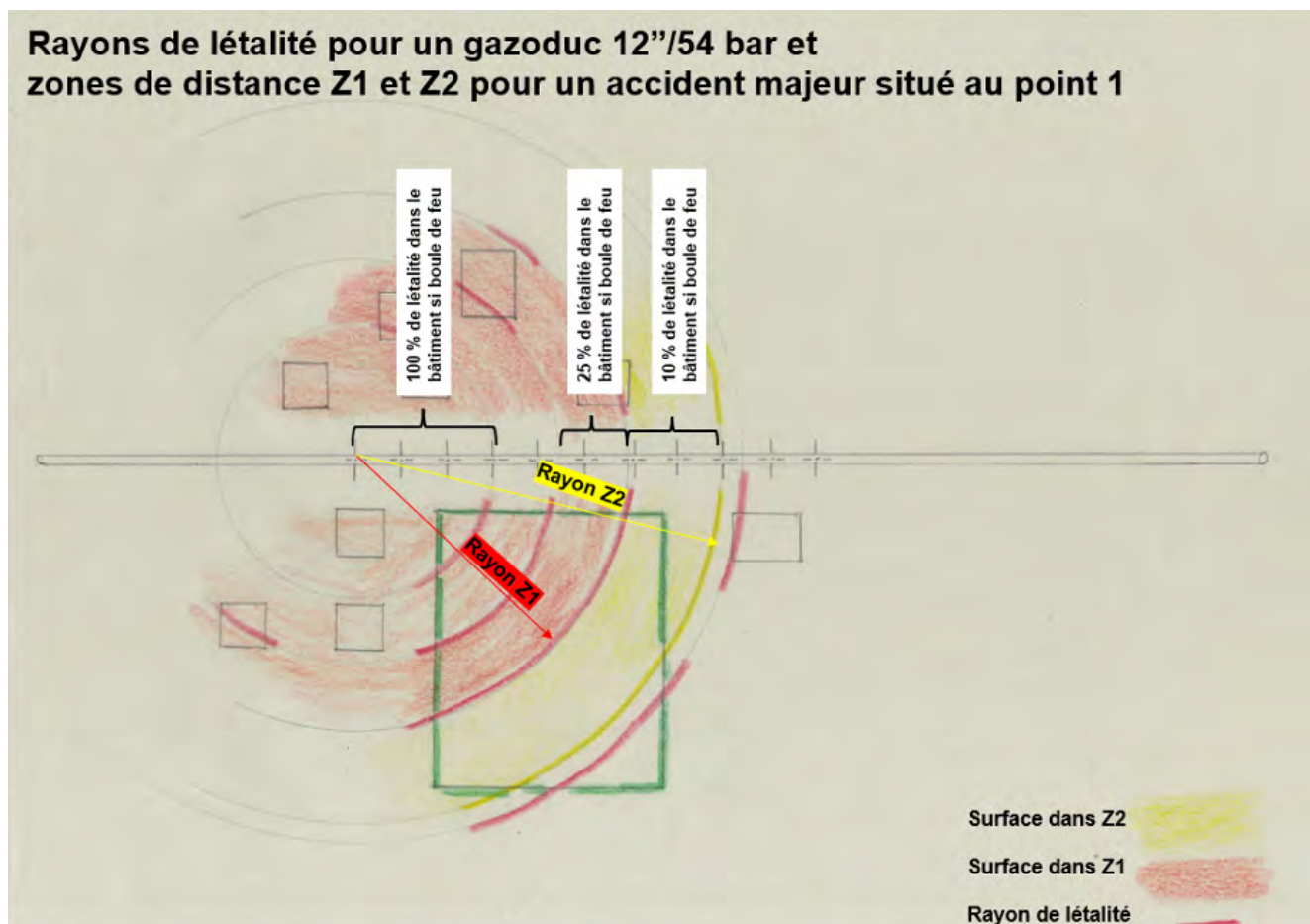
## A5 Application des facteurs de correction relatifs à la létalité des personnes dans les bâtiments

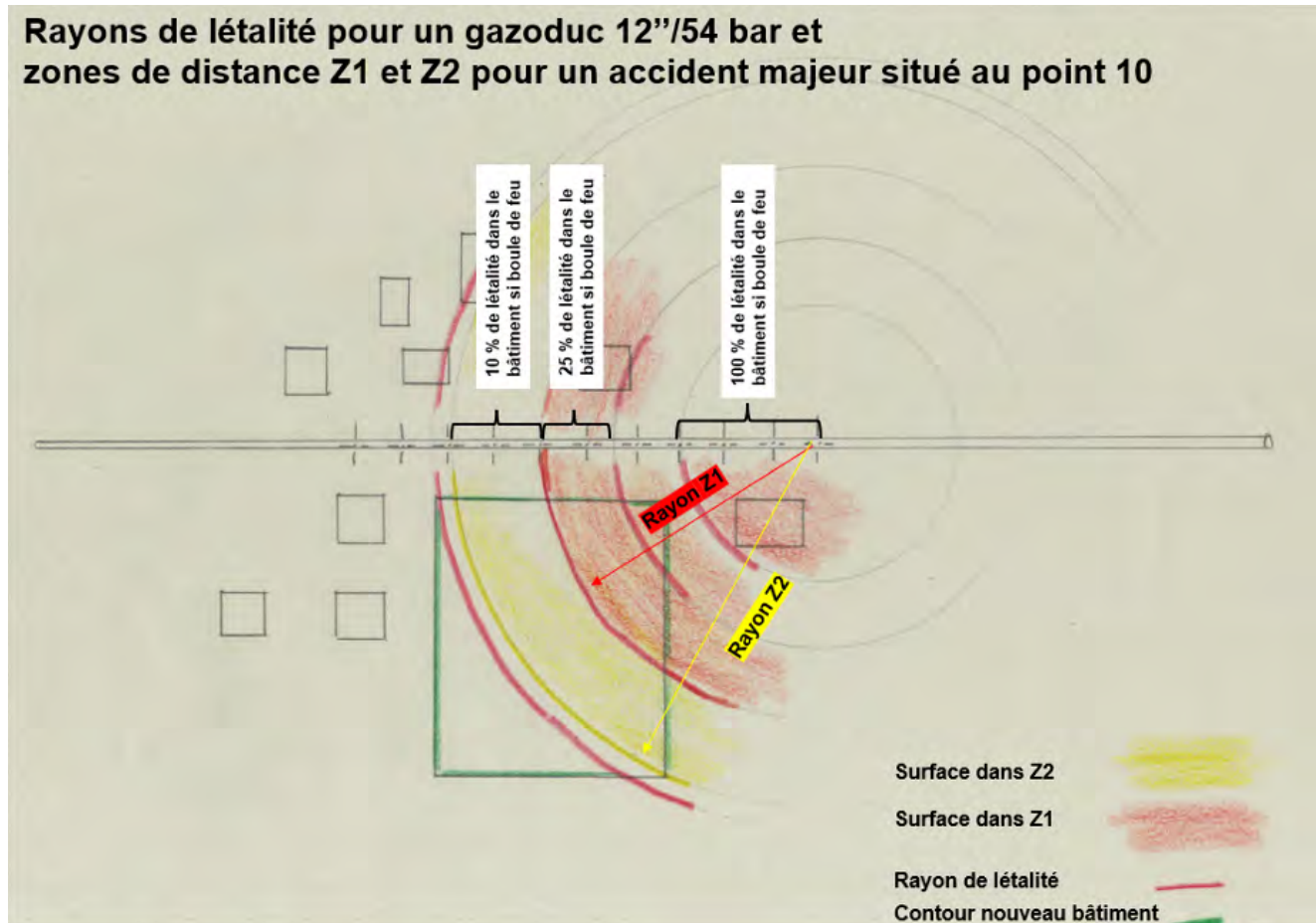
Cette annexe s'appuie sur un exemple fictif dans le voisinage d'un gazoduc à haute pression de 12 pouces avec une pression de 54 bar pour montrer comment appliquer les facteurs de correction du chapitre 4 de la présente publication, par exemple pour les appréciations des risques selon le Rapport-cadre de l'estimation de l'ampleur des dommages et de l'étude de risque standardisées (2010).

La figure qui suit est une vue d'ensemble de la situation hypothétique présumée, à savoir une zone à bâtir existante sans coordination préalable en vertu de l'art. 11a OPAM :



Ci-après, une sélection de rayons de létalité sont représentés pour une boule de feu sur un gazoduc à haute pression de 12 pouces avec une pression de 54 bar d'après le rapport-cadre. Les deux illustrations comprennent également les zones de distance Z1 (en rouge) et Z2 (en jaune) pour deux points où survient un accident majeur (points 1 et 10) selon le chapitre 4 de la présente publication :







Pour les usagers du nouveau bâtiment (renforcé par des MPB), les létalités découlant du rapport-cadre peuvent être adaptées conformément au chapitre 4 de la présente publication selon les tableaux ci-après, dont les valeurs diffèrent selon les scénarios.

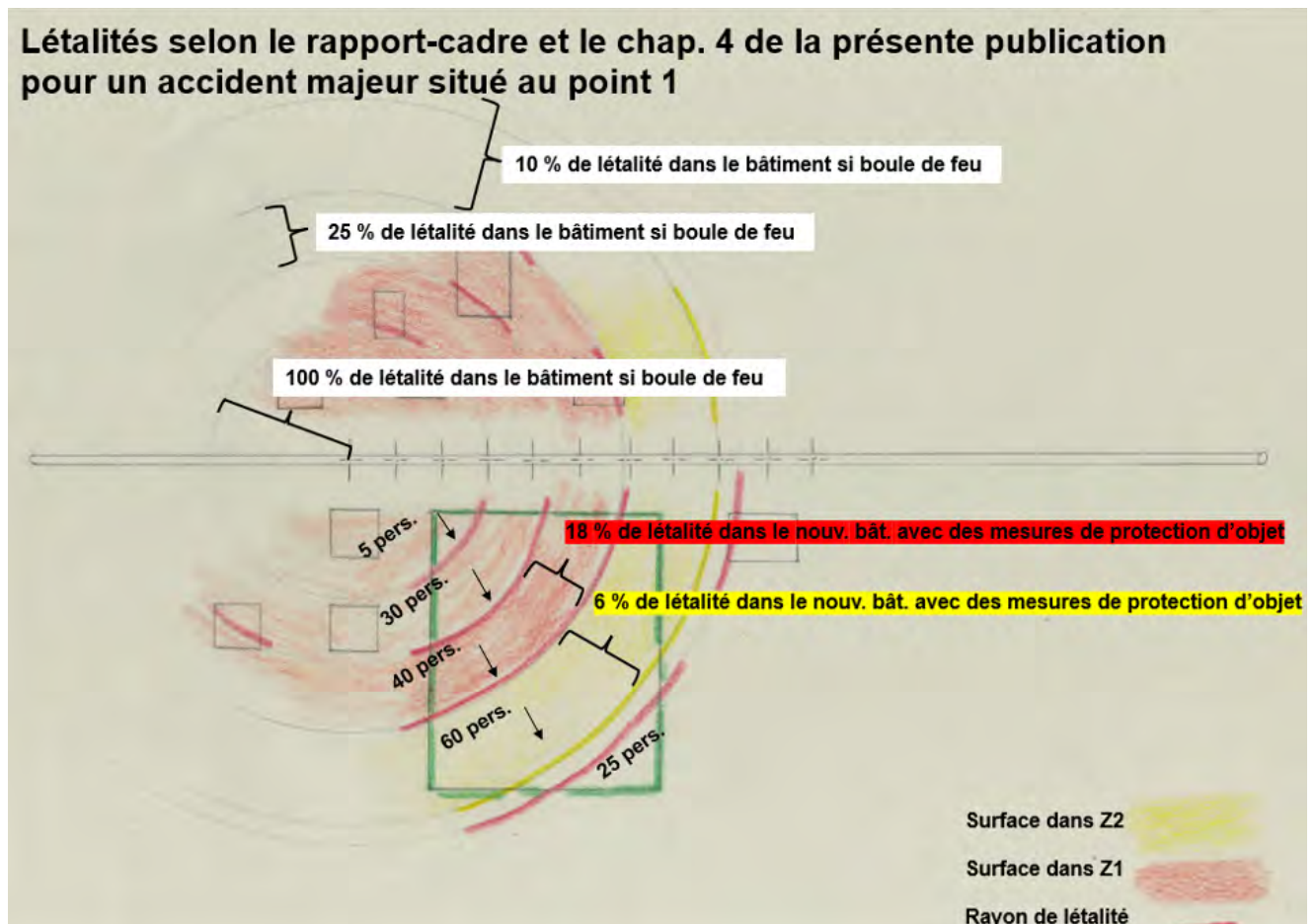
Tab. 3 : Létalité dans un bâtiment protégé par des MPB – Scénario de type « feu de torche »

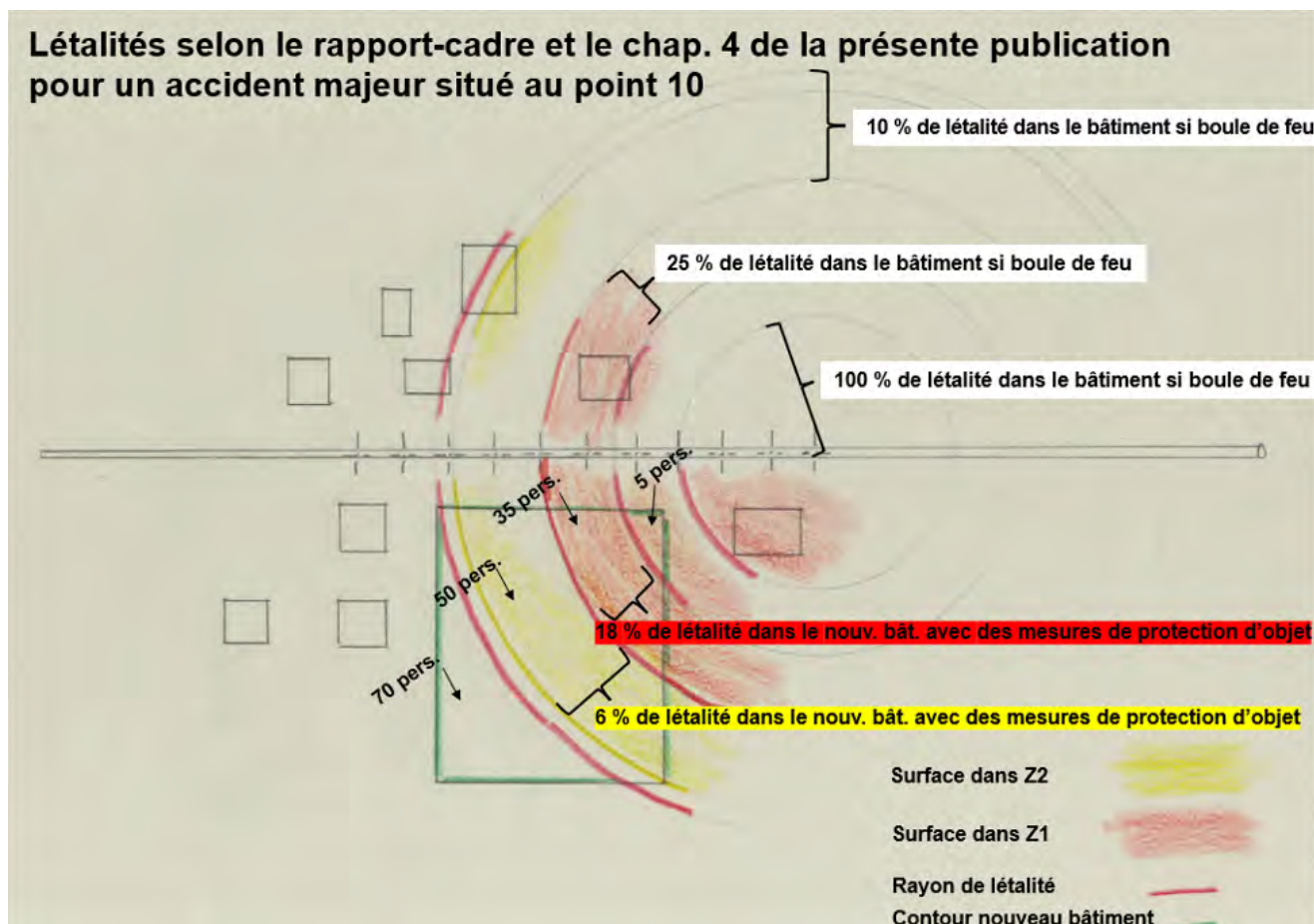
Distance [m]	Létalité selon le rapport-cadre [%]	Létalité selon le rapport-cadre et correction selon le chap.4 de la présente publication [%]	Z1 et Z2 [m]
0-15	100	$100 \times 0,2 = 20$	0-60
15-30	75	$75 \times 0,2 = 15$	
30-35	35	$35 \times 0,2 = 7$	
35-45	10	$10 \times 0,2 = 2$	
45-60	5	$5 \times 0,2 = 1$	
> 60	0	$0 \times 0,0 = 0$	60-80

Tab. 4 : Létalité dans un bâtiment protégé par des MPB – Scénario de type « boule de feu »

Distance [m]	Létalité selon le rapport-cadre [%]	Létalité selon le rapport-cadre et correction selon le chap.4 de la présente publication [%]	Z1 et Z2 [m]
0-30	100	$100 \times 0,7 = 70$	0-60
30-35	95	$95 \times 0,7 = 67$	
35-40	80	$80 \times 0,7 = 56$	
40-45	45	$45 \times 0,7 = 32$	
45-60	25	$25 \times 0,7 = 18$	
60-80	10	$10 \times 0,6 = 6$	60-80
80-85	10	$10 \times 0,6 = 6$	

Il est ainsi possible de tenir compte dans l'appréciation des risques, pour chaque scénario, des segments circulaires correspondants (et donc les zones du nouveau bâtiment) pour les différents usagers exposés, avec des létalités corrigées des facteurs.





Pour les usagers du nouveau bâtiment qui se trouvent dans la zone entre 80 et 85 m (distance supérieure au rayon Z2, mais létalité selon rapport-cadre inférieure à 10 %), il est judicieux d'intégrer également au calcul la correction de 6 % propre à la zone Z2.

Dans l'outil d'appréciation des risques, qui reprend les létalités du rapport-cadre, il est possible de tenir compte indirectement des effets protecteurs des MPB (et de leur influence sur la létalité dans un bâtiment) en adaptant le nombre de personnes exposées dans le bâtiment. En d'autres termes, il s'agit de corriger le nombre de personnes en appliquant le facteur relatif à l'effet protecteur des MPB (boule de feu : Z1  $f=0,7$  et Z2  $f=0,6$ ). On reprend ensuite le résultat (qui est donc un nombre moins élevé) dans l'appréciation des risques :

Pour les personnes dans les bâtiments protégés par des MPB, on emploiera également la létalité corrigée de 6 % dans le cas du scénario « boule de feu » lorsque les distances sont supérieures à la distance Z2 mais que les personnes se trouvent dans des aires correspondant aux létalités du rapport-cadre.

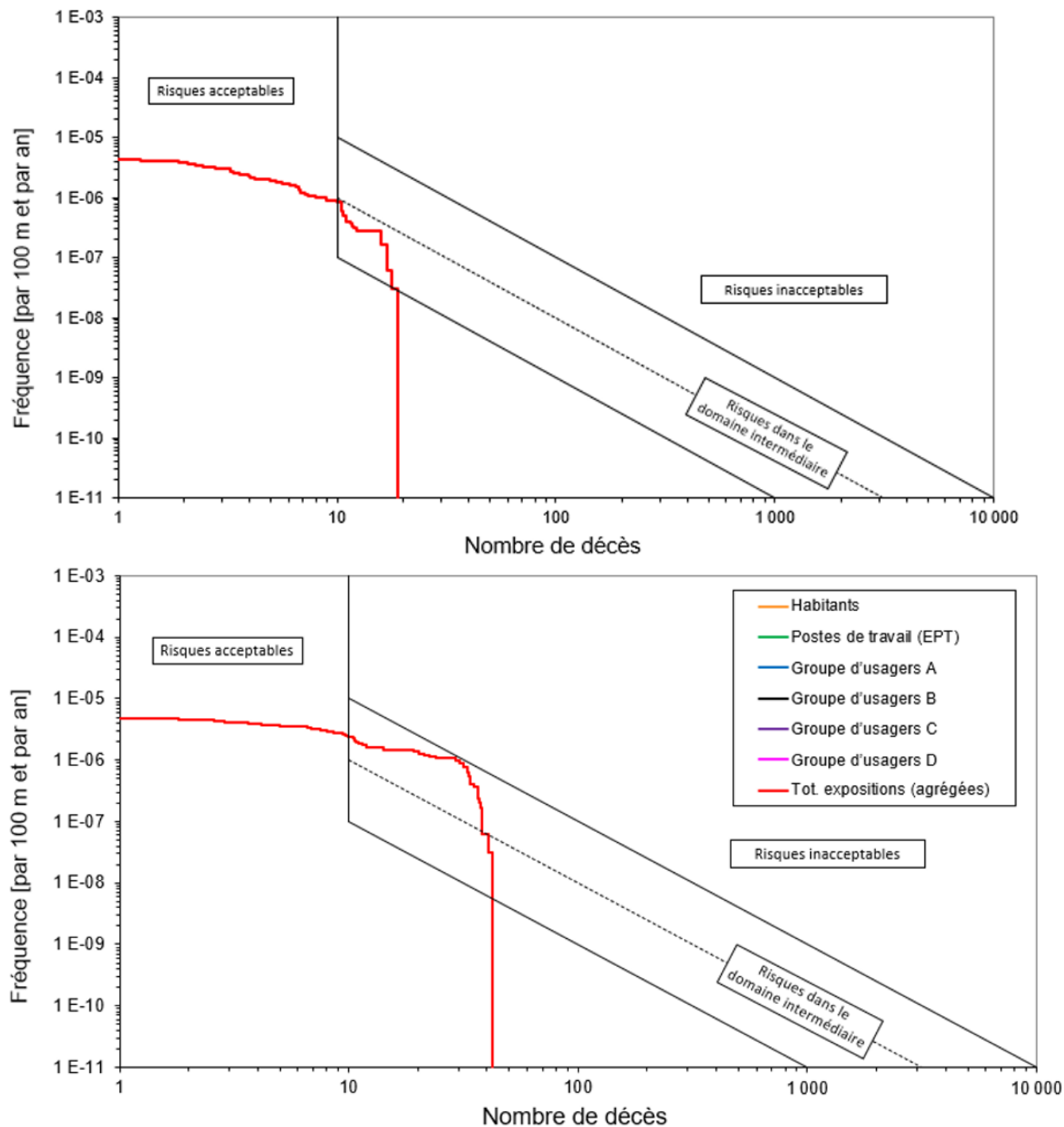
Le diagramme probabilité/conséquence (diagramme PC) ci-après, construit selon les critères d'appréciation de l'OPAM, montre la courbe cumulative du risque pour la situation existante, sans le nouveau bâtiment :

Eingabewerte Tool (Leitungsparameter und Umgebungsmerkmale inkl. Anzahl exponierter Personen pro Letalitätszone (mit konstanter Letalität)

Gruppe	Untergruppe	Nr.	Attributname	Einheit	5 Inputdaten	6 Inputdaten	7 Inputdaten	8 Inputdaten	9 Inputdaten	10 Inputdaten
Daten zur Erdgas Hochdruckleitung		1	ID EGLP	-	Störfallpunkt 1	Störfallpunkt 1				
		2	X	m						
		3	Y	m						
		4	Kanton	n.a. (Text)						
		5	Betreiber	n.a. (Text)						
		6	Druck	bar	55	55				
		7	Durchmesser	mm (ohne Nachkommastellen!)	324	324				
		8	Wandstärke	mm	5,6	5,6				
		9	Baujahr	Zahl	1974	1974				
		10	Streckengrenze	N/mm2	363	363				
		11	Überdeckung	m [nur diskrete Werte zulässig!]	1,5	1,5				
		12	Trassenkontrolle	Text (wöchentlich, alle 2 Wochen)	alle 2 Wochen	wöchentlich				
		13	Druckverteilplatte / Mantelrohr	Text (nein, ja, ja (mit faseropt. Kabel!))	nein	ja				
		14	Naturverfahren	Text (ja, nein)	nein	nein				
		15	Bauzone	Text (ja, nein)	ja	ja				
betrachteter Fall		16	Fallbeispiel	Text (frei)	Bestehende Situation	Neubau mit OSM und Art. 8 StFV Massnahmen				
		17	Leistungsabschnitt	Text (frei)						
		18	Bemerkung 1	Text (frei)						
		19	Bemerkung 2	Text (frei)						
Anzahl Anwohner	Szenario Fackelbrand, im Gebäude	20	AnzP_Woh_FAI_n_Z1	Anzahl Anwohner						
		21	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_100	Anzahl Anwohner						
		22	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_75	Anzahl Anwohner	9.00	10.00				
		23	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_50	Anzahl Anwohner	9.00	14.00				
		24	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_25	Anzahl Anwohner	7.00	35.00				
		25	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_0	Anzahl Anwohner	0.00	0.00				
	Szenario Fackelbrand, im Freien	26	AnzP_Woh_FAI_n_Z1	Anzahl Anwohner						
		27	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_100	Anzahl Anwohner						
		28	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_75	Anzahl Anwohner	3.00	19.00				
		29	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_50	Anzahl Anwohner						
		30	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_25	Anzahl Anwohner						
		31	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_0	Anzahl Anwohner						
	Szenario Feuerball, im Gebäude	32	AnzP_Woh_FAI_n_Z1	Anzahl Anwohner						
		33	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_100	Anzahl Anwohner						
		34	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_75	Anzahl Anwohner	9.00	12.00				
		35	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_50	Anzahl Anwohner	3.00	24.00				
		36	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_25	Anzahl Anwohner	13.00	41.00				
		37	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_0	Anzahl Anwohner		36.00				
	Szenario Feuerball, im Freien	38	AnzP_Woh_FAI_n_Z1	Anzahl Anwohner						
		39	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_100	Anzahl Anwohner	3.00	19.00				
		40	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_75	Anzahl Anwohner						
		41	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_50	Anzahl Anwohner						
		42	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_25	Anzahl Anwohner						
		43	AnzP_Woh_FAI_n_Z1_0	Anzahl Anwohner						



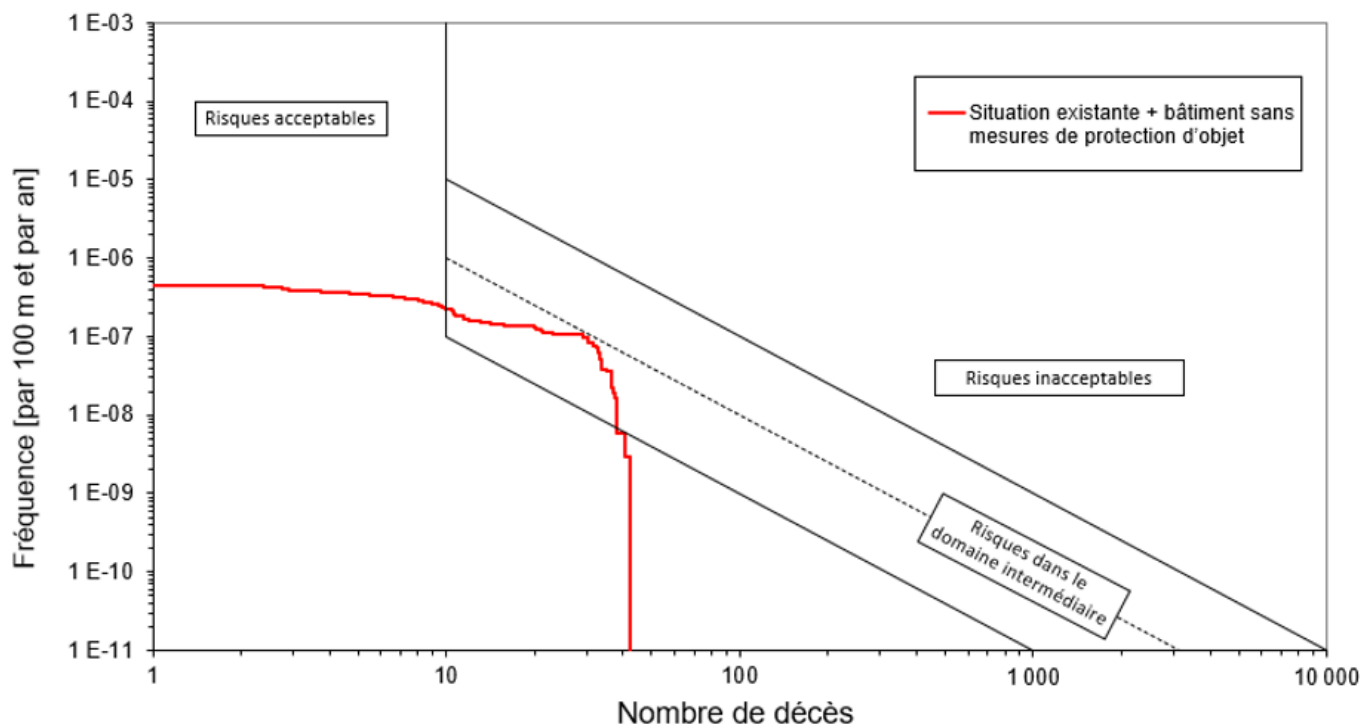
Exemple d'adaptation du nombre de personnes exposées dans le bâtiment (existant et nouvelle construction) pour le scénario boule de feu (cf. tableau des létalités pour le scénario boule de feu) :  
 3 habitants aujourd'hui + (30\*0,7 nouveaux habitants à l'avenir) = 24 habitants à l'avenir au total



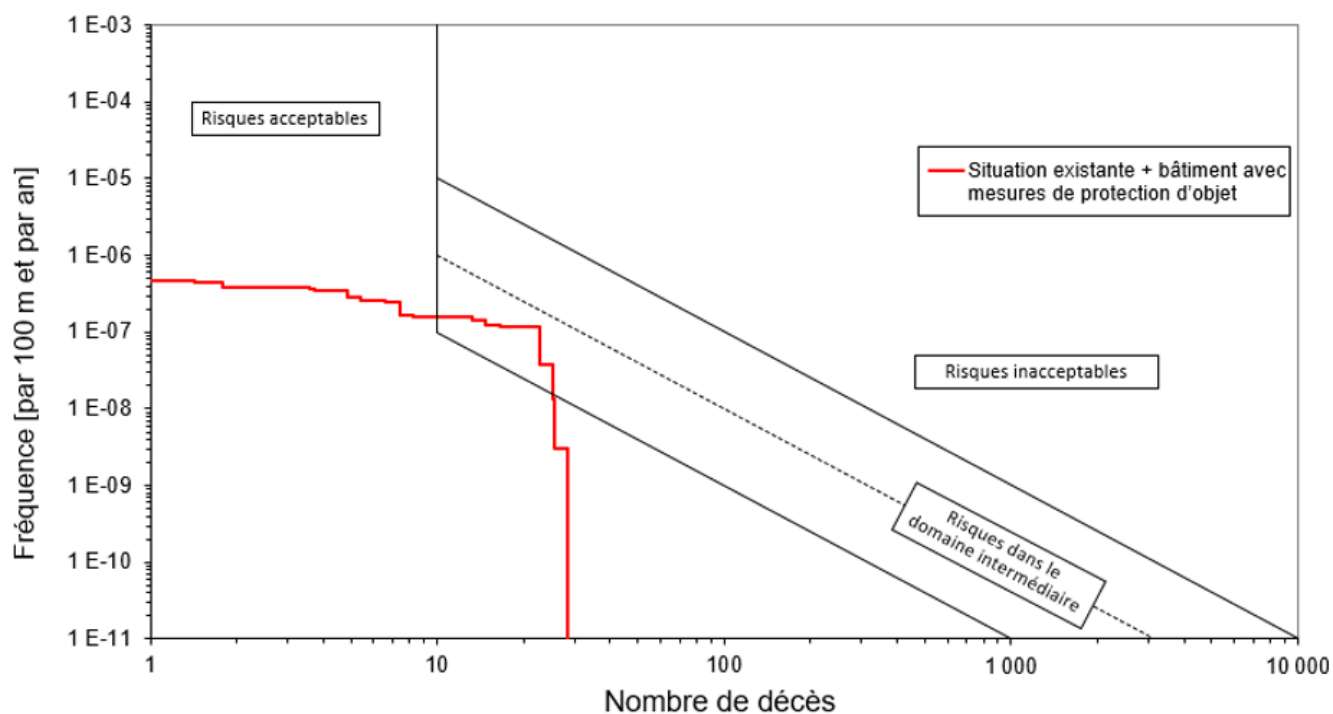
Pour cette procédure d'autorisation de construire sans coordination préalable selon l'art. 11a OPAM, une fois que le nouveau bâtiment prévu est pris en compte, la courbe cumulative du risque s'approche du domaine dans lequel les risques sont inacceptables. Une telle courbe cumulative serait jugée inacceptable par les autorités d'exécution. Il faudrait ainsi réfléchir à adopter des mesures de sécurité supplémentaires conformément à l'art. 8 OPAM. Il conviendrait également d'examiner quelles sont les possibilités de mettre en œuvre des MPB adéquates.

Courbe cumulative du risque pour la situation existante, nouveau bâtiment compris, sans les mesures de sécurité prévues à l'art. 8 OPAM ni les MPB.





Courbe cumulative pour la situation existante, nouveau bâtiment et mesures de sécurité comprises (intégration de plaques de protection et contrôle hebdomadaire du tracé ; art. 8 OPAM), mais sans MPB :



Dans cette situation, il est donc possible de ramener les risques dans la partie inférieure du domaine intermédiaire grâce à des plaques de protection, le contrôle du tracé et des MPB. Une telle courbe cumulative pourrait être jugée acceptable par les autorités d'exécution. Les MPB du chapitre 3 de la présente publication devraient si possibles être adoptées pour le nouveau bâtiment.