

Guide de prise en compte des risques technologiques dans la conception des logements neufs



Table des matières

1	Domaine d'application et destination du guide.....	5
1.1	Effets des PPRT sur les projets de logements.....	5
1.2	Domaine d'application.....	6
1.3	Objectif et destination du guide.....	7
2	Cadre réglementaire.....	8
2.1	Notion de projet de logement.....	8
2.2	Les études préalables.....	8
2.3	L'attestation d'étude préalable.....	9
2.4	Compatibilité des prescriptions du PPRT avec les autres réglementations applicables au domaine de la construction.....	9
3	Les différents types d'effets et leurs conséquences.....	10
3.1	L'effet thermique.....	10
3.2	L'effet de surpression.....	10
3.3	L'effet toxique.....	11
4	La démarche de prise en compte des dispositions du PPRT dans un projet.....	12
5	Identification des prescriptions : la lecture du PPRT.....	13
5.1	Identifier la zone réglementaire du PPRT où est situé le projet.....	13
5.2	Déterminer si le règlement de cette zone autorise la réalisation du projet.....	13
5.3	Identifier les prescriptions applicables au projet.....	15
6	Prise en compte des prescriptions du PPRT dans la conception du projet.....	18
6.1	Implantation du bâtiment.....	19
6.2	Volumétrie du bâtiment.....	20
6.3	Orientation du bâtiment.....	21
6.4	Aménagement fonctionnel et organisationnel du bâtiment.....	22
7	Prise en compte de l'effet thermique continu dans la conception d'un logement neuf.....	25
7.1	Principe de protection.....	25
7.2	La démarche.....	25
7.3	Données d'entrée.....	25
7.4	Dispositions constructives pour l'enveloppe du bâtiment.....	27
8	Prise en compte des effets thermiques transitoires dans la conception d'un logement neuf.....	32
8.1	Principe de protection.....	32
8.2	La démarche.....	32
8.3	Données d'entrée.....	32
8.4	Dispositions constructives.....	34
9	Prise en compte de l'effet de surpression dans la conception de logement neuf.....	36
9.1	Principe de protection.....	36
9.2	La démarche.....	36
9.3	Données d'entrée.....	36
9.4	Dispositions constructives.....	39
10	Prise en compte de l'effet toxique dans la conception d'un logement neuf.....	62
10.1	Principe de protection.....	62
10.2	La démarche.....	63
10.3	Détermination de la pièce de confinement.....	63
10.4	Conception des dispositifs de ventilation et de ceux entraînant des flux d'air volontaires dans tout le bâtiment.....	65
10.5	L'objectif de perméabilité à l'air des pièces de confinement.....	69
10.6	Conception constructive de la pièce de confinement.....	74

10.7 Spécificités des logements collectifs.....	76
10.8 Dispositions complémentaires.....	78
10.9 Cas particuliers des projets portant sur un bâtiment existant ou comportant des locaux non résidentiels.....	80

ANNEXES

Annexe 1 : Exemple d'attestation d'étude préalable pour des projets situés dans le périmètre d'un PPRT...82	82
Annexe 2 : Épaisseurs des murs pour la protection des personnes face à un effet thermique continu.....83	83
Annexe 3 : Réaction au feu des matériaux de construction courants.....84	84
Annexe 4 : Mesures comportementales pour se protéger de l'effet thermique continu.....92	92
Annexe 5 : Orientation – effet de surpression.....94	94
Annexe 6 : Préconisations relatives à la tenue des éléments non structuraux face à un effet de surpression.....99	99
Annexe 7 : Abaques de détermination de l'objectif de perméabilité à l'air de la pièce de confinement.....101	101
Annexe 8 : Mesures d'usage du dispositif de confinement.....121	121
Annexe 9 : Précisions sur le mode opératoire et le rapport d'essai de la mesure de la perméabilité à l'air des locaux de confinement – effet toxique.....127	127

1 Domaine d'application et destination du guide

1.1 Effets des PPRT sur les projets de logements

La loi n°2003-699 du 30 juillet 2003, relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages, a introduit les **Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT)** pour les sites classés Seveso Seuil Haut d'après la directive européenne Seveso 2, qui ont pour objectif de protéger les populations des risques industriels par une maîtrise de l'urbanisation autour des sites à risques et par la réduction de la vulnérabilité des enjeux existants exposés.

Les PPRT sont définis dans le code de l'environnement aux articles L.515-15 à L.515-26 et R515-39 à R515-50.

Après une phase de réduction des risques à la source financée par l'industriel, les PPRT identifient les aléas technologiques auxquels est exposé le territoire en caractérisant les phénomènes dangereux potentiels sortant de l'emprise du site, en intensité, en probabilité d'occurrence, en gravité vis-à-vis de leurs effets sur les populations à proximité. Ceci se traduit, pour la maîtrise de l'urbanisation, par une retranscription des niveaux des aléas sous forme de carte (croisement des intensités des effets avec les probabilités des phénomènes dangereux) ensuite superposée aux enjeux. L'ensemble de ces données sont approuvées par les pouvoirs publics dans les PPRT et des mesures de protection des populations sont prescrites en conséquences par arrêtés. Il peut s'agir de restrictions de l'urbanisation future et de prescriptions constructives autour du site industriel, de travaux de renforcement des logements riverains existants, voire de mesures foncières (expropriation et délaissement) dans les secteurs les plus exposés au risque.

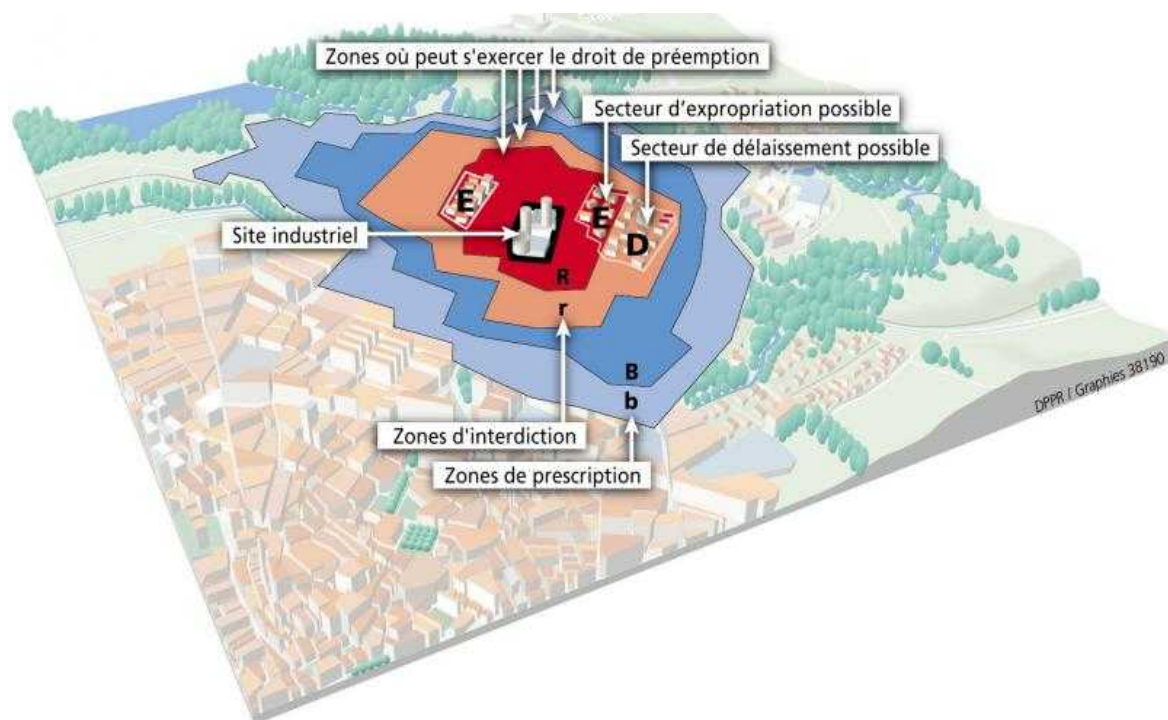


Illustration 1 : Principes de maîtrise de l'urbanisation d'un PPRT

Le PPRT est constitué notamment d'un plan de zonage réglementaire et d'un règlement. Une fois approuvé par le préfet, il vaut servitude d'utilité publique et est annexé au document d'urbanisme de la commune (PLU, PLUi, carte communale).

Pour les projets de logements, le PPRT peut prescrire des interdictions de construire ou les autoriser sous réserve de respecter des règles d'urbanisme (destination du bâtiment, dimensions, hauteur, ouvertures, type de toitures...) **et des règles de construction** permettant d'assurer la protection des occupants de ces biens pour un ou plusieurs effets. Les objectifs de performance à atteindre pour chacun de ces effets sont précisés dans le règlement du PPRT.

Les types d'effets pour lesquels les PPRT peuvent comporter des prescriptions sont :

- les effets thermiques (continus et transitoires) ;
- l'effet de surpression ;
- l'effet toxique.

1.2 Domaine d'application

Le présent guide s'applique pour la conception de logements neufs au regard des aléas technologiques auxquels ils peuvent être exposés (effet de surpression, effets thermiques et effet toxique) compte tenu de leur coexistence avec des sites industriels à hauts risques (classés Seveso seuil haut).

Il s'applique **prioritairement pour les projets de maisons individuelles neuves**.

Il peut également s'appliquer aux autres projets suivants :

- construction de bâtiments collectifs d'habitation ;
- extension de maisons individuelles et de bâtiments collectifs d'habitation existants ;
- construction de bâtiments non résidentiels dont la typologie constructive est similaire à une maison individuelle pour les seuls effets surpression et thermique ;
- construction de logements neufs destinés à l'habitation compris dans un projet de construction de bâtiment non résidentiel (type « logement de fonction » ou « de gardiennage ») pour le seul effet toxique.

Le présent guide n'est pas applicable :

- aux projets de bâtiments d'habitation de construction non standard (habitations légères, démontables, mobile-homes...) ;
- pour les effets surpression et thermique :
 - aux projets de bâtiments à ossature en bois ;
- pour l'effet de surpression :
 - aux projets de bâtiments de structure métallique¹ ;
 - aux bâtiments de type $\geq R+4$ ou dont la hauteur par étage est supérieur à 4 m ;
- pour l'effet toxique :
 - aux locaux et parties éventuelles de constructions nouvelles non destinées à l'habitation (par exemple : bureaux ou activité commerciale) ;
 - aux bâtiments de résidence à caractère non familial (ex : foyers-résidences étudiants ou maisons de retraite) ;
- à la réduction de la vulnérabilité des constructions et logements existants².

Pour les questions spécifiques et les difficultés d'application qui pourraient se présenter, le ministère en charge de la prévention des risques met à la disposition des professionnels du bâtiment une assistance technique à l'adresse mail suivante : travaux-pprt@developpement-durable.gouv.fr.

1 Pour les bâtiments à ossature métallique, se référer au « Guide pratique de conception d'un bâtiment en acier à usage industriel implanté en zone 20-50 mbar d'un PPRT » dit « Guide BATIRSÚR » disponible sur le site national PPRT : <https://aida.ineris.fr/node/213>

2 Pour les logements existants, se référer au « Guide de diagnostic de la vulnérabilité de l'habitat existant face aux risques technologiques » disponible sur le site national PPRT : <https://aida.ineris.fr/node/210>

1.3 Objectif et destination du guide

Le présent guide a pour objectif d'apporter les éléments nécessaires afin de **faciliter la prise en compte des prescriptions des PPRT dans la conception des logements neufs**, c'est-à-dire :

- l'identification de la zone réglementaire du PPRT où est situé le projet de construction neuve pour déterminer si le règlement de cette zone autorise l'implantation du projet ;
- pour les projets autorisés, l'identification des prescriptions fixées par le règlement du PPRT s'appliquant au projet et la traduction de celles-ci en matière d'implantation, d'orientation, d'aménagement fonctionnel et de dispositions constructives.

Le guide est destiné en premier lieu aux architectes, maîtres d'œuvre et constructeurs de maisons individuelles.

Il permet de leur fournir les éléments nécessaires à la réalisation des études préalables prescrites par les PPRT pour les constructions neuves sans nécessiter le recours systématique à un bureau d'études spécialisé.

D'une manière générale, le guide peut également intéresser tous les acteurs intervenant dans la conception et la maîtrise d'œuvre d'un projet de logement neuf.

Le guide est une proposition de dispositions constructives à suivre pour respecter les prescriptions des PPRT. Le respect des dispositions du guide permet de justifier le respect du règlement du PPRT et d'optimiser la protection des personnes.

Il présente notamment des dispositions constructives optimales pour assurer la sécurité des personnes.

D'autres solutions techniques peuvent permettre de respecter le règlement du PPRT et d'assurer la protection des personnes. Elles devront faire l'objet d'une justification au cas par cas dans l'étude préalable.

Rappel : L'objectif des prescriptions des PPRT est de protéger les personnes.

Les solutions techniques à retenir n'ont donc pas pour objectif de garantir l'intégrité du bâti en cas d'accident. Il s'agit de mesures techniques sur le bâti qui permettent de protéger les populations en limitant les conséquences sur les personnes d'une dégradation du bâtiment (effondrement ou projection de débris).

2 Cadre réglementaire

2.1 Notion de projet de logement

Par la notion de projet de logement s'entend **toute réalisation de nouveaux logements n'existant pas à la date d'approbation du PPRT ainsi que l'extension des logements existants.**

Il peut s'agir :

1. de construction d'une maison individuelle neuve ;
2. de construction d'un bâtiment collectif d'habitation neuf ;
3. de construction d'un logement destiné à l'habitation compris dans un bâtiment non résidentiel (type « logement de fonction » ou « de gardiennage ») ;
4. de l'extension ou la surélévation d'une maison individuelle ou d'un bâtiment collectif d'habitation, existants à la date d'approbation du PPRT, pour la création ou l'agrandissement de logements ;
5. de la création d'un logement individuel nouveau dans un bâtiment résidentiel existant sans agrandissement du bâtiment ;
6. du changement de destination de tout ou partie d'un bâtiment non résidentiel existant en logement d'habitation.

Le présent guide traite principalement des cas 1 et 2 où des nouveaux bâtiments résidentiels sont construits. Il peut aussi s'appliquer aux cas 3 et 4 en fonction de la configuration des bâtiments (voir le domaine d'application du guide au 1.2).

Il ne traite pas des cas 5 et 6 où des logements sont créés sans nouvelle construction ou agrandissement des bâtiments existants. Pour ces cas, on pourra s'appuyer sur les méthodes et les mesures techniques comprises dans le « Guide de réalisation des diagnostics de la vulnérabilité de l'habitat existant face aux risques technologiques » et le « Référentiel de travaux de prévention des risques technologiques dans l'habitat existant »³.

2.2 Les études préalables

Toute construction nouvelle, dont les nouveaux logements, doit respecter les prescriptions du PPRT relatives aux projets. Les maîtres d'ouvrage, architectes, maîtres d'œuvre et concepteurs doivent ainsi prendre en compte dans l'élaboration des projets les règles d'urbanisme et les règles de construction prescrites.

Le règlement du PPRT peut prescrire la réalisation d'une étude préalable selon l'usage des bâtiments projetés. Pour la réalisation de logements neufs, dans la plupart des cas, l'étude préalable est prescrite par le PPRT.

Ces études sont des études de projet. **Elles doivent permettre de définir les conditions de réalisation des projets, nécessaires à la protection des personnes et à l'atteinte des objectifs de performance fixés au PPRT** pour les effets auxquels ils sont soumis (dimensionnements des structures, définitions des équipements techniques, matériaux, moyens, conditions de leurs mises en œuvre...). Les constructions projetées doivent ensuite, en phase de réalisation, respecter ces conditions.

Il appartient aux maîtres d'ouvrage, architectes, maîtres d'œuvre et concepteurs de faire mener, ou mener eux-mêmes, ces « études préalables ».

3 Documents disponibles sur le site national PPRT : <https://aida.ineris.fr/node/205>

2.3 L'attestation d'étude préalable

Lorsque le PPRT prescrit la réalisation d'une étude préalable à l'exécution des projets, le code de l'urbanisme⁴ stipule que **les dossiers joints à demande de permis de construire doivent comporter une attestation certifiant la réalisation de l'étude préalable** et constatant que le projet prend en compte les conditions de réalisation et d'utilisation qu'elle a déterminées au stade de la conception.

Cette attestation est établie par l'architecte du projet ou par un expert. Il n'existe pas d'agrément de prestataires pour la réalisation de ce type d'étude. L'étude préalable peut être réalisée par l'architecte lui-même ou le maître d'œuvre du projet, ou par un bureau d'étude mandaté. Le maître d'ouvrage est libre de recourir à toute personne ou organisme qu'il estime compétent et posséder l'expertise nécessaire dans le domaine.

Un exemple d'attestation est proposé en Annexe 1.

2.4 Compatibilité des prescriptions du PPRT avec les autres réglementations applicables au domaine de la construction

Le respect des prescriptions du règlement du PPRT ne dispense pas du respect des autres réglementations applicables à la construction de logements (réglementation thermique, ventilation, acoustique, sismique, incendie, accessibilité...).

Les solutions techniques proposées dans le présent guide sont compatibles avec les principales réglementations applicables à sa date de rédaction.

Cas particulier de la Réglementation Thermique 2012 (RT2012) :

Les prescriptions techniques permettant la protection des personnes sont compatibles avec la RT2012 et peuvent même présenter des synergies avec le respect de cette réglementation notamment dans le cas des effets thermique et toxique.

Les prescriptions techniques proposées pour atteindre les objectifs prescrits par le PPRT sont bien souvent inférieures ou identiques aux exigences réglementaires de la RT2012. Néanmoins dans certains cas, la mise en œuvre de certaines solutions techniques pourra être limitée par le respect du règlement du PPRT.

Lorsque des prescriptions techniques permettant la protection des personnes recoupent des prescriptions techniques de la RT2012, elles sont repérées par un logo qui renvoie à une note de bas de page explicative :



4 Article R.431-16 (f) du code de l'urbanisme

3 Les différents types d'effets et leurs conséquences

3.1 L'effet thermique



3.1.1 Caractéristiques de l'effet thermique

L'effet thermique est généré par le rayonnement thermique d'un incendie ou d'une explosion. Il est qualifié de continu pour des phénomènes durant plus de 2 minutes (feux de nappe, feux de solides, jets enflammés) et de transitoire pour des phénomènes durant moins de 2 minutes (boules de feu, feux de nuage).

L'effet thermique continu se traduit par un flux thermique exprimé en kW/m^2 et l'effet thermique transitoire par une dose thermique exprimée en $(\text{kW/m}^2)^{4/3} \cdot \text{s}$.

3 seuils réglementaires formant 3 zones d'intensité sont distingués :

- pour l'effet thermique continu :
 - 3 à 5 kW/m^2 ;
 - 5 à 8 kW/m^2 ;
 - > 8 kW/m^2 .
- pour l'effet thermique transitoire :
 - 600 à 1000 $(\text{kW/m}^2)^{4/3} \cdot \text{s}$;
 - 1000 à 1800 $(\text{kW/m}^2)^{4/3} \cdot \text{s}$;
 - > 1800 $(\text{kW/m}^2)^{4/3} \cdot \text{s}$.

À titre indicatif, le rayonnement solaire à midi en été et sous l'équateur correspond à un flux thermique de 1 kW/m^2 et le seuil des brûlures au 1^{er} degré correspond à une dose thermique de 100 $(\text{kW/m}^2)^{4/3} \cdot \text{s}$.

Pour l'effet thermique transitoire de type feu de nuage, les zones d'intensités sont parfois distinguées ainsi :

- SEI⁵-SEL⁶ : zone des effets irréversibles correspondant à une intensité de 600 à 1000 $(\text{kW/m}^2)^{4/3} \cdot \text{s}$;
- > SEL-SELS⁷ : zone des effets létaux correspondant à une intensité de 1000 à 1800 $(\text{kW/m}^2)^{4/3} \cdot \text{s}$.

3.1.2 Conséquences sur les personnes et les bâtiments

Une exposition des personnes aux effets thermiques peut conduire à des coups de chaleur (hyperthermie), des brûlures de la peau et des voies respiratoires pouvant provoquer des effets létaux sur ces personnes.

Sous l'effet de la chaleur, la température à l'intérieur du bâtiment d'habitation peut atteindre des niveaux critiques, les fenêtres peuvent se dégrader, les vitrages casser, un incendie peut se propager à l'intérieur du bâtiment.

Un bâtiment correctement dimensionné peut apporter une protection à ses occupants vis-à-vis de ces effets thermiques.

3.2 L'effet de surpression



3.2.1 Caractéristiques de l'effet de surpression

L'effet de surpression est généré par le souffle d'une explosion. Cet effet est caractérisé par son intensité exprimée en mbar.

4 seuils réglementaires formant 4 zones d'intensité sont distingués :

- 20 à 50 mbar ;
- 50 à 140 mbar ;
- 140 à 200 mbar ;
- > 200 mbar.

En complément de l'intensité, ces zones réglementaires sont précisées par le type d'onde générée (déflagration ou onde de choc⁸) et par sa durée. Enfin, l'orientation du bâtiment par rapport à l'origine de l'explosion est également importante.

5 Seuil des effets irréversibles

6 Seuil des effets létaux

7 Seuil des effets létaux significatifs

8 Appelée parfois « détonation »

À titre indicatif, une surpression de 2 à 3 mbar correspond au “bang” supersonique lorsque le mur du son est franchi par un avion.

3.2.2 Conséquences sur les personnes et les bâtiments

Les effets de surpression dépendent de la zone d'intensité dans laquelle se trouve l'habitation.

Ces effets sont principalement indirects, causés par la projection de débris des fenêtres et des vitres ou l'effondrement d'une partie de la structure.

Dans les zones d'intensités élevées (> 200 mbar), les effets peuvent être directs et provoquer des lésions aux tympans et aux poumons.

Un bâtiment correctement dimensionné peut apporter une protection à ses occupants vis-à-vis de ces effets de surpression.

3.3 L'effet toxique



3.3.1 Caractéristiques de l'effet toxique

L'effet toxique est la conséquence du rejet accidentel de produit polluant sous forme de nuage gazeux suite, par exemple, à une rupture de tuyauterie, à la destruction de réservoir de stockage ou à un incendie. Il ne peut pas être qualifié indépendamment de la substance dispersée, car les différents produits n'ont pas tous les mêmes effets, à concentration égale, sur l'être humain.

L'effet toxique est caractérisé par un taux d'atténuation dépendant des produits concernés. Ce taux représente l'objectif de diminution de la concentration du nuage en substances toxiques entre l'environnement extérieur et l'intérieur des bâtiments afin que les personnes ne soient pas exposées à des effets irréversibles, pendant une durée maximum de 2 heures.

Pour les bâtiments d'habitation, les PPRT traduisent cet objectif de diminution par un objectif de perméabilité à l'air maximal des locaux de confinement, noté « n_{50} », exprimé en vol/h.

À titre indicatif, pour un local de 25 m³, pouvant correspondre à une pièce de 10 m² environ, une perméabilité à l'air n_{50} de 0,6 vol/h correspond à un trou unique équivalent dans la paroi de la taille d'une pièce de 2 €, et une perméabilité à l'air n_{50} de 8 vol/h correspond à un trou unique proche de la taille d'un billet de 5 €.

3.3.2 Conséquences sur les personnes et les bâtiments

Un nuage toxique rejeté dans l'atmosphère peut s'étendre et se déplacer avec l'air suivant les conditions météorologiques. Il aura un effet sur l'individu s'il atteint la zone ou l'environnement où il se trouve. Le nuage toxique pénètre dans les bâtiments sous l'effet notamment du vent et de l'action de la ventilation des bâtiments, par toutes les ouvertures et les défauts d'étanchéité des constructions.

Les effets du nuage toxique sur l'être humain dépendent de la toxicité des produits émis, de leur concentration dans l'air et de la durée pendant laquelle la personne y est exposée.

Un effet toxique ne produit pas en lui-même d'altération aux bâtiments. Il peut néanmoins se produire de façon concomitante avec un autre effet (thermique ou de surpression), soit simultanément, soit par effet domino. Dans ce cas, les bâtiments peuvent être affectés et les mesures de protection vis-à-vis des effets toxiques doivent en tenir compte.

4 La démarche de prise en compte des dispositions du PPRT dans un projet

Préalablement à la prise en compte des dispositions du PPRT, il est utile de s'assurer que le document d'urbanisme applicable à la commune (PLU, PLUi) autorise ce projet.

Les projets autorisés par le document d'urbanisme applicable peuvent néanmoins être interdits par le PPRT ou n'être autorisés que sous réserve de prescriptions pouvant porter sur :

- des règles d'urbanisme complémentaires portant sur l'implantation, des limitations de surface de plancher, de hauteur, de surfaces vitrées, de pentes de toiture... ;
- des règles de construction ;
- des conditions d'exploitation ou d'utilisation.

La démarche de prise en compte des dispositions du PPRT dans la conception d'un projet comporte plusieurs étapes successives :

1. Identifier la zone réglementaire du PPRT où est situé le projet ;
2. Déterminer si le règlement de cette zone autorise la réalisation du projet, notamment en fonction de la destination des constructions envisagées ;
3. Si le projet peut être autorisé, identifier les prescriptions qui s'appliquent à la zone du projet ;
4. Prendre en compte ces prescriptions dans la conception du projet.

Il est important d'identifier les prescriptions du PPRT dès le début de la conception du projet. En effet, leur prise en compte dès le début de l'étude permet de limiter fortement les surcoûts qui pourraient apparaître en appliquant a posteriori les prescriptions sur un projet déjà abouti.

Le chapitre 5 du présent guide détaille les étapes 1, 2 et 3, communes aux trois types d'effets. Ces étapes nécessitent la prise de connaissance du PPRT avec la caractérisation des prescriptions qui s'appliquent au projet.

Le chapitre 6 présente la démarche générale de prise en compte des prescriptions du PPRT dans la conception du projet.

Les chapitres suivants détaillent la démarche spécifique à chaque type d'effet :

- chapitre 7 : Effet thermique continu ;
- chapitre 8 : Effets thermiques transitoires (boule de feu et feu de nuage) ;
- chapitre 9 : Effet de surpression ;
- chapitre 10 : Effet toxique.

5 Identification des prescriptions : la lecture du PPRT

5.1 Identifier la zone réglementaire du PPRT où est situé le projet

Le maître d'ouvrage se reportera au **plan de zonage réglementaire** qui est obligatoirement annexé à l'arrêté d'approbation du PPRT. En localisant son projet sur le plan, il pourra identifier la zone de réglementation applicable.

Si le projet est situé à cheval sur plusieurs zones, il est alors nécessaire d'identifier toutes les zones.

Les zones réglementaires sont nommées par une lettre (R, r, B, b) généralement suivie de caractères alphanumériques (exemples : R2a, b001...).

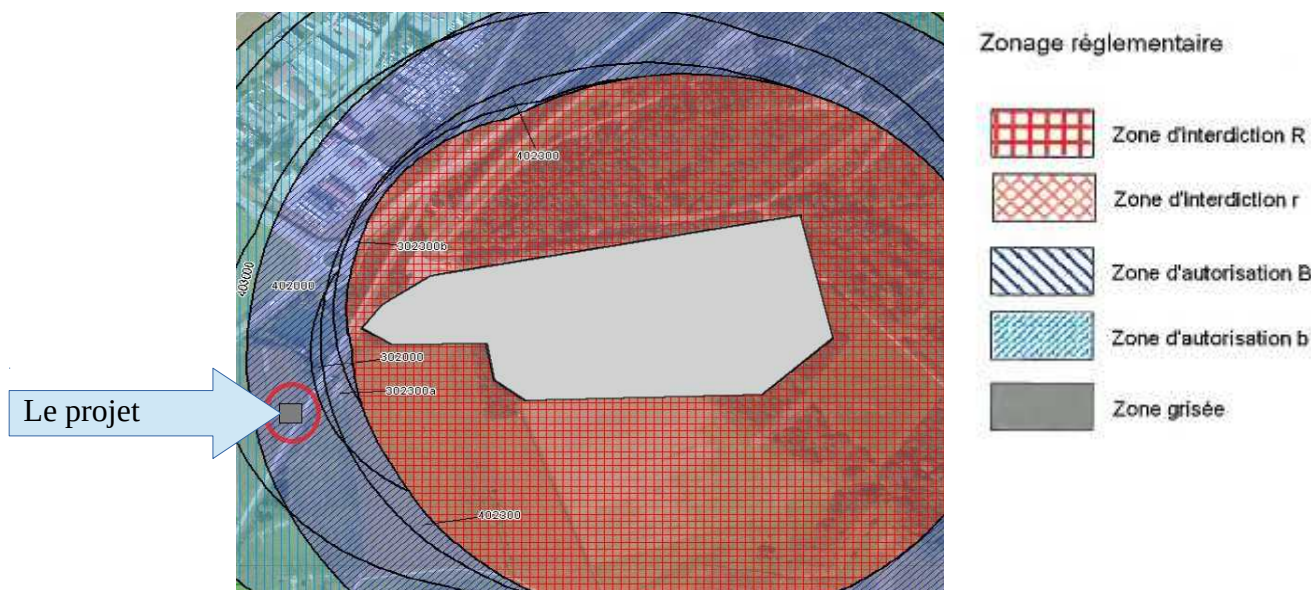


Illustration 2 : Exemple de plan de zonage réglementaire d'un PPRT

Pour les maisons individuelles, la règle générale veut qu'elles soient interdites en zone rouge (R et r), et autorisées en zone bleue (B et b) sous réserves de prescriptions destinées à assurer la protection des personnes.

5.2 Déterminer si le règlement de cette zone autorise la réalisation du projet

Une fois identifiée la zone réglementaire où est situé le projet, le maître d'ouvrage se reportera au **règlement du PPRT** pour déterminer les prescriptions applicables.

Les dispositions relatives aux constructions neuves se trouvent en règle générale au Titre II du règlement : « Réglementation des projets ».

Le maître d'ouvrage identifiera au sein de ce titre les articles du règlement correspondant à la zone d'implantation du projet.

La destination de la zone est généralement précisée. **L'article sur les règles d'urbanisme liste les constructions qui peuvent y être autorisées et celles qui y sont interdites.**

Lorsqu'un projet de bâtiment est situé à cheval sur plusieurs zones réglementaires, ses parties situées sur chacune d'elles doivent être conformes à la destination de leur zone respective et respecter les prescriptions d'urbanisme qui leur sont individuellement applicables.

L'appréciation de la possibilité de réaliser le projet par rapport à sa destination se fait à cette étape. Il sera vérifié si, pour chaque zone d'implantation, les constructions à destination de logements sont autorisées ou non. Il sera également vérifié que les restrictions éventuelles (maisons individuelles, bâtiments collectifs interdits ou limités, seulement les extensions...) sont respectées.

SOMMAIRE

TITRE 1 – Portée du PPRT – Dispositions générales	4
Chapitre 1 : Objet du PPRT	4
Article 1.1.1 – Champ d’application	4
Article 1.1.2 – Portée des dispositions	5
Article 1.1.3 – Principes de réglementation	7
Chapitre 2 : Application et mise en œuvre	8
Article 1.2.1 – Effets du PPRT – Infractions	8
Article 1.2.2 – Révision du PPRT	9
TITRE 2 – Réglementation des projets	10
Chapitre 1 : Préambule	10
Article 2.1.1 – Définition d’un projet	10
Article 2.1.2 – Étude préalable	10
Chapitre 2 : Dispositions applicables à la zone « R »	11
Article 2.2.1 – Destination de la zone	11
Article 2.2.3 – Règles d’urbanisme	12
Article 2.2.3 – Règles de construction	14
Article 2.2.4 – Conditions d’utilisation et d’exploitation	15
Chapitre 3 : Dispositions applicables à la zone « r »	15
Article 2.3.1 – Destination de la zone	16
Article 2.3.3 – Règles d’urbanisme	16
Article 2.3.3 – Règles de construction	17
Article 2.3.4 – Conditions d’utilisation et d’exploitation	18
Chapitre 4 : Dispositions applicables à la zone « B1 »	18
Article 2.4.1 – Destination de la zone	18
Article 2.4.3 – Règles d’urbanisme	20
Article 2.4.3 – Règles de construction	22
Article 2.4.4 – Conditions d’utilisation et d’exploitation	24
Chapitre 5 : Dispositions applicables à la zone « B2 »	26
Article 2.5.1 – Destination de la zone	26
Article 2.5.3 – Règles d’urbanisme	26
Article 2.5.3 – Règles de construction	28
Article 2.5.4 – Conditions d’utilisation et d’exploitation	29
Chapitre 6 : Dispositions applicables à la zone « b1 »	30
Article 2.6.1 – Destination de la zone	31
Article 2.6.3 – Règles d’urbanisme	32
Article 2.6.3 – Règles de construction	35
Article 2.6.4 – Conditions d’utilisation et d’exploitation	36
Chapitre 7 : Dispositions applicables à la zone « b2 »	38
Article 2.7.1 – Destination de la zone	38
Article 2.7.3 – Règles d’urbanisme	38
Article 2.7.3 – Règles de construction	40
Article 2.7.4 – Conditions d’utilisation et d’exploitation	42
TITRE 3 – Mesures foncières	44
Article 3. 1 – Expropriation	44
Article 3. 2 – Délaissement	45
Article 3. 3 – Droit de préemption	45
TITRE 4 – Mesures de protection des populations ;	46
Chapitre 1 : Préambule ;	46
Chapitre 2 : Dispositions applicables à la zone « R »	47
Article 4.2.1 – Mesures relatives à l’aménagement	48
Article 4.2.2 – Mesures relative à l’utilisation et à l’exploitation	49

Zone du projet
par exemple : B2

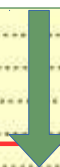


Illustration 3 : Exemple de sommaire d’un règlement de PPRT

5.3 Identifier les prescriptions applicables au projet

Le maître d'ouvrage se reportera aux mêmes articles du **règlement du PPRT** correspondant à la zone d'implantation du projet que précédemment.

Au-delà des règles portant sur la destination des projets, l'article **peut prescrire des règles d'urbanisme complémentaires, des règles de construction** et des conditions d'exploitation ou d'utilisation⁹ pour les projets autorisés.

Ces règles sont destinées à assurer la protection des personnes situées à l'intérieur des bâtiments.

5.3.1 Les règles d'urbanisme

Les règles d'urbanisme complémentaires peuvent porter sur l'implantation du projet, des limitations de surface de plancher, de surfaces vitrées, de pentes de toiture...

Le projet devra être conçu dans le respect de celles-ci, indépendamment de la nature des risques technologiques.

5.3.2 Les règles de construction

Le règlement du PPRT prescrit généralement des règles de construction pour chacun des effets présents dans la zone considérée.

Une même zone peut être soumise à plusieurs effets. Le projet devra dans ce cas respecter l'ensemble des règles de construction propres à chaque effet et prendre en compte les éventuels effets combinés.

Si le projet est situé à cheval sur plusieurs zones réglementaires, il conviendra, selon les effets, soit d'appliquer l'objectif le plus contraignant à l'ensemble du bâtiment, soit d'appliquer l'objectif de chaque zone sur les différentes parties d'ouvrage du bâtiment selon leur localisation (voir chapitres 7 à 10 pour plus de précision).

5.3.2.1 Effets surpression et thermiques

Pour les effets surpression et thermiques, les règles de construction sont généralement exprimées sous forme d'objectifs de performance.

Ces objectifs peuvent être précisés :

- dans le texte du règlement du PPRT dans l'article correspondant à chaque zone réglementaire :

Exemple : « Les projets autorisés à l'article XX (règles d'urbanisme) permettent d'assurer la protection des personnes pour un effet thermique d'intensité de 5 kW/m². » ;

- sous forme de tableau pour un ensemble de zones :

Exemple : « Les projets autorisés à l'article XX (règles d'urbanisme) permettent d'assurer la protection des personnes pour un effet de surpression dont les caractéristiques sont précisées dans le tableau YY. » ;

Zone réglementaire	Surpression			
	Seuil – Intensités	Objectif de performance		
		Intensité	Type	Durée
B1a	SEI – 50 à 140 mbar	140 mbar	Déflagration	50 – 150 ms
B1b	SEI – 50 à 140 mbar	140 mbar	Déflagration	150 – 1000 ms
B2a	BDV – 35 à 50 mbar	50 mbar	Onde de choc	20 – 100 ms
B2b	BDV – 20 à 35 mbar	35 mbar	Onde de choc	20 – 100 ms

Illustration 4 : Exemple d'objectifs de performance indiqués dans un tableau pour un ensemble de zones

⁹ Les conditions d'exploitation et d'utilisation n'ont généralement pas d'impact sur la conception des constructions.

- sur des cartographies situées en annexe du règlement :

Exemple : « Les projets autorisés à l'article XX (règles d'urbanisme) permettent d'assurer la protection des personnes pour un effet thermique continu dont les caractéristiques sont précisées sur les cartes en annexe YY. »

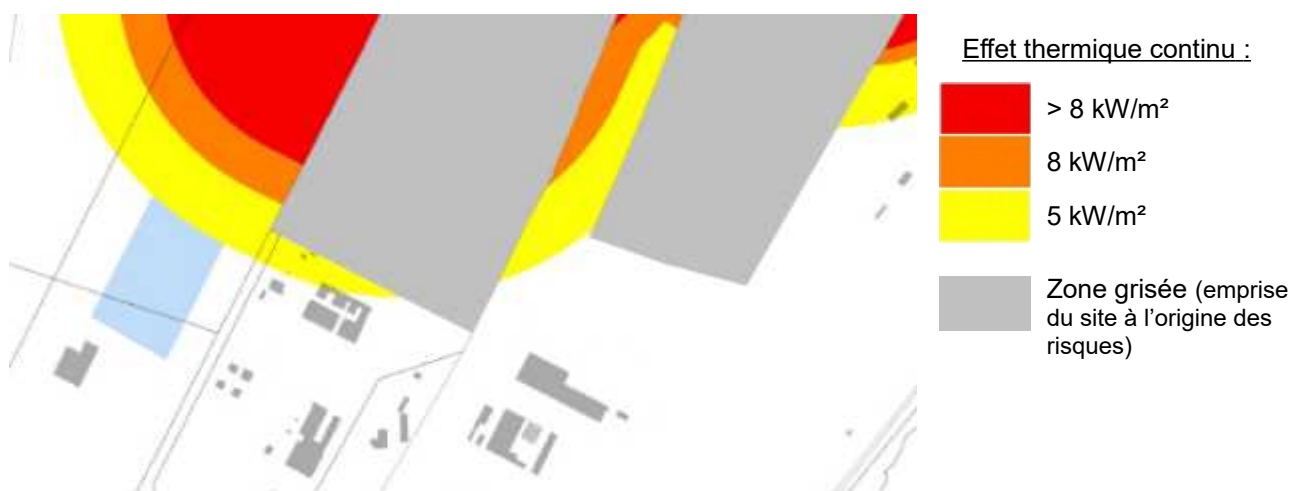


Illustration 5 : Exemple d'objectifs de performance indiqués sur une carte en annexe du règlement du PPRT

5.3.2.2 Effet toxique

Pour l'effet toxique, la règle de construction prescrite est généralement « la mise en œuvre d'un dispositif de confinement respectant un objectif de performance », l'article peut renvoyer à d'autres articles et des annexes précisant les objectifs et caractéristiques du dispositif prescrit.

L'objectif de performance est le niveau de perméabilité à l'air que la pièce de confinement ne doit pas dépasser. Pour les bâtiments résidentiels, il est indiqué plusieurs valeurs n_{50} (exprimées en vol/h) selon le type de construction projetée (maison individuelle ou bâtiment collectif d'habitation) et la situation exposée ou abritée du local de confinement.

Les valeurs n_{50} peuvent être précisées dans le texte de l'article correspondant à chaque zone réglementaire, sous forme de tableau pour un ensemble de zone ou sur des cartes en annexe du règlement, comme pour les effets thermiques et de surpression.

Le chapitre 10.5 précise les méthodes de détermination de l'objectif de perméabilité à l'air à retenir selon la rédaction retenue par le PPRT.

5.3.2.3 Localisation des sources

La prise en compte des objectifs de performance dans la conception d'un projet peut également nécessiter de consulter des cartes complémentaires en annexe du règlement du PPRT qui précisent les caractéristiques des effets et notamment la localisation de leurs sources.

Compte tenu du caractère sensible de ces cartes, celles-ci ne sont pas tenues à la disposition du public avec le reste du PPRT, mais sont disponibles uniquement en consultation auprès des services de l'État (DREAL ou de la DDT locale).

Les cartographies détaillées par source ou ensemble de sources de phénomènes dangereux (voir illustration 6), permettent de réduire l'étude aux seuls phénomènes ayant un effet impactant le bâtiment.

Ces cartographies permettent de situer précisément les bâtiments par rapport aux sources des phénomènes dangereux. Elles permettent de déterminer le niveau d'exposition des façades du bâtiment ainsi que celui du local de confinement ou de mise à l'abri.

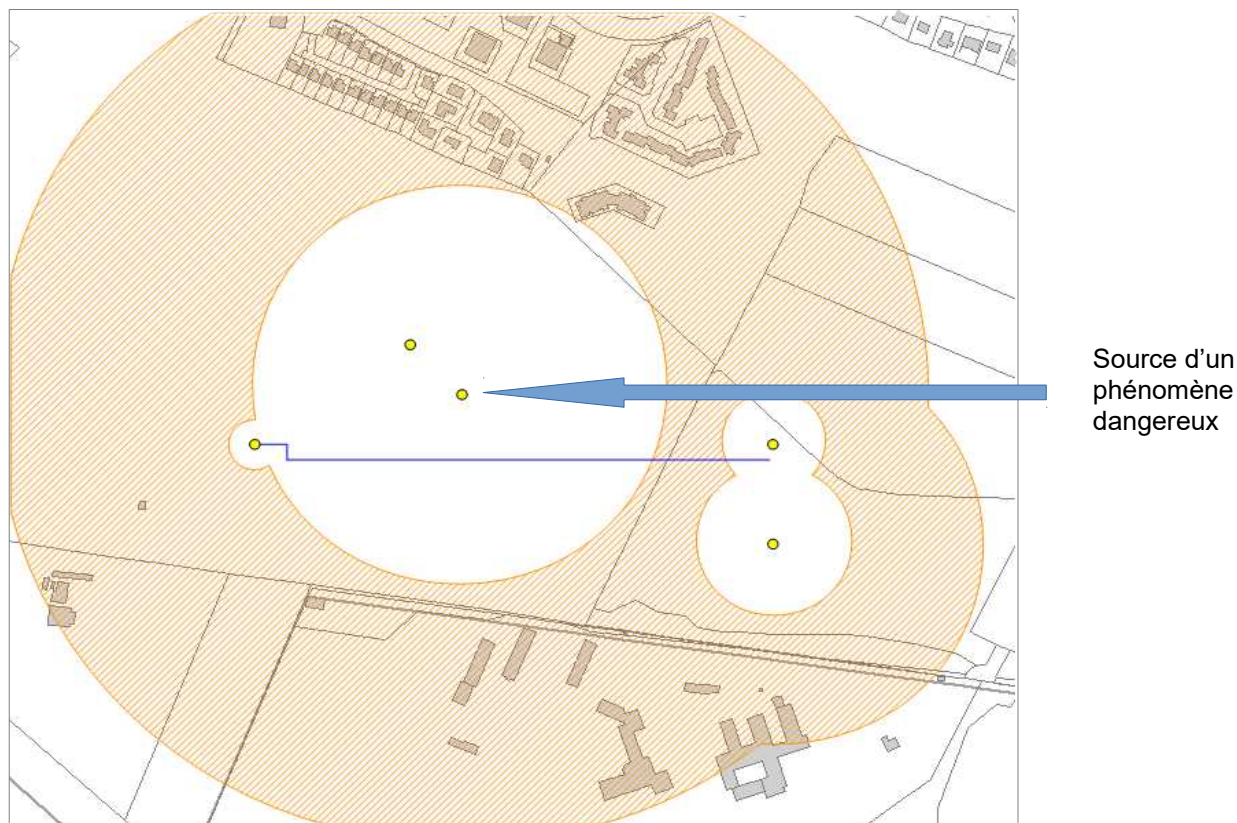


Illustration 6 : Exemple de cartographie d'orientation

Dans le cas où les cartographies à disposition ne mentionnent pas clairement les sources ou les zones d'effet de ces sources, le concepteur pourra être amené à retenir comme origine des sources l'ensemble du site (zone grisée).

6 Prise en compte des prescriptions du PPRT dans la conception du projet

Cette étape consiste à définir les conditions de réalisation du projet nécessaires à la protection des personnes et à l'atteinte des objectifs de performance prescrits par le règlement du PPRT, au stade de sa conception. Elle porte principalement sur la prise en compte des règles de construction.

La prise en compte des prescriptions du PPRT dans la conception du projet passe par des dispositions constructives spécifiques (choix des matériaux, dimensionnement des structures, conditions de mise en œuvre) **qui dépendent du type d'effet et des objectifs de performance à atteindre** et qui sont présentées dans les chapitres 7 à 10 :






Effet	Intensité			
	Bris de vitres	Moyenne (SEI-SEL) ¹⁰	Grave (SEL-SELS) ¹¹	Très grave (> SELS)
 Thermique continu	-	3 à 5 kW/m ²	5 à 8 kW/m ²	> 8 kW/m ²
	-	Chapitre 7 – Annexes 2, 3 et 4		*
 Thermique transitoire de type boule de feu	-	600 à 1000 (kW/m ²) ^{4/3} .s	1000 à 1800 (kW/m ²) ^{4/3} .s	> 1800 (kW/m ²) ^{4/3} .s
	-	Chapitre 8		*
 Thermique transitoire de type feu de nuage	-	SEI-SEL	-	> SELS
	-	Chapitre 8	-	*
 Surpression	20 à 50 mbar	50 à 140 mbar	140 à 200 mbar	> 200 mbar
	Chapitre 9 – Annexes 5 et 6		*	*
 Toxique	-	Chapitre 10 – Annexes 7, 8 et 9		

Tableau 1 : Chapitres traitant des dispositions constructives selon le type d'effet et l'intensité

* Pour les intensités élevées et notamment les intensités très graves (> SELS), les logements neufs sont en général interdits. Ces intensités ne sont donc pas traitées dans le présent guide.

Pour optimiser ces dispositions constructives spécifiques, notamment dans une logique de maîtrise des coûts de construction, il est conseillé en préalable, pour l'ensemble des effets, de **prendre en compte la présence des risques technologiques dans la conception du bâtiment au travers de** :

- **son implantation** (voir 6.1) ;
- **sa volumétrie** (voir 6.2) ;
- **son orientation** (voir 6.3) ;
- **son aménagement fonctionnel et organisationnel** (voir 6.4).

Les paragraphes suivants (6.1 à 6.4) présentent des dispositions optimales en termes d'implantation, de volumétrie, d'orientation et d'aménagement fonctionnel **pour assurer la protection des personnes face aux risques technologiques**. Ces dispositions sont complémentaires des dispositions constructives des chapitres 7 à 10 et permettent notamment de limiter le surcoût lié à leur mise en œuvre.

Si les dispositions du présent chapitre ne sont pas respectées, les chapitres 7 à 10 présentent les autres dispositions constructives qui peuvent être mises en œuvre.

10 SEI : Seuil des effets irréversibles

SEL : Seuil des effets létaux

11 SELS : Seuil des effets létaux significatifs

6.1 Implantation du bâtiment

La première réflexion à mener lors de l'implantation d'un bâtiment dans une zone exposée à des aléas technologiques porte sur le **choix de la zone d'implantation**.

Il sera ainsi privilégié, lorsque cela est possible, une zone **où les aléas technologiques sont les moins nombreux et les intensités des effets sont les plus faibles**.

Au sein d'une même zone, il est par ailleurs préconisé d'implanter le bâtiment le plus loin possible des sources des phénomènes dangereux.

Si plusieurs implantations sont possibles dans des zones exposées à différents effets, il est préconisé de chercher à limiter l'exposition à l'effet de surpression pour lequel les dispositions constructives sont plus lourdes que pour les effets thermiques et toxiques.

Exemple :

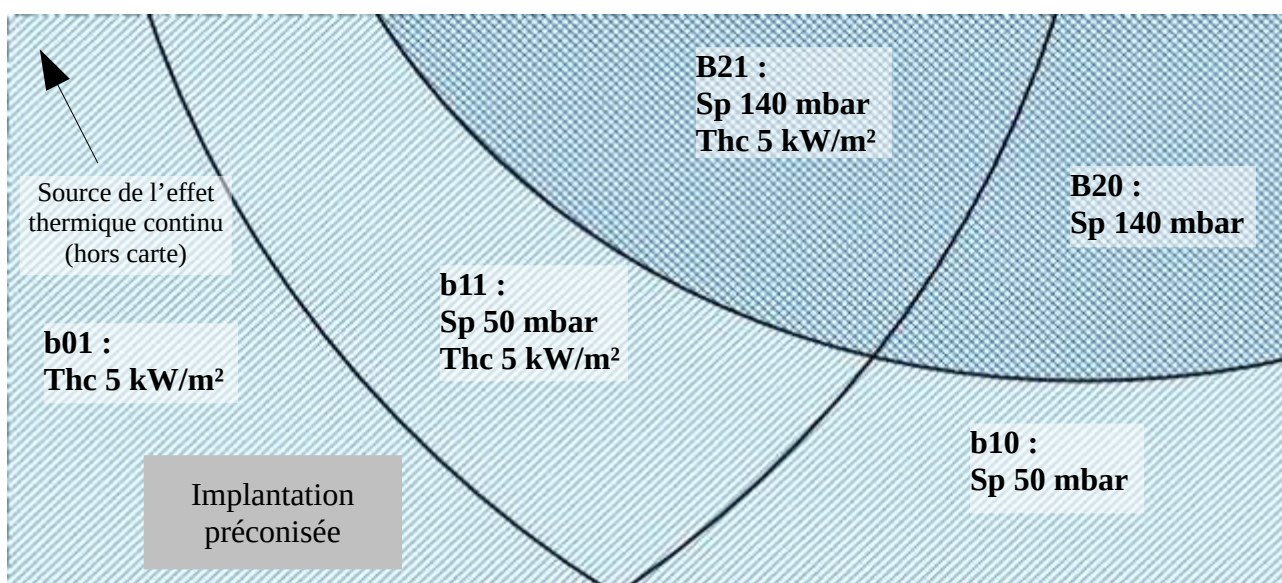


Illustration 7 : Exemple de prise en compte des risques technologiques dans l'implantation d'un bâtiment
(Sp : surpression, Thc : thermique continu)

Dans le cas de l'exemple de zonage ci-dessus :

- on évitera les zones B21 et b11 pour ne pas avoir à prendre en compte deux effets distincts (ici surpression et thermique continu) et leurs potentiels effets combinés ;
- on privilégiera la zone b10 à la zone B20 pour que le projet soit exposé à une intensité de surpression moindre (50 mbar au lieu de 140 mbar) ;
- on privilégiera la zone b01 à la zone b10, car les dispositions constructives sont moins contraignantes pour l'effet thermique continu que pour l'effet de surpression ;
- au sein de la zone b01, on s'efforcera d'implanter le bâtiment projeté le plus loin possible de la source de l'effet thermique continu¹².

¹² Bien que ne modifiant pas l'objectif de performance à respecter et donc les mesures techniques à prévoir dans la conception du bâtiment, le fait d'implanter le bâtiment le plus loin possible de la source de l'effet au sein d'une même zone permet de réduire l'exposition réelle des personnes en cas d'accident industriel.

6.2 Volumétrie du bâtiment

Afin de limiter les surfaces extérieures des bâtiments directement exposées aux phénomènes dangereux et de favoriser la réponse de la structure aux agressions, il faut :

- concevoir des bâtiments parallélépipédiques de forme simple et compact ;
- proscrire les avancées, les retraits et les angles saillants aussi bien en plan qu'en élévation.



Les bâtiments dont le plan est en forme de L, T ou X sont à proscrire. A surface au sol équivalente, ils présentent des surfaces extérieures plus importantes que des bâtiments compacts et offrent donc une protection moindre notamment face aux effets thermiques et toxique.

Pour l'effet de surpression, les dispositions du chapitre 9 ne s'appliquent qu'aux bâtiments respectant les principes ci-dessus. Pour les autres formes de bâtiment, une étude spécifique au cas par cas est nécessaire.

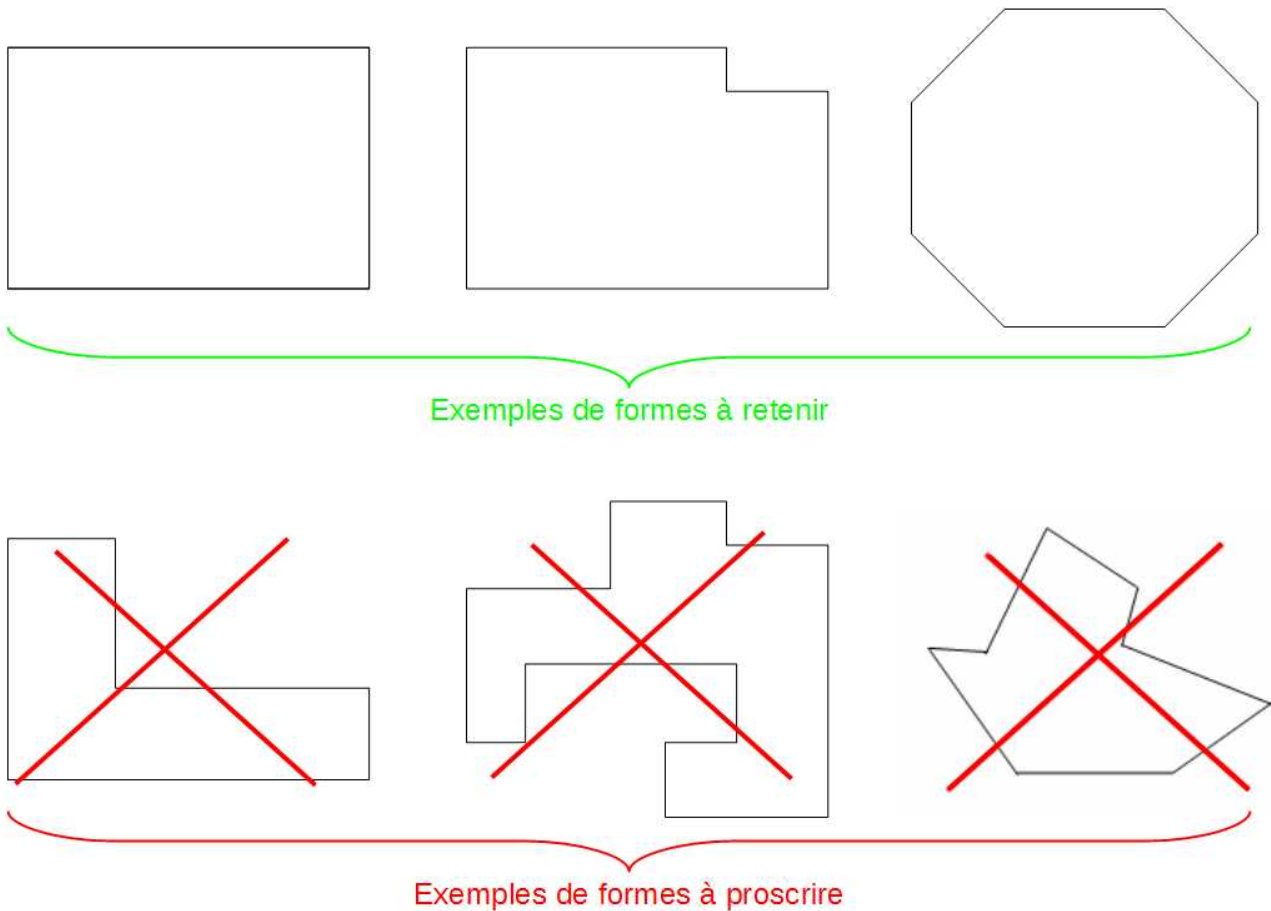


Illustration 8 : Préconisations de volumétrie des bâtiments exposés aux risques technologiques



La réglementation thermique 2012 tend également à favoriser la compacité des bâtiments pour minimiser les déperditions énergétiques à travers les ponts thermiques.

6.3 Orientation du bâtiment

Concernant l'orientation générale du bâtiment, **il faut limiter au maximum le linéaire de façade faisant directement face à une source de phénomène dangereux.**



L'orientation du bâtiment a en effet un impact important sur la définition des mesures constructives :

- pour les effets thermiques, seules les façades directement exposées et la toiture sont impactées (voir 7.3.3 pour l'effet thermique continu et 8.3.3 pour les effets thermiques transitoires) ;
- pour l'effet de surpression, toutes les façades y compris la toiture, sont impactées mais avec des niveaux d'exposition différents selon leur orientation (voir 9.3.3) ;
- pour l'effet toxique, l'orientation du bâtiment a une influence sur la pénétration des polluants à l'intérieur (voir 10.8.4.2).

De plus, lorsque le pignon fait face à la source des phénomènes dangereux de surpression, cette configuration permet de bénéficier d'une orientation favorable pour la charpente (la ligne de faitage étant dans l'axe de propagation du phénomène dangereux) diminuant ainsi les efforts à reprendre par celle-ci (voir 9.3.3.2).

Orientation du bâtiment à retenir :

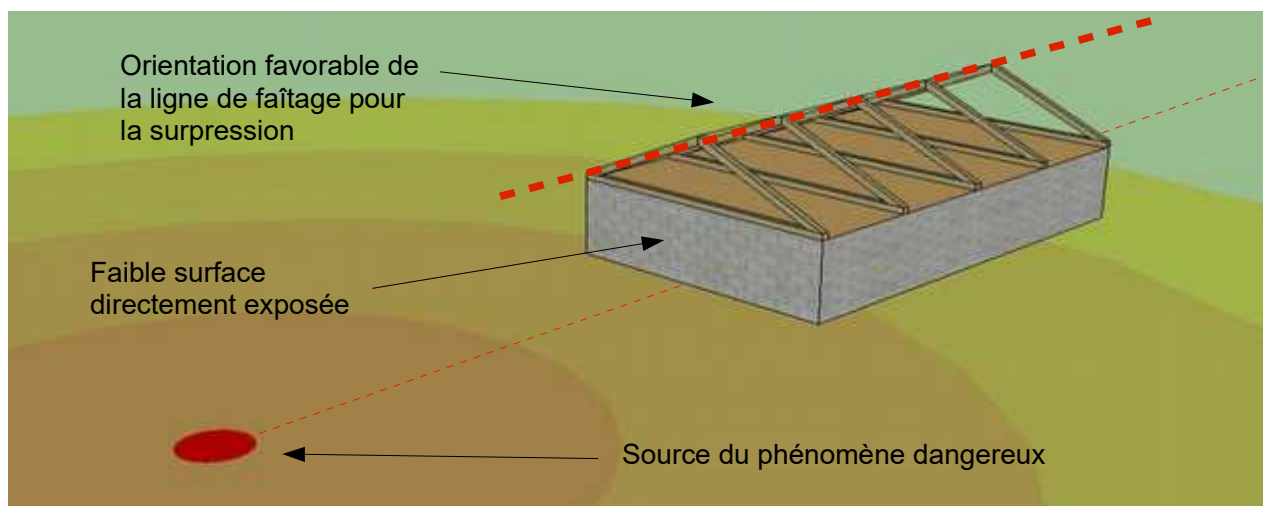


Illustration 9 : Exemple d'orientation à retenir d'un bâtiment face à un phénomène dangereux

Orientation du bâtiment à proscrire :

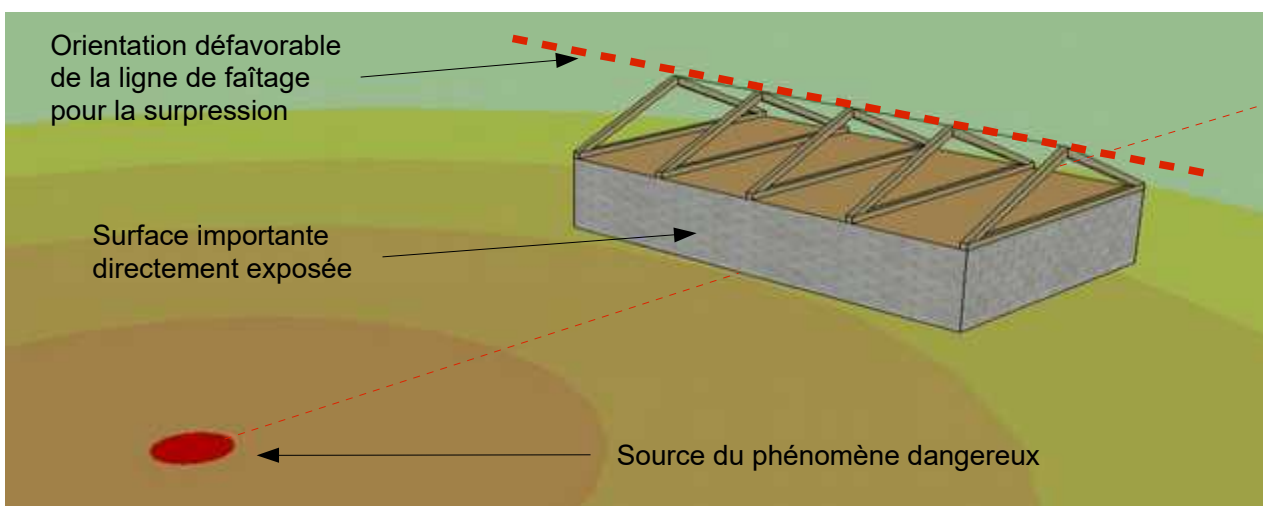


Illustration 10 : Exemple d'orientation à proscrire d'un bâtiment face à un phénomène dangereux



La réglementation thermique 2012 valorise le besoin bio-climatique conventionnel (exigence de performance énergétique) et donc une approche bioclimatique et la maximisation des apports solaires. Dans ce cadre, une orientation de ligne de faitage suivant un axe est-ouest est privilégiée. Dans le cas où cette orientation n'est pas favorable par rapport aux sources des phénomènes dangereux, il est nécessaire de déterminer un équilibre entre la maximisation des apports solaires et les dispositions constructives de protection des personnes.

6.4 Aménagement fonctionnel et organisationnel du bâtiment

L'organisation interne du bâtiment doit également contribuer à optimiser les mesures constructives et à réduire la vulnérabilité des occupants. Plusieurs stratégies d'organisation interne du bâtiment en fonction de son utilisation et selon les effets auxquels il est exposé sont préconisées ci-dessous.

6.4.1 Distribution interne des pièces

6.4.1.1 Effets surpression et thermique



Pour les effets surpression et thermiques, **les pièces les plus fréquemment utilisées doivent être « abritées » du site industriel** (en ne présentant pas ou peu de façade directement exposée à l'effet thermique et en étant situées sur les façades les moins exposées à l'effet de surpression), afin de limiter la vulnérabilité des occupants.

A contrario, des lieux moins fréquemment occupés tels que couloir, garage, buanderie, toilettes, salle de bains... peuvent être placés sur les faces les plus exposées.

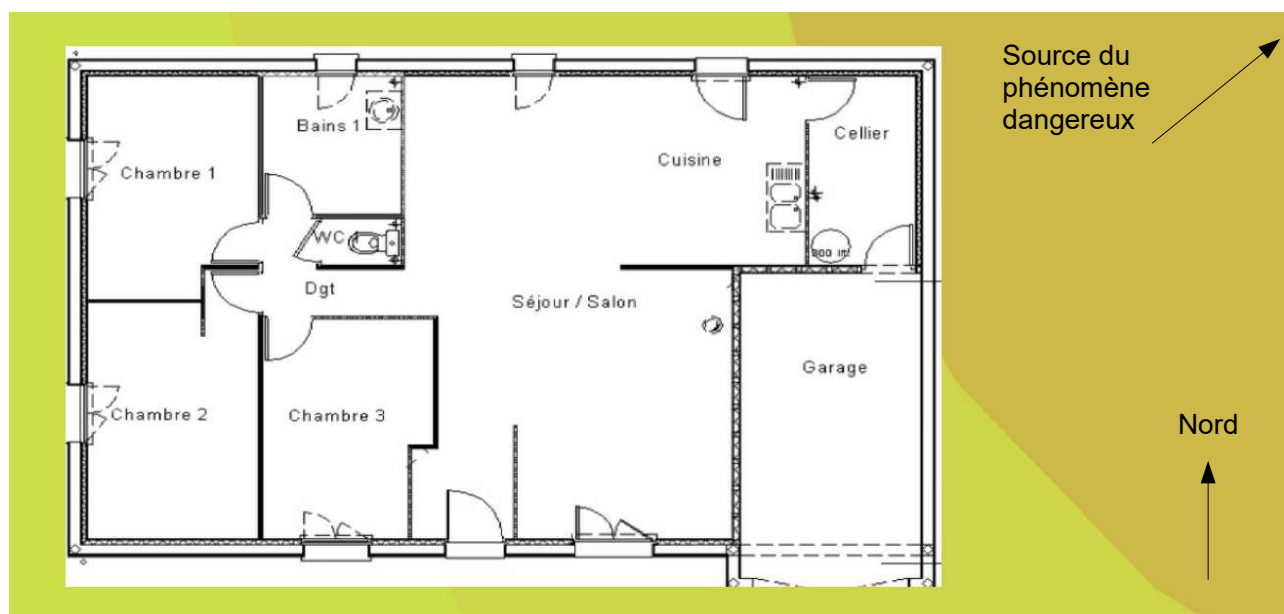


Illustration 11 : Exemple de distribution interne des pièces en fonction de l'orientation des façades

Par exemple, sur l'illustration ci-dessus, la façade Est la plus exposée est occupée par le garage et le cellier. La façade Nord également fortement exposée est occupée en partie par le cellier, la cuisine et la salle de bains. Les pièces les plus fréquemment occupées (séjour et chambres) sont situées sur les façades les moins exposées (Sud et Ouest).

Dans le cas particulier de l'effet thermique continu, un local de mise à l'abri peut être identifié pour faciliter la gestion de crise (voir Annexe 4). On veillera au stade de la conception à prévoir des pièces susceptibles d'être retenues comme local de mise à l'abri situées en façades abritées du site industriel.

6.4.1.2 Effet toxique – local de confinement



La prise en compte de l'effet toxique dans la distribution interne des pièces du bâtiment porte essentiellement sur la pièce retenue comme local de confinement qui doit autant que possible :

- ne pas être située en façade exposée ;
- comporter le moins de façades possible donnant sur l'extérieur ;
- ne pas être située directement sous la toiture ;
- ne pas comporter de porte donnant directement sur l'extérieur.

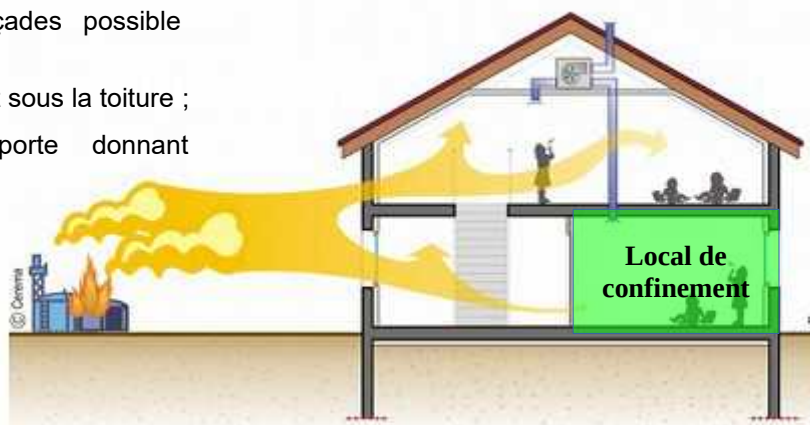


Illustration 12 : Exemple d'implantation de local de confinement

6.4.2 Implantation des menuiseries vitrées



Pour tous les effets, les menuiseries vitrées sont des éléments sensibles des bâtiments de type habitation individuelle et peuvent être à l'origine de surcoûts importants. Il faut donc porter une attention particulière à leur implantation :

- **implanter les menuiseries vitrées sur les façades moins exposées** (façades non directement exposées pour les effets thermiques, les moins exposées pour l'effet de surpression, façades abritées pour l'effet toxique) ;
- limiter le nombre et les dimensions des menuiseries vitrées sur les façades les plus exposées.



Le respect des principes de distribution des pièces du bâtiment présentés au 6.4.1 peut permettre d'aboutir plus aisément à une implantation favorable des menuiseries vitrées, en implantant les pièces de vies les plus utilisées, qui comportent généralement les surfaces vitrées les plus importantes, sur les façades les moins exposées.

Les illustrations ci-contre, qui correspondent à la distribution des pièces présentée au 6.4.1.1 sur l'illustration 11, présentent des exemples d'implantation des menuiseries vitrées selon l'exposition des façades.

Pour les effets thermiques et surpression uniquement :



Il est préconisé de **limiter les menuiseries comportant des surfaces vitrées importantes**, dont les châssis pourraient se déformer fortement sous l'effet des phénomènes dangereux, et privilégier le fractionnement de ces surfaces vitrées.



Dans le cadre de la maximisation des apports solaires, la réglementation thermique 2012 privilégie des surfaces de baies vitrées importantes sur la face exposée au sud. Dans le cas où cette orientation n'est pas favorable par rapport aux sources des phénomènes dangereux, il est nécessaire de déterminer un équilibre entre la maximisation des apports solaires et les dispositions constructives de protection des personnes.

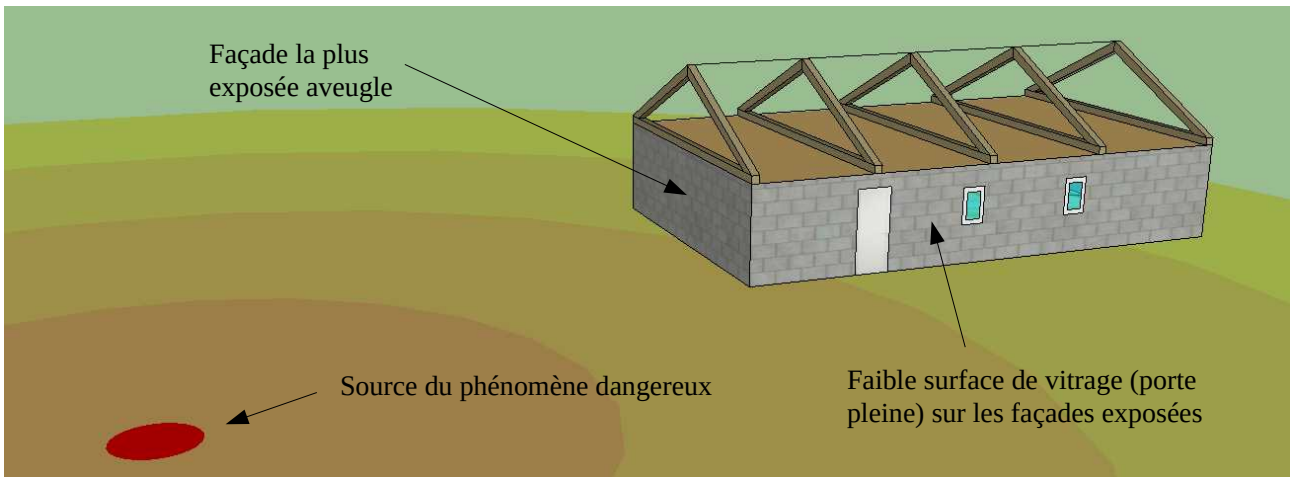


Illustration 13 : Exemple d'implantation des menuiseries vitrées sur les façades exposées

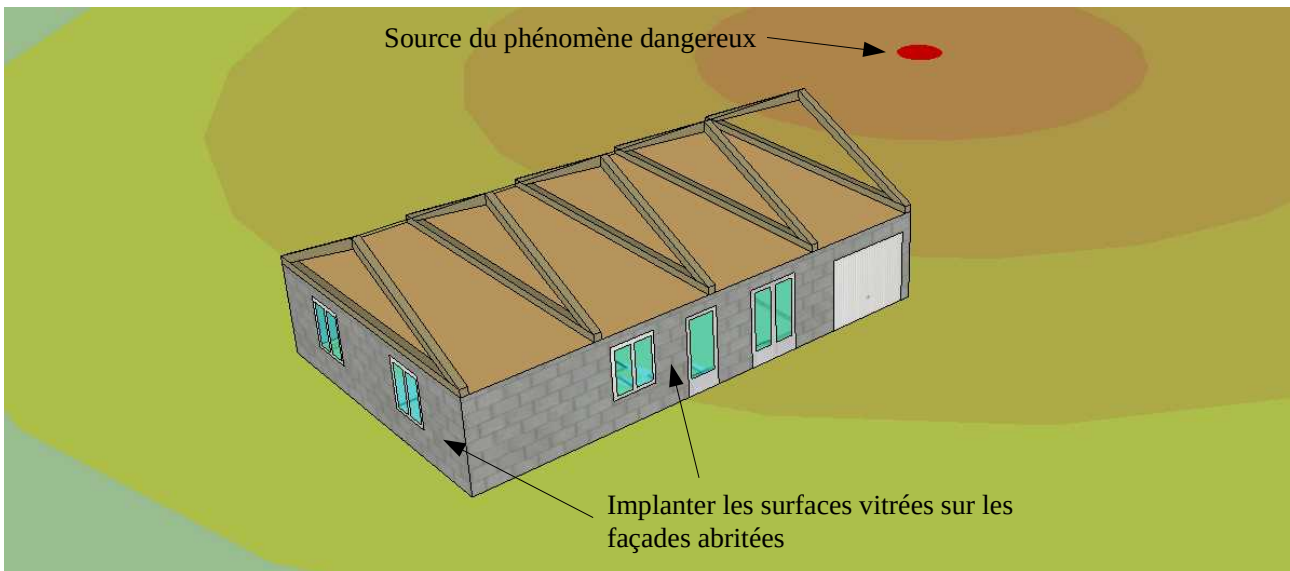


Illustration 14 : Exemple d'implantation des menuiseries vitrées sur les façades abritées

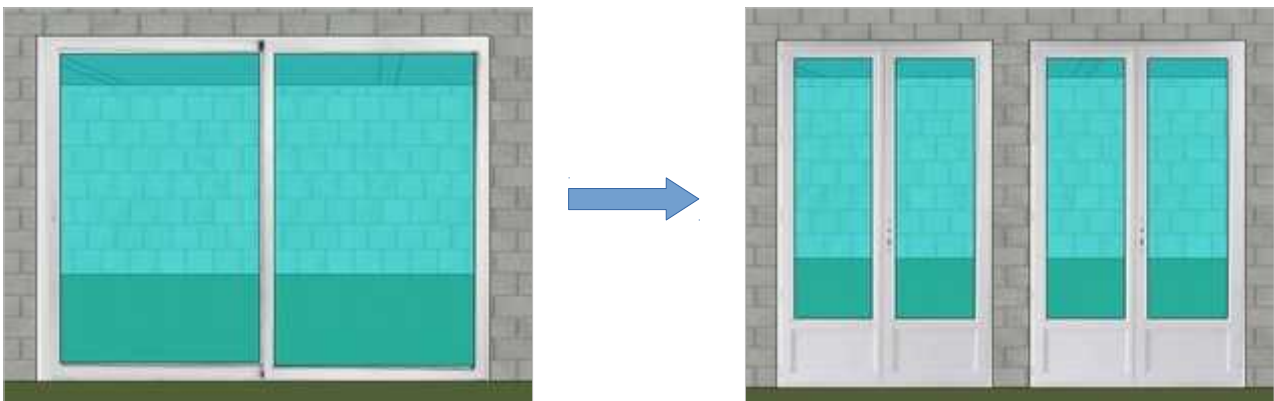


Illustration 15 : Exemple de fractionnement des surfaces vitrées importantes

7 Prise en compte de l'effet thermique continu dans la conception d'un logement neuf



7.1 Principe de protection

Il s'agit d'assurer la protection des personnes et donc, s'agissant du bâtiment, d'assurer :

- l'habitabilité (non élévation de la température) ;
- la résistance au feu (stabilité structurelle) ;
- la réaction au feu (non inflammabilité et limitation de la propagation du feu).

Dans le cadre des PPRT, la méthodologie retenue vis-à-vis des effets thermiques continus consiste à protéger les personnes situées à l'intérieur du bâtiment pour une durée maximale de 2h¹³ en prenant les dispositions techniques nécessaires pour que **l'enveloppe du bâtiment assure la protection des personnes**. Les matériaux inflammables sont proscrits sur les façades directement exposées du bâtiment.

En complément de ces dispositions constructives, des mesures comportementales, telles que l'identification d'un local de mise à l'abri, permettent aussi d'améliorer la mise en sécurité des personnes (voir Annexe 4).

7.2 La démarche

La prise en compte de l'effet thermique continu dans la conception d'un logement neuf s'appuie sur :

- des données d'entrée :
 - la caractérisation de la sollicitation ;
 - la caractérisation de l'orientation de l'habitation par rapport aux centres des effets thermiques continus ;
 - la caractérisation de l'enveloppe du bâtiment ;
- une méthode de prise en compte de l'effet thermique continu dans la conception du bâtiment.

7.3 Données d'entrée

7.3.1 Caractérisation de la sollicitation

Pour l'effet thermique continu, la sollicitation est caractérisée uniquement par son intensité :

- 3-5 ou 5-8 kW/m².¹⁴

L'objectif de performance correspond à l'intensité maximale rencontrée dans une zone d'intensité, c'est-à-dire :

- un objectif de performance de 5 kW/m² correspond à la zone 3-5 kW/m² ;
- un objectif de performance de 8 kW/m² correspond à la zone 5-8 kW/m².

7.3.2 Caractérisation du bâti

Le bâtiment à concevoir est caractérisé par :

- les caractéristiques des différentes parties d'ouvrage du bâtiment :
 - **murs** : nature, épaisseur, isolation ;
 - **toiture** : couverture, isolation ;
 - **menuiseries vitrées** : type de châssis, type de vitrage ;
 - **portes** : nature, isolation ;
 - **éléments non structuraux** : matériaux.
- l'orientation du bâtiment par rapport aux sources des effets thermiques continus.

¹³ La durée de 2h est une durée conventionnelle retenue comme objectif dans les PPRT afin de dimensionner les dispositions techniques permettant de protéger les personnes.

¹⁴ Les intensités supérieures à 8 kW/m² ne sont pas traitées dans ce guide.

7.3.3 Orientation du bâtiment

Pour les bâtiments maçonnés de type maison individuelle ou logement collectif, situés dans la zone 3 à 8 kW/m², **seules sont à considérer la toiture et les façades « directement exposées » aux effets thermiques continus**. Aussi il est important de prendre en compte l'orientation du bâtiment pour déterminer les façades « directement exposées » aux effets thermiques continus.

La prise en compte de l'orientation face aux effets thermiques continus se décompose en deux étapes :

- **Étape 1** : Détermination des sources des phénomènes dangereux engendrant des effets thermiques continus impactant le bâtiment projeté à partir des cartographies d'orientation du PPRT¹⁵.

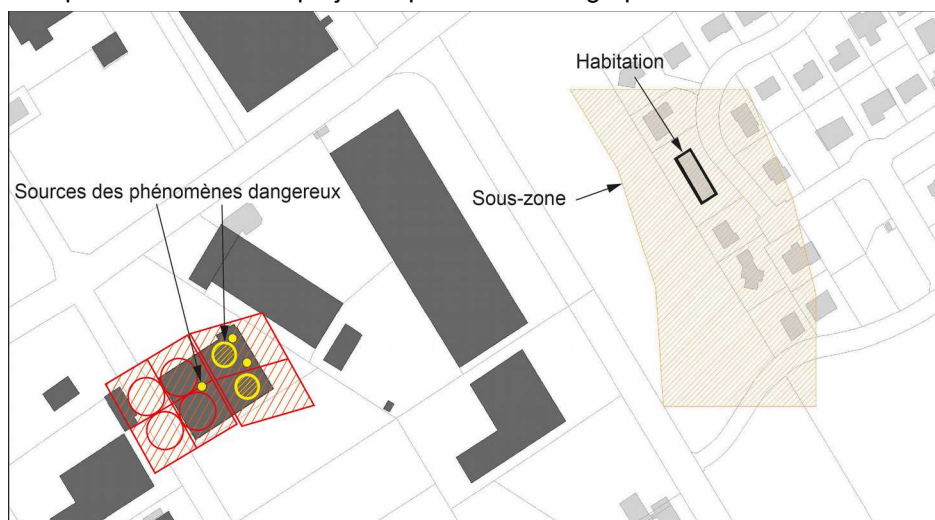


Illustration 16 : Détermination des sources des phénomènes dangereux

- **Étape 2** : Identification des faces du bâtiment directement exposées aux effets thermiques continus. Les façades « directement exposées » sont les faces du bâtiment ayant un facteur de vue non nul vis-à-vis des phénomènes dangereux associés.
 - **Étape 2-a)** : Repérer toutes les faces du bâtiment. En effet, un bâtiment n'a pas forcément une forme simple comme dans l'exemple ci-dessus, il y a aussi des dispositions "en L", "en H"...
 - **Étape 2-b)** : Pour chaque face, déterminer son orientation (son exposition) par rapport aux sources des phénomènes thermiques continus. Pour ce faire, tracer un secteur, défini à partir de la face en cours d'évaluation tel que défini sur l'illustration 17 ci-dessous, puis y rechercher une source de phénomène thermique continu (objets en jaune, il peut s'agir d'un point, d'une ligne ou d'un polygone). Si une ou plusieurs sources de phénomènes thermiques continus se trouvent dans ce secteur, alors la face est directement exposée aux effets thermiques continus.

On considère que **la toiture est toujours exposée** aux phénomènes dangereux à l'origine de l'effet thermique continu.

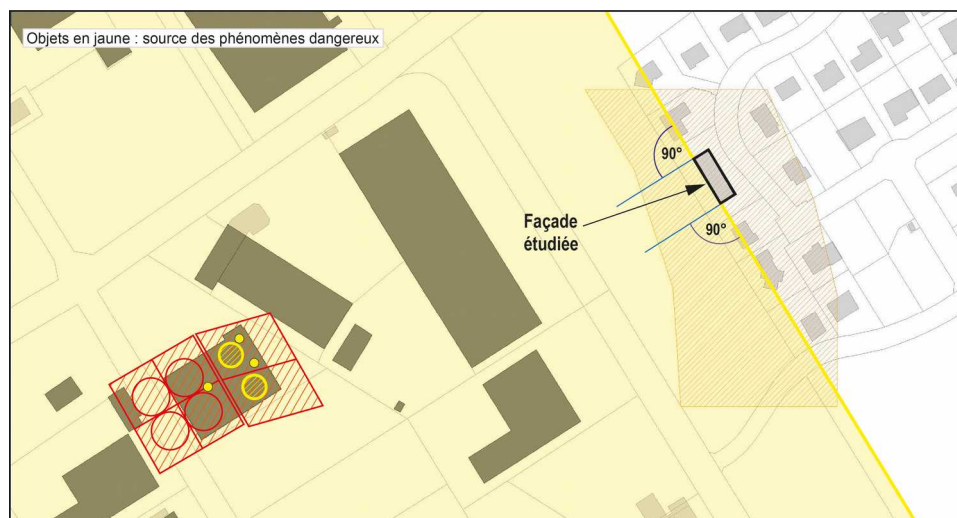


Illustration 17 : Exemple de face étudiée vulnérable

15 Dans le cas où les cartographies à disposition ne mentionnent pas clairement les sources ou les zones d'effet de ces sources, le concepteur pourra être amené à retenir comme origine des sources l'ensemble du site (zone grisée) ou alors se rapprocher de la DREAL ou de la DDT locale pour en avoir communication.

7.4 Dispositions constructives pour l'enveloppe du bâtiment

La prise en compte des effets thermiques continus dans la conception d'un bâtiment consiste :

- à proscrire les matériaux inflammables sur les façades directement exposées du bâtiment (voir 7.4.1) ;
- à concevoir l'enveloppe du bâtiment pour assurer la protection des personnes pendant une durée de deux heures (voir 7.4.2).

7.4.1 Non-inflammation de l'enveloppe du bâtiment

La propagation du feu dépend du classement en réaction au feu et de la température de dégradation thermique des matériaux.

Le classement en réaction au feu permet de limiter l'inflammation, le dégagement de fumées en cas d'inflammation et la présence de gouttes si le matériau est thermofusible. Cet élément est disponible pour tous produits de construction circulant en Europe et bénéficiant du marquage CE (Euroclasse – Directive Produit de construction). À défaut de marquage CE pour une famille de produit, le classement M s'applique.

Une température de dégradation thermique élevée permet de limiter la production de gaz toxiques ou inflammables et les dégradations thermiques pouvant entraîner la chute d'objets. Cette température est bien inférieure à celle nécessaire à l'inflammation des matériaux considérés.

7.4.1.1 Caractéristiques des matériaux de l'enveloppe du bâtiment

Les exigences en matière de non-propagation du feu pour les matériaux des façades directement exposées du bâtiment sont les suivantes :

Flux	Exigences minimales des matériaux constituant l'enveloppe externe du bâtiment (revêtement de façade – grilles d'aération – isolants combustibles non protégés en façade – équipements...)	
	Classement en réaction au feu (Euroclasse)	Température de dégradation thermique des matériaux
3-5 kW/m ²	Matériaux extérieurs classés au moins C-s2 ; d0 ¹⁶	Matériaux ayant une température de dégradation supérieure à 200°C (PET ¹⁷ , PTFE ¹⁸ , PIR ¹⁹ , tous types de bois, laines de roche, de verre, pierre, béton, autres matériaux après essai)
5-8 kW/m ²	Matériaux extérieurs classés au moins B-s1 ; d0 ²⁰	Matériaux ayant une température de dégradation supérieure à 280°C (PTFE, certains types de bois, laines de roche, de verre, pierre, béton, autres matériaux après essai)

Tableau 2 : Matériaux de façade – effet thermique continu

Sauf indication contraire, ces exigences ne s'appliquent pas aux parties d'ouvrages faisant l'objet de tableaux spécifiques (tableaux 3 à 5 pages suivantes).

L'annexe 3 comprend les caractéristiques de réaction au feu de la plupart des matériaux et produits de construction courants.

16 M2 à défaut de marquage CE

17 PET : Polytéréphtalate d'éthylène, plastique de type polyester saturé

18 PTFE : Polytétrafluoroéthylène (Téflon)

19 PIR : Polyisocyanurate

20 M1 à défaut de marquage CE

7.4.1.2 Caractéristiques des équipements de façade

Les exigences en matière de non-propagation du feu pour les équipements des façades directement exposées du bâtiment sont les suivantes :

Éléments singuliers	Flux thermique incident	
	5 kW/m ²	8 kW/m ²
Traversée de câbles et canalisations de fluides en façade ou couverture	Calfeutrement des traversées de câbles et de fluides	Calfeutrement des traversées de câbles et de fluides + Capotage des câbles avec matériaux classés A2 <i>OU</i> câbles CR1
Équipements d'évacuation des eaux pluviales	Aucune restriction	PVC, Zinc <i>OU</i> Matériaux classés A1
Bouche de ventilation ou d'aération	Grille métallique	Grille métallique à maille fine (facteur de trous < 50%)
Équipements d'occultation des baies (store extérieurs, volet...)	Aucune restriction	PVC, métal ou bois massif

Tableau 3 : Équipements de façade – effet thermique continu

Nota : Les matériaux indiqués en gras dans le tableau ci-dessus sont les matériaux dont la réaction au feu est la plus favorable vis-à-vis de la protection des personnes.

7.4.1.3 Caractéristiques des isolants

Lorsque l'enveloppe du bâtiment est exposée à un flux thermique compris entre 3 et 8 kW/m², les isolants peuvent être soumis à des températures élevées dépassant largement leurs conditions normales d'utilisation.

Afin de préserver l'habitabilité du bâtiment (en évitant une élévation trop importante de la température à l'intérieur) et d'empêcher la propagation d'un incendie, il convient donc de s'assurer de la nature et des caractéristiques de l'isolant mis en œuvre. En plus de la résistance thermique des matériaux mis en œuvre, la capacité de l'isolant à ne pas se dégrader, à conserver ses propriétés et à ne pas s'enflammer, malgré une montée en température, doit être prise en compte.

La laine de verre (LDV) et la laine de roche (LDR) sont les isolants courants qui **offrent les meilleures performances** en termes de protection des personnes face à l'effet thermique continu.

Il s'agit du seul type d'isolant proposé par ce guide pour l'isolation par l'extérieur.

En isolation par l'intérieur, des isolants à base de polystyrène (PSE/PSX), de polyuréthane (PUR/PIR) ou encore des isolants végétaux à base de fibre de bois, chanvre, liège expansé peuvent également être mis en œuvre dans certains cas.

L'utilisation d'autres types d'isolants n'est pas couverte par le présent guide et doit donc faire l'objet d'une vérification au cas par cas.

Une attention particulière doit également être portée aux produits complémentaires d'isolation. Leur température de dégradation doit être supérieure à :

- 200°C de 3 à 5 kW/m² ;
- 280°C de 5 à 8 kW/m².

7.4.2 Conception de l'enveloppe du bâtiment pour assurer la protection des personnes pendant une durée de deux heures

Pour que l'enveloppe du bâtiment assure une protection des personnes pour une durée de 2h, il faut en plus des préconisations données au chapitre 7.4.1 qu'elle respecte également des critères sur :

- la part de la surface vitrée sur la surface totale de la façade pour chaque façade directement exposée ;
- l'isolation des parois directement exposées de l'enveloppe (murs des façades exposées et toiture) ;
- les menuiseries extérieures des façades directement exposées.

7.4.2.1 Surface vitrée des façades exposées

Pour que l'enveloppe du bâtiment permette d'assurer la protection des personnes pendant une durée de 2h en respectant les exigences du 7.4.2, il faut que **la surface vitrée de chaque façade exposée ne dépasse pas 30 % de la surface totale de cette façade**. Sinon, le flux passant au travers des vitrages est tel que le niveau de température ambiante tend à augmenter dangereusement.



7.4.2.2 Isolation des façades

L'isolation des façades peut se faire par l'intérieur ou par l'extérieur.

Pour l'isolation par l'intérieur, on considère l'ensemble mur et isolant pour définir la protection des personnes (voir 7.4.2.2.1), car le mur contribue à protéger l'isolant.

Pour l'isolation par l'extérieur, on considère en revanche uniquement l'isolant et son revêtement qui sont directement exposés au flux thermique (voir 7.4.2.2.2).

7.4.2.2.1 Murs de maçonnerie ou en béton isolés par l'intérieur

Les murs de maçonnerie ou en béton d'épaisseur courante (voir tableau ci-dessous) isolés par l'intérieur avec un **isolant de type PSE/PSX, PUR/PIR, LDV/LDR ou des isolants à base de chanvre, de fibre de bois, liège expansé ou de vermiculite d'épaisseur minimale de 4 cm** permettent d'assurer la protection des personnes pour une durée de 2h face à un effet thermique continu compris entre 3 et 8 kW/m².










	Pierre naturelle	Brique pleine/perforée	Brique creuse	Bloc de terre cuite	Bloc de béton plein/perforée et banché	Bloc de béton creux / Parpaings	Bloc de béton cellulaire
							
Épaisseur du mur en cm	20	15	15	15	20	20	20

Tableau 4 : Épaisseur courante considérée pour les murs de maçonnerie ou en béton

Ces exigences sont également applicables pour des murs d'épaisseurs supérieures à celles indiquées dans le tableau ci-dessus.

Pour des épaisseurs de murs plus faibles, le lecteur peut se reporter à l'Annexe 2 donnant, en fonction de la nature du mur et de l'isolant, les épaisseurs minimales à respecter afin d'assurer la protection des personnes pour une durée de 2 heures face à un effet thermique continu compris entre 3 et 8 kW/m².



La réglementation thermique 2012 impose pour les maisons individuelles ou accolées et les immeubles collectifs (sauf dérogation particulière) que la surface totale des baies soit supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable. Pour respecter cette prescription de la RT2012 dans un projet exposé à un effet thermique continu, il est préconisé d'implanter la plus grande partie des baies sur les façades non exposées à l'effet thermique.



La réglementation thermique 2012 n'impose pas d'épaisseur minimale pour les isolants mais en pratique, les épaisseurs utilisées sont en général bien supérieures aux épaisseurs nécessaires pour assurer la protection des personnes face à un effet thermique continu compris entre 3 et 8 kW/m².

Le règlement des PPRT prescrit un objectif de performance face auquel le bâtiment doit assurer la protection des personnes pendant 2h. Néanmoins, dans le cadre de la conception d'un logement neuf, il est souvent possible d'assurer la protection des personnes pendant des durées bien plus importantes selon le type d'isolant et l'épaisseur des murs mis en œuvre (voir Annexe 2). A noter que dans ce cas, l'utilisation d'isolants minéraux de type LVR ou LDR sont à privilégier. Les isolants type PSE/PSX, PUR/PIR, Chanvre ou encore Fibre de bois pouvant selon les conditions et pour des durées supérieures à 2h atteindre leur température de dégradation, voire d'inflammation.

7.4.2.2 Murs de maçonnerie ou en béton isolés par l'extérieur

Les murs de maçonnerie ou en béton d'épaisseur courante (voir tableau 4) isolés par l'extérieur avec un **isolant de type LDV/LDR d'épaisseur minimale de 8 cm** permettent d'assurer la protection des personnes pour une durée de 2h face à un effet thermique continu compris entre 3 et 8 kW/m².



Il est rappelé que les revêtements de façades doivent par ailleurs respecter les prescriptions du 7.4.1.1.

7.4.2.3 Isolation de la toiture

La définition des exigences nécessaires pour que la toiture assure la protection des personnes pendant deux heures dépend de :

- la nature et l'épaisseur de l'isolant (en cm) ;
- la présence d'une protection mécanique pour les toitures terrasse.

Comme pour l'isolation des façades par l'extérieur, l'isolant n'étant pas protégé par une façade de forte inertie, il peut être exposé à des températures très importantes. Tous les types d'isolants ne peuvent donc pas être utilisés selon le flux thermique auquel ils sont exposés. Il faut **privilégier l'utilisation de laines minérales (LDV/LDR)** qui offrent les meilleures performances en termes de protection des personnes face à l'effet thermique continu.

7.4.2.3.1 Toiture en pente avec charpente et couverture

Pour les toitures en pente avec charpente et couverture, les isolants qui permettent d'assurer la protection des personnes sont les suivants :

- de 3 à 5 kW/m² : PUR/PIR (10 cm minimum), LDV/LDR (10 cm minimum) ;
- de 5 à 8 kW/m² : LDV/LDR (10 cm minimum).



Le respect de ces exigences permet d'assurer la sécurité des personnes pour une durée non limitée.

Pour les produits sous éléments de couverture, les températures de dégradation des matériaux complémentaires pouvant être utilisés doivent être supérieures à :

- 200°C de 3 à 5 kW/m² ;
- 280°C de 5 à 8 kW/m².

Si les combles sont perdus, l'isolant peut être posé sur le plancher des combles.

7.4.2.3.2 Toiture terrasse

Pour les toitures terrasses, les isolants qui permettent d'assurer la protection des personnes sont les suivants :

- de 3 à 5 kW/m² : PUR/PIR (3 cm minimum), LDV/LDR (5 cm minimum) ;
- de 5 à 8 kW/m² : LDV/LDR (8 cm minimum).



La toiture doit par ailleurs être protégée mécaniquement, soit par une couche de gravillons, soit par des dalles béton sur plots. Le respect de ces exigences permet d'assurer la sécurité des personnes pour une durée non limitée.

Pour d'autres types de protection mécanique que celles indiquées ci-dessus, il faut étudier spécifiquement le système. La non inflammation du revêtement d'étanchéité doit notamment être vérifiée.



La réglementation thermique 2012 n'impose pas d'épaisseur minimale pour les isolants mais en pratique, les épaisseurs utilisées sont en général bien supérieures aux épaisseurs nécessaires pour assurer la protection des personnes face à un effet thermique continu compris entre 3 et 8 kW/m².

7.4.2.4 Menuiseries extérieures

La définition des exigences nécessaires pour que les menuiseries extérieures permettent d'assurer la protection des personnes pendant deux heures dépend :

- de la nature du vitrage ;
- des matériaux du châssis, des occultations ;
- de la nature des portes et la composition de leur âme isolante.

Les exigences pour les menuiseries extérieures directement exposées sont les suivantes :

Flux incident (kW/m ²)	Vitrage	Châssis	Volet	Porte
3-5 kW/m ²	Double ou triple vitrage	PVC Bois Alu-Inox Acier	PVC Bois Métal	PVC, bois ou métal avec âme isolante PUR/PIR/LDV/LDR ou Bois massif 3 cm
5-8 kW/m ²	Double ou triple vitrage	PVC* Bois Alu-Inox* Acier	PVC Bois Métal	PVC, bois ou métal avec âme isolante LDV/LDR ou Bois massif 4 cm

Tableau 5 : Menuiseries extérieures – effet thermique continu

* Pour les menuiseries en PVC ou en aluminium exposées à un flux compris entre 5 et 8 kW/m², la protection des personnes est assurée si la surface unitaire de chaque panneau vitré est inférieure à 2 m² et leur plus grande dimension inférieure à 2,20 m. Ainsi, les fenêtres de dimensions standards permettent d'assurer la protection des personnes pendant 2h à ce niveau d'intensité.

Nota : Les matériaux indiqués en gras dans le tableau ci-dessus sont ceux dont la réaction au feu est la plus favorable vis-à-vis de la protection des personnes.

Si la surface vitrée d'une porte dépasse 30% de la surface totale de la porte, celle-ci doit être considérée comme une fenêtre (elle doit respecter les exigences sur le vitrage).

En ce qui concerne les vitrages, un double vitrage est suffisant quelles que soient ses performances.

En ce qui concerne les volets, il est préconisé qu'ils soient manœuvrables depuis l'intérieur du bâtiment sans ouvrir les fenêtres (volets roulants ou volets intérieurs par exemple).

8 Prise en compte des effets thermiques transitoires dans la conception d'un logement neuf



8.1 Principe de protection

Il s'agit d'assurer la protection des personnes et donc, s'agissant du bâtiment, d'assurer :

- l'habitabilité (non élévation de la température) ;
- la résistance au feu (stabilité structurelle) ;
- la réaction au feu (non inflammabilité et limitation de la propagation du feu).

8.2 La démarche

La prise en compte de l'effet thermique transitoire dans la conception d'un logement neuf s'appuie sur :

- des données d'entrée :
 - la caractérisation de la sollicitation ;
 - la caractérisation de l'orientation de l'habitation par rapport aux sources des effets thermiques transitoires ;
 - la caractérisation de l'enveloppe du bâtiment.
- une méthode de prise en compte des effets thermiques transitoires dans la conception de l'enveloppe du bâtiment.

8.3 Données d'entrée

8.3.1 Caractérisation de la sollicitation

Pour l'effet thermique transitoire, la sollicitation est caractérisée par :

- la nature de l'effet thermique transitoire : Boule de feu ou Feu de nuage ;
- la zone d'intensité dans laquelle se trouve le bâtiment qui correspond à la dose thermique maximale qui peut s'appliquer sur la structure :
 - 600-1000 (kW/m²)^{4/3}.s pour le phénomène Boule de feu ou SEI²¹-SEL²² pour le phénomène Feu de nuage ;
 - 1000-1800 (kW/m²)^{4/3}.s pour le phénomène Boule de feu ou > SEL-SELS²³ pour le phénomène Feu de nuage.

8.3.2 Caractérisation du bâti

Le bâtiment à concevoir est caractérisé par :

- les caractéristiques des différentes parties d'ouvrage du bâtiment :
 - **murs** : type de murs ;
 - **éléments de couverture / toiture** : nature (petits ou grands éléments), isolation ;
 - **menuiseries vitrées** : type de châssis, type de vitrage ;
 - **éléments non structuraux** : parements, enduit...
- l'orientation du bâtiment par rapport aux phénomènes thermiques transitoires.

21 SEI : Seuil des Effets Irréversibles

22 SEL : Seuil des Effets Létaux

23 SELS : Seuil des Effets Létaux Significatifs

8.3.3 Orientation du bâtiment

La détermination des faces exposées du bâtiment dépend de la nature de l'effet thermique transitoire.

8.3.3.1 Boule de Feu

Pour la boule de feu, les façades exposées sont celles pour lesquelles l'angle d'incidence du flux thermique est inférieur à 80° , comme représenté sur la figure ci-dessous.

La toiture des bâtiments est toujours exposée.

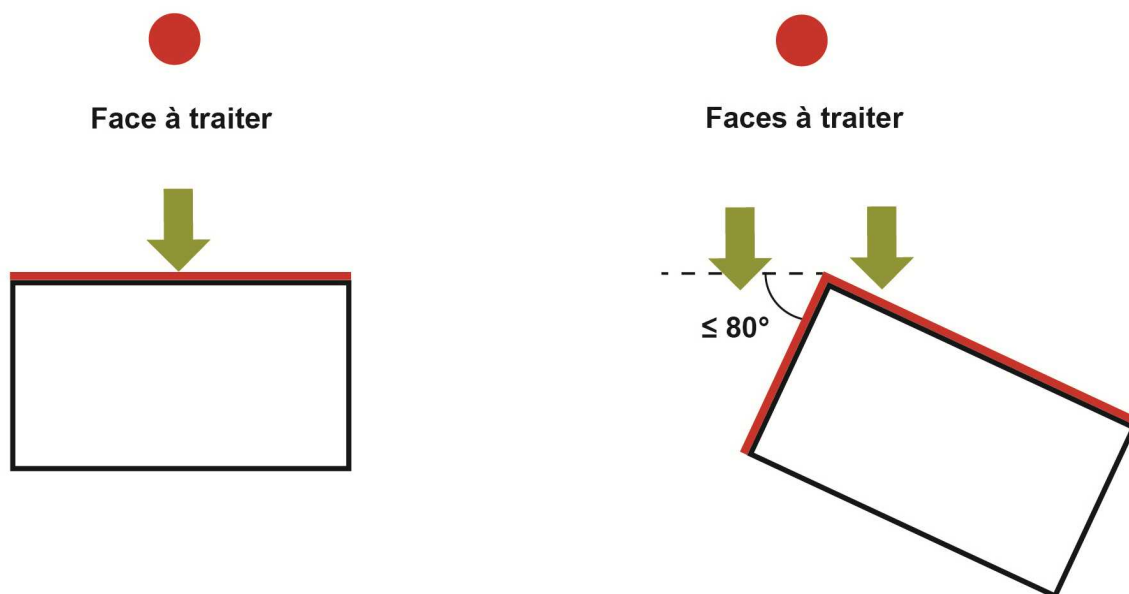


Illustration 18 : Faces à prendre en compte vis-à-vis d'un phénomène de type boule de feu

8.3.3.2 Feu de nuage

Pour le feu de nuage, les façades exposées sont les faces en contact avec la zone d'intensité du feu de nuage.

La toiture des bâtiments est toujours exposée.

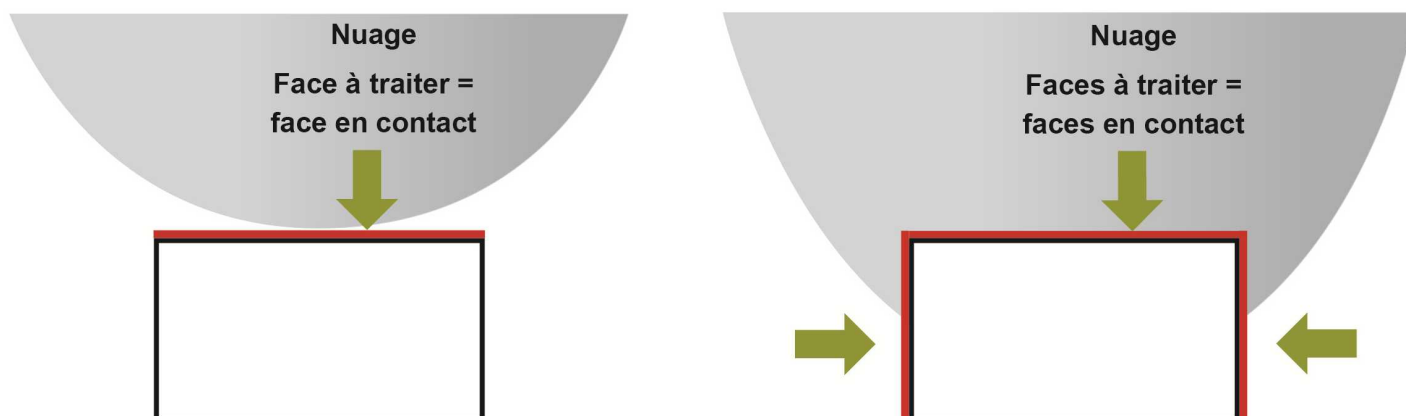


Illustration 19 : Faces à prendre en compte vis-à-vis d'un phénomène de type feu de nuage

8.4 Dispositions constructives

Les dispositions constructives ci-dessous permettent d'assurer la sécurité des occupants des bâtiments face aux effets thermiques transitoires de type boule de feu de 600 à 1800 (kW/m²)^{4/3}.s ou feu de nuage dans la zone SEI-SEL.

Nota : Dans le cas où les bâtiments sont situés dans la zone > SEL-SELS des feux de nuage, cela signifie qu'ils sont situés dans la zone de combustibilité du nuage inflammable. Les constructions de logements neufs y sont en général interdites.

8.4.1 Murs extérieurs de maçonnerie ou en béton

Les murs de maçonnerie ou en béton, isolés ou non, permettent de contribuer à assurer la protection des personnes face aux effets thermiques transitoires de type boule de feu de 600 à 1800 (kW/m²)^{4/3}.s ou feu de nuage dans la zone SEI-SEL. Aucune exigence spécifique sur la nature et l'épaisseur d'isolant n'est à considérer.

On entend par mur de maçonnerie ou en béton des murs constitués de matériaux opaques peu conductifs, c'est-à-dire d'une conductivité similaire à celle du béton. Les matériaux constitutifs de ces façades peuvent ainsi être :

- tous types de bétons courants dans le domaine de la construction²⁴ ;
- maçonneries au sens de l'Eurocode 6 partie 1-1 : éléments de terre cuite, de silico-calcaire, en béton (de granulats courants ou légers), en béton cellulaire, en pierre manufacturée ou naturelle, en pierre de taille et moellons équarris ;
- tous types de terres et de torchis (avec paille non apparente).

Ces façades peuvent être soit autoportantes, soit de remplissage, mais avec une structure porteuse non apparente ou déjà traitée contre l'agression thermique.

8.4.2 Toiture / éléments de couverture

Les toitures et éléments de couvertures d'utilisation courante listés ci-dessous permettent de contribuer à la protection des personnes face aux effets thermiques transitoires de type boule de feu de 600 à 1800 (kW/m²)^{4/3}.s ou feu de nuage dans la zone SEI-SEL :

- toiture terrasse (dalle en béton) ;
- toiture en pente avec couverture en grands éléments en bardage métallique ;
- toiture en pente avec couverture en petits éléments tuiles, ardoises et autres petits éléments non combustibles ;
- toiture végétalisée avec support non combustible (béton armé).

En cas d'effet thermique transitoire seul, pour les intensités considérées ci-dessus, le respect de la réglementation thermique 2012 suffit pour assurer la protection des personnes.

En cas d'effets combinés surpression et thermique transitoire, des dispositions complémentaires pour les couvertures en grands éléments peuvent être nécessaires. Il faut également dans ce cas pour les couvertures en petits éléments s'assurer :

- qu'une interface (isolant ou plancher) est présente derrière les petits éléments pour jouer le rôle d'écran face au rayonnement thermique après leur envol ;
- que cette interface n'est pas combustible et qu'elle est solidaire de la structure. Dans le cas d'un isolant, cela signifie qu'il doit être fixé à la charpente de manière solidaire.

²⁴ Les bétons particuliers de type béton haute performance (BHP) ou béton fibré ne sont pas visés par le présent guide : ils font en effet déjà l'objet d'études particulières de comportement à l'incendie.

8.4.3 Menuiseries vitrées extérieures

La définition des exigences nécessaires pour que les menuiseries extérieures permettent d'assurer la protection des personnes pendant deux heures dépend :

- de la nature du vitrage ;
- des matériaux du châssis.

Les exigences pour les menuiseries vitrées extérieures sont les suivantes :

- Effets thermiques transitoires Boule de feu

Effets thermiques transitoires boule de feu	Vitrage	Châssis
600-1000 (kW/m²)^{4/3}.s	Polymère Double vitrage Triple vitrage	PVC Aluminium Bois Acier
1000-1800 (kW/m²)^{4/3}.s	Double vitrage Triple vitrage	PVC* Aluminium* Bois Acier

Tableau 6 : Menuiseries extérieures – effet thermique transitoire boule de feu

* Pour les menuiseries en PVC ou en aluminium, la protection des personnes est assurée si la surface unitaire de chaque panneau vitré est inférieure à 2 m² et leur plus grande dimension inférieure à 2,20 m. Ainsi, les fenêtres de dimensions standards permettent d'assurer la protection des personnes à ce niveau d'intensité.

En ce qui concerne les vitrages, un double vitrage est suffisant quelles que soient ses performances.

De 600 à 1000 (kW/m²)^{4/3}.s, les vitrages en polymère (matériaux polymères de type combustibles transparents : polycarbonate, polypropylène, PMMA...) peuvent également être utilisés.

- Effets thermiques transitoires Feu de nuage SEI-SEL

Effets thermiques transitoires feu de nuage	Vitrage	Châssis
SEI-SEL	Polymère Double vitrage Triple vitrage	PVC Bois Aluminium Acier

Tableau 7 : Menuiseries extérieures – effet thermique transitoire feu de nuage SEI-SEL

Nota : Les matériaux indiqués en gras dans les tableaux ci-dessus sont ceux dont la réaction au feu est la plus favorable vis-à-vis de la protection des personnes.

8.4.4 Éléments non structuraux : parement, enduit, menuiserie extérieures (hors menuiseries vitrées)

Aucune exigence particulière n'est requise quant à la nature des matériaux utilisés pour les éléments de parement, enduit ou menuiseries extérieures (hors menuiseries vitrées / comprenant notamment les portes non translucides ainsi que les occultants et les contrevents (volets, store...)) dans la zone 600 à 1800 (kW/m²)^{4/3}.s d'un effet thermique transitoire boule de feu ou dans la zone SEI-SEL d'un effet thermique transitoire feu de nuage.

9 Prise en compte de l'effet de surpression dans la conception de logement neuf



9.1 Principe de protection

Il s'agit d'assurer la protection des personnes et donc, s'agissant du bâtiment, de s'assurer de manière générale de la résistance de la structure porteuse du bâtiment et des différentes parties du bâtiment (murs, charpente, fenêtres ...).

En zone 20-50 mbar, correspondant à des effets indirects par bris de vitres²⁵, il s'agira essentiellement de s'assurer de la tenue des menuiseries vitrées.

En zone 50-140 mbar, correspondant à des dégâts légers à graves sur les structures, il s'agit de s'assurer de la résistance de l'ensemble du bâtiment. Il peut être nécessaire d'adapter la dimension et la structure porteuse du bâtiment afin d'en améliorer la stabilité globale et/ou les différentes parties du bâtiment (murs, charpente, fenêtres...) afin d'en améliorer leur résistance mécanique.

9.2 La démarche

La prise en compte de l'effet de surpression dans la conception d'un logement neuf s'appuie sur :

- les données d'entrée :
 - la caractérisation de la sollicitation ;
 - la caractérisation de l'orientation de l'habitation par rapport aux sources des effets de surpression ;
 - la caractérisation du bâti ;
- une méthode de prise en compte de l'effet de surpression dans la conception de l'enveloppe du bâtiment.

9.3 Données d'entrée

9.3.1 Caractérisation de la sollicitation

Pour l'effet de surpression, la sollicitation est caractérisée par :

- la zone d'intensité dans laquelle se trouve le bâtiment : 20-50 mbar ou 50-140 mbar ;
- la nature de l'onde de surpression générée par l'explosion : onde de choc ou déflagration ;
- l'intervalle de temps d'application de l'onde de surpression exprimé en ms.

9.3.1.1 Zone d'intensité

La zone d'intensité dans laquelle se trouve le bâtiment peut être :

- la zone 20 à 50 mbar. Cette zone est décomposée en deux sous-zones : 20-35, 35-50 mbar ;
- la zone 50 à 140 mbar. Cette zone est décomposée en 9 sous-zones d'intensité intermédiaire : 50-60 mbar, 60-70 mbar, 70-80 mbar, 80-90 mbar, 90-100 mbar, 100-110 mbar, 110-120 mbar, 120-130 mbar et 130-140 mbar.

Dans le cas où les documents du PPRT ne précisent pas les sous-zones d'intensité, il convient de se rapprocher de la DREAL ou de la DDT locale pour en avoir communication ou à défaut, de retenir la sous-zone d'intensité la plus élevée (35-50 mbar en zone 20-50 mbar et 130-140 mbar en zone 50-140 mbar).

²⁵ Tel que défini dans l'arrêté du 29/09/2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation dit « arrêté PCIG »

9.3.1.2 Nature de l'onde de surpression

Deux types d'explosion peuvent survenir, elles génèrent des formes de signaux de surpression spécifiques : un signal de surpression de type « onde de choc » parfois dénommée « détonation » ou un signal de surpression de type « déflagration ». Ces formes correspondent aux modèles utilisés usuellement dans les études de dangers.

Les deux formes de signaux de surpression ΔP (mbar) peuvent être représentées sur un graphe en fonction du temps (en ms) de la façon suivante :

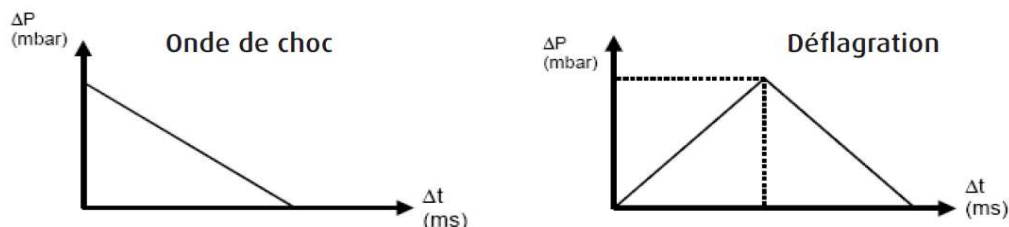


Illustration 20 : Signaux de surpression types

9.3.1.3 Intervalle de temps d'application

Le temps d'application est exprimé sous la forme d'un intervalle de temps d'application de l'onde de surpression en ms.

Dans la zone 50-140 mbar :

- dans le cas d'une onde de choc, il se décompose en 5 sous-zones : 0-20 ms, 20-100 ms, 100-150 ms, 150-500 ms, > 500 ms ;
- dans le cas d'une déflagration, il se décompose en 5 sous-zones : 0-20 ms, 20-50 ms, 50-150 ms, 150-1000 ms, > 1000 ms.

Dans la zone 20-50 mbar, cette donnée n'est pas nécessaire à l'étude.

9.3.2 Caractérisation du bâti

Le bâtiment à concevoir est caractérisé par:

- les caractéristiques des différentes parties d'ouvrage du bâtiment:
 - **les murs de maçonnerie ou en béton** : nature, hauteur ;
 - **la charpente et la toiture** : nature de la charpente, pente ;
 - **les éléments de couverture** : petits ou grands éléments ;
 - **les menuiseries vitrées** : type et dimension du vitrage, nature du châssis, système de fermeture, fixations dans le mur.

9.3.3 Orientation du bâtiment

Rappel : Préalablement ou en parallèle de cette démarche, il convient de prendre en compte les préconisations décrites au chapitre 6, et plus particulièrement au paragraphe 6.3 « Orientation du bâtiment », afin d'avoir une première projection du bâtiment, orienté de manière favorable (au sens de la protection des personnes) par rapport aux sources de danger.

9.3.3.1 Orientation des façades – zone 20-50 mbar et 50-140 mbar

L'orientation des faces par rapport au centre de l'explosion est un paramètre à prendre en compte afin de définir les dispositions constructives à mettre en œuvre pour respecter les objectifs de performance du PPRT.

Quelle que soit la zone d'intensité (20-50 mbar ou 50-140 mbar), l'orientation de chaque façade du bâtiment est repérée par un numéro : de face 1 (la plus exposée) à face 4 (la moins exposée). En effet, selon leur orientation, les façades sont plus ou moins exposées aux effets de l'explosion. Ce numéro de face traduit donc la violence des effets de surpression que les façades du bâtiment sont susceptibles de subir et va conduire à différencier les dispositions constructives qui peuvent être mis en œuvre.

La détermination de l'orientation des façades du bâtiment suit la démarche décrite ci-dessous.

La démarche à suivre pour définir l'orientation des faces du bâtiment est la suivante :

- Pour chaque face, calculer pour chaque centre de phénomènes dangereux retenu, la valeur des deux angles formés par la normale de la face et le segment [centre du phénomène retenu-extrémité de la face].
- Retenir l'angle le plus défavorable (le plus faible en valeur absolue) pour chaque face.

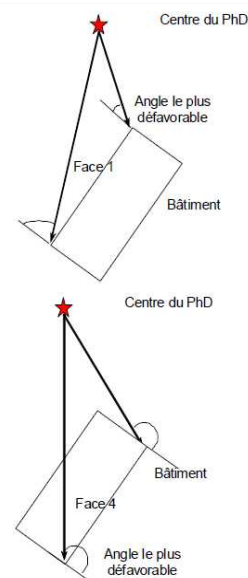


Illustration 21 : Angles retenus

- Un numéro est affecté à chaque face selon la règle suivante :
 - Face 1 : pour un angle compris entre 0 et 45 degrés ;
 - Face 2 : pour un angle compris entre 45 et 90 degrés ;
 - Face 3 : pour un angle compris entre 90 et 135 degrés ;
 - Face 4 : pour un angle compris entre 135 et 180 degrés.

Lorsque l'étude doit prendre en compte deux centres de phénomènes dangereux, deux numéros de face peuvent alors être affectés à une même face. Le numéro de face le plus faible doit être retenu (si une face est 1 et 3, le numéro de face 1 est retenu). Il est alors possible d'avoir plusieurs faces avec le même numéro.



Illustration 22 : Affectation des numéros des faces

9.3.3.2 Orientation de la toiture – zone 50-140 mbar

Dans la zone 50-140 mbar, pour les charpentes de pente supérieure à 25°, il est nécessaire de déterminer l'orientation de l'axe de la toiture par rapport aux centres des phénomènes retenus.

On retient l'angle le plus défavorable entre l'axe du faîtage de toiture (ligne de plus grande hauteur) et le centre des phénomènes dangereux. La procédure est la même que le calcul de l'angle de chaque face.

Lorsque l'étude doit prendre en compte plusieurs centres de phénomènes dangereux, plusieurs angles peuvent alors être affectés à une même toiture. On retient l'angle le plus défavorable entre ces valeurs (le plus grand en valeur absolue).

Si cet angle est inférieur à 25°, la toiture peut être déclassée en toiture de pente inférieure à 25° et sera considérée comme telle vis-à-vis des effets de surpression.

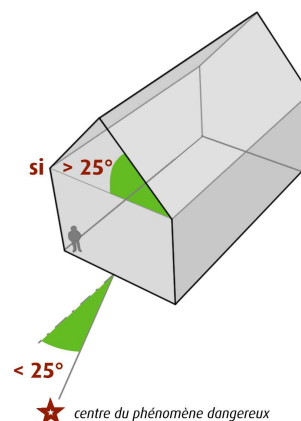


Illustration 23 : Orientation de l'axe de la toiture

9.4 Dispositions constructives

Le présent chapitre donne des dispositions constructives afin d'assurer la protection des occupants d'un bâtiment d'habitation individuelle face aux effets de surpression dans la zone 20-50 mbar et dans la zone 50-140 mbar.

Les dispositions constructives sont résumées dans le tableau ci-dessous, indiquant dans quelle zone d'intensité elles sont applicables et le paragraphe explicatif auquel il convient de se référer.

Disposition constructive	Chapitre	Applicable en zone 20-50 mbar	Applicable en zone 50-140 mbar
Forme générale du bâtiment	9.4.1	x	x
Rapport des dimensions et décrochement	9.4.2		x
Fondations	9.4.3		x
Distribution des raideurs en plan	9.4.4		x
Dispositions relatives au contreventement vertical (parois verticales)	9.4.5	x	x
Dispositions relatives au contreventement horizontal (plancher)	9.4.6		x
Murs extérieurs de maçonnerie ou en béton	9.4.7		x
Toiture	9.4.8	x	x
Couverture	9.4.9	x	x
Menuiseries vitrées – Zone 20-50 mbar	9.4.10.1	x	
Menuiseries vitrées – Zone 50-140 mbar	9.4.10.2		x

Tableau 8 : Dispositions constructives relatives à l'effet de surpression suivant la zone d'intensité

En complément de l'ensemble de ces dispositions, des préconisations sur les éléments non structuraux disponibles en annexe 6 du présent guide pourront également être prises en compte.

9.4.1 Forme générale du bâtiment

En zone 20-50 mbar et 50-140 mbar, afin de pouvoir bénéficier des principes de construction exposés dans le présent guide, le bâtiment d'habitation individuelle doit respecter les préconisations suivantes :

- la hauteur par étage ne doit pas excéder 4 mètres ;
- la forme de l'habitation individuelle en plan doit être **parallélépipédique, simple, compacte** et ne comporter ni angle saillant, ni aile, ni retrait important. On proscrit ici les bâtiments dont le plan est en forme de L, T ou X ainsi que les bâtiments composés de volumes en saillie ou de retraits aussi bien en plan qu'en élévation (voir chapitre 6.2).

9.4.2 Rapport des dimensions et décrochement

Aucune exigence particulière n'est requise dans la zone 20-50 mbar.

En zone 50-140 mbar, afin de pouvoir bénéficier des principes de construction exposés dans le présent guide, le bâtiment d'habitation individuelle doit respecter les préconisations suivantes :

- dans le cas particulier où l'orientation du bâtiment est défavorable (voir 6.3), le rapport des dimensions L/l (longueur sur largeur) doit être inférieur à 1,5.

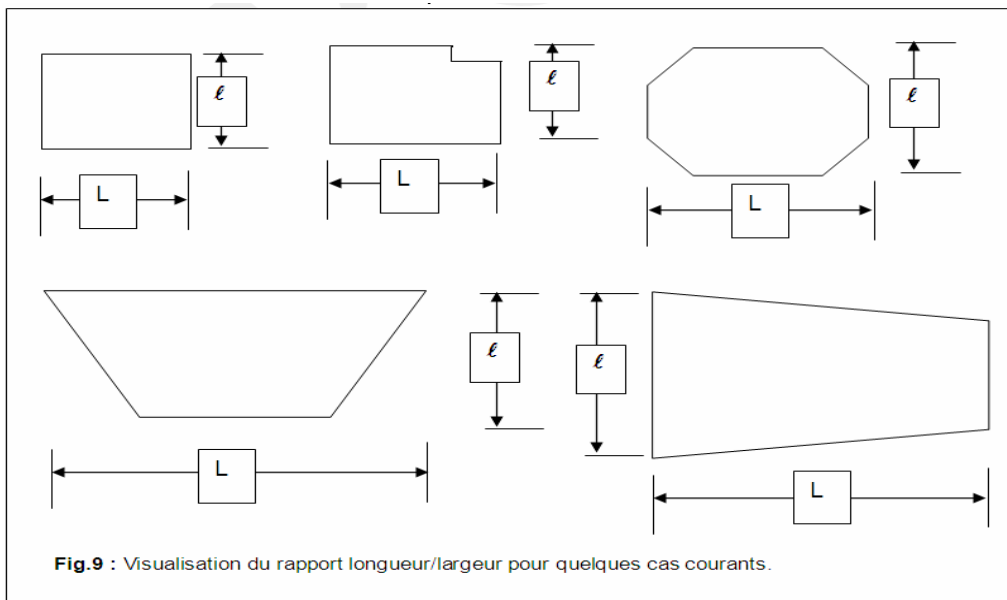


Illustration 24 : Visualisation du rapport longueur/largeur – Source : CSTB²⁶

- les décrochements en plan sont tolérés dès lors qu'ils ne dépassent pas plus de 5 % de la dimension qui leur est parallèle.

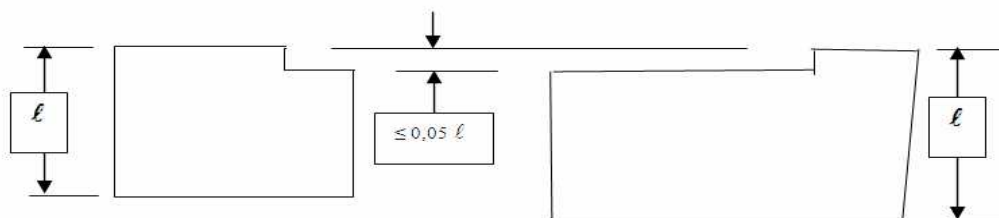


Illustration 25 : Schématisation des limites des décrochements en plan – Source : CSTB

²⁶ Toutes les illustrations réalisées par le CSTB reprises dans ce document sont issues du « Guide PPRT – Complément technique relatif à l'effet de surpression – 2008 – CSTB »

9.4.3 Fondations et dallage

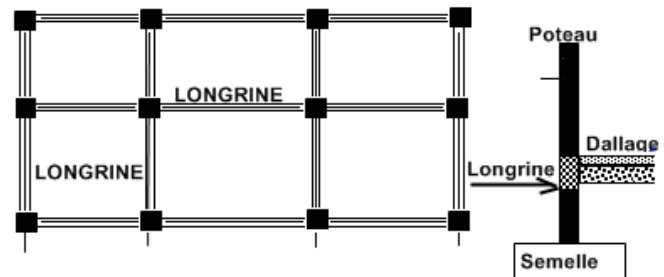
Aucune exigence particulière n'est requise dans la zone 20-50 mbar.

9.4.3.1 Fondations

Dans la zone 50-140 mbar, on privilégiera, au niveau des fondations, les fondations profondes²⁷ ou semi-profondes au sens du NF DTU13.11.

L'usage des fondations superficielles²⁸ respectant les règles de l'art décrites dans le NF DTU 13.12 reste toutefois possible. Dans ce cas, la continuité mécanique entre les fondations superficielles doit être assurée par un réseau de longrines permettant de rigidifier l'ensemble des semelles de fondations dans les deux directions principales de la construction.

Illustration 26 : Rigidification de l'infrastructure -
Source : <http://www.structureparasismic.com>



9.4.3.2 Dallages

Le dallage des maisons individuelles peuvent selon la norme NF DTU 13.3 être de deux types : dallage solidaire ou désolidarisé. Dans la zone 50-140 mbar, il faut retenir la solution dallage solidaire de manière à rigidifier l'infrastructure.

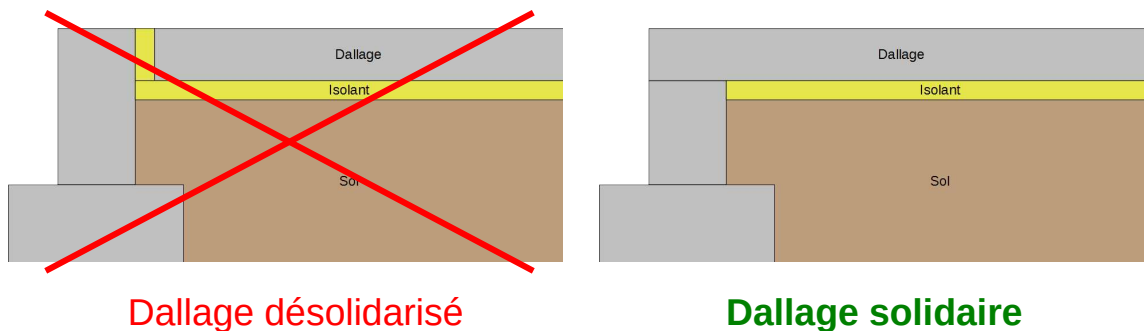


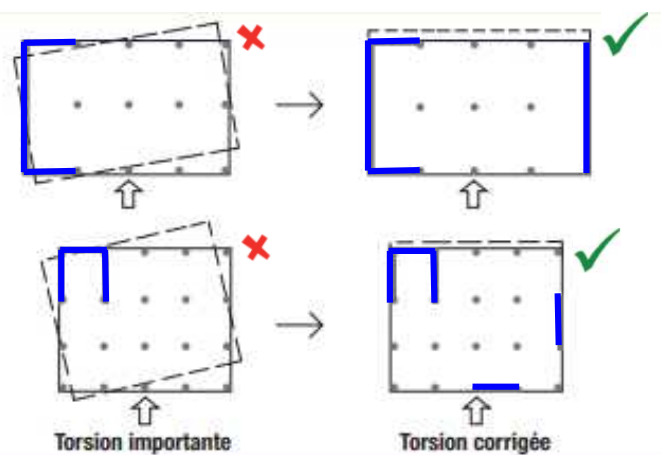
Illustration 27 : Dallage

9.4.4 Distribution des raideurs en plan

Aucune exigence particulière n'est requise dans la zone 20-50 mbar.

Dans la zone 50-140 mbar, afin d'éviter le risque de torsion du bâtiment, les éléments raides (cages d'escalier, murs, poteaux, voiles...) doivent être disposés de façon équilibrée, de manière « la plus symétrique possible par rapport au centre de construction ». Le complément technique relatif à l'effet de suppression du CSTB propose de retenir comme ordre de grandeur « une conception telle que l'excentrement entre le centre de torsion et le centre des masses, pour chaque étage, n'excède pas 5% de la plus grande dimension en plan du bâtiment ».

Illustration 28 : Exemple d'une répartition des éléments assurant le contreventement, c'est-à-dire des éléments rigides dans leur plan (en bleu sur les schémas) – Source : CONSTRUCTION MODERNE / N° 132



27 Puits de fondation, pieux battus ou moulés, pilotis, etc. ; ces ouvrages ont pour objet de reporter la charge des bâtiments vers un sous-sol dur profond, ou vers un sol moins sensible à d'éventuelles variations de plasticité (Dicobat 2006).

28 Semelles filantes ou longrines entre poteaux, raiders, etc. ; ces fondations sont descendues à des profondeurs de l'ordre de 50 cm à un mètre sous la surface du sol naturel, ou sous le plancher enterré le plus bas (Dicobat 2006).

9.4.5 Dispositions relatives au contreventement vertical (Parois verticales)

Les dispositions suivantes s'appliquent en zone 20-50 mbar et en zone 50-140 mbar.

La construction doit suivre les préconisations suivantes :

- disposer au moins de deux plans de stabilité distincts dans chacune de ses deux directions principales ;
- la distance entre les deux murs placés dans une direction donnée doit au moins être égale à $0,7 L$ avec L la dimension du bâtiment perpendiculaire au mur (Illustration 29) ;

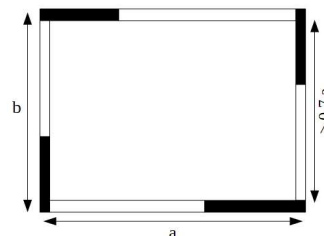


Illustration 29 : Nombre et distance minimale des murs de contreventement (les murs noircis correspondent au contreventement) – Source : CSTB

- les éléments de contreventement verticaux peuvent être des murs de maçonnerie (voir chapitre 9.4.7) avec chaînage périphérique tels que décrit dans le NF DTU 20.1 ou des voiles en béton armé ;
- les éléments de contreventement doivent être superposés pour plus de stabilité.

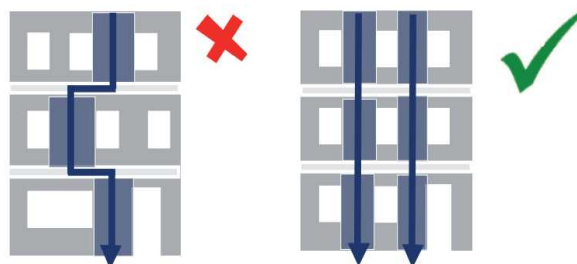


Illustration 30 : Superposition des éléments de contreventements - Source : La nouvelle RÉGLEMENTATION PARASISMIQUE applicable aux bâtiments – MEDDTL - 2011

9.4.6 Dispositions relatives au contreventement horizontal (Plancher)

La résistance des contreventements horizontaux respectant les DTU est assurée en zone 20-50 mbar.

En zone 50-140 mbar, les planchers doivent obligatoirement constituer des diaphragmes rigides, c'est-à-dire être capable de transmettre les charges horizontales aux éléments verticaux de contreventement et rendre impossible la mise en parallélogramme. Les planchers peuvent par exemple être des dalles en béton ou des platelages en bois indéformables.

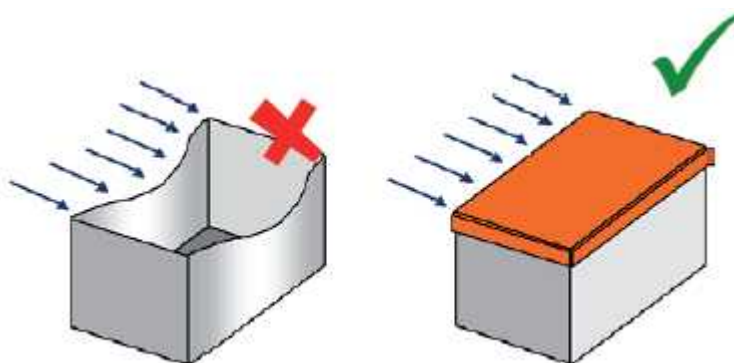


Illustration 31 : Plancher diaphragmes - Source : La nouvelle RÉGLEMENTATION PARASISMIQUE applicable aux bâtiments – MEDDTL - 2011

9.4.7 Murs extérieurs de maçonnerie ou en béton

La résistance des murs extérieurs de maçonnerie ou en béton de composition et épaisseur courante est assurée en zone 20-50 mbar.

En zone 50-140 mbar, la résistance des murs dépend :

1. de leur **capacité de flexion dans le sens vertical et de leur masse surfacique**, en distinguant 3 catégories de mur de la plus résistante (catégorie A+) à la moins résistante (catégorie B) ;

Catégorie	Flexion minimale dans le sens vertical	Masse surfacique	Murs de composition courante respectant ces critères
A+	> 11 kN.m/m	> 170 kg/m ²	Béton armé
A	> 8 kN.m/m	> 170 kg/m ²	Parpaings béton, briques pleines, béton banché, pierres de taille
B	> 6 kN.m/m	> 170 kg/m ²	Briques creuses

Tableau 9 : Caractéristiques des murs de maçonnerie ou en béton pour l'effet de surpression

2. de la **hauteur du mur** en distinguant :
 - les murs d'une hauteur ≤ 3 m ;
 - les murs d'une hauteur comprise entre 3 et 4 m ;

La hauteur d'un mur correspond à la hauteur entre deux planchers.

Pour une habitation individuelle à un niveau par exemple, la hauteur à considérer est la hauteur de rive de la paroi en façade (hors pignon).

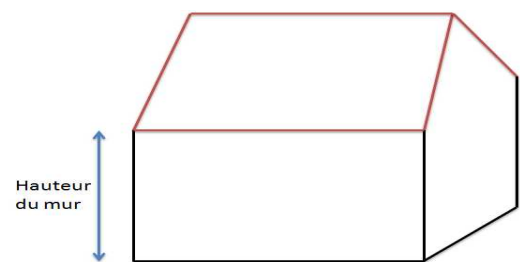


Illustration 32 : Mesure de la hauteur des murs d'une habitation individuelle de plain pied

3. de l'**orientation des façades** par rapport au(x) centre(s) d'explosion ;

L'orientation des façades du bâtiment par rapport au(x) centre(s) de l'explosion est repérée par un numéro : face 1 (la plus exposée), face 2, face 3 ou face 4 (la moins exposée) selon la méthode exposée au paragraphe 9.3.3.1.

4. **des caractéristiques de l'onde de surpression** : nature de l'onde de surpression, sous-zone d'intensité dans laquelle se trouve le bâtiment, intervalle de durée.

Les tableaux ci-contre permettent de déterminer la nature du mur à mettre en place en fonction des autres paramètres indiqués ci-dessus. Ainsi dans la pratique, une fois la hauteur du mur déterminée et les caractéristiques de l'onde de surpression connue, le tableau correspondant indique, en fonction de la valeur maximale de l'intensité de l'onde de surpression P, la nature du mur à mettre en place afin que celui-ci résiste (au sens de la protection des personnes).

Rappel : pour les effets de surpression, le présent guide s'applique aux bâtiments d'habitation individuelle et de logements collectifs assimilables à des habitations individuelles (type $\leq R+4$), et dont la hauteur maximale d'un étage ne doit pas excéder 4 mètres. Pour les bâtiments hors champ d'application du présent guide, une étude spécifique doit être réalisée pour étudier leur vulnérabilité.

Légende :

- Les murs de catégorie A+, A et B peuvent être mis en place dans cette zone
- Les murs de catégorie A+ et A peuvent être mis en place dans cette zone
- Seuls les murs de catégorie A+ peuvent être mis en place dans cette zone

9.4.7.1 Onde de choc

Mur d'une hauteur ≤ 3 m					
Durée du signal (en ms)	0 ≤ t < 20 ms	20 ≤ t < 100 ms	100 ≤ t < 150 ms	150 ≤ t < 500 ms	t > 500 ms
50 < P ≤ 110 mbar					
110 < P ≤ 140 mbar					

Tableau 10 : Murs d'une hauteur inférieure ou égale à 3 m – Onde de choc

Mur d'une hauteur comprise entre 3 et 4 m					
Durée du signal (en ms)	0 ≤ t < 20 ms	20 ≤ t < 100 ms	100 ≤ t < 150 ms	150 ≤ t < 500 ms	t > 500 ms
50 < P ≤ 60 mbar					
60 < P ≤ 70 mbar					
70 < P ≤ 90 mbar					
90 < P ≤ 130 mbar					
130 < P ≤ 140 mbar					

Tableau 11 : Murs d'une hauteur comprise entre 3 et 4 m – Onde de choc

9.4.7.2 Déflagration

Mur d'une hauteur ≤ 3 m					
Durée du signal (en ms)	0 ≤ t < 20 ms	20 ≤ t < 50 ms	50 ≤ t < 150 ms	150 ≤ t < 1000 ms	> 1000 ms
50 < P ≤ 140 mbar					

Tableau 12 : Murs d'une hauteur inférieure ou égale à 3 m – Déflagration

Mur d'une hauteur comprise entre 3 et 4 m					
Durée du signal (en ms)	0 ≤ t < 20 ms	20 ≤ t < 50 ms	50 ≤ t < 150 ms	150 ≤ t < 1000 ms	> 1000 ms
50 < P ≤ 80 mbar					
80 < P ≤ 120 mbar					
120 < P ≤ 140 mbar					

Tableau 13 : Murs d'une hauteur comprise entre 3 et 4 m – Déflagration

Ainsi,

- Les murs de maçonnerie ou en béton résistent dans la zone 20-50 mbar.
- Les murs de maçonnerie ou en béton de composition courante (parpaings, briques pleines ou pierre de taille) et dans la grande majorité des cas les murs en briques creuses ou en moellons de hauteurs les plus courantes (≤ 3 m) résistent dans la zone 50-140 mbar d'un effet de surpression.
- Les murs de maçonnerie ou en béton de composition courante (parpaings, briques pleines ou pierre de taille) d'une hauteur comprise entre 3 et 4 m résistent dans la zone 50-140 mbar d'une déflagration.

9.4.8 Toiture

Le présent chapitre porte sur les toitures terrasse en béton ou en béton armé, les toitures à pente en charpentes traditionnelles en bois avec couverture en petits éléments ou grands éléments.

Pour le traitement des charpentes à ossature métallique avec couverture en grands éléments, le lecteur est invité à se reporter au guide BATIRSUR 20-50 mbar ou 50-140 mbar.

9.4.8.1 Toiture terrasse en béton ou en béton armé

En zone 20-50 mbar ou 50-140 mbar, la capacité des toitures terrasse à protéger les personnes est assurée, qu'elles soient en béton ou en béton armé.

9.4.8.2 Charpentes traditionnelles ou en fermette en bois

La résistance des charpentes traditionnelles ou en fermette en bois est assurée en zone 20-50 mbar.

Dans la zone 50-140 mbar, la résistance des charpentes traditionnelles ou en fermette en bois dépend de :

- des caractéristiques de l'onde de surpression : nature de l'onde de surpression (onde de choc, déflagration), de la sous-zone d'intensité dans laquelle se trouve le bâtiment, intervalle de durée d'application ;
- la pente de toiture : $\leq 25^\circ$ ou $> 25^\circ$;
- l'orientation du bâtiment par rapport au(x) centre(s) d'explosion (pour les toitures de pente $> 25^\circ$) tel que décrit au chapitre 9.3.3.2.

Les charpentes de pente $> 25^\circ$ dont l'orientation est favorable par rapport aux centres d'explosion (c'est-à-dire dont l'angle entre l'axe du faîtage et le centre du phénomène dangereux est $< 25^\circ$) peuvent être déclassées en charpente de pente $< 25^\circ$ pour réaliser leur dimensionnement.

Le tableau ci-dessous donne, en fonction des caractéristiques de l'onde de surpression (intensité P et durée de l'onde de surpression) et des caractéristiques de la toiture (pente, orientation du bâtiment), les configurations pour lesquelles la résistance des charpentes en bois traditionnelle ou en fermette dimensionnée neige et vent selon le DTU31.1 est soit assurée (au sens de la protection des personnes) ou soit nécessite des préconisations complémentaires.

Nature de l'onde de surpression	Onde de choc					Déflagration				
	$0 \leq t < 20$ ms	$20 \leq t < 100$ ms	$100 \leq t < 150$ ms	$150 \leq t < 500$ ms	> 500 ms	$0 \leq t < 20$ ms	$20 \leq t < 50$ ms	$50 \leq t < 150$ ms	$150 \leq t < 1000$ ms	> 1000 ms
$50 \leq P \leq 60$ mbar	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
$60 \leq P \leq 70$ mbar	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
$70 < P \leq 80$ mbar	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
$80 < P \leq 90$ mbar	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
$90 < P \leq 100$ mbar	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
$100 < P \leq 110$ mbar	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
$110 < P \leq 120$ mbar	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert
$120 < P \leq 140$ mbar	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert

Tableau 14 : Vulnérabilité des charpentes en bois face à l'effet de surpression

- Légende :**
- Les charpentes traditionnelles ou en fermette en bois dimensionnée neige et vent selon le DTU31.1 peuvent être mis en place quelle que soit leur pente et leur orientation.
 - Les charpentes traditionnelles ou en fermette en bois dimensionnée neige et vent selon le DTU31.1 :
 - dont la pente de toiture est inférieure à 25° ;
 - ou dont la pente de toiture est supérieure à 25° et pouvant être déclassée en raison de leur orientation (voir 9.3.3.2) ;
 - ou dont la pente de toiture est supérieure à 25° et respectant des préconisations complémentaires (voir ci-dessous) ;
 peuvent être mise en place.
 - Les charpentes en bois traditionnelles ou en fermette en bois dimensionnée neige et vent selon le DTU31.1 toiture doivent respecter des préconisations complémentaires (voir ci-dessous) quelles que soient leur pente et leur orientation.

Préconisations complémentaires

Pour les charpentes en bois traditionnelle ou en fermette dimensionnée neige et vent selon le DTU31.1 devant faire l'objet de préconisations complémentaires à la lecture du tableau 14 ci-dessus, une des dispositions suivantes peut être mis en œuvre afin d'assurer une résistance de la charpente en bois traditionnelle ou en fermette dans la zone 50-140 mbar :

- réduction par 2 de l'entre axe entre fermes par rapport à une charpente dimensionnée neige et vent ;
- augmentation de la section des éléments de la charpente de toiture (fermes et pannes) tel que l'aire et l'inertie des éléments soit à minima multiplié par deux. Il conviendra ici de doubler les fermes et les pannes.

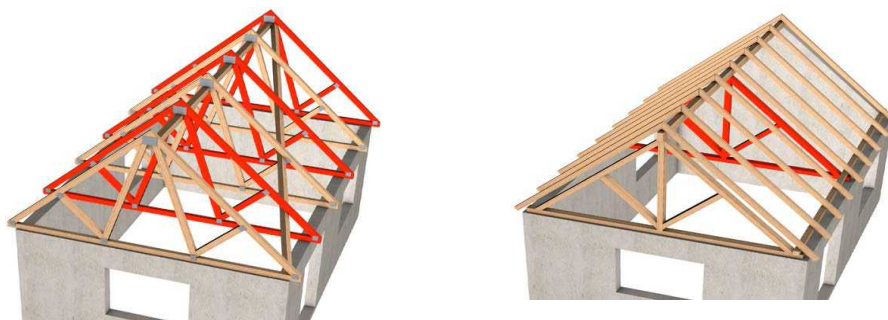


Illustration 33 : Exemple de renforcement de charpente traditionnelle ou en fermette en bois

9.4.9 Couverture

Les éléments de couverture en petits éléments (type tuiles ou ardoises) sur charpente bois ne résistent pas aux effets de surpression en zone 20-50 mbar et 50-140 mbar, mais ils ne représentent pas un danger pour les personnes situées à l'intérieur de l'habitation. Les couvertures en petits éléments peuvent donc être utilisées pour les constructions neuves en zone 20-50 mbar et en zone 50-140 mbar. Toutefois et sans préjudice des obligations techniques liées à la prévention du risque sismique ou à la protection neige et vent, il est déconseillé de solidariser les tuiles à la charpente pour éviter un chargement important de la charpente.

L'utilisation d'éléments de couverture en petits éléments est à privilégier en zone 20-50 ou 50-140 mbar d'un effet de surpression. Les couvertures en grands éléments (de type bardage métallique) sur charpente bois peuvent également être utilisées dans le cas de combles perdus avec présence d'une dalle béton en plancher.

9.4.10 Menuiseries vitrées

Quelle que soit la zone de surpression, la caractérisation des menuiseries vitrées consiste à définir :

- la nature et les dimensions des panneaux vitrés ;
- le mode d'ouverture de la fenêtre (ouverture à la française, vers l'extérieur...) ;
- la nature et les caractéristiques du châssis (PVC, aluminium, bois) ;
- le système de fermeture de la fenêtre ;
- le mode de pose ;
- le mode de fixation dans le mur.

9.4.10.1 Choix des menuiseries vitrées dans la zone 20-50 mbar

En zone 20-50 mbar d'un effet de surpression, les fenêtres à mettre en œuvre doivent respecter les dispositions indiquées ci-dessous.

a) Choix du panneau vitré

Les panneaux vitrés de la fenêtre doivent résister ou dans une moindre mesure casser sans risques de blessures face à une onde de surpression incidente de 20 à 50 mbar.

Le dimensionnement des panneaux vitrés face aux effets de surpression dépend :

- de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment (zone 20-35 ou 35-50 mbar) ;
- de la nature de l'onde (onde de choc ou déflagration) ;
- de l'orientation des façades du bâtiment par rapport au(x) centre(s) d'explosion ;
- et des dimensions des panneaux vitrés de la fenêtre à mettre en place (L longueur, I largeur).

Selon les cas, il faudra utiliser :

- un double vitrage 4/Y²⁹/4 ;
- un double vitrage feuilleté 4/Y/44.X ou 44.X/Y/44.X (ou X ≥ 2) ;
- un double vitrage en verre trempé (double vitrage 8/Y/8).

Les tableaux suivants présentent, pour ces différents types de vitrage, les dimensions maximales admissibles du panneau vitré (I largeur, L longueur) correspondant permettant de résister à une onde de surpression incidente de 20 à 50 mbar ou de protéger efficacement les personnes contre ces agressions en cassant sans risque de blessure.

Nota : La largeur I désigne la plus petite dimension du panneau vitré (qu'elle soit horizontale ou verticale) et la longueur L la plus grande dimension.

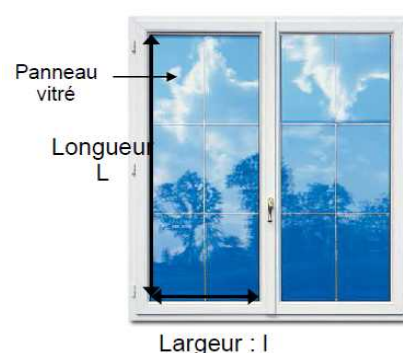


Illustration 34 : Dimensions L et I d'un panneau vitré

29 Y est l'épaisseur de la lame d'air, généralement entre 4 et 20 mm

Panneaux vitrés en double vitrage 4/Y/4							
Onde de choc							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1,5	2	3	4
20-35 mbar	Face 1	l (m)	0,70	0,55	0,40	0,35	0,35
	Face 2		0,90	0,70	0,65	0,40	0,40
	Face 3		1,15	0,90	0,80	0,55	0,50
	Face 4		1,20	0,95	0,85	0,55	0,55
35-50 mbar	Face 1	l (m)	0,55	0,40	0,30	0,25	0,25
	Face 2		0,65	0,55	0,40	0,30	0,30
	Face 3		0,90	0,70	0,65	0,40	0,40
	Face 4		0,95	0,75	0,70	0,45	0,45
Déflagration							
20-35 mbar	Face 1	l (m)	0,95	0,75	0,70	0,45	0,45
	Face 2		1,15	0,90	0,80	0,55	0,50
	Face 3		1,30	1,05	0,95	0,65	0,60
	Face 4		1,35	1,10	1,00	0,70	0,65
35-50 mbar	Face 1	l (m)	0,80	0,60	0,45	0,35	0,35
	Face 2		0,90	0,70	0,65	0,40	0,40
	Face 3		1,05	0,85	0,75	0,50	0,50
	Face 4		1,15	0,90	0,80	0,55	0,50

Tableau 15 : Panneaux vitrés en double vitrage recuit 4/Y/4 – 20-50 mbar

Panneaux vitrés en double vitrage feuilleté 44.X/Y/4 (verre feuilleté 44.X posé côté extérieur, X ≥ 2)							
Onde de choc							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1,5	2	3	4
20-35 mbar	Face 1	l (m)	1,10	0,90	0,85	0,65	0,55
	Face 2		1,30	1,05	0,95	0,75	0,65
	Face 3		1,55	1,25	1,15	0,90	0,80
	Face 4		1,65	1,35	1,25	1,05	0,90
35-50 mbar	Face 1	l (m)	0,90	0,75	0,70	0,50	0,45
	Face 2		1,00	0,80	0,80	0,55	0,50
	Face 3		1,30	1,05	0,95	0,75	0,65
	Face 4		1,35	1,10	1,00	0,80	0,70
Déflagration							
20-35 mbar	Face 1	l (m)	1,35	1,10	1,00	0,80	0,70
	Face 2		1,55	1,25	1,15	0,90	0,80
	Face 3		1,80	1,45	1,35	1,15	1,00
	Face 4		1,85	1,55	1,40	1,20	1,05
35-50 mbar	Face 1	l (m)	1,20	1,00	0,90	0,70	0,60
	Face 2		1,30	1,05	0,95	0,75	0,65
	Face 3		1,45	1,20	1,10	0,85	0,75
	Face 4		1,55	1,25	1,15	0,90	0,80

Tableau 16 : Panneaux vitrés en double vitrage feuilleté 44.X/Y/4 (verre feuilleté 44.X posé côté extérieur) – 20-50 mbar

Panneaux vitrés en double vitrage feuilleté 4/Y/44.X (verre feuilleté 44.X posé côté intérieur, X ≥ 2)							
Onde de choc							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1,5	2	3	4
20-35 mbar	Face 1	l (m)	1,70	1,35	1,05	0,85	0,80
	Face 2		1,95	1,60	1,45	1,00	0,95
	Face 3		2,40	1,95	1,80	1,30	1,20
	Face 4		2,50	2,05	1,90	1,40	1,25
35-50 mbar	Face 1	l (m)	1,40	1,15	0,80	0,70	0,70
	Face 2		1,65	1,35	1,00	0,85	0,80
	Face 3		2,10	1,70	1,55	1,10	1,00
	Face 4		2,15	1,75	1,60	1,15	1,05
Déflagration							
20-35 mbar	Face 1	l (m)	2,15	1,75	1,60	1,15	1,05
	Face 2		2,40	1,95	1,80	1,30	1,20
	Face 3		2,70	2,25	2,10	1,60	1,40
	Face 4		2,80	2,35	2,20	1,70	1,50
35-50 mbar	Face 1	l (m)	1,85	1,50	1,40	0,95	0,90
	Face 2		2,10	1,70	1,55	1,10	1,00
	Face 3		2,35	1,90	1,75	1,25	1,15
	Face 4		2,50	2,05	1,90	1,40	1,25

Tableau 17 : Panneaux vitrés en double vitrage feuilleté 4/Y/44.X (verre feuilleté 44.X posé côté intérieur) – 20-50 mbar

Panneaux vitrés en double vitrage feuilleté 44.X/Y/44.X (X ≥ 2)							
Onde de choc							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1,5	2	3	4
20-35 mbar	Face 1	l (m)	2,15	1,75	1,60	1,15	1,05
	Face 2		2,50	2,05	1,85	1,40	1,25
	Face 3		3,15	2,55	2,30	2,10	1,65
	Face 4		3,25	2,65	2,40	2,20	1,75
35-50 mbar	Face 1	l (m)	1,80	1,45	1,20	0,90	0,85
	Face 2		2,10	1,70	1,55	1,10	1,00
	Face 3		2,65	2,20	2,00	1,50	1,35
	Face 4		2,70	2,25	2,05	1,60	1,40
Déflagration							
20-35 mbar	Face 1	l (m)	2,70	2,25	2,05	1,60	1,40
	Face 2		3,15	2,55	2,30	2,10	1,65
	Face 3		3,40	2,85	2,60	2,40	1,95
	Face 4		3,50	3,00	2,75	2,50	2,05
35-50 mbar	Face 1	l (m)	2,35	1,95	1,80	1,30	1,15
	Face 2		2,65	2,20	2,00	1,50	1,35
	Face 3		3,05	2,50	2,25	2,00	1,60
	Face 4		3,25	2,65	2,40	2,20	1,75

Tableau 18 : Panneaux vitrés en double vitrage feuilleté 44.X/Y/44.X – 20-50 mbar

Panneaux vitrés en double vitrage trempé 8/Y/8							
Onde de choc							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/I				
			1	1,5	2	3	4
20-35 mbar	Face 1	l (m)	1,80	1,45	1,35	0,90	0,85
	Face 2		2,15	1,75	1,60	1,15	1,05
	Face 3		2,60	2,15	1,95	1,75	1,40
	Face 4		2,75	2,25	2,0	1,80	1,45
35-50 mbar	Face 1	l (m)	1.50	1.20	1.05	0.70	0.70
	Face 2		1.75	1.40	1.30	0.90	0.80
	Face 3		2.20	1.80	1.65	1.20	1.10
	Face 4		2.30	1.85	1.70	1.30	1.15
Déflagration							
20-35 mbar	Face 1	l (m)	2.30	1.85	1.70	1.30	1.15
	Face 2		2.60	2.15	1.95	1.75	1.40
	Face 3		2.90	2.40	2.15	1.80	1.65
	Face 4		3.0	2.50	2.20	1.85	1.70
35-50 mbar	Face 1	l (m)	1.95	1.60	1.45	1.00	0.95
	Face 2		2.15	1.75	1.60	1.20	1.05
	Face 3		2.45	2.00	1.85	1.55	1.25
	Face 4		2.60	2.15	1.95	1.75	1.40

Tableau 19 : Panneaux vitrés en double vitrage trempé 8/Y/8 – 20-50 mbar

b) Choix du mode d'ouverture de la fenêtre

Le mode d'ouverture de la fenêtre doit respecter l'une des préconisations suivantes :

- les panneaux vitrés sont montés sur châssis fixe ; la fenêtre ne comporte pas d'ouvrant, le vitrage est monté dans le cadre de la fenêtre qui est fixé au mur ;
- la fenêtre est munie d'ouvrants orientés vers l'extérieur (comme l'ouverture à l'anglaise ou à l'italienne) respectant les préconisations indiquées dans le paragraphe « Choix du châssis » ci-dessous ;
- les fenêtres sont munies d'ouvrants orientés vers l'intérieur à la française³⁰ respectant les préconisations indiquées dans les paragraphes « Choix du châssis », « Choix du système de fermeture » et « Fixations de la menuiserie dans le mur » ci-après.

c) Choix du châssis

Les fenêtres doivent être munies de châssis :

- en bois ;
- en aluminium ;
- en acier ;
- en PVC à condition que l'ensemble des traverses, montants du dormant et de châssis mobile soient renforcés par des armatures en acier.

³⁰ L'ouverture à soufflet dont le système de fermeture ne comporte pas de dispositif de maintien de l'ouvrant en position semi-ouverte (compas, chaîne) est aussi un mode d'ouverture acceptable.

d) Choix du système de fermeture

La définition des exigences nécessaires à la bonne tenue des systèmes de fermeture dépend :

- du système d'ouverture (ouverture à la française, vers l'extérieur, coulissante, châssis fixe...);
- de la nature du châssis (PVC, bois, aluminium...);
- du système de fermeture ;
- du mode de pose (applique, tunnel, feuillure...).

Remarque : Les 3 modes de poses (applique, feuillure, tunnel) peuvent être possibles à condition de respecter les exigences en matière de système de fermeture ci-après.

Rappel : Les menuiseries fixes ou ouvrant vers l'extérieur ne sont pas vulnérables du point de vue de leur système de fermeture.

Pour les menuiseries vitrées à châssis PVC, aluminium ou bois (tout type de pose), les dispositions suivantes doivent être respectées afin de contribuer à la protection des personnes :

*Fenêtre à ouverture à la française - Système de fermeture individuelle des ouvrants avec renvoi d'angle, gâche fourchette et galet champignon
(1 : armature en acier - 2 : gâche métallique avec galet-champignon - 3 : paumelle anti-dégondage - 4 : système de fermeture individuelle de l'ouvrant)*

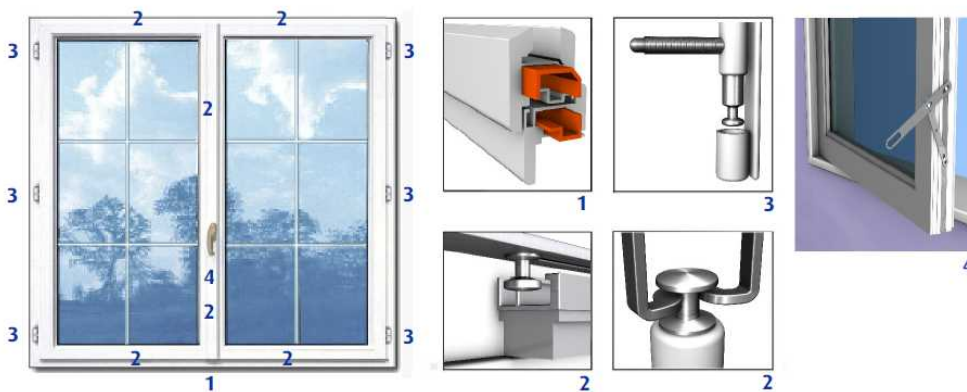


Illustration 35 : Système de fermeture à renvoi d'angle

- les traverses et montants du dormant et des châssis mobiles en PVC sont renforcés par des armatures en acier ;
- les fenêtres sont munies d'un système de fermeture individuelle des ouvrants avec renvoi d'angle constitué de gâches métalliques de sécurité anti-décrochement avec galet champignon ;
- les gâches sont fixées :
 - pour les châssis en PVC, sur les éléments en PVC par l'intermédiaire de vis de longueur suffisante pour traverser la première épaisseur de PVC et le renfort métallique ;
 - pour les châssis aluminium, sur les traverses du dormant par l'intermédiaire de vis de longueur suffisante pour traverser deux épaisseurs d'aluminium ;
 - pour les châssis en bois, la gâche est fixée sur les éléments en bois par l'intermédiaire de vis de longueur suffisante ;
- les paumelles sont munies d'un système anti-dégondage et doivent être vissées dans les dormants et les battants ;
- le nombre de points (paumelles ou points de condamnation de type gâche métallique + galet champignon) liant les ouvrants au dormant de la fenêtre doit être égal à :

$$N = 6 * S_f$$

où S_f est la surface totale de la fenêtre en m^2 .

Ils doivent être équitablement répartis dans la mesure du possible.

e) Fixations de la menuiserie dans le mur

Les fixations de la fenêtre dans le mur doivent respecter les préconisations indiquées dans le tableau suivant. Celles-ci dépendent :

- du système de fermeture (sortie de tringle, renvoi d'angle) ;
- de l'intensité ;
- du mode de pose ;
- de l'orientation de la face.

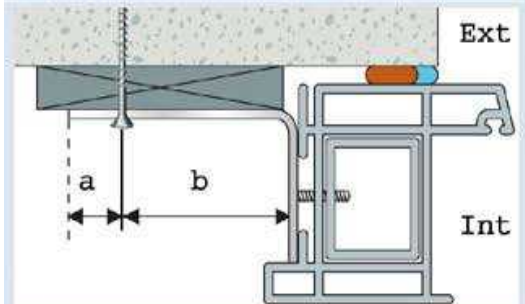
Préconisations dans la zone 20-35 mbar				
Type de pose	Intitulés	Face 1	Face 2, 3 et 4	
Pose en feuillure	Emplacement des pattes de scellement principales	Voir les schémas ci-après		
	Distance maximale entre 2 pattes de scellement à la périphérie du dormant	50 cm		
Pose en tunnel	Emplacement des chevillages principaux	Voir les schémas ci-après		
	Distance maximale entre 2 chevillages à la périphérie du dormant	50 cm		
	Tenue des chevillages au cisaillement V_c (en N) ³¹	$V_c > (C \cdot S_f) / N_f$ avec S_f la surface de la fenêtre en m ² , N_f le nombre total de chevilles et C le coefficient donné ci-dessous		
		$C = 1,3 \cdot 10^4$	$C = 1,0 \cdot 10^4$	
Pose en applique	Emplacement des équerres de fixation principales	Voir les schémas ci-après		
	Distance maximale entre 2 équerres à la périphérie du dormant	50 cm		
	Les équerres de fixation doivent être fixées sur le dormant de la fenêtre par vissage direct. Elles doivent être capables de reprendre les efforts transmis par les vis de fixation. Les systèmes à clippage, clame ou à griffe sont à proscrire.			
	Tenue au cisaillement des vis de fixation dans le dormant V_v (en N) ³⁷	$V_v > (C \cdot S_f) / N_f$ avec S_f la surface de la fenêtre en m ² , N_f le nombre total de chevilles et C le coefficient donné ci-dessous		
		$C = 1,3 \cdot 10^4$	$C = 1,0 \cdot 10^4$	
	Tenue à l'arrachement des chevillages dans le mur A_c (en N) ³⁷	$A_c > V_v \cdot (1 + 1,5 \cdot b/a)$  <p>L'aile d'appui sur la structure porteuse est de dimension $a+b$ a : longueur entre l'axe de la vis et l'extrémité de la patte L_p : longueur de la partie de la patte accolé au mur b : $L_p - a$</p>		

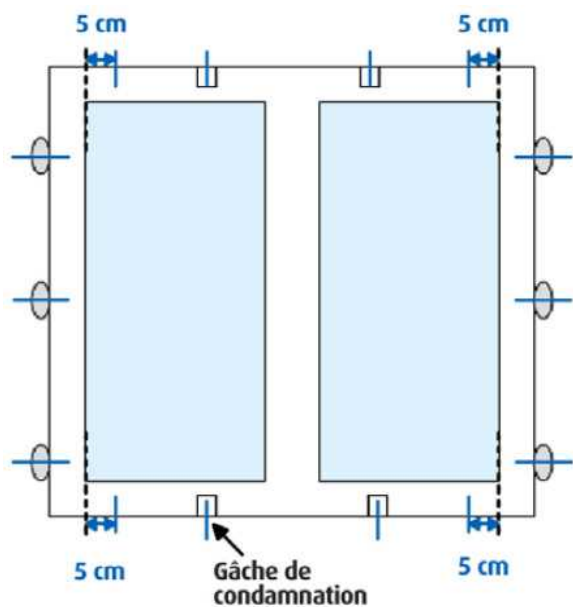
Tableau 20 : Préconisations de fixation des menuiseries en zone 20-35 mbar

Préconisations dans la zone 35-50 mbar				
Type de pose	Intitulés	Face 1	Face 2	Face 3 et 4
Pose en feuillure	Emplacement des pattes de scellement principales	Voir les schémas ci-après		
	Distance maximale entre 2 pattes de scellement à la périphérie du dormant	25 cm	50 cm	
Pose en tunnel	Emplacement des chevillages principaux	Voir les schémas ci-après		
	Distance maximale entre 2 chevillages à la périphérie du dormant	25 cm	50 cm	
	Tenue des chevillages au cisaillement V_c (en N) ³²	$V_c > (C \cdot S_f) / N_f$ avec S_f la surface de la fenêtre en m ² , N_f le nombre total de chevilles et C le coefficient donné ci-dessous		
		$C = 2,1 \cdot 10^4$	$C = 1,6 \cdot 10^4$	$C = 1,0 \cdot 10^4$
Pose en applique	Emplacement des équerres de fixation principales	Voir les schémas ci-après		
	Distance maximale entre 2 équerres à la périphérie du dormant	25 cm	50 cm	
	Les équerres de fixation doivent être fixées sur le dormant de la fenêtre par vissage direct. Elles doivent être capables de reprendre les efforts transmis par les vis de fixation. Les systèmes à clippage, clame ou à griffe sont à proscrire.			
	Tenue au cisaillement des vis de fixation dans le dormant V_v (en N) ³⁸	$V_v > (C \cdot S_f) / N_f$ avec S_f la surface de la fenêtre en m ² , N_f le nombre total de chevilles et C le coefficient donné ci-dessous		
		$C = 2,1 \cdot 10^4$	$C = 1,6 \cdot 10^4$	$C = 1,0 \cdot 10^4$
	Tenue à l'arrachement des chevillages dans le mur A_c (en N) ³⁸	$A_c > V_v \cdot (1 + 1,5 \cdot b/a)$ (Voir schéma du tableau précédent pour a et b)		

Tableau 21 : Préconisations de fixation des menuiseries en zone 35-50 mbar

L'emplacement des fixations, quel que soit le mode de pose, doit être conforme au schéma suivant :

Fenêtre munie d'un système de fermeture à renvoi d'angle



Sur chacun des montants du dormant :

- une fixation au niveau de chaque organe de rotation (paumelle).

Sur la traverse haute et sur la pièce d'appui :

- une fixation entre 5 et 10 cm maximum du bord de fond de feuillure d'un angle du dormant ;
- une fixation au voisinage de chaque gâche de condamnation.

Des équerres sont ensuite rajoutées, le cas échéant, afin de respecter la distance maximale permise.

Illustration 36 : Disposition des fixations principales pour les fenêtres à ouverture à la française avec système de fermeture à renvoi d'angle en faces 1 à 4 d'une construction dans la zone 20-50 mbar

9.4.10.2 Choix des menuiseries vitrées dans la zone 50-140 mbar

En zone 50-140 mbar, les menuiseries vitrées standards ne résistent que pour de petites dimensions et dans certaines conditions particulières exigeantes et doivent donc faire l'objet de dispositions constructives spécifiques pour assurer la sécurité des personnes. Dans la zone 50-140 mbar d'un effet de surpression, les fenêtres à mettre en œuvre doivent :

- soit être certifiées de classe EPR1 selon la norme EN 13123-1 « Fenêtres, portes et fermetures - Résistance à l'explosion - Prescriptions et classification Partie 1 : Tube à effet de souffle (shock tube) » (EPR1 correspond à la première classe de la norme (de EPR1 à EPR5)) ;
- soit respecter l'ensemble des préconisations indiquées ci-dessous et portant selon la même méthodologie que pour la zone 20-50 mbar sur :
 - le panneau vitré ;
 - le mode d'ouverture de la fenêtre (ouverture à la française, vers l'extérieur, ...) ;
 - la nature et les caractéristiques du châssis ;
 - le système de fermeture de la fenêtre ;
 - le mode de fixation de la fenêtre dans le mur ;

et dépendant notamment de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment (zone 50-100 mbar ou 100-140 mbar), de l'orientation du bâtiment et plus particulièrement de ses façades par rapport aux sources des phénomènes de surpression.

a) Choix du panneau vitré

Les panneaux vitrés de la fenêtre doivent résister ou dans une moindre mesure casser sans risques de blessures face à une onde de surpression incidente de 50 à 140 mbar.

Le dimensionnement des panneaux vitrés face aux effets de surpression dépend :

- de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment (zone 50-100 ou 100-140 mbar) ;
- de l'orientation des façades du bâtiment par rapport au(x) centre(s) d'explosion ;
- et des dimensions des panneaux vitrés de la fenêtre à mettre en place (L longueur, I largeur).

Selon les cas, il faudra utiliser :

- un double vitrage 4/Y³³/4 ;
- un double vitrage feuilleté 44.X/Y/44.X ou 66.X/Y/66.X (avec X ≥ 2) ;
- un double vitrage en verre trempé (double vitrage 8/Y/8).

Les tableaux suivants présentent, pour ces différents types de vitrage, les dimensions maximales admissibles du panneau vitré (I largeur, L longueur) correspondant permettant de résister à une onde de surpression (onde de choc ou déflagration) incidente de 50 à 140 mbar ou de protéger efficacement les personnes contre ces agressions en cassant sans risque de blessure.

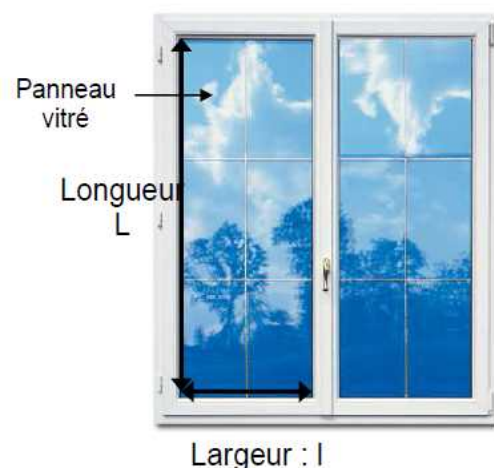


Illustration 37 : Dimensions L et I d'un panneau vitré

Nota : Les valeurs sont données pour des vitrages constitués de composants verriers en verre recuit (sauf pour le 8/Y/8 où les composants sont en verre trempé). Elles sont cependant applicables de manière conservative si le verre considéré est un verre durci ou semi-trempé.

33 Y est l'épaisseur de la lame d'air, généralement entre 4 et 20 mm

Panneaux vitrés en double vitrage feuilleté 4/Y/4							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1,5	2	3	4
50-100 mba	Face 1	l (m)	0.30	0.20	0.20	0.15	0.15
	Face 2		0.35	0.25	0.25	0.20	0.20
	Face 3		0.55	0.35	0.30	0.25	0.25
	Face 4		0.55	0.40	0.30	0.30	0.30
100-140 mbar	Face 1	l (m)	0.25	0.20	0.15	0.15	0.15
	Face 2		0.30	0.20	0.20	0.15	0.15
	Face 3		0.40	0.30	0.25	0.20	0.20
	Face 4		0.40	0.30	0.25	0.25	0.25

Tableau 22 : Panneaux vitrés en double vitrage 4/Y/4 – 50-140 mbar

Panneaux vitrés en double vitrage feuilleté 44.X/Y/44.X (X ≥ 2)							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1,5	2	3	4
50-100 mbar	Face 1	l (m)	1.00	0.65	0.60	0.55	0.50
	Face 2		1.15	0.90	0.65	0.60	0.60
	Face 3		1.50	1.20	0.90	0.75	0.70
	Face 4		1.60	1.30	0.95	0.80	0.75
100-140 mbar	Face 1	l (m)	0.75	0.60	0.50	0.45	0.40
	Face 2		1.00	0.65	0.60	0.50	0.50
	Face 3		1.25	1.05	0.70	0.60	0.60
	Face 4		1.30	1.10	0.75	0.65	0.60

Tableau 23 : Panneaux vitrés en double vitrage feuilleté 44.X/Y/44.X – 50-140 mbar

Panneaux vitrés en double vitrage feuilleté 66.X/Y/66.X (Y ≥ 2)							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1,5	2	3	4
50-100 mbar	Face 1	l (m)	1.55	0.95	0.80	0.75	0.70
	Face 2		1.70	1.25	1.00	0.90	0.85
	Face 3		2.20	1.80	1.40	1.10	1.05
	Face 4		2.30	1.90	1.50	1.15	1.10
100-140 mbar	Face 1	l (m)	1.05	0.80	0.70	0.65	0.60
	Face 2		1.45	0.95	0.80	0.75	0.70
	Face 3		1.85	1.50	1.05	0.95	0.90
	Face 4		1.95	1.55	1.10	1.00	0.95

Tableau 24 : Panneaux vitrés en double vitrage feuilleté 66.X/Y/66.X – 50-140 mbar

Panneaux vitrés en double vitrage trempé 8/Y/8							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1,5	2	3	4
50-100 mbar	Face 1	l (m)	1.00	0.65	0.55	0.45	0.45
	Face 2		1.20	1.00	0.65	0.55	0.55
	Face 3		1.55	1.25	1.15	0.75	0.70
	Face 4		1.60	1.30	1.20	0.80	0.75
100-140 mbar	Face 1	l (m)	0.75	0.50	0.45	0.40	0.40
	Face 2		1.00	0.60	0.50	0.45	0.45
	Face 3		1.30	1.05	0.70	0.60	0.60
	Face 4		1.35	1.10	0.80	0.60	0.60

Tableau 25 : Panneaux vitrés en double vitrage trempé 8/Y/8

b) Choix du châssis et du mode d'ouverture de la fenêtre

Châssis en aluminium ou en acier

Dans la zone 50-140 mbar, l'utilisation de châssis en aluminium ou en acier doit nécessairement être accompagnée des préconisations suivantes :

- Fenêtres à châssis fixe et fenêtres à ouverture vers l'extérieur

- Les parclozes servant à maintenir le vitrage dans les feuillures du châssis et son système de fixation sur l'ouvrant doivent être dimensionnées afin de reprendre les efforts linéiques transmis par les panneaux vitrés et définis par :

$$F_l = \alpha \times l$$

avec l largeur du panneau vitré
 α défini dans le tableau ci-dessous :

L/l		1	1.5	2	3	4
α	Zone 50-100 mbar	$2,7 \times 10^4$	$3,2 \times 10^4$	$3,4 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$
	Zone 100-140 mbar	$3,8 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$	$4,8 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$	$5,3 \times 10^4$

- Les caractéristiques géométriques (section, épaisseur) et mécaniques du profilé du châssis pour la fenêtre à châssis fixe ou de l'ensemble « dormant+ouvrant » pour la fenêtre à ouverture vers l'extérieur doivent respecter les critères suivants :

$$\sigma_l v \geq \gamma_m (Kl+w)$$

$$EI \geq \gamma_f (Kl+w)$$

avec l largeur des panneaux vitrés (en m)
 w largeur de la section du châssis (en m)
 σ_l contrainte limite élastique du matériau constituant le châssis (Pa)
 v module d'inertie (en m³)
 E module de Young du matériau constituant le châssis (en Pa)
 I moment d'inertie du profilé du châssis fixe ou du profilé équivalent à l'ensemble « dormant+ouvrant » (en m⁴)
 K coefficient donné dans le tableau ci-dessous :

L/l	1	1.5	2	3	4
K	0,495	0,581	0,623	0,644	0,687

γ_m et γ_f définis dans le tableau ci-dessous :

	Zone 50-100	Zone 100-140
γ_m	$7,0 \times 10^2$	$10,0 \times 10^2$
γ_f	$3,0 \times 10^4$	$4,1 \times 10^4$

- Fenêtres à ouverture vers l'intérieur

- Tout mode d'ouverture vers l'intérieur autre que l'ouverture à la française est à proscrire.
- Les fenêtres doivent être posées en feuillure, en tunnel ou en applique, en respectant les préconisations données au paragraphe 9.4.10.2 ci-dessous. Dans le cas d'une pose en applique, la fenêtre sera préalablement insérée et fixée dans un pré-cadre en acier qui devra être correctement dimensionné.
- Les parcloles servant à maintenir le vitrage dans les feuillures du châssis et son système de fixation sur l'ouvrant doivent être dimensionnées afin de reprendre les efforts linéiques transmis par les panneaux vitrés et définis par :

$$F_1 = \alpha \times l$$

avec l largeur du panneau vitré

α défini dans le tableau ci-dessous :

L/l		1	1.5	2	3	4
α	Zone 50-100 mbar	$2,7 \times 10^4$	$3,2 \times 10^4$	$3,4 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$
	Zone 100-140 mbar	$3,8 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$	$4,8 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$	$5,3 \times 10^4$

- Les fenêtres doivent être munies d'un système de fermeture individuelle des ouvrants avec renvoi d'angle constitué de gâches métalliques de sécurité anti-décrochement avec galets champignon.
- Les paumelles doivent être munies d'un système anti-dégondage et doivent être vissées dans les dormants et les ouvrants.

Fenêtre à ouverture à la française

Exemple d'un système de fixation : système de fermeture individuelle des ouvrants avec renvoi d'angle, gâche de sécurité anti-décrochement et galet champignon :

- 2 - *gâche métallique avec galet-champignon*
- 3 - *paumelle anti-dégondage*
- 4 - *système de fermeture individuelle de l'ouvrant*



Illustration 38 : Système de fermeture individuelle des ouvrants avec renvoi d'angle, gâches métalliques de sécurité anti-décrochement et galets champignon d'une fenêtre à ouverture à la française

- La distance maximale entre deux points de condamnation sur le périmètre de l'ouvrant ne doit pas excéder 50 cm.

- Les caractéristiques géométriques (section, épaisseur) et mécaniques du profilé de l'ouvrant doivent respecter les critères suivants :

$$\sigma_l v \geq \gamma_{om} (Kl+w)$$

$$EI \geq \gamma_{of} (Kl+w)$$

- avec
- l largeur des panneaux vitrés (en m)
 - w largeur de la section du châssis (en m)
 - σ_l contrainte limite élastique du matériau constituant le châssis (Pa)
 - v module d'inertie (en m³)
 - E module de Young du matériau constituant le châssis (en Pa)
 - I moment d'inertie du profilé constituant l'ouvrant (en m⁴)
 - K coefficient donné dans le tableau ci-dessous :

L/l	1	1.5	2	3	4
K	0,495	0,581	0,623	0,644	0,687

γ_{om} et γ_{of} définis dans le tableau ci-dessous :

	Zone 50-100	Zone 100-140
γ_{om}	$2,8 \times 10^3$	$4,0 \times 10^3$
γ_{of}	$1,5 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$

- Chaque point de condamnation et sa fixation sur le châssis (ouvrant et dormant) doit être capable de reprendre les efforts transmis par les ouvrants définis par :

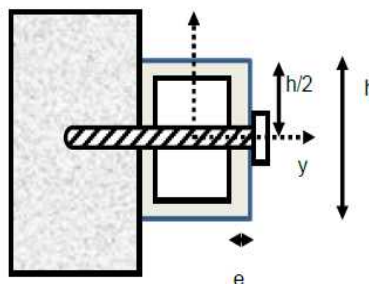
$$F_c = (C \times S_f) / N_c$$

- avec
- S_f surface de la fenêtre en m²
 - N_c nombre total de points de condamnation (paumelles + points de fermeture entre ouvrants et dormants)
 - C coefficient donné dans le tableau ci-dessous :

	Zone 50-100	Zone 100-140
C	$5,5 \times 10^4$	$7,75 \times 10^4$

- Les caractéristiques géométriques (section, épaisseur) et mécaniques du profilé du dormant doivent respecter le critère suivant :

$$\sigma_l eh \geq KS_f / N_f$$



avec σ_l contrainte limite élastique du matériau constituant le châssis (en Pa)
 e épaisseur du profilé constituant le dormant
 h hauteur du profilé constituant le dormant
 S_f surface de la fenêtre en m²
 N_f nombre total de points de fixation
 K coefficient donné dans le tableau ci-dessous :

	Zone 50-100	Zone 100-140
K	9,5 x 10 ⁴	1,3 x 10 ⁵

Nota : Quel que soit le mode de pose considéré, un système de fermeture à crémone, munie d'une tringle métallique sans renvoi d'angle s'enfonçant en partie haute et basse dans des gâches (voir illustration 39), ne permet pas de garantir le maintien de la fenêtre en position fermée dans la zone 50-140 mbar. Les ouvrants peuvent alors être arrachés et projetés, causant potentiellement de graves blessures pour une personne située à quelques mètres derrière la fenêtre.



Illustration 39 : Système de fermeture classique à crémone 3 points avec sortie de tringle (sans renvoi d'angle) d'une fenêtre à ouverture à la française

Châssis PVC et bois

Dans la zone 50-140 mbar, l'utilisation de fenêtre en PVC ou bois doit être accompagnée d'une des mesures suivantes :

- Les panneaux vitrés sont montés sur châssis fixe. La fenêtre ne comporte pas d'ouvrant, le vitrage est monté dans le cadre de la fenêtre qui est fixé au mur. Les traverses et montants du dormant en PVC doivent être renforcés par des armatures en acier. Les caractéristiques du châssis doivent a minima vérifier les critères présentés pour les châssis fixe en aluminium ou en acier au paragraphe 9.4.10.2.
- Les fenêtres sont munies d'ouvrants orientés vers l'extérieur (comme l'ouverture à l'anglaise ou à l'italienne). Les traverses et montants du dormant et des châssis mobiles en PVC doivent être renforcés par des armatures en acier. Les parclose et châssis (ouvrant+dormant) doivent a minima vérifier les critères présentés pour les fenêtres à ouverture à l'extérieur en aluminium ou en acier au paragraphe) du 9.4.10.2.
- **Les fenêtres à ouverture à la française constituées d'un châssis en PVC ou bois sont à proscrire**, et ce quel que soit le mode de pose (tunnel, feuillure, applique). Elles ne permettent pas en effet de protéger efficacement les personnes se trouvant à l'intérieur des habitations dans la zone d'intensité 50-140 mbar.

c) Fixations de la menuiserie dans le mur

Les fixations de la fenêtre dans le mur doivent respecter les préconisations indiquées dans le tableau suivant.

Celles-ci dépendent :

- de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment : zone 50-100 mbar ou zone 100-140 mbar ;
- du mode de pose ;
- de l'orientation de la face.

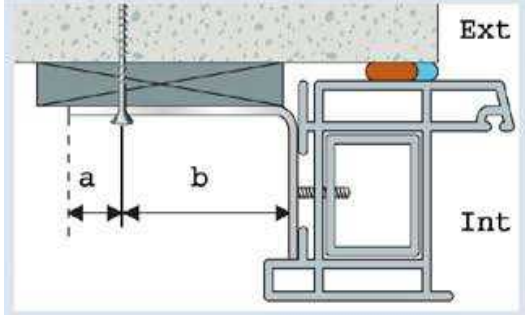
Préconisations dans la zone 50-100 mbar							
Type de pose	Intitulés	Face 1	Face 2	Face 3 et 4			
Pose en feuillure	Emplacement des pattes de scellement principales	Voir les schémas ci-après					
	Distance maximale entre 2 pattes de scellement à la périphérie du dormant	25 cm					
Pose en tunnel	Emplacement des chevillages principaux	Voir les schémas ci-après					
	Distance maximale entre 2 chevillages à la périphérie du dormant	25 cm					
	Tenue des chevillages au cisaillement V_c (en N) ³⁴	$V_c > (C \cdot S_f) / N_f$ avec S_f la surface de la fenêtre en m ² , N_f le nombre total de chevilles et C le coefficient donné ci-dessous <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>$C = 4,4 \cdot 10^4$</td> <td>$C = 3,2 \cdot 10^4$</td> <td>$C = 2,0 \cdot 10^4$</td> </tr> </table>			$C = 4,4 \cdot 10^4$	$C = 3,2 \cdot 10^4$	$C = 2,0 \cdot 10^4$
$C = 4,4 \cdot 10^4$	$C = 3,2 \cdot 10^4$	$C = 2,0 \cdot 10^4$					
Pose en applique	Emplacement des équerres de fixation principales	Voir les schémas ci-après					
	Distance maximale entre 2 équerres à la périphérie du dormant	25 cm					
	Les équerres de fixation doivent être fixées sur le dormant de la fenêtre par vissage direct. Elles doivent être capables de reprendre les efforts transmis par les vis de fixation. Les systèmes à clippage, clame ou à griffe sont à proscrire.						
	Tenue au cisaillement des vis de fixation dans le dormant V_v (en N) ³⁹	$V_v > (C \cdot S_f) / N_f$ avec S_f la surface de la fenêtre en m ² , N_f le nombre total de chevilles et C le coefficient donné ci-dessous <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>$C = 4,4 \cdot 10^4$</td> <td>$C = 3,2 \cdot 10^4$</td> <td>$C = 2,0 \cdot 10^4$</td> </tr> </table>			$C = 4,4 \cdot 10^4$	$C = 3,2 \cdot 10^4$	$C = 2,0 \cdot 10^4$
	$C = 4,4 \cdot 10^4$	$C = 3,2 \cdot 10^4$	$C = 2,0 \cdot 10^4$				
Tenue à l'arrachement des chevillages dans le mur A_c (en N) ³⁹	$A_c > V_v \cdot (1 + 1,5 \cdot b/a)$  <p>L'aile d'appui sur la structure porteuse est de dimension $a+b$ a : longueur entre l'axe de la vis et l'extrémité de la patte L_p : longueur de la partie de la patte accolé au mur b : $L_p - a$</p>						

Tableau 26 : Préconisations de fixation des menuiseries en zone 50-100 mbar

34 Charge admissible de service

Préconisations dans la zone 100-140 mbar				
Type de pose	Intitulés	Face 1	Face 2	Face 3 et 4
Pose en feuillure	Emplacement des pattes de scellement principales	Voir les schémas ci-après		
	Distance maximale entre 2 pattes de scellement à la périphérie du dormant	25 cm		
Pose en tunnel	Emplacement des chevillages principaux	Voir les schémas ci-après		
	Distance maximale entre 2 chevillages à la périphérie du dormant	25 cm		
	Tenue des chevillages au cisaillement V_c (en N) ³⁵	$V_c > (C \cdot S_f) / N_f$ avec S_f la surface de la fenêtre en m ² , N_f le nombre total de chevilles et C le coefficient donné ci-dessous		
		$C = 6,2 \cdot 10^4$	$C = 4,5 \cdot 10^4$	$C = 2,8 \cdot 10^4$
Pose en applique	Emplacement des équerres de fixation principales	Voir les schémas ci-après		
	Distance maximale entre 2 équerres à la périphérie du dormant	25 cm		
	Les équerres de fixation doivent être fixées sur le dormant de la fenêtre par vissage direct. Elles doivent être capables de reprendre les efforts transmis par les vis de fixation. Les systèmes à clipage, clame ou à griffe sont à proscrire.			
	Tenue au cisaillement des vis de fixation dans le dormant V_v (en N) ⁴⁰	$V_v > (C \cdot S_f) / N_f$ avec S_f la surface de la fenêtre en m ² , N_f le nombre total de chevilles et C le coefficient donné ci-dessous		
		$C = 6,2 \cdot 10^4$	$C = 4,5 \cdot 10^4$	$C = 2,8 \cdot 10^4$
	Tenue à l'arrachement des chevillages dans le mur A_c (en N) ⁴⁰	$A_c > V_v \cdot (1 + 1,5 \cdot b/a)$		
	<i>(Voir schéma du tableau précédent pour a et b)</i>			

Tableau 27 : Préconisations de fixation des menuiseries en zone 100-140 mbar

L'emplacement des fixations, quel que soit le mode de pose, doit être conforme au schéma suivant :

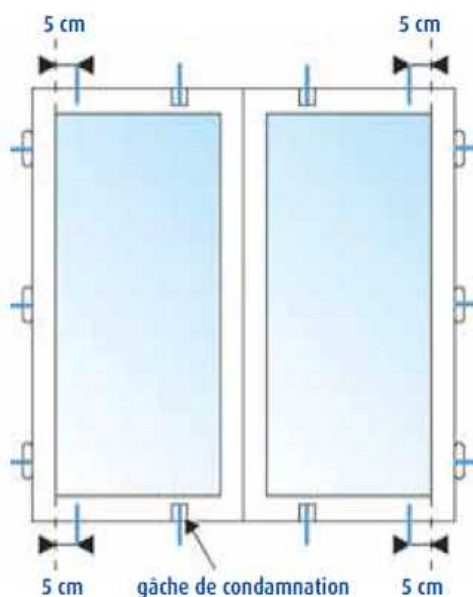


Illustration 40 : Emplacement des fixations principales pour les fenêtres à ouverture à la française avec système de fermeture à renvoi d'angle en faces 1 à 4 d'une construction dans la zone 50-140 mbar

35 Charge admissible de service

10 Prise en compte de l'effet toxique dans la conception d'un logement neuf



Ce chapitre porte principalement sur les projets de maisons individuelles.

Des dispositions spécifiques aux logements collectifs sont cependant précisées notamment au 10.7.

Pour les extensions de bâtiment existant, il convient de considérer en fonction de la configuration du projet les aspects qui pourront être traités au travers du « Guide de réalisation des diagnostics de la vulnérabilité de l'habitat existant face aux risques technologiques » et du « Référentiel de travaux de prévention des risques technologiques dans l'habitat existant » et ceux qui pourront être traités au travers du présent guide. Des éléments d'analyse sont fournis au chapitre 10.9.

10.1 Principe de protection

La mesure instaurée par les PPRT pour se protéger d'un effet toxique est le confinement.

Le principe du confinement consiste à mettre à l'abri les personnes dans une pièce d'un logement ou d'un bâtiment, appelée « **pièce de confinement** », suffisamment étanche à l'air pour permettre de satisfaire au taux d'atténuation caractérisant l'effet toxique duquel il faut se protéger (tel que défini dans le PPRT), et ainsi limiter les concentrations en polluant toxique à l'intérieur de cette pièce.

Un objectif de perméabilité à l'air appelé « **Objectif cible** » ou « **n₅₀ cible** » est défini pour chaque pièce de confinement à partir des prescriptions du PPRT et de la configuration du projet (voir 10.5). Il s'agit de la valeur maximale du niveau de perméabilité à l'air que la pièce de confinement ne doit pas dépasser.

L'ensemble des éléments constructifs nécessaires ou utiles à la protection des occupants des logements vis-à-vis de l'effet toxique constitue le dispositif de confinement.

Les caractéristiques d'un dispositif de confinement correctement dimensionné peuvent être prescrites par le règlement du PPRT et/ou figurer en annexe du règlement.

Dans tous les cas, les caractéristiques suivantes doivent être respectées :

- une pièce de confinement doit être prévue à l'intérieur de chaque logement ; sa taille doit être adaptée à l'importance du logement, sa localisation est choisie pour en optimiser l'efficacité ; elle doit avoir un niveau de perméabilité à l'air inférieur à une valeur maximale déterminée ;
- l'arrêt rapide des flux d'air volontaires dans tout le bâtiment (ventilation notamment) doit être possible ;
- aucun appareil de chauffage à combustion à circuit non étanche ne doit être mis en place dans le bâtiment ;
- un sas doit être réalisé aux entrées communes des bâtiments desservant plusieurs logements.

La mise en œuvre d'un dispositif de confinement correctement dimensionné ne relève pas uniquement de la conception du bâtiment. En particulier, l'atteinte des objectifs visés en matière de perméabilité à l'air de la pièce de confinement nécessite que les préconisations et points de vigilance du présent guide fassent l'objet de mises en œuvre soignées lors des travaux de construction des bâtiments.

Il appartient au concepteur de prendre en compte, notamment au travers de l'étude préalable, les dispositions qui relèvent de la conception du logement (choix de la pièce de confinement, type de ventilation...) et de bien identifier le niveau de perméabilité à l'air de la pièce de confinement qui devra être atteint lors de la réalisation des travaux.

10.2 La démarche

La prise en compte de l'effet toxique dans la conception d'un logement neuf s'appuie sur :

- des données d'entrée :
 - l'objectif de perméabilité à l'air de la pièce de confinement prescrit par le PPRT, prenant en compte l'exposition du local ;
- une démarche en 4 étapes :
 - Étape 1 : Détermination d'une pièce de confinement par logement (10.3) ;
 - Étape 2 : Conception des dispositifs entraînant des flux d'air volontaires dans le bâtiment, ventilation notamment (10.4) ;
 - Étape 3 : Définition de l'objectif de perméabilité à l'air de la pièce de confinement dans le cadre du projet permettant de respecter les prescriptions du PPRT (10.5) ;
 - Étape 4 : Conception de la pièce de confinement (10.6).

Certaines dispositions complémentaires sont spécifiques aux bâtiments collectifs, les sas d'entrée notamment. Elles sont précisées au chapitre 10.7.

Des dispositions complémentaires non obligatoires peuvent également être retenues dans la conception pour améliorer la protection ou le confort des personnes confinées (10.8).

Après réalisation du projet, le dispositif de confinement ne peut être efficace que s'il est correctement utilisé et maintenu en état dans la durée. Une attention sur la pérennité de l'étanchéité à l'air de la pièce de confinement et une maintenance des dispositifs prévus doivent être assurées sur la durée. L'annexe 8 du présent guide traite de ces mesures relatives à l'usage du dispositif de confinement.

10.3 Détermination de la pièce de confinement

La localisation de la pièce de confinement s'inscrit dans le choix de la distribution des pièces du logement. Lors de la conception, il est utile de réfléchir au plus tôt à sa position et à sa fonction usuelle parmi les autres pièces.



La pièce de confinement ne peut pas être le bâtiment lui-même.

Il s'agit toujours d'une pièce du logement pour les maisons individuelles (mais pourrait être un logement entier dans le cas de bâtiment collectif). En effet, l'enveloppe générale du bâtiment assure une première barrière de protection et d'atténuation de la concentration en produits toxiques qui est prise en compte dans la détermination de l'objectif cible de perméabilité à l'air exigé de la pièce. Les niveaux des η_{50} cible prescrits ne sont pas applicables à cette situation, non traitée dans le présent guide, laquelle nécessiterait une détermination particulière comme pour les bâtiments non résidentiels.



10.3.1 Nombre de pièce de confinement

Pour les bâtiments résidentiels, le nombre de pièce de confinement est de **UNE par logement**, soit :

- une seule pour les maisons individuelles comportant un seul logement ;
- une pièce par logement individuel pour les autres cas.

10.3.2 Nature de la pièce de confinement

La pièce de confinement est une pièce usuelle du logement. Elle est située dans l'enveloppe étanche du bâtiment (volume chauffé). Elle est accessible depuis le logement sans devoir sortir à l'extérieur de son enveloppe étanche (ou dans les parties communes pour le cas de bâtiments collectifs).

La pièce ne doit pas être un local de rangement ou une pièce susceptible d'être encombrée, ce qui peut nuire à sa fonction en cas de crise.

En pratique, le choix est généralement porté sur une chambre ou une pièce similaire du logement.



Le respect de la RT2012 sur l'enveloppe du bâtiment ne suffit pas pour respecter l'objectif du PPRT. Il peut néanmoins permettre de réduire l'objectif cible sur la pièce de confinement (voir 10.5.2.3) et améliorer la sécurité des personnes.

10.3.3 Exposition de la pièce de confinement

Les pièces de confinement peuvent être « exposées » ou « abritées » du site industriel :

- une pièce est « **exposée** » au site industriel si elle comporte au moins une façade extérieure exposée à une source de phénomène dangereux toxique ;
- une pièce est « **abritée** » du site industriel si elle ne comporte aucune façade extérieure exposée à une source de phénomène dangereux toxique.

Une façade est « exposée au site industriel » dès lors qu'un point d'émission (source) d'un phénomène toxique est situé sous un angle inférieur ou égal à 60° par rapport à la normale de cette façade, prise en son milieu (voir illustration 41).

La façade est dite « abritée du site industriel » dans le cas contraire.

L'exposition de la pièce de confinement peut être imposée par le règlement du PPRT. Sinon elle est choisie **de préférence « abritée » du site industriel**, et si possible non directement sous toiture.

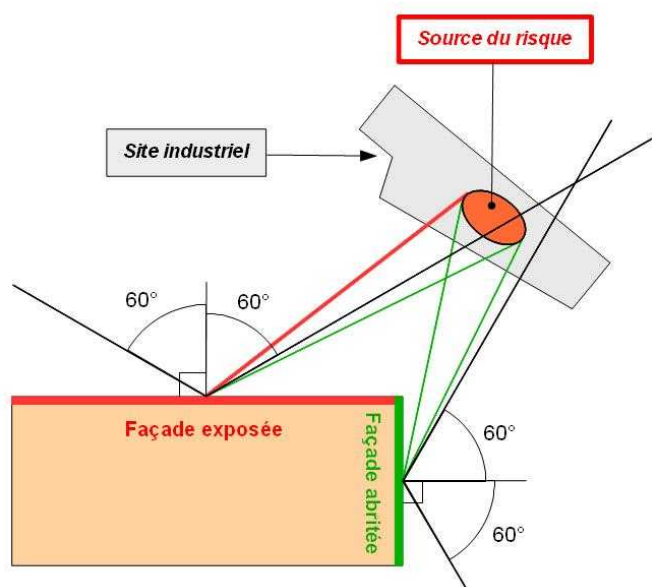


Illustration 41 : Exemple d'orientation des façades pour un effet toxique

La détermination de l'exposition des façades de la pièce de confinement est faite par rapport aux sources d'émission des produits toxiques qui ont un effet impactant le bâtiment. Ce peut être un linéaire de canalisations, un point ou une enveloppe d'une structure.

Les éléments du bâtiment ou une autre construction qui peuvent faire écran entre les façades de la pièce de confinement et les sources des produits toxiques ne sont pas pris en compte pour déterminer l'exposition des façades. Ils n'en modifient pas le caractère exposé si c'est le cas.

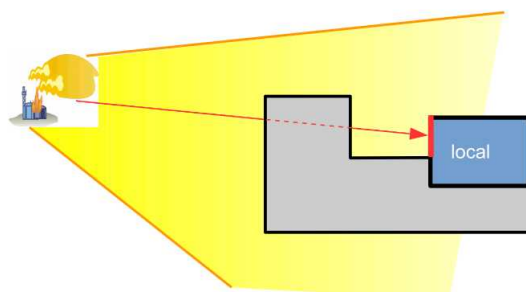


Illustration 42 : Obstacle entre la source d'effet toxique et la pièce de confinement

Les cartographies des sources (voir 5.3.2.3) sont la référence pour la détermination de l'exposition des façades des pièces de confinement.

Dans le cas où les cartographies à disposition ne mentionnent pas clairement les sources ou les zones d'effet de ces sources, il faut retenir comme origine des sources l'ensemble du site (zone grisée) ou alors se rapprocher de la DREAL ou de la DDT locale pour en avoir communication.

10.3.4 Dimensions de la pièce de confinement

Les dimensions minimales sont en rapport avec la capacité d'hébergement du logement.

- **Surface et volume minimum :**

La surface et le volume minimum préconisés pour la pièce de confinement sont de **1,50 m² et 3,60 m³ par personne**.

- **Nombre de personnes :**

Pour le résidentiel, le nombre de personnes est considéré égal au type de logement plus une personne, soit $[x+1]$ pour une habitation de type $[Tx]$.

Exemple : 5 personnes pour une habitation de type T4.

Si le type de logement n'est pas défini, le nombre de personnes sera égal au nombre de pièces principales (hors pièces de service telles que cuisine, salle de bains, WC) plus une personne.

10.3.5 Autres caractéristiques

La pièce de confinement ne doit pas comporter d'appareil de chauffage à combustion, ni tout autre appareil ou dispositif pouvant contrevenir à la sécurité et la santé des personnes pendant la durée du confinement.

La pièce ne doit pas comporter de composants de transfert d'air autres que ceux réglementaires pour la ventilation du logement (entrée d'air, bouche d'extraction ou de soufflage) lesquels doivent être en nombre minimum dans la pièce (de préférence une seule entrée d'air ou une seule bouche de soufflage ou d'extraction, voire aucune). Il est préconisé de ne pas retenir les pièces équipées de hotte d'extraction (cuisine).

La pièce de confinement ne doit pas comporter de porte donnant sur l'extérieur afin d'éviter une pénétration directe en cas de crise, sauf s'il s'agit d'un accès à un balcon réservé à la pièce et non accessible par ailleurs.

Tous les accès à la pièce de confinement depuis l'intérieur du logement doivent comporter une porte étanche à l'air à sa fermeture (voir 10.6.2). Il est préconisé que la pièce ait un seul accès avec une porte unique.

10.4 Conception des dispositifs de ventilation et de ceux entraînant des flux d'air volontaires dans tout le bâtiment

Pour que le confinement soit efficace, il faut avant tout qu'**un arrêt rapide des débits d'air volontaires de l'ensemble de la construction soit possible dès l'alerte**.

Il s'agit des ventilations volontaires et des autres systèmes pouvant entraîner des transferts d'air volontaires (ex : chauffage ou climatisation par air transféré, hotte, système d'aspiration).

10.4.1 Préconisations pour les systèmes de ventilation

L'objectif de perméabilité à l'air de la pièce de confinement prescrit par le PPRT a été calculé en l'absence (ou obturation possible en cas de crise) de toutes entrées d'air volontaire, soit placées directement sur l'extérieur, soit transitant par les gaines de ventilation à l'arrêt des systèmes.

Le recours au **système de ventilation double flux** est préconisé pour la ventilation des projets de bâtiments résidentiels neufs exposés à l'aléa toxique. En effet, en ce cas le bâtiment ne comporte pas d'entrée d'air placée directement sur l'extérieur et l'obturation de toutes les communications aérauliques s'effectuant par les gaines d'extraction et d'insufflation peut être rendu automatique simultanément à l'arrêt des ventilations.

Un système de ventilation simple flux peut être envisagé, mais ce système nécessite de prendre alors en compte la présence d'entrées d'air placées directement sur l'extérieur non obturables, qui conduisent à réévaluer l'objectif de perméabilité à l'air de la pièce de confinement qui pourra être égal ou plus contraignant que celui défini dans le règlement du PPRT (voir 10.5.3).

Les systèmes de ventilation naturelle sont à proscrire.

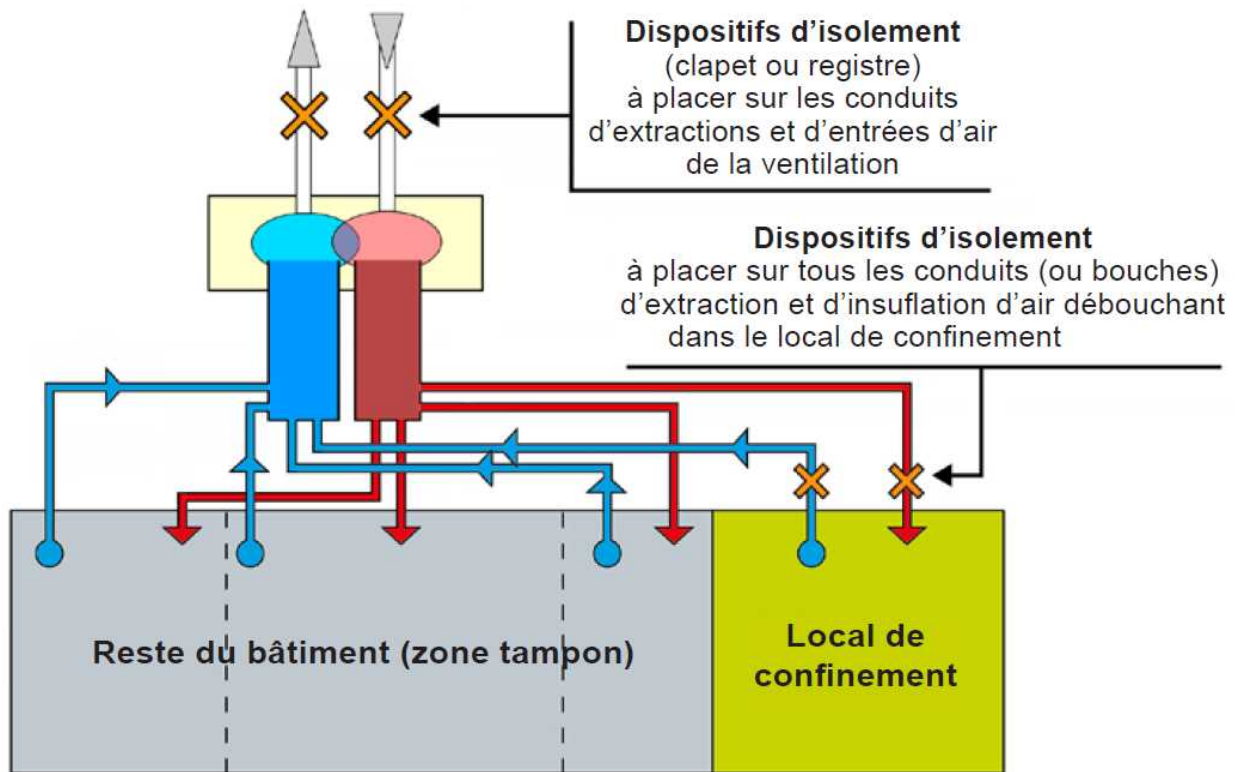


Illustration 43 : Principe de coupure de la ventilation pour une ventilation double flux en maison individuelle

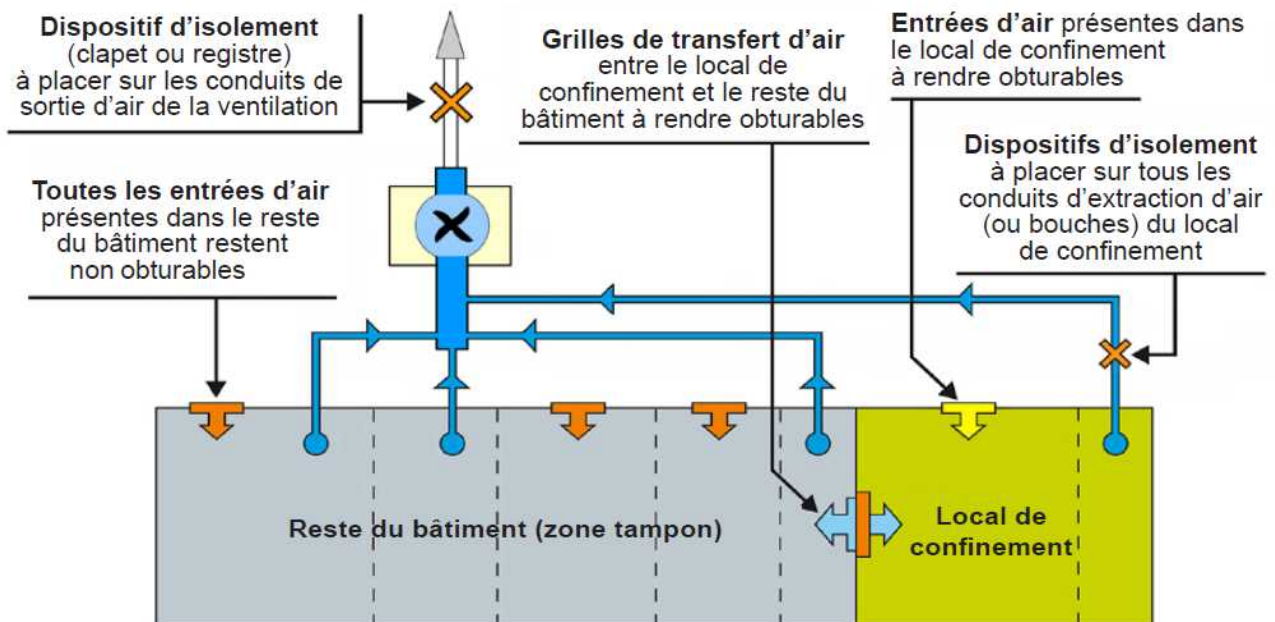


Illustration 44 : Principe de coupure de la ventilation pour une ventilation simple flux en maison individuelle

10.4.2 Arrêt rapide des ventilations volontaires dans tout le bâtiment

Il est tout d'abord rappelé qu'en situation courante, hors crise ou alerte nécessitant la mise en œuvre du dispositif de confinement, les systèmes de ventilations doivent être en fonctionnement conformément à l'arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements.

Les systèmes ne sont pas arrêtés et les composants de ventilation sont tous en position normale de fonctionnement, c'est-à-dire laissant passer les débits d'air réglementaires.

Pour le confinement, l'arrêt rapide des ventilations doit porter sur :

- l'arrêt des composants motorisés de ventilation de l'ensemble du bâtiment ;
- l'obturation rapide des composants de transferts d'air volontaires présents dans les pièces de confinement, permettant une communication aéraulique avec l'extérieur ou avec le reste du bâti ;
- la limitation des transferts d'air volontaires par les composants présents dans toute l'enveloppe du bâtiment, qui mettent en communication aéraulique l'extérieur du bâtiment avec tout ou partie du volume intérieur du bâtiment.

La réglementation française prévoit que l'aération des logements doit être permanente et que les entrées d'air ne soient pas obturables (arrêté du 24/03/1982). Ces dispositions peuvent être contradictoires avec l'exigence nécessaire ci-dessus pour le confinement. Considérant la sécurité des personnes en cas de crise, la conception du bâtiment doit prendre en compte cette exigence en composant avec la réglementation relative à la ventilation.

Pour répondre à l'objectif et à la contrainte réglementaire, il convient de prévoir des dispositions techniques sur les systèmes et dispositifs de ventilation suivants :

- groupes de ventilation ;
- réseaux de ventilation ;
- composants de ventilation de la pièce de confinement (entrées d'air et bouches de ventilation).

Les entrées d'air dans les autres pièces du bâtiment (hors pièce de confinement) peuvent ne pas être rendues obturables mais l'objectif de perméabilité à l'air de la pièce de confinement doit en tenir compte (voir 10.5.3).

10.4.2.1 Groupes de ventilation

Tous les mécanismes de ventilation qui extraient ou insufflent de l'air dans les bâtiments projetés doivent pouvoir être arrêtés rapidement. L'arrêt de tous les mécanismes doit être possible depuis l'intérieur du logement sans devoir sortir à l'extérieur ou dans un local communiquant qui aurait une étanchéité moindre que le logement lui-même (garage par exemple). Le dispositif d'arrêt doit être parfaitement identifié et aisément accessible à tout moment par toute personne susceptible de devoir l'actionner en cas de crise.

Le dispositif prévu pour l'arrêt en cas de crise doit être distinct du dispositif de protection électrique spécifique aux mécanismes de ventilation du logement.

Il est préconisé de placer le dispositif d'arrêt dans la pièce de confinement et de le protéger de tout arrêt intempestif.

10.4.2.2 Réseaux de ventilation

Une fois les groupes de ventilation arrêtés, l'air peut continuer à circuler par les gaines de ventilation et pénétrer dans le bâtiment par les bouches de ventilation (réseaux simple flux et double flux) et dans la pièce de confinement si elle en est équipée. Il peut aussi circuler entre la pièce de confinement et le reste du bâti.

Pour stopper ces circulations, il faut placer des clapets automatiques anti-retour sur les gaines de ventilation :

- d'une part, au plus près des bouches d'extraction et de soufflage présentes dans la pièce de confinement ;
- d'autre part, soit au plus près de toutes les autres bouches d'extraction et de soufflage présentes dans les autres pièces du bâtiment, soit sur les réseaux de rejet et d'amenée d'air extérieur. Cette dernière possibilité s'entend avec une parfaite étanchéité des réseaux.

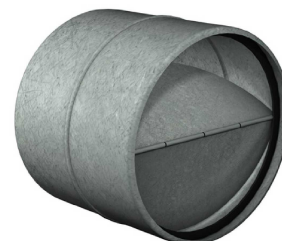


Illustration 45 : Clapet automatique

Les clapets anti-retour doivent être montés de manière étanche et disposés suivant le bon sens d'écoulement de l'air dans les gaines, selon le flux concerné. Ils doivent permettre le passage des débits d'air et les pressions induites aux bouches réglementaires en situation courante.

10.4.2.3 Composants de ventilation de la pièce de confinement

■ Cas des bouches de ventilation

La pièce de confinement est susceptible de comporter des bouches d'extraction et/ou des bouches de soufflage. Il est préconisé dans ce cas de retenir comme pièce de confinement une pièce ne comportant qu'une seule bouche d'extraction ou qu'une seule bouche de soufflage.

Il doit alors être prévu pour ces bouches des clapets automatiques anti-retour sur les gaines de ventilation comme pour les bouches présentes dans tout le bâtiment (voir 10.4.2.2).

■ Cas des entrées d'air (ventilation simple flux)

La pièce de confinement est susceptible de comporter des entrées d'air s'il s'agit d'une pièce principale du logement et que la ventilation est de type simple flux. Il est préconisé dans ce cas de retenir comme pièce de confinement une pièce ne comportant qu'une seule entrée d'air.

Les entrées d'air situées dans la pièce de confinement doivent être équipées de dispositifs obturables, justifiés vis-à-vis de l'arrêté du 24/03/1982 par la sécurité face à l'exposition au risque. Ils doivent permettre le passage des débits d'air réglementaires en situation courante.



Illustration 46 : Exemples d'entrées d'air obturables

10.4.2.4 Entrées d'air dans les autres pièces du bâtiment (ventilation simple flux)

Les pièces des logements, autres que la pièce de confinement, peuvent comporter des entrées d'air, notamment dans le cas de ventilation simple flux du logement. Elles ne sont pas prises en compte dans la détermination des N_{50} cible prescrits aux règlements des PPRT.

Ces entrées d'air sont réglementaires. Il est préconisé de ne pas les rendre obturables pour les projets neufs. Le temps nécessaire à l'obturation de toutes les entrées d'air du bâtiment conduirait à retarder la mise à l'abri des personnes et diminuerait l'efficacité du dispositif de confinement.

Leur présence rend cependant obligatoire une détermination complémentaire de la valeur de l'objectif cible N_{50} prenant en compte les débits d'air qu'elles permettent.

Cette détermination est menée selon les dispositions du 10.5.3, les nouvelles valeurs se substituent aux valeurs prescrites aux PPRT. Elles sont soit égales, soit plus contraignantes.

10.4.3 Arrêt rapide des autres systèmes entraînant des flux d'air volontaires

L'arrêt des autres systèmes entraînant des transferts d'air volontaires (ex : chauffage ou climatisation par air transféré, hotte, système d'aspiration centralisé) doit être également possible. Les communications aérauliques pouvant intervenir par les réseaux associés doivent être limitées.

Pour l'arrêt des chauffages et climatisations par air transféré, il faut agir sur les motorisations et les réseaux, comme pour les ventilations volontaires.

Pour l'arrêt des autres systèmes, leurs propres commandes peuvent convenir si elles se situent dans le logement. Les mesures comportementales doivent rappeler leur arrêt comme pour celui des ventilations.

Il est préconisé de coupler l'arrêt de ces systèmes au dispositif d'arrêt rapide en cas de crise des ventilations. L'attention est toutefois attirée en ce cas sur la nécessité de maintenir la protection électrique spécifique des VMC pour leurs seules alimentations.

10.5 L'objectif de perméabilité à l'air des pièces de confinement

10.5.1 L'indicateur « n_{50} » de la perméabilité à l'air dans le cadre des PPRT

Dans le cadre des PPRT, la perméabilité à l'air des pièces de confinement est définie par une valeur n_{50} qui est le taux de renouvellement d'air du volume du local pendant une heure, sous une différence de pression de 50 pascals entre l'intérieur et l'extérieur du local.

La valeur n_{50} est définie par la formule : $n_{50} = q_{50} / Vol$

dans laquelle :

- q_{50} est le débit de fuites d'air de la pièce sous 50 pascals (en m^3/h) ;
- Vol est le volume de la pièce (en m^3).

La valeur n_{50} s'exprime en $1/h$, h^{-1} , ou plus simplement en vol/h .

À titre indicatif, les tableaux suivants apportent une appréciation de correspondance des niveaux n_{50} d'une pièce de confinement avec :

1. une référence en valeur $Q_{4Pa-surf}$

La correspondance dépend de la compacité du local (rapport Volume / Surface A_{Tbat}). Les correspondances suivantes sont exprimées pour les dimensions indiquées de chaque exemple de pièce d'une hauteur standard sous plafond de 2,50 m.

Dimensions de la pièce de confinement			valeurs du n_{50} (vol/h)						
dimensions (h = 2,50 m)	Volume	Surface A_{Tbat}	0,5	1,0	1,5	2,0	4,0	6,0	8,0
			Valeurs correspondantes en $Q_{4Pa-surf}$ (en $m^3/(h/m^2)$)						
2,00 x 1,00	5 m^3	17 m^2	0,03	0,06	0,08	0,11	0,22	0,33	0,44
2,50 x 2,00	12,5 m^3	27,5 m^2	0,04	0,09	0,13	0,17	0,34	0,51	0,69
3,00 x 4,00	30 m^3	47 m^2	0,06	0,12	0,18	0,24	0,48	0,72	0,96
5,00 x 4,00	50 m^3	65 m^2	0,07	0,15	0,22	0,29	0,58	0,87	1,16
6,00 x 5,00	75 m^3	85 m^2	0,08	0,17	0,25	0,33	0,67	1,00	1,33

Tableau 28 : Exemples d'équivalences entre les valeurs cibles n_{50} et les valeurs correspondantes de $Q_{4Pa-surf}$

2. la surface équivalente de fuite

La « Surface équivalente de fuite » est la représentation d'un trou unique par lequel passerait le même débit d'air que par l'ensemble des défauts des parois d'une pièce, pour un niveau de perméabilité à l'air donné et à une même différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur du volume testé.

Cette représentation peut exprimer alors une correspondance approximative entre le niveau n_{50} et l'ensemble des défauts des parois d'une pièce de dimensions données. Elle dépend de nombreuses hypothèses, dont la caractéristique des défauts de l'enveloppe, le type d'écoulement des flux d'air à travers ceux-ci et la différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur de la pièce. Les données suivantes sont exprimées pour une différence de pression de 4 Pascals.

Dimensions de la pièce de confinement			valeurs du n_{50} (vol/h)						
dimensions (h = 2,50 m)	Volume	Surface au sol	0,5	1,0	1,5	2,0	4,0	6,0	8,0
			Surface équivalente de fuite (à 4 Pa)						
2,00 x 1,00	5 m^3	2 m^2	0,8 cm^2	1,7 cm^2	2,5 cm^2	3,4 cm^2	6,8 cm^2	10 cm^2	13,5 cm^2
2,50 x 2,00	12,5 m^3	5 m^2	2,1 cm^2	4,2 cm^2	6,3 cm^2	8,5 cm^2	17 cm^2	25,5 cm^2	40 cm^2
3,00 x 4,00	30 m^3	12 m^2	5 cm^2	10 cm^2	15 cm^2	20 cm^2	40 cm^2	60 cm^2	81 cm^2
5,00 x 4,00	50 m^3	20 m^2	8,5 cm^2	17 cm^2	25,5 cm^2	34 cm^2	68 cm^2	102 cm^2	135 cm^2
6,00 x 5,00	75 m^3	30 m^2	13 cm^2	25,5 cm^2	38 cm^2	51 cm^2	102 cm^2	152 cm^2	203 cm^2

Tableau 29 : Exemples d'équivalences entre les valeurs cibles n_{50} et la surface équivalente de fuite (à 4 Pa)

10.5.2 Définition de l'objectif de perméabilité à l'air de la pièce de confinement

L'objectif de perméabilité à l'air de la pièce de confinement est défini à partir du règlement du PPRT. Selon les PPRT, plusieurs cas de figure peuvent se présenter :

- le règlement du PPRT fixe un objectif de perméabilité à l'air n_{50} ;
- le règlement du PPRT fixe seulement un objectif de performance en taux d'atténuation de la concentration en produit toxique dans l'air entre l'environnement extérieur et la pièce de confinement ;
- le règlement du PPRT distingue des objectifs de perméabilité à l'air n_{50} pour les projets réalisés entièrement en application de la RT2012.



Si le logement comporte des entrées d'air non obturables donnant sur l'extérieur (par exemple : projet neuf avec ventilation simple flux ou extension de bâtiment existant), la valeur de l'objectif de performance, déterminée selon l'un des cas ci-dessus, devra être redéfinie en tenant compte de la présence de ces dispositifs selon les dispositions du 10.5.3. Les nouvelles valeurs ainsi déterminées se substituent aux valeurs prescrites aux PPRT ou recherchées en cas d'absence. Elles sont soit égales soit plus contraignantes.

10.5.2.1 Le PPRT fixe un objectif de perméabilité à l'air « n_{50} cible »

Pour les projets de constructions résidentiels auxquels s'applique le présent guide, les règlements des PPRT fixent pour chaque zone les valeurs n_{50} prescrites. Elles sont données selon deux critères :

1. la typologie du bâtiment projeté dans lequel sont situés les logements, soit « maisons individuelles », soit « bâtiments collectifs » :
 - les n_{50} « **maison individuelle** » sont retenus pour les projets neufs de maisons individuelles isolées ou accolées ne comprenant qu'un seul logement et pour les extensions de maisons individuelles existantes sans création de nouveau logement ;
 - les n_{50} « **bâtiments collectifs** » sont retenus pour tous les autres cas.
2. l'exposition de la pièce de confinement au site industriel, soit « exposée », soit « abritée » (voir 10.3.3).

En cas de bâtiment situé sur plusieurs zones, l'objectif cible en matière de perméabilité à l'air de la pièce de confinement à retenir est le plus contraignant de ceux fixés pour chaque zone, c'est-à-dire celui ayant la valeur n_{50} la plus faible, quelle que soit la zone dans laquelle est située la pièce de confinement.

10.5.2.2 Le PPRT ne fixe pas les valeurs « n_{50} cible »

Le PPRT fixe pour chaque zone un objectif de performance en « taux d'atténuation » (Att%) de la concentration en produit toxique dans l'air, entre l'environnement extérieur et celle à ne pas dépasser dans la pièce de confinement. Pour définir l'objectif de perméabilité à l'air de la pièce de confinement n_{50} , il faut alors rechercher dans le règlement :

- la valeur de l'objectif porté en taux d'atténuation (Att%) ;
- la condition atmosphérique devant être retenue pour déterminer la valeur n_{50} .

La condition atmosphérique est indiquée par un couple chiffre-lettre (3F, 5D, 10D...) et peut figurer dans une annexe au règlement comme une donnée des études à mener comme pour le cas de bâtiment non résidentiel. En cas d'absence de cette donnée, se rapprocher de la DREAL ou de la DDT locale pour en avoir communication.

Une fois le taux d'atténuation (Att%) prescrit déterminé pour la zone et la condition atmosphérique identifiée, la valeur n_{50} peut être déterminée au moyen des abaques placés en Annexe 7.

La valeur n_{50} lue sur les abaques doit être arrondie selon les règles suivantes et constitue alors l'objectif cible en matière de perméabilité à l'air de la pièce de confinement :

- arrondie au 1/10^{ème} inférieur pour les valeurs lues n_{50} inférieures à 2,5 vol/h ;
- arrondie au 0,5 inférieur pour les valeurs lues n_{50} supérieures à 2,5 vol/h.



Dans ce cas, le règlement du PPRT prend en compte le niveau de perméabilité exigé par la RT 2012 sur l'enveloppe du bâtiment qui permet d'améliorer l'efficacité de la première barrière de protection. L'objectif de perméabilité à l'air du local de confinement est alors moins exigeant que pour une construction qui ne respecte pas la RT2012.

L'abaque à retenir dépend de quatre conditions :

1. La distinction de l'enveloppe du bâtiment

Retenir la série d'abaque appropriée au projet comme distingué au 10.5.2.3 :

- série pour les bâtiments construits en application de la RT 2012 ;
- série pour les bâtiments résidentiels « standards » (cas général).

2. La condition atmosphérique

Retenir l'abaque selon l'une des conditions atmosphériques suivantes :

Condition atmosphérique retenue dans le PPRT :	3A – 3B – 3E – 3F	5B – 5C – 5D	10C – 10D
Abaques à retenir :	3F	5D	10D

D'une manière générale, retenir l'abaque ayant le même chiffre (il indique la vitesse du vent) que la condition retenue dans le PPRT.

3. La typologie du bâtiment

Retenir « Maison individuelle » (1) ou « Immeuble collectif » (2) selon la typologie du bâtiment étudié.

4. L'exposition de la pièce de confinement

Retenir « exposé » (1) ou « abrité » (2) suivant la situation de la pièce de confinement choisie (appelée local de confinement dans les abaques), comme déterminé au chapitre 10.3.3.

- Exemple :
- la condition atmosphérique est 5D
 - la construction relève de la RT2012
 - le bâtiment est une maison individuelle → 1
 - le local est abrité → 2
- } **retenir l'abaque 5D-1.2 (RT2012)**
- le taux d'atténuation Att% = 4 % (0,04) → la valeur n_{50} lue est 10,8 vol/h (courbe rouge)
 - la valeur n_{50} cible retenue est 10,5 vol/h (valeur arrondie).

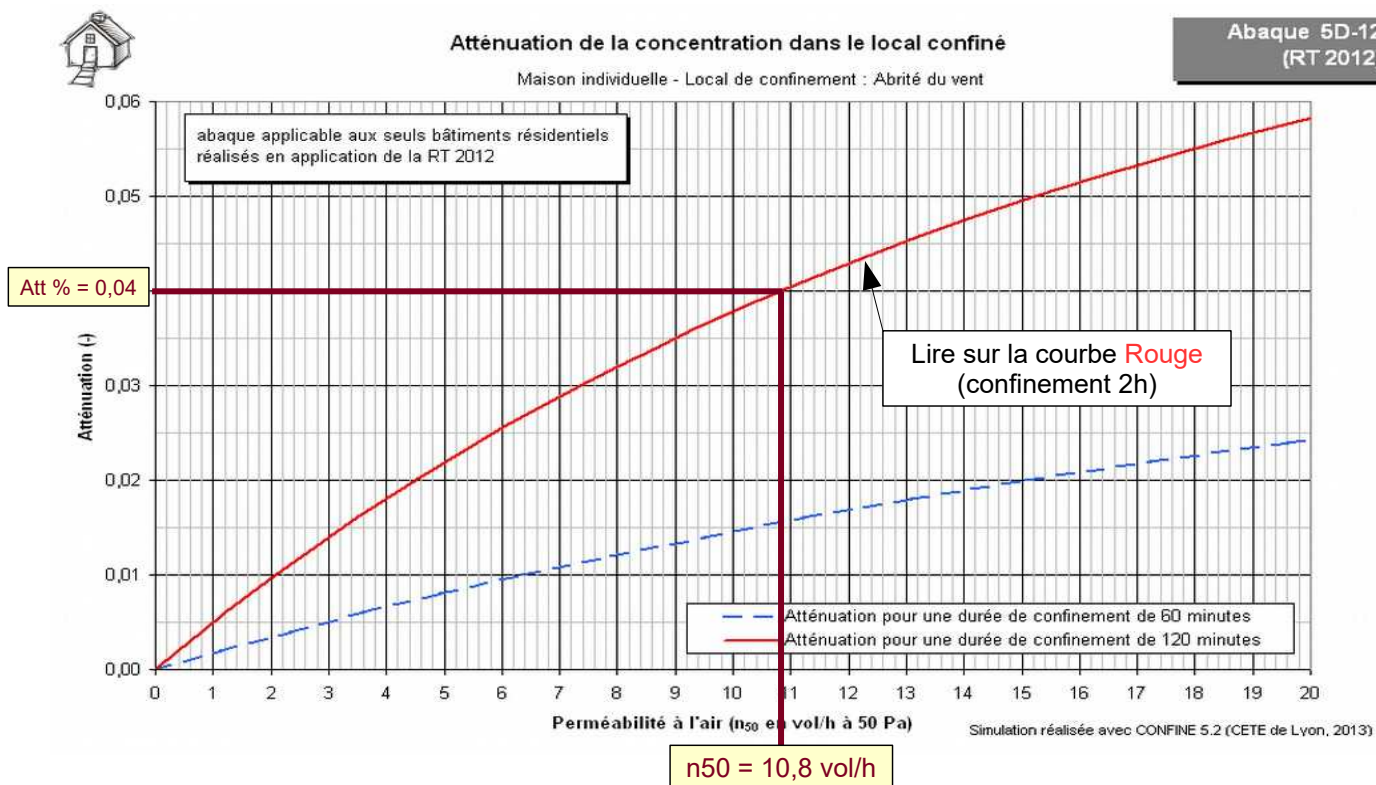


Illustration 47 : Exemple d'abaque 5D (RT2012)

10.5.2.3 Le PPRT distingue des valeurs « n₅₀ cible » pour les projets réalisés en application de la RT 2012

Lorsque le règlement distingue des valeurs d'objectif de performance particulières pour les projets réalisés en application de la RT 2012, c'est-à-dire que le bâtiment a une perméabilité à l'air maximale réglementaire, l'objectif cible qu'il convient de retenir est le suivant, selon la nature du projet et la typologie du bâtiment :

Projet	Typologie	Objectifs cibles « n ₅₀ »
Maison individuelle neuve avec un seul logement	Maison individuelle	« maison individuelle » / RT 2012
Extension de maison individuelle existante dont le bâti, en tout ou partie, n'a pas été construit en application de la RT 2012		« maison individuelle » / cas général
Extension de maison individuelle dont le bâti existant a été entièrement construit en application de la RT 2012		« maison individuelle » / RT 2012 sous réserve qu'une nouvelle mesure de la perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment atteste du respect du niveau prescrit par la RT 2012 sinon : « maison individuelle » / cas général
Maison individuelle neuve de plus d'un logement	Bâtiment collectif	« bâtiment collectif » / RT 2012
Autre projet portant sur une maison individuelle		« bâtiment collectif » / cas général
Bâtiment collectif neuf de logements individuels		« bâtiment collectif » / RT 2012
Projet sur un bâtiment collectif existant		« bâtiment collectif » / cas général
Bâtiment non résidentiel comportant des logements		« bâtiment collectif » / cas général (valeurs pour les seuls logements)

Tableau 30 : Prise en compte de la RT2012 dans la détermination de l'objectif cible n₅₀

10.5.3 Détermination des « n₅₀ cible » en présence d'entrée d'air dans le logement

Les systèmes de ventilation double flux, conseillés pour les projets neufs, ne sont pas concernés par ce paragraphe. Ils ne présentent pas d'entrées d'air directement sur l'extérieur et les réseaux de ventilation sont équipés de clapet (10.4.2.2).

Pour les autres cas, notamment de :

- projet de bâtiment neuf comportant une ventilation simple flux,
- projet portant sur un bâtiment existant comportant des entrées d'air de ventilation non équipées de dispositif d'obturation,

le niveau « n₅₀ cible » de la pièce de confinement est déterminé selon les dispositions suivantes, en fonction de l'exposition de la pièce de confinement et de la typologie du bâtiment objet du projet :

■ la pièce de confinement est exposée au site industriel

le niveau « n₅₀ cible » de la pièce de confinement **est celui fixé au PPRT** pour la typologie du bâtiment considéré, ou en cas d'absence déterminé selon la méthode présentée au 10.5.2.2.

■ la pièce de confinement est abritée du site industriel

le niveau « n₅₀ cible » de la pièce de confinement est **déterminé selon les tableaux ci-dessous** à partir de la valeur prescrite au PPRT pour la typologie du bâtiment considéré, ou en cas d'absence à partir de celle déterminée selon la méthode présentée au 10.5.2.2.

1) typologie « maison individuelle » :

Valeurs « n50 cible » issues du PPRT (Maisons individuelles – local abrité)	Valeurs « n50 cible » en cas de présence d'entrée d'air de ventilation dans le bâtiment
$n_{50} \leq 0,1$ vol/h	n_{50} cible égal au n_{50} prescrit
$0,1$ vol/h < $n_{50} \leq 0,7$ vol/h	n_{50} cible = n_{50} prescrit moins 0,1 vol/h (sans être inférieur à 0,1) <i>exemple « n_{50} prescrit » = 0,4 vol/h alors « n_{50} cible » = 0,4 – 0,1 = 0,3 vol/h</i>
$0,7$ vol/h < $n_{50} < 1,3$ vol/h	n_{50} cible = n_{50} prescrit moins 0,2 vol/h (sans être inférieur à 0,6) <i>exemple « n_{50} prescrit » = 0,9 vol/h alors « n_{50} cible » = 0,9 – 0,2 = 0,7 vol/h</i>
$1,3$ vol/h $\leq n_{50} < 2$ vol/h	n_{50} cible = 1,0 vol/h
2 vol/h $\leq n_{50} < 3$ vol/h	n_{50} cible = 1,6 vol/h
3 vol/h $\leq n_{50} < 4$ vol/h	n_{50} cible = 2,4 vol/h
4 vol/h $\leq n_{50} < 5$ vol/h	n_{50} cible = 3,2 vol/h
5 vol/h $\leq n_{50} < 6$ vol/h	n_{50} cible = 4,0 vol/h
6 vol/h $\leq n_{50} < 7$ vol/h	n_{50} cible = 4,7 vol/h
7 vol/h $\leq n_{50} < 8$ vol/h	n_{50} cible = 5,5 vol/h
8 vol/h $\leq n_{50} < 9$ vol/h	n_{50} cible = 6,3 vol/h
9 vol/h $\leq n_{50} < 10$ vol/h	n_{50} cible = 7,1 vol/h
$n_{50} \geq 10$ vol/h	n_{50} cible = 7,8 vol/h

Tableau 31 : Valeurs cibles n_{50} pour une pièce de confinement abritée d'une maison individuelle ne disposant pas de dispositif d'obturation

2) typologie « bâtiment collectif » :

Valeurs « n50 cible » issues du PPRT (Bâtiments collectifs – local abrité)	Valeurs « n50 cible » en cas de présence d'entrée d'air de ventilation dans le bâtiment
$n_{50} \leq 0,1$ vol/h	n_{50} cible égal au n_{50} prescrit
$0,1$ vol/h < $n_{50} \leq 0,7$ vol/h	n_{50} cible = n_{50} prescrit moins 0,1 vol/h (sans être inférieur à 0,1) <i>exemple « n_{50} prescrit » = 0,4 vol/h alors « n_{50} cible » = 0,4 – 0,1 = 0,3 vol/h</i>
$0,7$ vol/h < $n_{50} < 1,3$ vol/h	n_{50} cible = n_{50} prescrit moins 0,2 vol/h (sans être inférieur à 0,6) <i>exemple « n_{50} prescrit » = 0,9 vol/h alors « n_{50} cible » = 0,9 – 0,2 = 0,7 vol/h</i>
$1,3$ vol/h $\leq n_{50} < 2$ vol/h	n_{50} cible = 1,0 vol/h
2 vol/h $\leq n_{50} < 3$ vol/h	n_{50} cible = 1,6 vol/h
3 vol/h $\leq n_{50} < 4$ vol/h	n_{50} cible = 2,4 vol/h
4 vol/h $\leq n_{50} < 5$ vol/h	n_{50} cible = 3,2 vol/h
5 vol/h $\leq n_{50} < 6$ vol/h	n_{50} cible = 4,1 vol/h
6 vol/h $\leq n_{50} < 7$ vol/h	n_{50} cible = 4,8 vol/h
7 vol/h $\leq n_{50} < 8$ vol/h	n_{50} cible = 5,6 vol/h
8 vol/h $\leq n_{50} < 9$ vol/h	n_{50} cible = 6,5 vol/h
9 vol/h $\leq n_{50} < 10$ vol/h	n_{50} cible = 7,3 vol/h
$n_{50} \geq 10$ vol/h	n_{50} cible = 8,0 vol/h

Tableau 32 : Valeurs cibles n_{50} pour une pièce de confinement abritée d'un bâtiment collectif ne disposant pas de dispositif d'obturation

10.6 Conception constructive de la pièce de confinement

La conception **et** la réalisation de la pièce de confinement doivent permettre d'atteindre :

- l'objectif cible n50 prescrit au PPRT en absence d'entrée d'air placée directement sur l'extérieur du bâtiment (voir 10.5.2) ;
- l'objectif cible n50 déterminé en présence d'entrées d'air dans le logement (voir 10.5.3).

Il n'est pas possible au stade de la conception de définir précisément les dispositions constructives qui permettront d'atteindre l'objectif n50 défini pour le projet. **Une mise en œuvre soignée de ces dispositions constructives est importante** pour atteindre cet objectif.

Les paragraphes 10.6.1 et 10.6.2 ci-dessous indiquent cependant des dispositions constructives qui sont de nature à favoriser l'atteinte de l'objectif cible, en limitant les facteurs de risques de perméabilité de la pièce et en favorisant la pérennité de son étanchéité.

Le respect de ces dispositions et leur mise en œuvre soignée sont d'autant plus importants que l'objectif de perméabilité à l'air de la pièce de confinement à atteindre est bas.

10.6.1 L'enveloppe de la pièce de confinement

La conception constructive de la pièce de confinement concerne le choix des techniques constructives, des matériaux et leur mise en œuvre afin que la perméabilité à l'air de son enveloppe ne dépasse pas, une fois l'ensemble du bâtiment achevé, l'objectif cible n_{50} exigé. Le choix des matériaux s'attache aussi à assurer la pérennité de cette exigence tout au long de la vie du logement.

Aucun matériau ou moyen particulier n'est cependant imposé pour la réalisation de la pièce de confinement, autre que celui du respect des règles de l'art et des DTU pour les travaux qui en sont couverts.

Les indications suivantes portent sur les points de sensibilité pour lesquels il est nécessaire d'avoir une vigilance particulière. Elles sont préconisées pour celles qui ne relèvent pas des règles de l'art, afin de limiter les facteurs de risque de défauts d'étanchéité à l'air de l'enveloppe de la pièce de confinement :

- Choix des menuiseries extérieures employées :
 - préférer des menuiseries de classe de perméabilité à l'air (A) et au vent (V) supérieure (exemples : classement AEV : A3 ou 4 et V4 ou 5) ;
 - éviter les menuiseries à composition d'ouvertures multiples (oscillo-battante...) ;
 - proscrire les menuiseries coulissantes (sauf menuiseries à déboîtement et à frappe) ;
 - en cas de volets roulants, les coffres de volets doivent être isolés aérauliquement de l'intérieur des logements, leur manœuvre doit être télécommandée sans réseau filaire ;
- Choix des portes d'accès à la pièce :
 - utiliser des portes pleines, de type porte de service avec joints périphériques et seuil étanche ;
 - proscrire les portes composées d'assemblages ou alvéolaires ;
 - se référer au 10.6.2 ;
- Composition des parois (murs, cloisons, plancher et plafond) de la pièce de confinement :
 - l'utilisation de murs refends du bâtiment est à privilégier pour les parois verticales de la pièce de confinement ;
 - sinon les parois doivent être pleines, maçonnées ou en briques plâtrées ; proscrire les cloisons légères de type « plaques de plâtre » ;
 - les planchers et les plafonds doivent être constitués par des dalles béton armé ou de hourdis avec chape étanche ;
 - proscrire les planchers bois, plafonds de plaques de plâtres ou briques plâtrières et les faux plafonds ;

- Pose des menuiseries :
 - les liaisons des menuiseries extérieures aux parois doivent être réalisées dans les règles de l'art et le respect des DTU ;
 - les liaisons des menuiseries intérieures aux parois ou cloisons doivent être traitées dans les mêmes dispositions que pour les menuiseries extérieures ;
- Confection des liaisons de parois à parois :
 - les liaisons doivent être renforcées au moyen de bandes de joints étanches ou produit similaire ;
- Les traversées de parois et débouchés de réseaux dans la pièce :
 - minimiser autant que possible les traversées des plans d'étanchéité à l'air du local de confinement par tout réseau (chauffage, eau, etc.) ;
 - en cas de traversées et débouchés de réseaux dans la pièce, les réseaux ou gaines passantes doivent être parfaitement jointées sur toute l'épaisseur des parois et la gaine doit être jointée au réseau traversant au moyen de matériau adapté à sa nature ;
 - les bouches de ventilation doivent être montées au moyen de manchettes, étanches sur le réseau et étanches sur la paroi support ; elles doivent rester démontables ;
- Les équipements électriques (courants forts et courants faibles) :
 - les traversées ou débouchées de gaines doivent être traitées comme les traversées de parois ;
 - les boîtiers électriques employés doivent être de type « étanche à l'air » avec opercules perçables ;
 - les insertions des gaines doivent être réalisées à travers les opercules assurant une étanchéité correcte, les réservations non employées doivent conserver les opercules intacts ;
 - les boîtiers électriques doivent être parfaitement jointés dans les parois de la pièce ;
 - les extrémités des gaines dans les boîtiers et celles débouchant directement dans la pièce doivent être pourvues de bouchons d'extrémité perçables.

Le guide « Memento de conception et de mise en œuvre à l'attention des concepteurs, artisans et entreprises du bâtiment » relatif à l'étanchéité à l'air des bâtiments apporte en complément des éléments précieux sur certains modes constructifs :

<http://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/information-et-documents-ressources-a74.html>



10.6.2 Les portes d'accès à la pièce de confinement

Les portes d'accès à la pièce de confinement sont des éléments composant son enveloppe et participent à la valeur de l'étanchéité à l'air de la pièce.

La conception des portes d'accès doit donc prévoir :

- l'étanchéité à l'air de l'ouvrant (proscrire les portes composées d'assemblages ou alvéolaires, privilégier une porte pleine) ;
- le jointoiment entre la feuillure et le battant ;
- une serrurerie la moins fuyarde possible ;
- un seuil étanche, par exemple par la mise en place d'un système d'étanchéité en bas de porte. Ce système peut être mobile, automatique à la fermeture (volet ou plinthe automatique) ou manuel. Il peut aussi être fixe avec une barre d'étanchéité posée sur le sol (type « seuil suisse ») mais ce dispositif présente un ressaut et est à éviter pour maintenir l'accessibilité de la pièce.

Il peut s'agir de portes de type « porte de service » ou « porte isophonique » par exemple, avec joints périphériques et seuil étanche.

La porte doit permettre néanmoins à la ventilation du logement de s'effectuer correctement en situation courante, c'est-à-dire que l'air puisse continuer à s'écouler librement des pièces principales vers les pièces de service.

Pour ce faire, la porte doit être équipée, dans le cas d'une ventilation du logement basée sur le principe du balayage d'air de pièce à pièce avec un système d'étanchéité à l'air en bas de porte automatique à la fermeture de celle-ci, d'une grille obturable depuis la pièce de confinement, parfaitement jointoyée, placée en partie basse de la porte.

Rappel : Il est préconisé une porte unique pour accéder à la pièce de confinement depuis l'intérieur du logement.

Néanmoins, en cas de portes d'accès multiples à la pièce, il est de bonne pratique pour la sécurité optimum des personnes confinées, de traiter toutes les portes d'accès de la même manière sans distinction du lieu futur de mesurage éventuel.

10.6.3 Les composants de ventilation de la pièce de confinement

Selon le type de ventilation du logement, la pièce retenue peut comporter des entrées d'air ou des terminaux de ventilation (bouche d'extraction ou de soufflage).

Rappel : Le choix de la pièce limitera de préférence leur présence à un seul composant correspondant à son usage (pièce principale ou pièce de service).

Ces composants de ventilation sont des organes de communication aéraulique avec l'extérieur du bâtiment et aussi avec le volume du reste du bâti par les gaines de ventilation. Ces communications nécessitent d'être condamnées le plus rapidement possible en cas de crise.

Se référer aux 10.4.2.2 et 10.4.2.3 pour le traitement de ces composants, suivant leur type.

10.7 Spécificités des logements collectifs

10.7.1 Arrêt rapide des ventilations volontaires

Pour les projets de bâtiments collectifs d'habitation (logements multiples), les ventilations des logements peuvent être indépendantes pour chaque logement ou communes à l'ensemble des logements.

Il est préconisé pour la mise en œuvre du confinement de privilégier des systèmes de ventilation communs à l'ensemble des logements du bâtiment. Un même bâtiment peut néanmoins comporter plusieurs groupes de ventilation.

- **Cas des logements où la ventilation est commune à l'ensemble des logements :**

L'arrêt des ventilations doit concerner celles de l'ensemble de ces logements. Le dispositif d'arrêt doit être placé en partie commune du bâtiment et être accessible rapidement en cas de crise, par exemple dans les halls d'entrée. Il doit être protégé de toutes manipulations intempestives ou inappropriées et être compatible avec les règles de sécurité incendie. L'arrêt de ces ventilations est asservie aux alarmes de fonctionnement de chaque groupe pour permettre, en situation courante, leur remise en route immédiate.

En cas de bâtiment comportant des parties communes étendues ou multiples, il est préconisé de disposer plusieurs dispositifs d'arrêt.

En cas de bâtiment comportant plusieurs groupes de ventilation, l'arrêt en cas de crise concerne l'arrêt simultané de l'ensemble des groupes.

- **Cas des logements où la ventilation est indépendante des autres logements :**

Agir pour chaque logement comme pour les projets de maisons individuelles.

10.7.2 Les sas d'entrée

Un sas d'entrée doit être prévu à toutes les entrées dans les parties communes d'accès aux logements, situées sur l'extérieur ou donnant d'accès à des locaux hors du volume intérieur du bâtiment (garages, caves...).

Ne sont pas concernées les entrées des logements individuels situés dans un bâtiment collectif se faisant directement depuis l'extérieur, ainsi que les entrées extérieures des locaux hors du volume intérieur du bâtiment n'ayant pas fonction d'accès aux logements (garages, caves...).

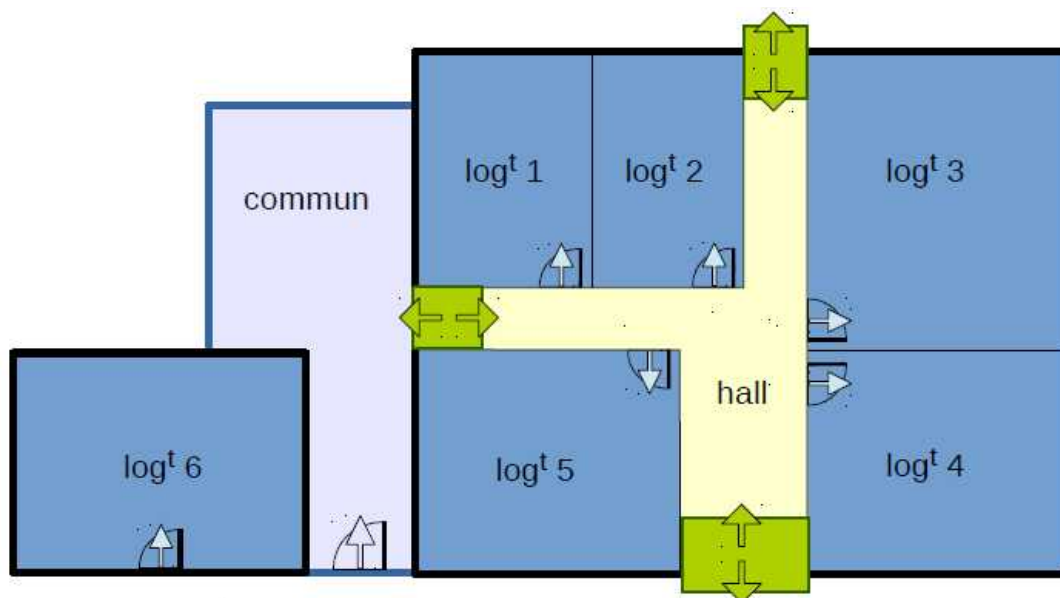


Illustration 48 : Localisation des sas d'entrée pour les bâtiments collectifs d'habitation

Les sas doivent être composés de portes ouvrant d'une part sur l'extérieur ou les parties communes de service, et d'autre part sur l'intérieur du bâtiment. Ces portes doivent pouvoir s'ouvrir alternativement en deux temps, de façon à limiter la pénétration de l'air extérieur dans le bâtiment.

Elles n'ont pas de caractéristiques particulières d'étanchéité à l'air sinon qu'elles participent à l'efficacité de l'étanchéité même de l'enveloppe du bâtiment.

Le dimensionnement des sas est à apprécier en fonction de la fréquence et du nombre de personnes devant les emprunter en cas de crise, c'est-à-dire avoir une longueur entre ouvertures et une surface suffisantes pour permettre les « stockages » successifs des personnes susceptibles de se présenter aux entrées considérées, dans un délai court pour pénétrer dans le bâtiment, tout en garantissant une fermeture totale des portes entre leurs ouvertures alternatives.

Dans tous les cas, les sas doivent satisfaire les réglementations en vigueur, notamment celles sur la sécurité incendie et celles sur l'accessibilité.

10.7.3 Les cages d'ascenseurs

Les cages d'ascenseurs participent à l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment lorsqu'elles en sont à l'intérieur. La vigilance porte sur l'étanchéité des parois et sur leur ventilation.

Les solutions constructives peuvent être par exemple une obturation de la ventilation haute de chaque gaine par un registre asservi à la ventilation générale du bâtiment ou la mise en œuvre spécifique d'une VMC assurant le renouvellement d'air des cages. L'arrêt de cette ventilation est alors possible avec fermeture automatisé d'un registre comme pour toutes ventilations du bâtiment (voir chapitre 10.4.2.1).

Les cages d'ascenseurs hors de l'enveloppe des bâtiments sont à proscrire, car elles nécessitent de nombreuses portes extérieures (à chaque palier) et une forte possibilité de leur ouverture en cas de crise, favorable à la pénétration de l'air dans les bâtiments. De plus, tous ces accès au bâtiment doivent être équipés de sas d'entrée.

10.8 Dispositions complémentaires

Les dispositions suivantes ne sont pas obligatoires pour atteindre l'objectif de performance fixé par le règlement du PPRT mais peuvent permettre d'améliorer l'efficacité et le confort du confinement.

10.8.1 Sas d'entrée dans la pièce de confinement

Un sas d'entrée dans la pièce de confinement permet de limiter la pénétration de polluant lors de l'entrée des personnes dans la pièce. Une autre pièce du logement peut jouer le rôle de sas d'entrée dans la pièce de confinement.

10.8.2 Arrêt du chauffage

Le confinement peut entraîner une augmentation rapide de la température à l'intérieur de la pièce de confinement, d'autant qu'il n'est pas possible d'ouvrir les fenêtres pour rafraîchir la pièce. Pour prévenir des troubles, il peut être utile de pouvoir couper le chauffage.

En cas d'appareil chauffant dans la pièce de confinement disposant d'un arrêt individuel, ce peut être suffisant. Dans le cas contraire, l'arrêt du chauffage peut être couplé à l'arrêt de la ventilation.

NB : En cas de chauffage à air transféré, le chauffage est traité comme la ventilation (voir 10.4.3).

10.8.3 Mesure de la perméabilité à l'air de la pièce de confinement après travaux

La mesure de la perméabilité à l'air de la pièce de confinement peut être prescrite par le règlement du PPRT, sinon elle n'a pas de caractère obligatoire.

Si le propriétaire souhaite faire vérifier l'atteinte du niveau « **n₅₀ cible** », il peut néanmoins faire réaliser une mesure.

La mesure est réalisée suivant les dispositions de la norme NF EN ISO 9972 et du fascicule FD P50-784 telles que précisées à l'annexe 9. Il est préconisé qu'elle soit exécutée par un mesureur qualifié QUALIBAT (qualification 8711) ou par une qualification équivalente.

La mesure porte sur :

- **un diagnostic quantitatif des fuites**

Il s'agit de la détermination de la valeur n_{50} de la perméabilité à l'air de la pièce, cette valeur est à comparer avec « l'objectif cible ».

- **un diagnostic qualitatif des fuites**

Il s'agit de procéder au repérage, à la description et à la hiérarchisation des fuites d'air en vue de leur éventuelle correction si nécessaire.

Un rapport d'essai est produit comprenant les éléments prévus par les normes et les dispositions précisées à l'annexe 9.

10.8.4 Recommandations sur la conception générale du bâtiment pour améliorer l'efficacité du confinement

Au-delà des prescriptions constructives préconisées au présent chapitre, le respect des dispositions du chapitre 6 permet de réduire la vulnérabilité des bâtiments à la pénétration des produits toxiques à l'intérieur de ceux-ci. Ces mesures ne sont pas indispensables pour répondre aux prescriptions du PPRT relatives à l'effet toxique, mais elles contribuent à améliorer la protection des personnes.

L'air extérieur, chargé en produits toxiques lors d'une crise, pénètre dans les bâtiments par l'effet du vent sur les parois extérieures, notamment sur les façades exposées aux sources des effets toxiques. Une conception des bâtiments tenant compte de cette influence est souhaitable.

Pour l'effet toxique, cette conception repose en particulier sur leur volumétrie, l'orientation et la composition de leurs façades.

Les recommandations suivantes viennent préciser les principes généraux de conception présentés au chapitre 6 pour le cas particulier de l'effet toxique.

10.8.4.1 Volumétrie du bâtiment

Afin de limiter la pénétration des polluants dans l'enveloppe du bâtiment, il est conseillé de :

- limiter les surfaces extérieures des bâtiments, éviter les façades présentant des avancées ou retraits (en plan et en élévation) ;
- préférer des bâtiments compacts, c'est-à-dire ayant un rapport de leur volume intérieur sur la surface cumulée de leurs parois extérieures et toitures (V/A) le plus élevé.

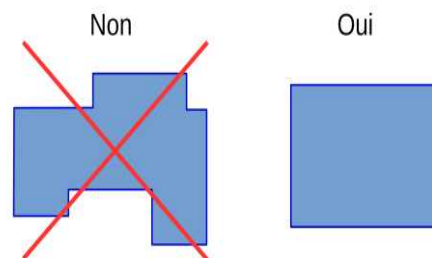


Illustration 49 : Volumétrie recommandée pour un bâtiment exposé à un effet toxique

10.8.4.2 Orientation des façades

Afin de limiter la pénétration des polluants dans l'enveloppe du bâtiment, il est conseillé :

- d'orienter les bâtiments de manière à éviter d'avoir des façades exposées importantes ;
- si possible, d'orienter les façades de façon à ce qu'aucune ne soit située sous un angle inférieur ou égal à 60° entre l'axe de l'origine des sources et la normale de ces façades, prise en leur milieu (voir chapitre 10.3.3).

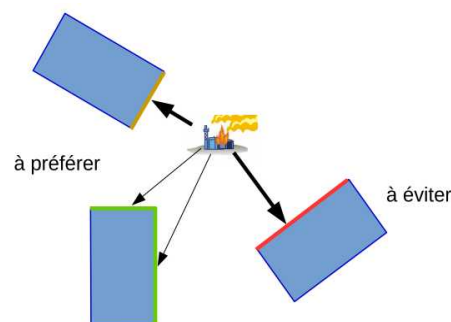


Illustration 50 : Orientation recommandée pour un bâtiment exposé à un effet toxique

10.8.4.3 Composition des façades

Afin de limiter la pénétration des polluants dans l'enveloppe du bâtiment, il est conseillé :

- de limiter autant que possible les ouvrants des logements sur les façades exposées des bâtiments ;
- d'éviter d'une manière générale de situer des portes d'entrée dans les bâtiments sur les façades exposées (cette précaution est notamment importante pour les entrées des immeubles collectifs, lesquelles peuvent être soumises à des ouvertures plus fréquentes en cas de crise par les occupants des logements et alors être un point de pénétration important des polluants lors de leurs ouvertures successives) ;
- d'éviter les ouvrants sur l'extérieur dans les parties communes des bâtiments collectifs, hors entrées dans les bâtiments.

10.8.5 L'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment

Le niveau de perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments projetés peut être plus performant que les valeurs imposées par la réglementation thermique, pour une protection plus forte. Cette action a par ailleurs une influence positive sur l'économie énergétique du projet. Une performance supplémentaire du niveau de la perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments ne modifie néanmoins pas les niveaux des objectifs n_{50} cible des pièces de confinement.

10.8.6 Appareil de chauffage à combustion dans des locaux accolés

Rappel : Aucun appareil de chauffage à combustion à circuit non étanche ne doit être présent dans tout le volume des bâtiments résidentiels neufs.

Dans le cas où des appareils de chauffage à combustion à circuit non étanche sont prévus dans des locaux accolés aux bâtiments résidentiels (chaufferie), alors :

- le bâtiment ne doit pas avoir de portes, ouvertures ou liaisons communicantes avec ces locaux, de façon directe ou par l'intermédiaire d'autres locaux ;
- les parois séparant ces locaux des bâtiments résidentiels doivent être étanches. Il est préconisé de privilégier les murs de béton par rapport aux maçonneries de parpaings ou de briques.

10.9 Cas particuliers des projets portant sur un bâtiment existant ou comportant des locaux non résidentiels

Les dispositions précédentes portent sur les projets de logements neufs. D'autre projet peuvent toutefois nécessiter une prise en compte spécifique dans leur conception de l'effet toxique, en particulier :

- les projets portant sur des bâtiments existants : extension, division, changement de destination ;
- les projets comportant à la fois des locaux résidentiels et des locaux non résidentiels.

10.9.1 Projets portant sur des bâtiments existants

Il peut s'agir d'un agrandissement ou d'une surélévation, destiné au logement, d'une maison individuelle ou plus rarement d'un bâtiment collectif d'habitation. Le cas ne traite pas de l'extension de locaux non résidentiels pouvant être situés dans le bâtiment existant.

Les bâtiments existants avant la date d'approbation des PPRT font l'objet des mesures prescrites, en principe portées au Titre IV des règlements : « Mesures de protection des populations ». Pour l'effet toxique, les bâtiments doivent faire l'objet de la mise en œuvre de dispositifs de confinement dans le délai prescrit. La consistance des dispositifs de confinement est déterminée par un diagnostic de vulnérabilité des bâtiments existants, réalisé suivant les dispositions indiquées au « Guide de réalisation des diagnostics de la vulnérabilité de l'habitat existant face aux risques technologiques³⁶ ».

Dès lors, deux cas de figure peuvent se présenter :

- un dispositif de confinement a déjà été réalisé ;
- le dispositif de confinement n'a pas été réalisé.

10.9.1.1 Cas de projet sur un bâtiment existant pour lequel un dispositif de confinement est déjà réalisé

Dans le cadre du projet envisagé, il convient de vérifier si le dispositif de confinement réalisé reste adapté à la nouvelle configuration du bâtiment et en particulier :

- le dimensionnement de la pièce de confinement en fonction du nombre de pièces prévues dans le projet ;
- le niveau de perméabilité à l'air du local de confinement existant ;
- la possibilité d'arrêt des ventilations.

Si le dispositif de confinement existant n'est pas suffisant, il convient alors de prévoir les travaux nécessaires pour réaliser un dispositif de confinement correctement dimensionné.

En particulier, si le projet comporte la création de nouveaux logements, il convient de s'assurer qu'il est bien prévu une pièce de confinement par logement.

Un point particulier de vigilance porte sur les divisions de logement qui peuvent transformer une maison individuelle en logement collectif au sens du présent guide. Les objectifs cible de chacun des logements créés peuvent ainsi être différents de l'objectif cible du dispositif de confinement préalablement réalisé. Les prescriptions spécifiques aux logements collectifs sont alors également applicables au projet.

10.9.1.2 Cas de projet sur un bâtiment existant pour lequel le dispositif de confinement n'a pas été réalisé

Si aucun dispositif de confinement n'a été réalisé sur le bâtiment existant, il convient de le traiter comme pour un diagnostic de vulnérabilité du bâtiment (voir Guide de réalisation des diagnostics de la vulnérabilité de l'habitat existant face aux risques technologiques).

La pièce de confinement peut être choisie parmi celles existantes ou être une pièce nouvellement créée. Dans le premier cas, elle fait l'objet d'une mesure de perméabilité à l'air et l'étude porte sur la conformité de l'objectif « n_{50} cible ».

Dans le second cas, la pièce de confinement est conçue en suivant les préconisations du présent guide.

36 Disponible sur : <https://aida.ineris.fr/node/210>

10.9.2 Projets comportant des locaux non résidentiels

Pour les projets portant sur des bâtiments comprenant à la fois des locaux résidentiels et des locaux non résidentiels, il est préconisé :

- que les dispositifs de confinement soient distincts entre les locaux résidentiels et les locaux non résidentiels ;
- de proscrire les ouvertures et accès entre les zones à vocation résidentielle (logements et parties communes) et les zones à vocation non résidentielle ;
- que les réseaux de ventilation propres aux logements soient distincts des réseaux de ventilation des parties non résidentielles (l'arrêt des ventilations en cas de crise peut par contre être couplé) ;
- que la perméabilité à l'air de l'enveloppe des locaux non résidentiels respecte a minima la valeur par défaut de la RT2012, fixée pour leur usage.

Les objectifs « n50 cible » des pièces de confinement à retenir, tant pour les maisons individuelles que pour les logements collectifs, sont les valeurs « Bâtiment collectif » dès lors que le bâtiment projeté comprend des locaux non résidentiels.

Les parties résidentielles du projet pourront être traitées à l'aide du présent guide. Les parties non résidentielles devront faire l'objet d'une étude spécifique.

Annexe 1 : Exemple d'attestation d'étude préalable pour des projets situés dans le périmètre d'un PPRT

(article R.431-16 du code de l'urbanisme)

Le PROJET ¹

- Adresse du projet :
- Commune :
- Références cadastrales :
- Nature des travaux envisagés :

Identité du DEMANDEUR ²

- Nom, prénom (si particulier) :
(ou)
- Raison sociale (si personne morale) :
représentée par :

Je soussigné ³,

Adresse ⁴ :

En ma qualité de ⁵

Après avoir pris connaissance :

- du Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) de

et notamment identifié ou déterminé :

- la (les) zone(s) du PPRT dans laquelle (lesquelles) se situe le projet présenté ;
- les règles de construction, d'utilisation et d'exploitation contenues dans le PPRT, applicables aux projets, et relatives à cette (ces) zone(s) ;
- les objectifs de performance, pour lesquels le projet doit être conçu et réalisé afin de protéger ses occupants vis-à-vis de chaque effet présent ;

CERTIFIE :

1. **Que le projet présenté a fait l'objet de la réalisation d'une étude préalable** permettant d'en déterminer les conditions de sa réalisation, son utilisation et son exploitation en conformité avec les dispositions du PPRT ;
2. **Que le projet présenté prend en compte l'ensemble de ces conditions** au stade de la conception.

Fait à

le

1 – Références du projet portées à la demande d'urbanisme

2 – Références du demandeur portées à la demande d'urbanisme

3 – Nom, Prénom du signataire de l'attestation

4 – Coordonnées du signataire, Société...

5 – Architecte du projet, expert (maître d'œuvre, profession)

Signature :

Annexe 2 : Épaisseurs des murs pour la protection des personnes face à un effet thermique continu



Les murs en maçonnerie ou en béton isolés par l'intérieur peuvent permettre d'assurer la protection des personnes pendant une durée de 2h en fonction de leur épaisseur et du type d'isolant mis en œuvre.

Le tableau ci-dessous indique les épaisseurs minimales de mur à respecter pour des épaisseurs courantes d'isolant :

En fonction de l'intensité, pour une protection pendant 2h :

Niveau d'aléa thermique	Nature isolant	Épaisseur minimale de l'enveloppe (cm)						
		Pierre naturelle	Brique pleine/perforée	Brique creuse	Bloc de terre cuite	Bloc de béton plein/perforée et banché	Bloc de béton creux / parpaings	Bloc de béton cellulaire
3-5 kW/m ²	PSE/PSX	20	9	15	15	20	20	7
	PUR/PIR	20	9	15	15	20	20	7
	LDV/LDR	20	9	15	15	20	20	7
5-8 kW/m ²	PSE/PSX	20	12	15	15	20	20	10
	PUR/PIR	20	9	15	15	20	20	10
	LDV/LDR	20	9	15	15	20	20	7

Tableau 33 : Épaisseur minimale des murs de maçonnerie ou en béton isolés par l'intérieur – effet thermique continu

Le règlement des PPRT prescrit un objectif de performance face auquel le bâtiment doit assurer la protection des personnes pendant 2h. Néanmoins, dans le cadre de la conception d'un logement neuf, il est souvent possible d'assurer la protection des personnes pendant des durées bien plus importantes.

Le tableau ci-dessous indique les épaisseurs de mur qui permettent d'assurer la protection des personnes pour une durée non limitée en fonction du type d'isolant mis en œuvre (pour des épaisseurs courantes) :

En fonction de l'intensité, pour une protection de durée non limitée :

Niveau d'aléa thermique	Nature isolant	Épaisseur de l'enveloppe (cm)						
		Pierre naturelle	Brique pleine/perforée	Brique creuse	Bloc de terre cuite	Bloc de béton plein/perforée et banché	Bloc de béton creux / parpaings	Bloc de béton cellulaire
3-5 kW/m ²	PSE/PSX	23	19	18	20	25	23	10
	PUR/PIR	20	15	15	15	23	20	5
	LDV/LDR	20	9	15	15	20	20	5
5-8 kW/m ²	PSE/PSX	50	-	-	25	-	-	20
	PUR/PIR	40	34	33	20	-	-	15
	LDV/LDR	20	19	18	15	25	20	7

Tableau 34 : Épaisseur des murs de maçonnerie ou en béton isolés par l'intérieur permettant d'assurer une protection des personnes pour une durée non limitée – effet thermique continu

Nota : Les cases dans lesquelles aucune épaisseur n'est indiquée signifient que la protection pour une durée non limitée n'est pas envisageable pour des épaisseurs de murs standards avec l'isolant considéré.



1. Température et flux de dégradation mécanique et d'inflammation des familles de matériaux combustibles

Dénomination		Température dégradation (°C)		Flux de dégradation kW/m ²	Température d'inflammation (°C)		Flux critique kW/m ²	Utilisation
		De	à		De	à		
Polyamides	PA	176	265	2,6	410		12,3	Électroménager, interrupteurs et prises de courant
Copolymère Acrylonitrile / Butadiène / Styrène	ABS	88	125	1,1	388		10,8	Électroménager, boîtiers téléviseurs et PC
Polyéthylène	PE PEHD PEBD	110	135	1,4	350	380	8,5	–
Polypropylène	PP PPHD PPBD	162	168	2,4	330	350	7,5	–
Polystyrène	PS	90	160	1,2	410	480	12,3	Emballages, ameublement, panneaux isolants de construction
Polychlorure de vinyle	PVC	75	105	0,9	450	500	15,5	Tuyauteries, profilés de fenêtres, gouttières
Polyméthacrylate de méthyle	PMMA	190	240	3	265	311	4,8	–
Polyéthylène téréphtalate	PET	255		4,9	350	410	8,5	Pièces électriques, cafetières, grille-pain, bouteilles
Polyoxyméthylène	POM	164	177	2,3	280	–	5,3	Robinetterie, électroménager
Polytétrafluoroéthylène	PTFE	320	340	7,8	700	–	50,8	Petites pièces techniques
Polyuréthane	PU PUR	170		2,4	272	500	5	Panneaux isolants de construction, meubles rembourrés
Polyisocyanurate	PIR	200		3,2	445		15,1	Panneaux isolants de construction
Polycarbonate	PC	–	–	–	420	480	13,1	Éléments de toiture, lanterneaux
Caoutchoucs	EPDM	–	–	–	310	440	6,6	–
Bois		250		4,7	340	500	8	Construction

Source : LNE-Efectis – Juillet 2008

2. Performances des matériaux de l'enveloppe du bâtiment en matière de réaction au feu

Les tableaux ci-dessous présentent la performance en réaction au feu des produits ou systèmes sous couvert de la directive « Produit de Construction » (DPC), complétée par les bases de données internes dont le LNE dispose, pour les produits qui peuvent être utilisés pour constituer l'enveloppe des bâtiments (Source : LNE-Efectis – Juillet 2008).

Nature selon DPC	Référence produit selon DPC	Euroclasses des produits			Éléments combustibles	Éléments non combustibles
		Gamme Euroclasse	Fumée	Goutte / Débris		
Finitions intérieures et extérieures des murs et des plafonds	Ardoise en fibres-ciment	A1	C	/	d0	Résine organique Ciment
Ardoises et éléments en pierre pour toiture et bardage pour pose en discontinu	Ardoise en pierre	A1				Pierre
Produits préfabriqués en béton, normal, léger ou autoclavé aéré	Bardage béton	A1		/	/	Béton
Finitions intérieures et extérieures des murs et des plafonds	Bardage en bois	C	D	> s2	/	Bois massif Bois lamellé collé
Finitions intérieures et extérieures des murs et des plafonds	Bardage en planches pour finition extérieure	B	D	> s2	/	Bois massif Panneau fibre de bois Panneau de particules Panneau contreplaqué
Éléments spéciaux de toiture préfabriqués en béton	Béton préfabriqué	A1				Béton
Carreaux de mosaïque de marbre à usage extérieur	Carreau de mosaïque de marbre	A1				Marbre
Carreaux et plaques en pierre agglomérée pour finitions murales	Carreau en pierre agglomérée	A1				Pierre
Carreaux et dalles céramiques – Revêtement de sol	Carrelage	A1				Céramique
Panneaux à base de bois destinés à la construction	Bois contreplaqué	B	D	≥ s2	d0	Panneau contreplaqué
Finitions intérieures et extérieures des murs et des plafonds	Dalle céramique	A1				Céramique
Produit en pierre naturelle – Dalles de revêtement de sols et d'escaliers	Dalle de pierre naturelle	A1				Pierre
Dalles en béton pour revêtement	Dalle en béton	A1		/	/	Béton
Dalles modulaires en pierre reconstituée pour revêtements de sol (intérieurs et extérieurs)	Dalle modulaire en pierre reconstituée	A1		/	/	Pierre
Carreaux et dalles céramiques	Dalle pour plafond pour finition extérieure	A1				Céramique Marbre
Produits préfabriqués armés en béton de granulats légers à structure ouverte	Élément de bardage	A1		/	/	Béton
Produits de bois de charpente et produits connexes	Élément de dalle en bois lamellé collé et croisé pour le bâtiment (ate 9.2)	D		≥ s2	/	Bois lamellé collé
Maçonnerie et produits connexes	Élément de maçonnerie en béton cellulaire autoclavé	A1		/	/	Béton
Maçonnerie et produits connexes	Élément de maçonnerie en béton de granulats	A1		/	/	Béton
Maçonnerie et produits connexes	Élément de maçonnerie en pierre naturelle	A1		/	/	Pierre
Maçonnerie et produits connexes	Élément de maçonnerie en pierre reconstituée	A1		/	/	Pierre
Maçonnerie et produits connexes	Élément de maçonnerie en silico-calcaire	A1		/	/	

Nature selon DPC	Référence produit selon DPC	Euroclasses des produits			Éléments combustibles	Éléments non combustibles	
		Gamme Euroclasse	Fumée	Goutte / Débris			
Éléments de maçonnerie – Briques de terre cuite	Élément de maçonnerie en terre cuite	A1		/	/		
Structures en bois – Bois lamellé collé	Élément de mur en bois	C	D	≥ s2		Panneau contreplaqué Panneau de particules Panneau fibre de bois Bois massif	
Produits préfabriqués en béton, normal, léger ou autoclavé aéré	Élément de mur et de façade	A1				Béton	
Produits préfabriqués armés en béton de granulats légers à structure ouverte	Élément de mur non porteur	A1				Béton	
Produits préfabriqués armés en béton de granulats légers à structure ouverte	Élément de mur porteur	A1				Béton	
Éléments spéciaux de toiture préfabriqués en béton	Élément de toiture	A1				Béton	
Structures en bois – Bois lamellé collé	Élément de toiture en bois	C	D	≥ s2	d0	Bois lamellé collé Panneau de particules Panneau fibre de bois	
Produits préfabriqués en béton, normal, léger ou autoclavé aéré	Élément linéaire de structure	A1				Béton	
Produits préfabriqués en béton, normal, léger ou autoclavé aéré	Élément préfabriqué armé en béton cellulaire	A1				Béton	
Produits préfabriqués en béton, normal, léger ou autoclavé aéré	Élément préfabriqué en béton de granulats légers à structure ouverte	A1				Béton	
Produits préfabriqués en béton, normal, léger ou autoclavé aéré	Élément structurel	A1				Béton	
Éléments de construction en acier et en aluminium	Élément structurel de construction métallique	A				Acier Aluminium	
Produits de maçonnerie	Enduit à base de plâtre	A1		≥ s2	d0	Plâtre	
Enduits de parement plastiques extérieurs et intérieurs	Enduit de parement plastique	/		/	/		
Produits à base de plâtre	Enduit extérieur	A1		/	/	Plâtre	
Produits à base de plâtre	Enduit intérieur	A1		/	/	Plâtre	
Produits à base de plâtre	Enduit pour joint	A1		/	/	Plâtre	
Produits préfabriqués en béton – Escaliers	Escalier	A1		/	/	Béton	
Élément de construction en acier et en aluminium	Escalier métallique	A1		/	/	Acier Aluminium	
Systèmes composites pour l'isolation thermique extérieure avec enduit	ETICS	B	D	/	/	Polystyrène	Enduit minérale
Finitions intérieures et extérieures des murs et plafonds	Lambris	B	D	≥ s2	/	PVC Bois	
Panneaux à base de bois destinés à la construction	Panneau à base de bois	B	D	≥ s2	d0	Panneau de particules Panneau contreplaqué Bois massif Panneau fibre de bois	

Nature selon DPC	Référence produit selon DPC	Euroclasses des produits				Éléments combustibles	Éléments non combustibles
		Gamme Euroclasse	Fumée	Goutte / Débris			
Panneaux à base de bois destinés à la construction	Panneau à base de bois non revêtu	B	D	≥ s2	d0	Panneau de particules Panneau contreplaqué Bois massif Panneau fibre de bois	
Panneaux à base de bois destinés à la construction	Panneau à base de bois plaqué	B	D	≥ s2	d0	Panneau contreplaqué	
Panneaux à base de bois destinés à la construction	Panneau à bois de bois revêtu	B	D	≥ s2	d0	Panneau de particules Panneau fibre de bois Stratifié	
Panneaux à base de bois destinés à la construction	Panneau à base de bois surfacé	B	D	≥ s2	d0	Bois massif	
Finitions intérieures et extérieures des murs et des plafonds	Panneau de fibre et de plâtre, grandes dimensions pour maisons préfabriquées	A2	B	≥ s2	d0	Cellulose (fibre)	Plâtre Verre (fibres)
Panneaux à base de bois destinés à la construction	Panneau de fibres	C	D	≥ s2	d0		
Panneaux à base de bois (osb)	Panneau de lamelles minces, longues et orientées (o.s.b.)	B	D	≥ s2	d0	Panneau fibre de bois	
Panneaux à base de bois	Panneau de particules	B	D	≥ s2	d0	Panneau de particules	
Panneaux à base de bois destinés à la construction	Panneau en bois massif	D		≥ s2	d0	Bois massif	
Panneaux à base de bois destinés à la construction	Panneau léger composite autoporteur	/					
Relatif aux panneaux légers composites autoporteurs de toitures	Panneau léger composite autoporteur pour utilisation en toiture	/					
Panneaux à base de bois destinés à la construction	Panneau modulaire de construction (ate 9.2)	/					
Panneaux sandwichs autoportants, isolants, double peau à parement métallique	Panneau sandwich	A1	D	≤ s3	d0	PUR/PIR Polystyrène	Acier Aluminium Laine minérale Mousse de verre
Plaques planes en fibres-ciment	Plaque plane en fibres-ciment	A1					Ciment Verre (fibres)
Plaques profilées en fibres-ciment	Plaque profilée en fibres-ciment	A1					Ciment Verre (fibres)
Plaques d'éclairage profilées en matériau plastique simple paroi pour couverture, bardage plafonds	Plaque profilée en plastique	B	D	≥ s2	d0	Polycarbonate PVC Polyester stratifié	
Produits de protection des structures contre le feu et joints résistants au feu	Plaque, panneau semi-rigide, panneau flexible, de protection au feu	/					
Produits de protection au feu – Produits projetés et kits à base de produits projetés pour la protection au feu	Produit de protection au feu	/					
Produits à base de bois	Produit de structure en bois lamellé collé	B	D	≥ s2	d0	Bois lamellé collé	
Produits à base de bois	Produit de structure en bois massif	B	D	≥ s2	d0	Bois massif	
Structures en bois – LVL (Lamibois)	Produit de structure LVL	B	D	≥ s2	d0	Bois laminé	
Structures en bois – LVL (Lamibois)	Produit de structure Lamibois	B	D	≥ s2	d0	Bois laminé	

Nature selon DPC	Référence produit selon DPC	Euroclasses des produits				Éléments combustibles	Éléments non combustibles
		Gamme Euroclasse	Fumée	Goutte / Débris			
Produits à base de bois	Produit en bois collé	B	D	≥ s2	d0	Panneau de particules Panneau fibre de bois Panneau contreplaqué Bois laminé	
Produits modulaires – Plaquette de pierre naturelle	Produit en pierre naturelle	A1				Pierre Marbre	
Produits à base de plâtre	Produit en staff	A1				Plâtre	
Produits de protection des structures contre le feu, calfeutrements et joints résistant au feu	Revêtement intumescent et ablatif	/					
Finitions de murs	Revêtement mural décoratif	A2	D	≤ s2	d0	Cellulose PVC	Toile de verre
Finitions de murs	Revêtement mural en lé	A2	D	≤ s2	d0	Cellulose PVC	Toile de verre
Finitions de murs	Revêtement mural en pierre naturelle	A1					
Finitions intérieures et extérieures des murs et des plafonds	Stratifié décoratif haute pression	B	D	> s2	d0	Cellulose Résine organique Panneau de particules	
Produits pour évacuation et assainissement	Tube en polychlorure de vinyle non plastifié	B	C	> s2	d0	PVC	
Produits pour évacuation et assainissement	Tube en polyéthylène	C	D	/	/	Polyéthylène rigide	
Produits pour évacuation et assainissement	Tube en polypropylène	C	D	/	/	Polypropylène	
Kits de toiture translucide autoporteurs non verriers	Kit de toiture translucide autoporteur	B	D	≥ s2	d0	Polycarbonate PVC	
Produits bois, charpente et produits connexes	Kit pour construction à ossature en bois	C	D	≥ s2	d0	Panneau fibre de bois Panneau de particules Panneau contreplaqué Bois massif	

3. Performance des produits d'aménagement et d'ameublement en matière de réaction au feu

Matériaux classés par flux minimal d'auto-inflammation (Source : LNE-Efectis – Juillet 2008).

Famille	Sous-Famille	Nom	Température d'inflammation (°C)	Flux minimal d'auto-inflammation (kW/m²)
Bois, papiers et matériaux naturels	Bois et végétaux	Pin de Géorgie	203	2,5
Bois, papiers et matériaux naturels	Papiers et cartons	Papier	224	3,0
Bois, papiers et matériaux naturels	Bois et végétaux	Érable	232	3,3
Bois, papiers et matériaux naturels	Bois et végétaux	Cyprès	241	3,5
Bois, papiers et matériaux naturels	Bois et végétaux	Bois référence NIST	250	3,8
Bois, papiers et matériaux naturels	Bois et végétaux	Chêne	257	4,1
Polyacryliques	Divers	PMMA Polycast (1,59 mm)	278	4,8
Polyuréthanes	–	Polyuréthane (S353M)	280	4,9
Polyacétals, polyalcools et polyacétates	Polyacétals	Polyoxyméthylène (POM)	281	4,9
Polyacétals, polyalcools et polyacétates	Polyacétals	Polyoxyméthylène (POM)	300	5,7
Polyacryliques	–	Polyméthylméthacrylate (Plexiglas, PMMA)	310	6,1
Bois, papiers et matériaux naturels	Bois et végétaux	Panneau de fibres agglomérées, BD (S119M)	330	7,1
Polyoléfines	–	Polypropylène (PP)	334	7,3
Celluloses	Divers	Fibre cellulose pour isolation (13 mm)	265	8,0
Polyacryliques	Divers	PMMA noir	266	8,0
Polystyrènes et polyphényles	–	Polystyrène (PS)	366	9,0
Autres / divers		Panneau dur (S159M)	372	9,4
Polyacryliques	Divers	PMMA (FIN)	311	9,5
Polyacryliques	Divers	PMMA Type G (1,27 cm)	378	9,8
Autres / divers		Bardeau d'asphalte	378	9,8
Polystyrènes et polyphényles	Mousse	Polystyrène mousse		10,0
Polyesters	Ignifugé	Polyester 2 + fibres de verre		10,0
Polyesters	Ignifugé	Polyester 3 + fibres de verre		10,0
Polyesters	Ignifugé	Polyester 5 + fibres de verre		10,0
Polymères chlorés	–	Polyvinylchlorure (PVC)		10,0
Polymères à base de butadiène	–	Styrène-butadiène (SB)		10,0

Famille	Sous-Famille	Nom	Température d'inflammation (°C)	Flux minimal d'auto-inflammation (kW/m²)
Bois, papiers et matériaux naturels	Bois et végétaux	Chêne rouvre (red oak)		10,0
Bois, papiers et matériaux naturels	Bois et végétaux	Sapin de Douglas (Douglas fir)		10,0
Bois, papiers et matériaux naturels	Bois et végétaux	Sapin de Douglas traité FR		10,0
Bois, papiers et matériaux naturels	Bois et végétaux	Panneau de particules	302	10,0
Bois, papiers et matériaux naturels	Papiers et cartons	Papier léger		10,0
Bois, papiers et matériaux naturels	Papiers et cartons	Papier lourd		10,0
Bois, papiers et matériaux naturels	Bois et végétaux	Panneau de bois (S178M)	385	10,2
Bois, papiers et matériaux naturels	Papiers et cartons	Carton gris (S118M)	390	10,5
Polyacryliques	Divers	PMMA (PX)	311	10,6
Polyacryliques	–	Polyméthylméthacrylate (Plexiglas, PMMA)		11,0
Polyoléfines	–	Polypropylène (PP)	334	11,3
Polyacétals, polyalcools et polyacétates	Polyacétals	Polyoxyméthylène (POM)	281	11,5
Bois, papiers et matériaux naturels	Autres	Panneau de gypse + papier peint (S142M)	412	12,1
Polystyrènes et polyphényles	–	Polystyrène (PS)		13,0
Polyacétals, polyalcools et polyacétates	Polyacétals	Polyoxyméthylène (POM)		13,0
Polyuréthanes	Ignifugé	Polyuréthane mousse rigide FR	350	13,0
Polyuréthanes	–	Polyuréthane rigide		13,0
Polystyrènes et polyphényles	–	Polystyrène (BASF Hyalite)	366	14,0
Polyuréthanes	–	Polyisocyanurate (5,08 cm)	445	14,7
Autres / divers		Bardeau de fibres de verre	445	14,7
Polyoléfines	–	Polyéthylène HD		15,0
Polyoléfines	Divers	Polyéthylène à structure croisée (XLPE)		15,0
Polyoléfines	–	Polypropylène (PP)		15,0
Polystyrènes et polyphényles	Mousse	Polystyrène mousse		15,0
Polycarbonates	–	Polycarbonate		15,0
Polyesters	Ignifugé	Polyester 4 + fibres de verre		15,0
Polyesters	Divers	Panneau de polyvinylester		15,0
Polymères chlorés	–	Polyvinylchlorure (PVC) rigide		15,0
Polymères chlorés	–	Polyvinylchlorure (PVC) rigide		15,0

Famille	Sous-Famille	Nom	Température d'inflammation (°C)	Flux minimal d'auto-inflammation (kW/m²)
Polymères chlorés	Divers	Feuilles de polyvinylchlorure (PVC) rigide 2		15,0
Câbles électriques		Polyéthylène / Polyvinylchlorure 1		15,0
Câbles électriques		Polyéthylène à structure croisée / Néopropène 1		15,0
Polycarbonates	Divers	Panneau de polycarbonate		16,0
Autres / Divers		Mousse de Latex		16,0
Polyoléfines	–	Polyéthylène (PE)	363	17,0
Polymères chlorés	Divers	Panneau de polyvinylchlorure (PVC)		17,0
Câbles électriques		Silicone / PVC1		19,0
Autres / Divers		Phenolic		20,0
Bois, papiers et matériaux naturels	Autres	Panneau de gypse FR (1,27 mm)	510	20,9
Polycarbonates	Divers	Polycarbonate (1,52 mm)	528	22,9
Câbles électriques		Silicone 2		23,0
Polymères chlorés	Divers	Tissus de polyvinylchlorure (PVC) rigide 2		26,0
Polymères fluorés	–	Tefzel ETFE		27,0
Bois, papiers et matériaux naturels	Autres	Panneau de gypse (1,27 mm)	565	27,5
Autres / Divers		Phenolic 1 + fibres de verre		33,0
Bois, papiers et matériaux naturels	Bois et végétaux	Contreplaqué FR (1,27 cm)	620	35,6
Polystyrènes et polyphényles	–	Polystyrène (5,08 cm)	630	37,3
Polymères fluorés	–	Polyfluoroéthylène-propylène (Téflon FEP)		38,0
Polyuréthanes	–	Polyuréthane rigide		40,0
Polymères fluorés	–	Polytétrafluoroéthylène (Téflon TFE – PTFE)		50,0
Polymères fluorés	–	Polytétrafluoroéthylène (Téflon TFE – PTFE)		50,0

Annexe 4 : Mesures comportementales pour se protéger de l'effet thermique continu



Les dispositions constructives présentées au chapitre 7 permettent de concevoir l'enveloppe du bâtiment pour assurer la protection des personnes pendant une durée de 2h. Compte tenu de la durée des phénomènes thermiques continus, il est également nécessaire de respecter des mesures comportementales pour assurer la protection des personnes et limiter les risques de panique.

Ces mesures comportementales n'entrent pas en compte directement dans la conception des projets de logements. Il reste toutefois utile aux maîtres d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre de s'y référer pour parfaire les projets, voire informer les futurs propriétaires.

1. Identification d'un local de mise à l'abri

Lorsqu'un logement est exposé à un effet thermique continu, il est conseillé d'identifier une pièce du logement comme local de mise à l'abri. En cas d'alerte, les occupants du logement pourront rejoindre cette pièce dans laquelle ils auront à disposition tout le matériel nécessaire (voir ci-dessous) pour patienter pendant la durée de la crise et recevoir les consignes à adopter.

Le local de mise à l'abri doit permettre d'accueillir l'ensemble des occupants du logement. **Les dimensions préconisées sont d'au moins 1,5 m² et 3,6 m³ par personne.** Le nombre de personnes à abriter est au minimum le nombre de pièces principales du logement plus une personne.

Le local de mise à l'abri est une pièce « normale » du logement utilisable hors période de crise mais dont l'utilisation ne doit pas entraver l'efficacité en cas d'alerte. Le local doit être aisément accessible depuis l'intérieur du bâtiment. En particulier, si le logement est adapté aux personnes à mobilité réduite, le local de mise à l'abri doit leur être accessible. Une chambre convient dans la majorité des cas pour les bâtiments d'habitation.

Il est préconisé de choisir un local dépourvu de face directement exposée au flux thermique ou à défaut, d'éviter les fenêtres en face exposée. Si le local de mise à l'abri comprend des vitrages situés sur des façades directement exposées au flux thermique, un dispositif d'occultation de ces vitrages doit être prévu.

Si le bâtiment est également exposé à l'effet toxique, le local retenu pour la mise à l'abri face à l'effet thermique doit absolument être le même que celui prévu pour le confinement face à l'effet toxique (voir chapitre 10).

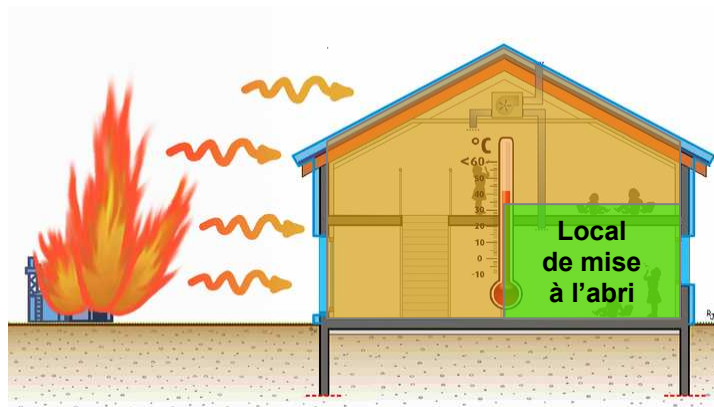


Illustration 51 : Implantation préconisée pour le local de mise à l'abri

2. Matériels à prévoir dans le local de mise à l'abri

Il est souhaitable que les matériels suivants soient entreposés dans le local de mise à l'abri, un rangement spécifique peut être réalisé à cette intention :

- des bouteilles d'eau en quantité suffisante ;
- un ou deux seaux et papier hygiénique en cas de besoins ;
- une trousse de soin (pansements, linges, paracétamol, désinfectant, couvertures, médicaments ou traitements utiles aux personnes présentes dans le local...)

- des occupations calmes (lectures, jeux de société) ;
- un poste de radio ;
- une lampe de poche ;
- des piles de rechange ;
- une fiche de consignes (voir ci-dessous).

3. Mesures comportementales

Une mise à l'abri des personnes efficace nécessite que les occupants du logement s'approprient la procédure à suivre en cas d'alerte. Aussi, il est utile que les occupants futurs prennent connaissance des consignes à suivre, et fassent des exercices de simulation.

Tous les occupants d'un même bâtiment doivent parfaitement avoir connaissance de la façon de se comporter en cas de crise et des réflexes à avoir, notamment :

- fermer les portes et les fenêtres donnant sur l'extérieur ;
- fermer les volets des menuiseries situées en face exposée du logement si une commande rapide et centralisée est disponible ;
- arrêter le chauffage du logement si une commande centrale est disponible ;
- rejoindre le local de mise à l'abri ;
- fermer les volets des menuiseries situées en face exposée du local de mise à l'abri ;
- arrêter le chauffage dans le local de mise à l'abri, vérifier que toutes les personnes devant être présentes le sont ;
- mettre en marche la radio et se caler sur la fréquence d'émission régionale (France bleue) ;
- ne pas fumer ;
- ne pas téléphoner afin de libérer les lignes de communication ;
- occuper les enfants par des jeux calmes pour garantir un air respirable ;
- si les pompiers ou une autorité publique (Mairie) vous contactent, suivre leurs consignes.

Si le local de mise à l'abri comporte une fenêtre en façade non exposée à l'effet thermique continu et que le logement n'est pas exposé à l'effet toxique, cette fenêtre peut être ouverte pendant la mise à l'abri pour rafraîchir la température ambiante du local.

La sécurité des occupants passe par la tenue et l'efficacité dans le temps du dispositif de protection. Il convient de ne pas encombrer la pièce et de renouveler le matériel à prévoir dans la pièce.

4. Fiche de consignes pour le confinement

Si le logement est également exposé à un effet toxique, le Cerema a établi une fiche de consignes générales disponible à l'annexe 4, qui précise les règles comportementales pour un confinement efficace :

- avant l'alerte ;
- au moment de l'alerte ;
- durant l'alerte ;
- juste après l'alerte ;
- et la maintenance nécessaire du dispositif de confinement.

Cette fiche peut être complétée par des mesures spécifiques à l'effet thermique continu (voir ci-dessus) et des dispositions locales relative à l'alerte.

Dans le cas contraire, on pourra s'inspirer du Plan Familial de Mise en Sécurité (PFMS) « Je me protège en famille » disponible notamment sur le site du ministère de l'intérieur :

<https://www.interieur.gouv.fr/Alerte/Alerte-ORSEC/Comment-se-preparer>

Annexe 5 : Orientation – effet de surpression



1. Comment trouver le numéro de chaque face d'un bâtiment ?

Une fois les centres d'explosion connus³⁷, il faut attribuer un numéro à chaque face du bâtiment concerné : face 1 (la plus exposée), face 2, face 3 ou face 4 (la moins exposée).

Ce numéro de face va exprimer la violence des effets que les fenêtres situées sur chaque face du bâtiment sont susceptibles de subir en cas d'accident engendrant une surpression.

L'attribution des numéros va se faire selon une procédure détaillée ci-après. Ce classement va permettre de prendre les mesures appropriées pour la protection des personnes (voir les tableaux de principes dans les différents chapitres du présent guide).

- Étape 1 : Repérer toutes les faces du bâtiment. En effet, un bâtiment n'a pas forcément une forme simple comme dans les exemples ci-dessous, il y a aussi des dispositions "en L", "en H"... ;
- Étape 2 : Pour chaque face, on va déterminer sa position (son orientation) par rapport au(x) centre(s) d'explosion. Pour ce faire, on va tracer successivement des secteurs de plus en plus larges, définis à partir de la face en cours d'évaluation, puis on va y rechercher un ou des centres d'explosion.

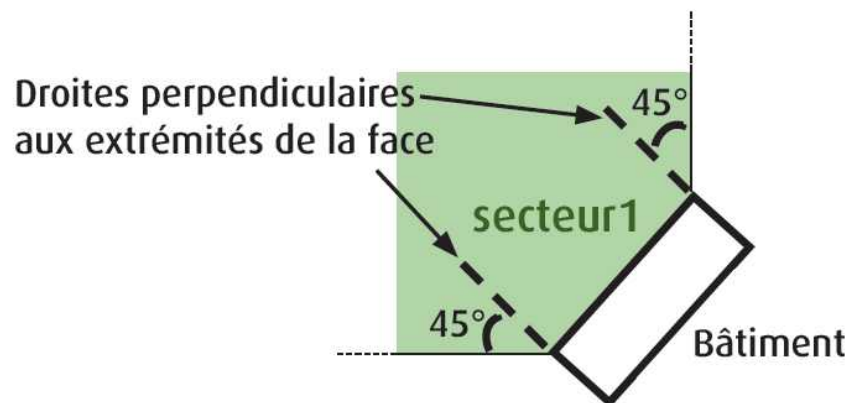


Figure 1 : Détermination du secteur 1

- Si un ou plusieurs centres d'explosion se trouvent dans ce secteur (secteur 1), la face est classée en face 1.

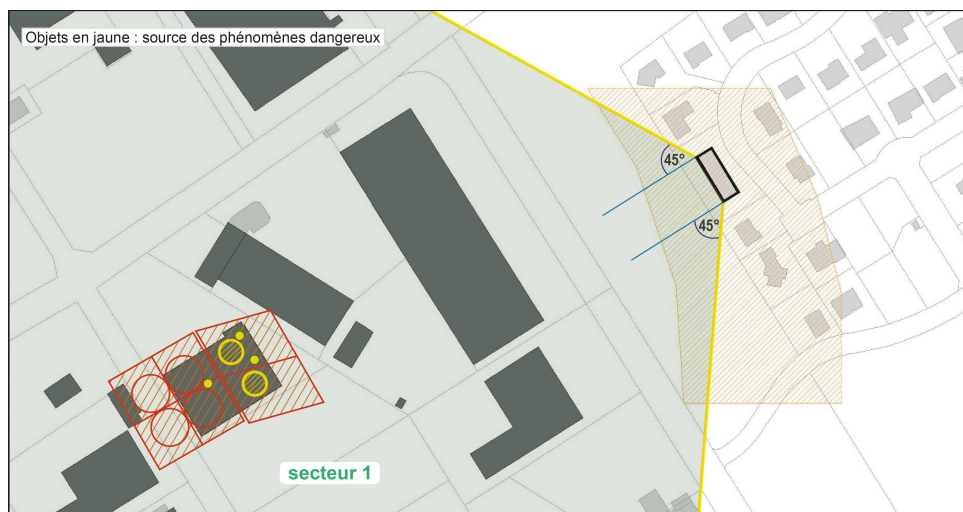


Figure 2 : Exemple de détermination du secteur 1

Au moins un centre d'explosion est situé en secteur 1 (le secteur vert de l'exemple ci-dessus), la face correspondante est donc classée en face 1.

³⁷ Dans le cas où les cartographies à disposition ne mentionnent pas clairement les sources ou les zones d'effet de ces sources, le diagnostiqueur ou concepteur pourra être amené à retenir comme origine des sources l'ensemble du site (zone grisée) ou alors se rapprocher de la DREAL ou de la DDT locale pour en avoir communication.

- Si aucun centre d'explosion ne se trouve dans ce secteur 1, il faut définir un secteur 2, plus large, où les angles qui étaient de 45° pour le secteur 1, seront cette fois de 90°.

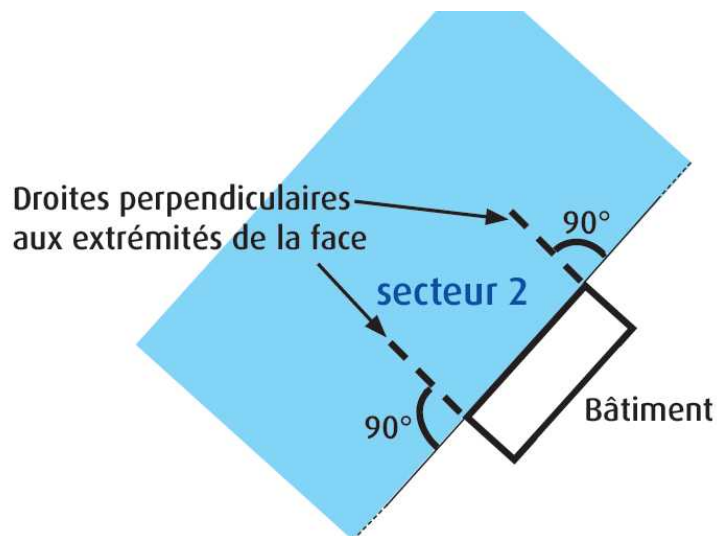


Figure 3 : Détermination du secteur 2

Si au moins un centre d'explosion se trouve dans ce secteur 2 (le secteur bleu du schéma ci-dessus), la face étudiée est classée en face 2.

- Si aucun centre d'explosion ne se trouve dans ce secteur 2, il faut définir un secteur 3, encore plus large, où les angles qui étaient de 90° pour le secteur 2, seront cette fois de 135°.

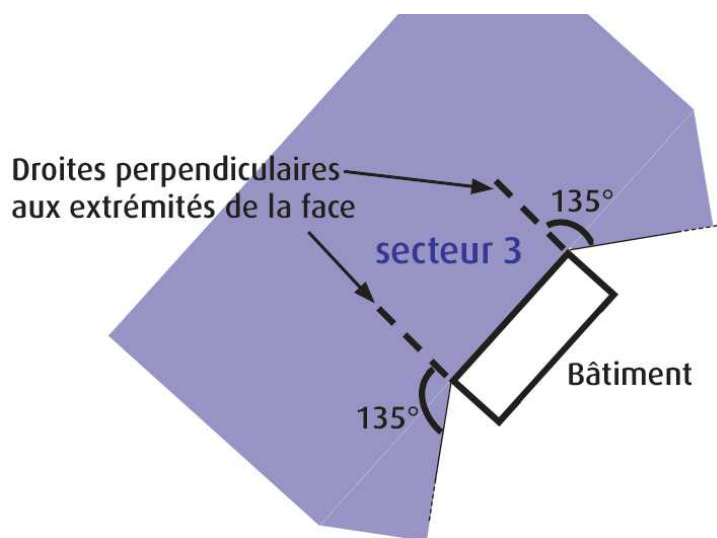


Figure 4 : Détermination du secteur 3

Si au moins un centre d'explosion se trouve dans ce secteur 3 (le secteur mauve du schéma ci-avant), la face étudiée est classée en face 3.

- Si aucun centre d'explosion ne se trouve dans ce secteur 3, la face étudiée est classée en face 4.

2. Exemple

Dans cet exemple, on établit le secteur 1 pour la face étudiée.

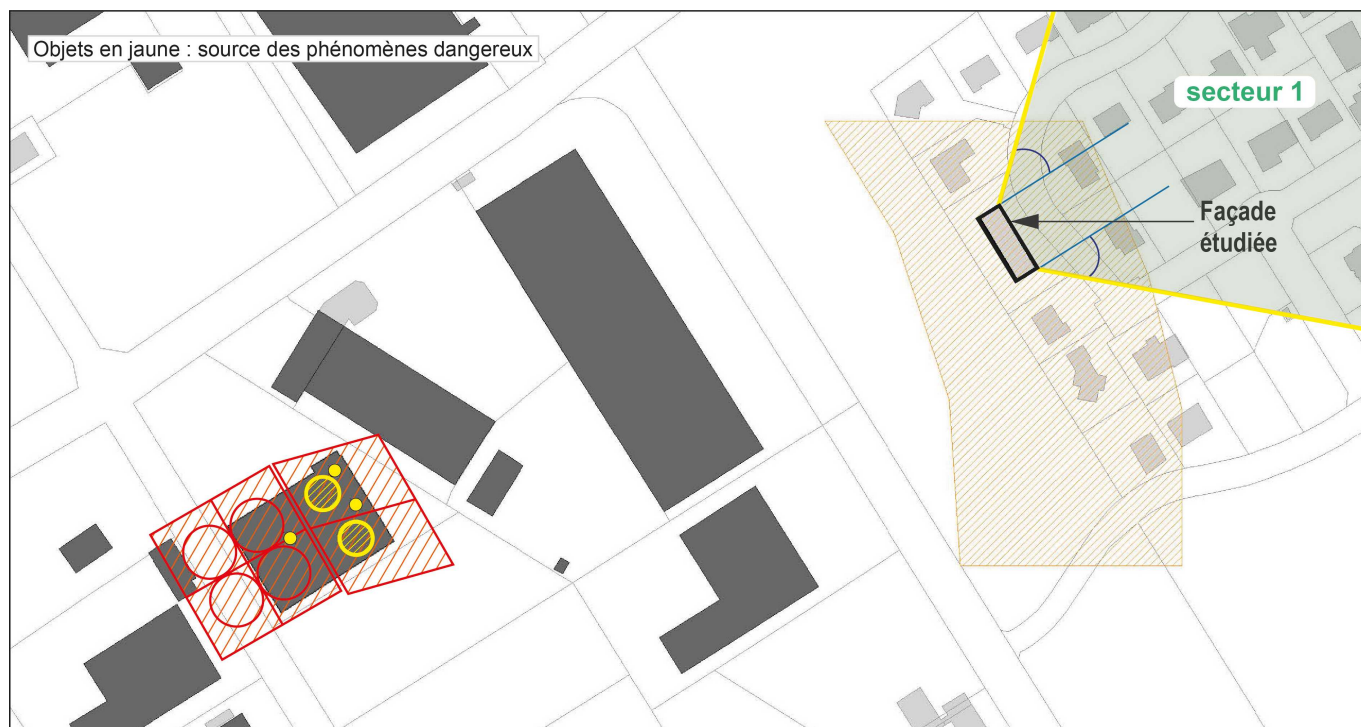


Figure 5 : Exemple – détermination du secteur 1

Aucun centre d'explosion n'est dans le secteur 1 (secteur en vert). On trace donc le secteur 2, en bleu sur la figure ci-dessous.

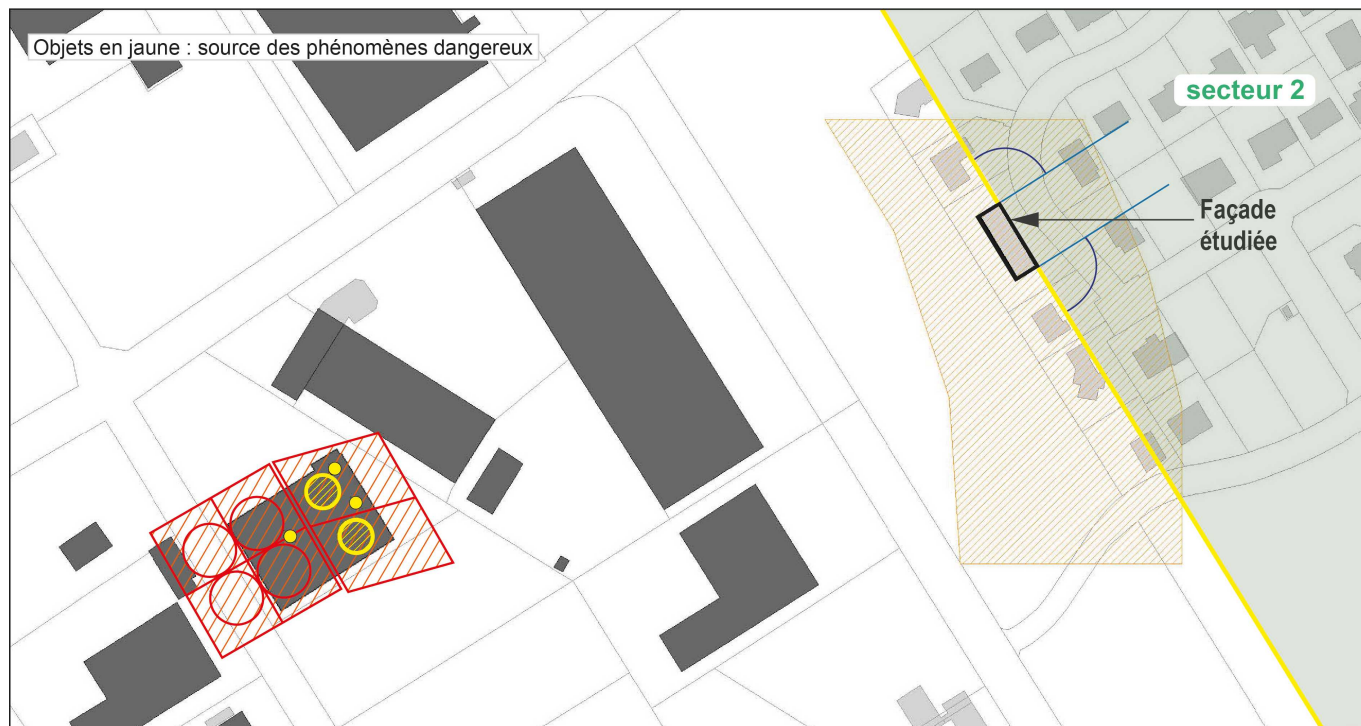


Figure 6 : Exemple – détermination du secteur 2

Aucun centre d'explosion n'est dans le secteur 2 (secteur en bleu). On trace donc le secteur 3, en violet sur la figure ci-après).

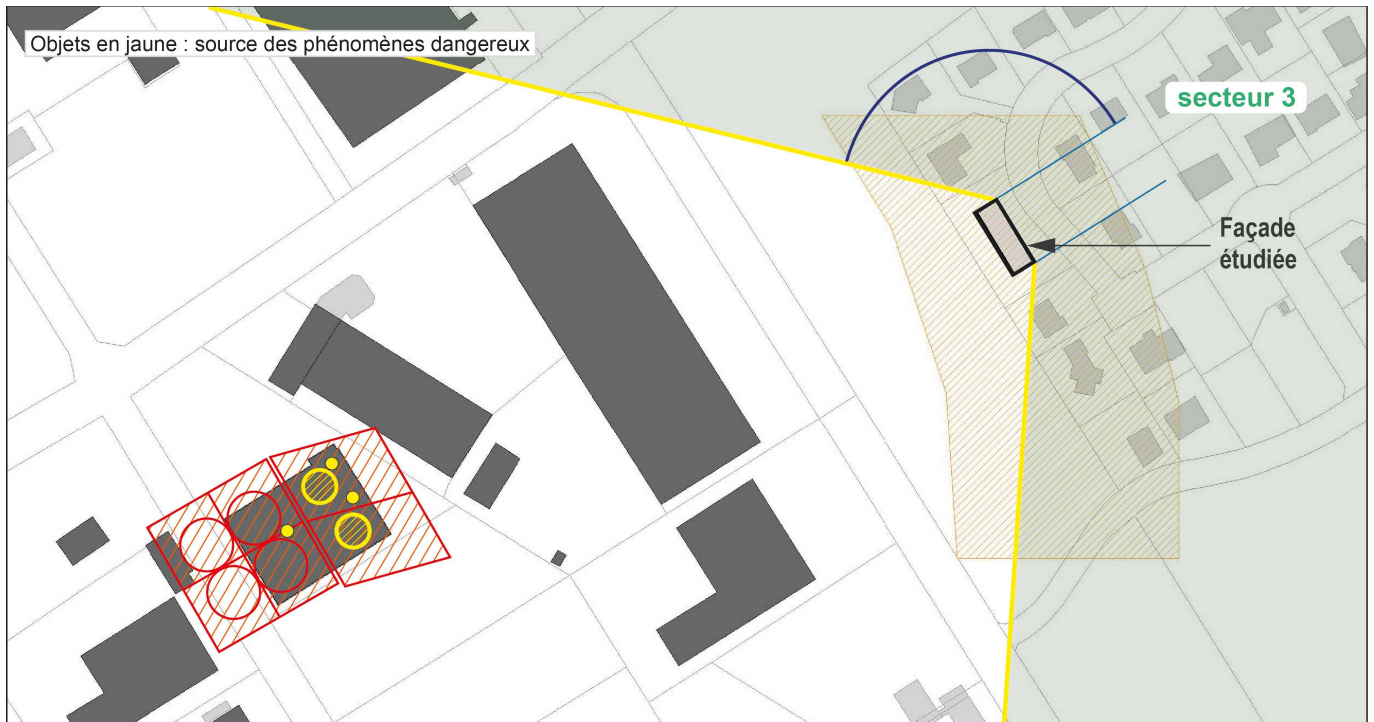


Figure 7 : Exemple – détermination du secteur 3

Aucun centre d'explosion n'est dans ce secteur 3. Par conséquent, la façade étudiée sera classée en face 4 (face la moins exposée et donc risquant de subir le moins de dommages).

En appliquant la méthode à toutes les faces du bâtiment de cet exemple, on obtient le classement suivant :

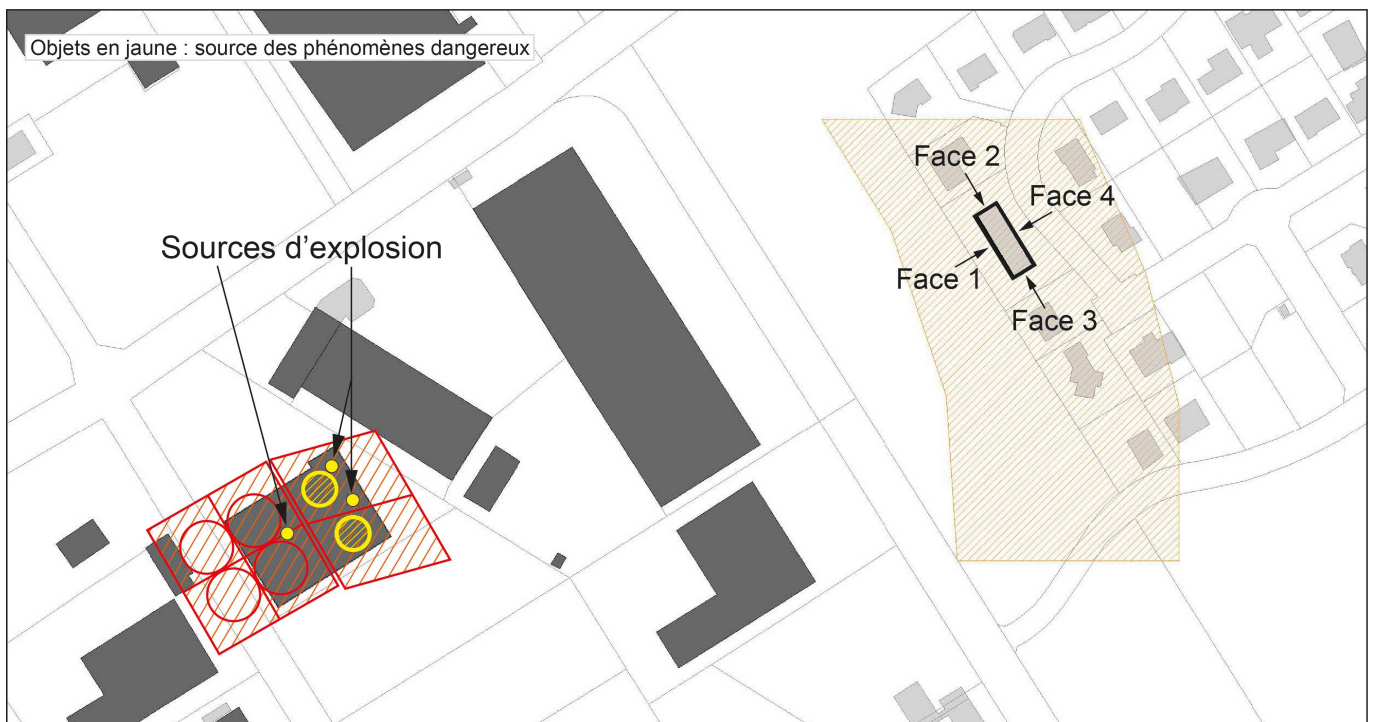


Figure 8 : Exemple – détermination des faces du bâtiment par rapport aux centres d'explosion susceptible d'impacter le bâtiment

3. Cas des sources d'explosion étendues

Comme évoqué au point précédent, outre les sources ponctuelles (points jaunes), les sources d'explosion peuvent être plus étendues (lignes, polygones fermés par exemple).

Pour ces sources plus étendues, le centre d'explosion sera considéré comme étant dans le secteur étudié (secteur 1, 2 ou 3) dès lors qu'une partie de la source étendue sera située à l'intérieur de ce secteur.

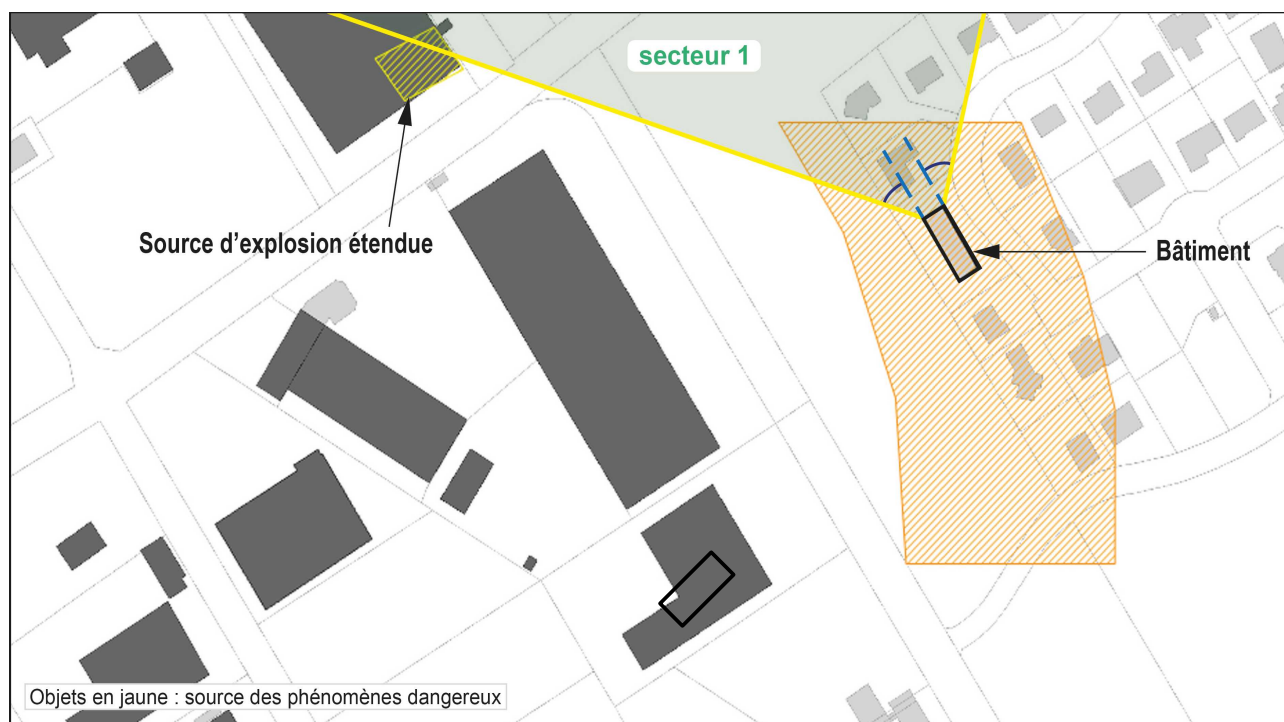


Figure 9 : Cas des sources d'explosion étendues – Exemple

Dans l'exemple ci-dessus, même si une partie seulement d'une source d'explosion étendue (représentée ici par un polygone jaune) est située dans le secteur 1, on procède comme si l'ensemble de la source étendue était en secteur 1, et on classe donc la face du bâtiment étudiée en face 1.

Annexe 6 : Préconisations relatives à la tenue des éléments non structuraux face à un effet de surpression



En complément de l'ensemble des préconisations du présent guide, on pourra éventuellement respecter les préconisations suivantes sur les éléments non structuraux.

1. Les cloisons

Un risque de dislocation des cloisons est à craindre en raison de manque de solidarisation avec les murs et les planchers attenants. Pour palier à ce comportement défavorable, il est possible de solidariser les cloisons aux murs porteurs par des cornières métalliques, des potelets en bois ou tout autre dispositif permettant d'assurer cette fonction. Un exemple de dispositif de solidarisation de cloisons aux éléments porteurs par des plats métalliques est donné ci-dessous. Il s'agit dans cet exemple de la solidarisation d'une cloison à un plancher haut constitué par une dalle caisson en béton armé.

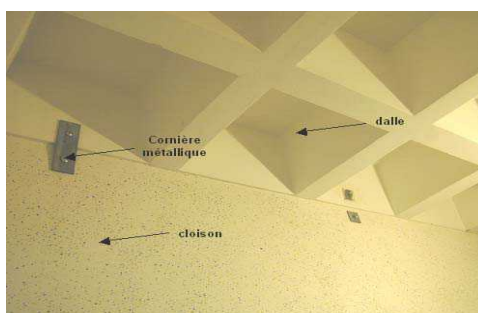


Illustration 52 : Exemple de solidarisation d'une cloison à un plancher haut à l'aide de plats métalliques (Source : CETE Méditerranée)

Pour limiter les effondrements, les cloisons élancées géométriquement ($L > 4H$) peuvent être raidies dans le plan à l'aide d'éléments métalliques fixés en planchers attenants à la cloison.

Pour leur permettre d'accepter des déplacements modérés dans leur plan, les cloisons peuvent également être partiellement découplées du gros œuvre grâce à l'ajout de matériaux déformables (mastic, bandes résilientes,...) entre la cloison et les éléments structuraux.

2. Les cheminées

Pour limiter le risque liée à la chute des cheminées, il est conseillé de renforcer les cheminées maçonnées d'une hauteur supérieure à 1,40 m par toute solution appropriée comme, par exemple en haubanant la cheminée.

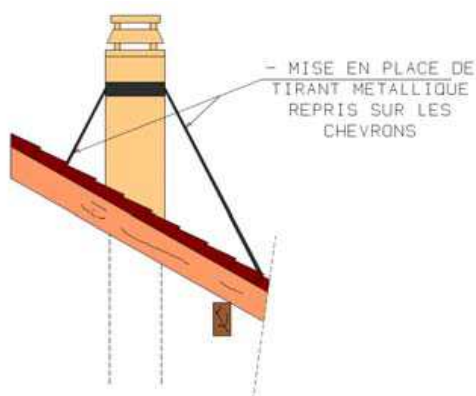


Illustration 53 : Exemple d'un haubanage de cheminée (Source : projet de cahier technique sur les dispositions constructives pour les éléments non structuraux des bâtiments de catégorie d'importance II situés en zone de sismicité 2- AFPS – 2008)

3. Les plafonds suspendus

La chute de plafonds suspendus (communément appelés faux-plafonds) peut entraîner des blessures graves s'ils sont constitués d'éléments lourds ou tranchants.

Aussi, la conception du plafond suspendu doit être étudiée de telle sorte que la stabilité et l'intégrité du plafond suspendu soit assurée autant que possible en cas de déplacements des éléments du gros œuvre et que les mouvements du plafond suspendu ne soit pas à l'origine de la chute d'autres éléments (cloisons maintenues par le plafond suspendu par exemple). Les plafonds suspendus comportant des panneaux lourds et fragiles doivent être en ce sens évités. Des éléments légers comme les dalles en fibres minérales ou grilles plastiques sont à préférer.

La pose courante des éléments par appui simple sur des profilés en T est à éviter. Une fixation des éléments par des vis ou des clips permet de limiter les chutes éventuelles. La fixation des suspentes dans le plancher haut doit faire l'objet de précaution particulière : fixation à l'aide de cheville à expansion avec vis pour le béton armé (pas de scellement simple), vis galvanisé pour les planchers bois (pas de simple clouage), etc. Les suspentes doivent être en nombre suffisant et réparties de telle sorte à ce que la rupture de l'une d'entre elles n'entraîne pas la chute du plafond suspendu.

Un jeu périphérique entre les parois et le plafond est à prévoir pour éviter que les déplacements des éléments structuraux occasionnent des efforts destructeurs sur le plafond suspendu (voir illustration ci-dessous).

Enfin le contreventement des rails doit permettre de limiter le balancement du plafond suspendu.

Aucun équipement lourd ne doit être fixé au plafond suspendu.

Les cloisons amovibles ne doivent pas être maintenues par le plafond suspendu.



Illustration 54 : Exemple de jeu périphérique entre les parois d'un bâtiment et le plafond suspendu (Source : CEREMA Méditerranée)

Annexe 7 : Abaques de détermination de l'objectif de perméabilité à l'air de la pièce de confinement



1. Abaques applicables aux bâtiments résidentiels construits en application de la RT 2012

Valeurs n_{50} - RT 2012

Les abaques seront utilisés pour les bâtiments résidentiels, uniquement pour la détermination des valeurs de l'objectif cible de perméabilité à l'air des pièces de confinement (n_{50}) lorsque les règlements des PPRT ne les fixent pas.

Les abaques suivants indiqués « RT 2012 » s'appliquent uniquement aux projets de bâtiments résidentiels dont la valeur de l'objectif cible « n_{50} » est une valeur précisée « RT 2012 » au 10.5.2.3 du présent guide. Ils correspondent à des projets relatifs à des bâtiments respectant les caractéristiques techniques de la RT 2012 en matière de perméabilité à l'air de leur enveloppe.

En cas d'application des dispositions du 10.5.3 du présent guide, relatives aux entrées d'air, se référer en complément aux tableaux y figurant pour la détermination des « n_{50} cibles ».

Choix de l'abaque :

L'abaque à retenir dépend des conditions suivantes :

1. La condition atmosphérique

Retenir l'abaque selon l'une des conditions atmosphériques suivantes :

Condition atmosphérique retenue dans le PPRT :	3A – 3B – 3E – 3F	5B – 5C – 5D	10C – 10D
Abaques à retenir :	3F	5D	10D

Tableau 35 : Choix de l'abaque à utiliser selon les conditions atmosphériques

D'une manière générale, retenir l'abaque ayant le même chiffre (il indique la vitesse du vent) que la condition retenue dans le PPRT.

2. La typologie du bâtiment

Retenir « Maison individuelle » (1) ou « Immeuble collectif » (2) selon la typologie du bâtiment étudié.

3. L'exposition du local de confinement

Retenir « exposé » (1) ou « abrité » (2) suivant la situation du local de confinement choisi, comme déterminé au chapitre 10.3.3 du présent guide.

Pour les locaux « exposés » au site industriel, il sera fait usage des abaques applicables aux bâtiments résidentiels standards (cas général).

Lecture des « n_{50} » :

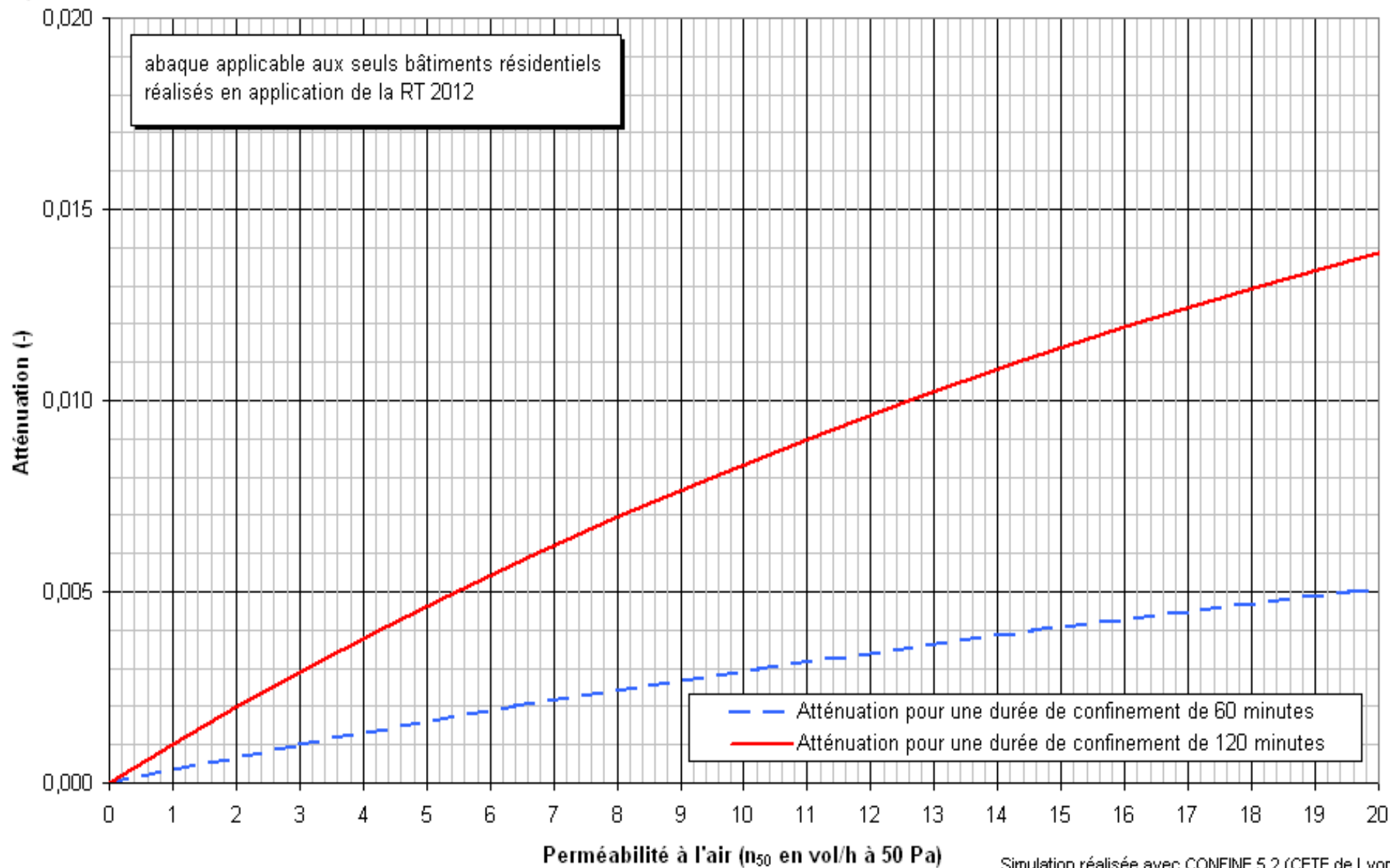
Utiliser la courbe rouge (trait plein) qui correspond à un confinement de 2 heures



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 3F-12
(RT 2012)

Maison individuelle - Local de confinement : Abrisé du vent



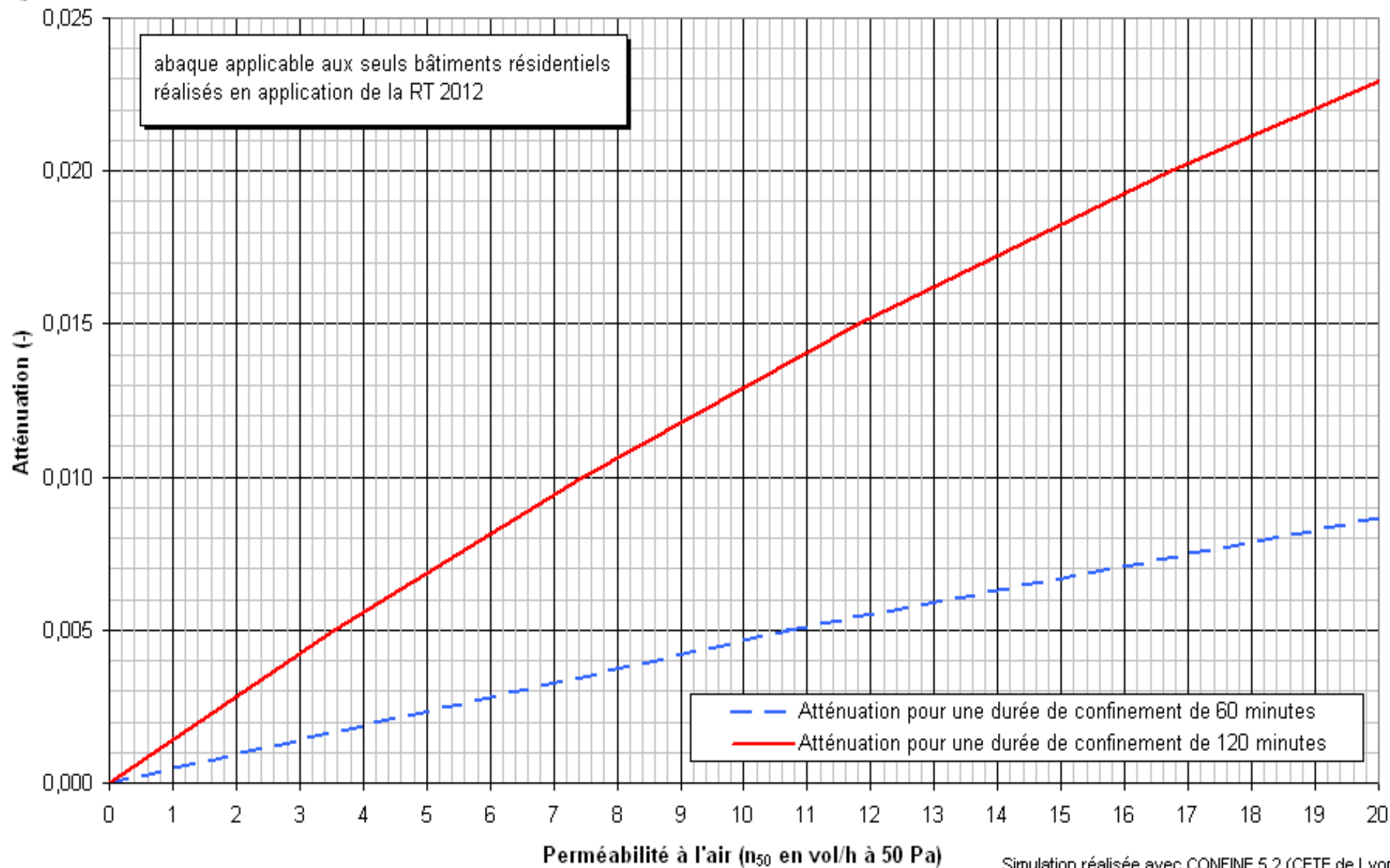
Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 3F-22
(RT 2012)

Bâtiment collectif - Local de confinement : Abrisé du vent



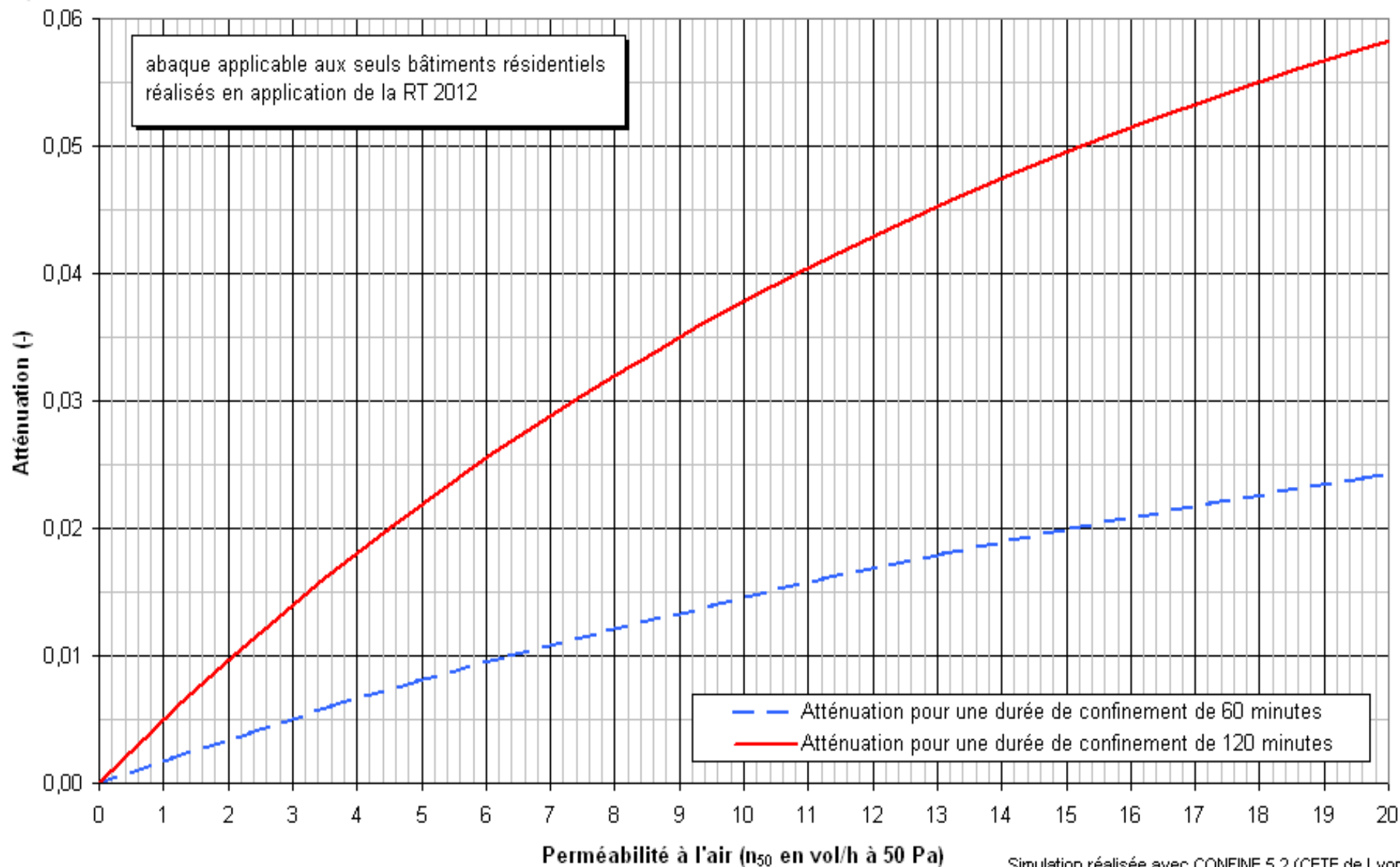
Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 5D-12
(RT 2012)

Maison individuelle - Local de confinement : Abrisé du vent



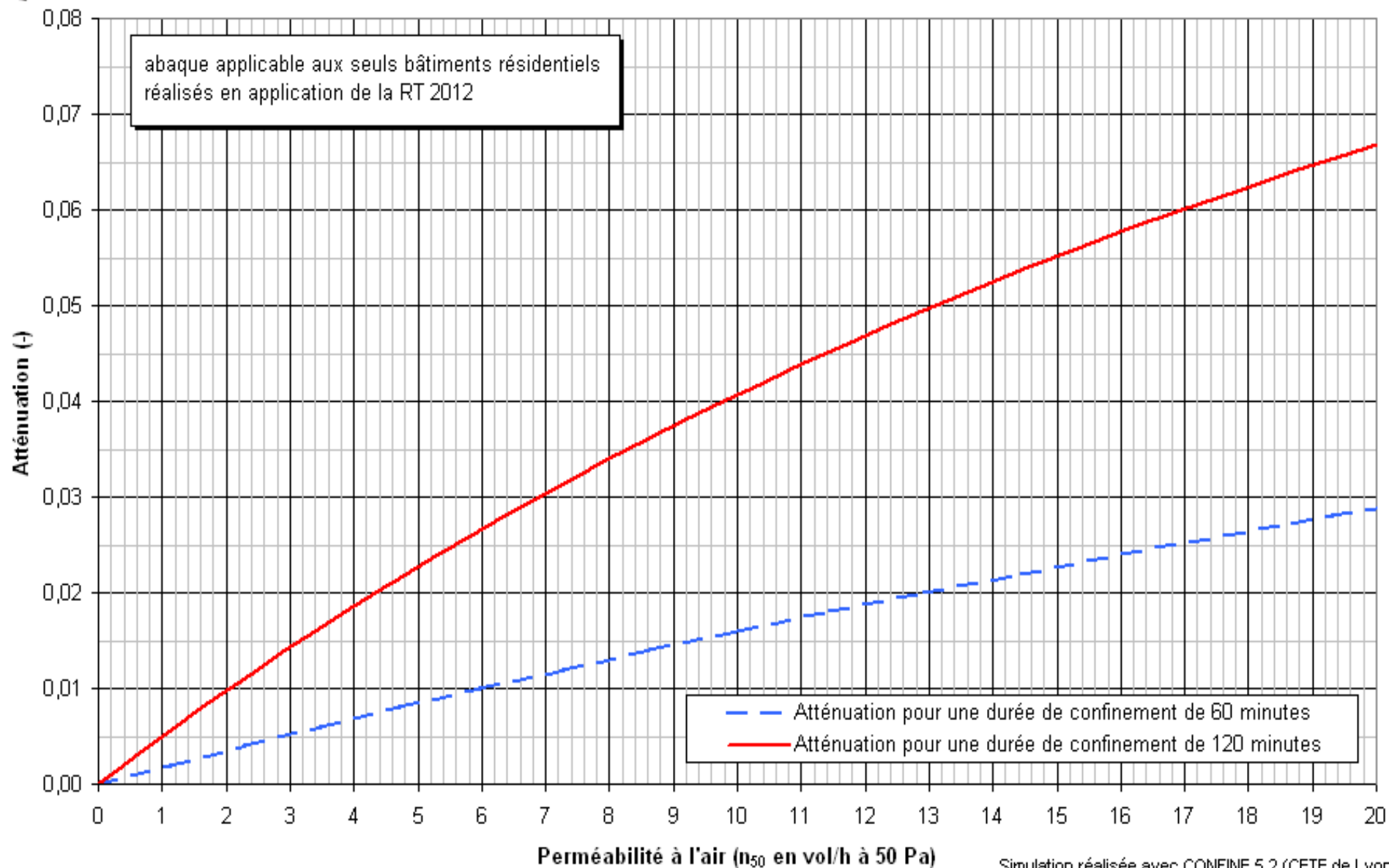
Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 5D-22
(RT 2012)

Bâtiment collectif - Local de confinement : Abrisé du vent

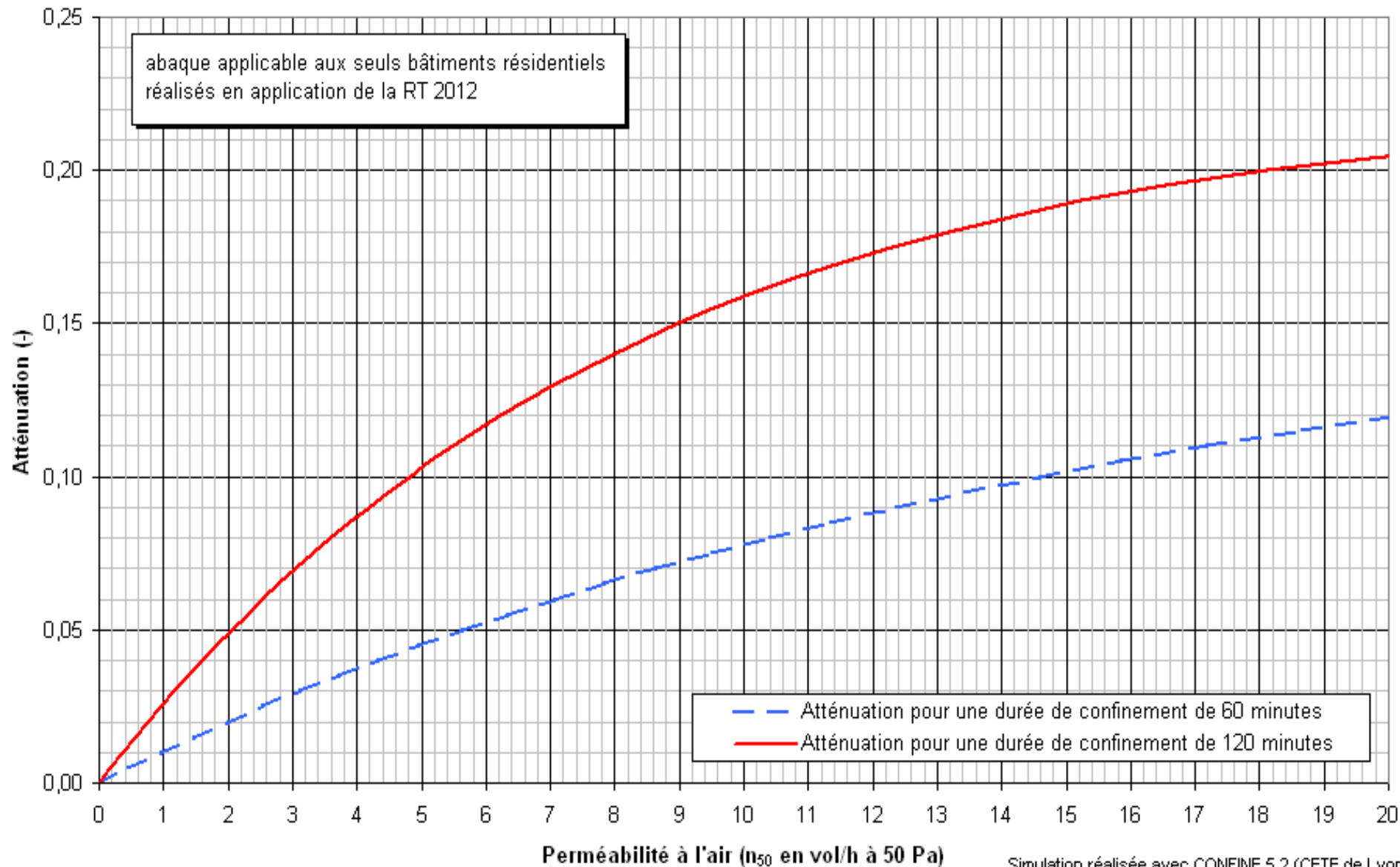




Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 10D-12
(RT 2012)

Maison individuelle - Local de confinement : Abrisé du vent

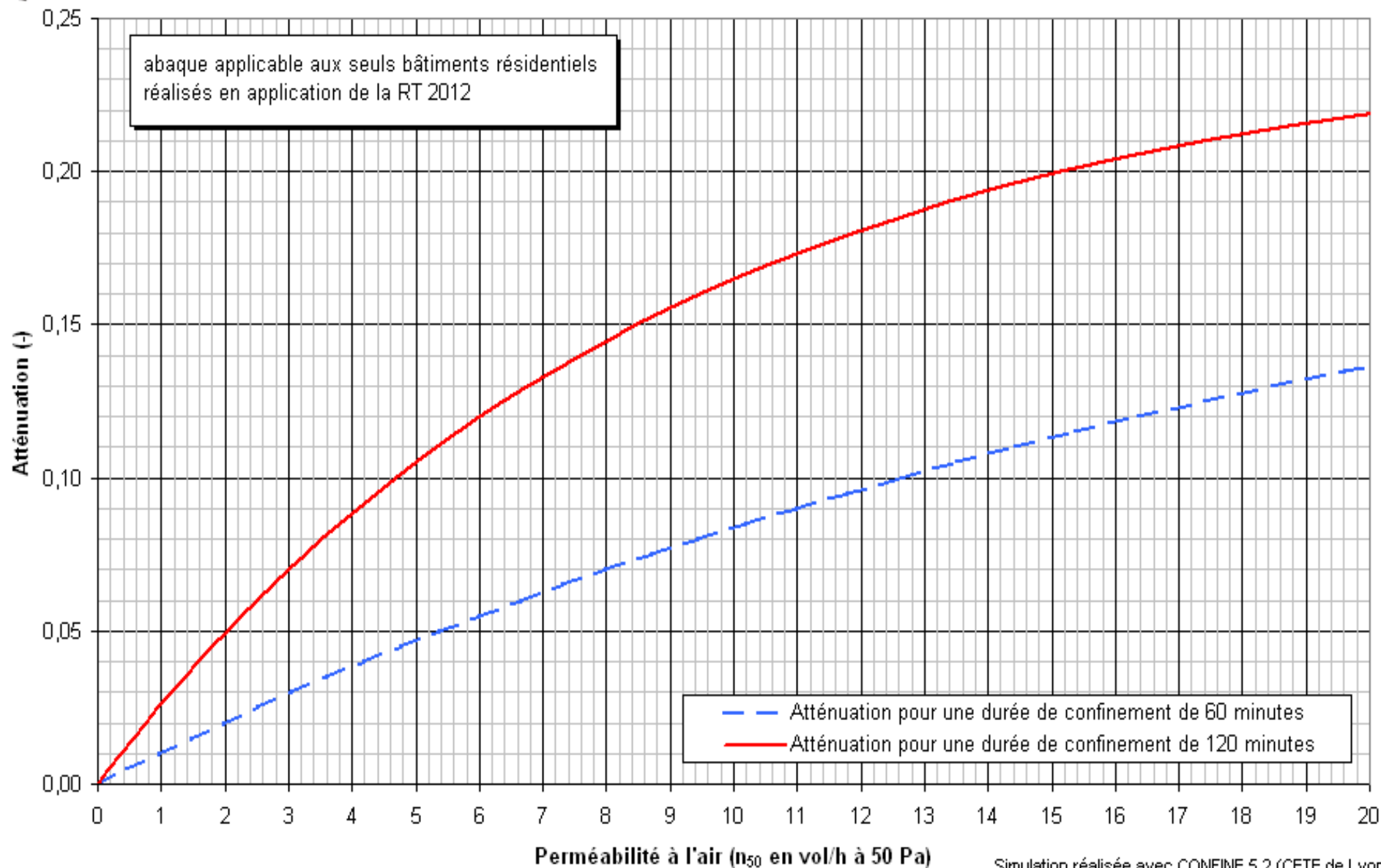




Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 10D-22
(RT 2012)

Bâtiment collectif - Local de confinement : Abrisé du vent



Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)

2. Abaques applicables aux bâtiments résidentiels « standards »

Valeurs n_{50} – cas général

Les abaques seront utilisés pour les bâtiments résidentiels, uniquement pour la détermination des valeurs de l'objectif cible de perméabilité à l'air des pièces de confinement (n_{50}) lorsque les règlements des PPRT ne les fixent pas.

Les abaques suivants s'appliquent aux projets de bâtiments résidentiels dont la valeur de l'objectif cible « n_{50} » est une valeur précisée « Cas général » au 10.5.2.3 du présent guide. Ils correspondent notamment à des projets portant sur des bâtiments existants dont leur construction ne relève pas de l'application de la RT 2012 en matière de perméabilité à l'air de leur enveloppe.

Ils s'appliquent également aux projets de bâtiments résidentiels dont la valeur de l'objectif cible « n_{50} » est une valeur précisée « RT 2012 », pour le cas uniquement de pièce de confinement en situation « exposée » au site industriel.

En cas d'application des dispositions du 10.5.3 du présent guide, relatives aux entrées d'air, se référer en complément aux tableaux y figurant pour la détermination des « n_{50} cibles ».

Choix de l'abaque :

L'abaque à retenir dépend des conditions suivantes :

1. La condition atmosphérique

Retenir l'abaque selon l'une des conditions atmosphériques suivantes :

Condition atmosphérique retenue dans le PPRT :	3A – 3B – 3E – 3F	5B – 5C – 5D	10C – 10D
Abaques à retenir :	3F	5D	10D

Tableau 36 : Choix de l'abaque à utiliser selon les conditions atmosphériques

D'une manière générale, retenir l'abaque ayant le même chiffre (il indique la vitesse du vent) que la condition retenue dans le PPRT.

2. La typologie du bâtiment

Retenir « Maison individuelle » (1) ou « Immeuble collectif » (2) selon la typologie du bâtiment étudié.

3. L'exposition du local de confinement

Retenir « exposé » (1) ou « abrité » (2) suivant la situation du local de confinement choisi, comme déterminé au chapitre 10.3.3 du présent guide.

Lecture des « n_{50} » :

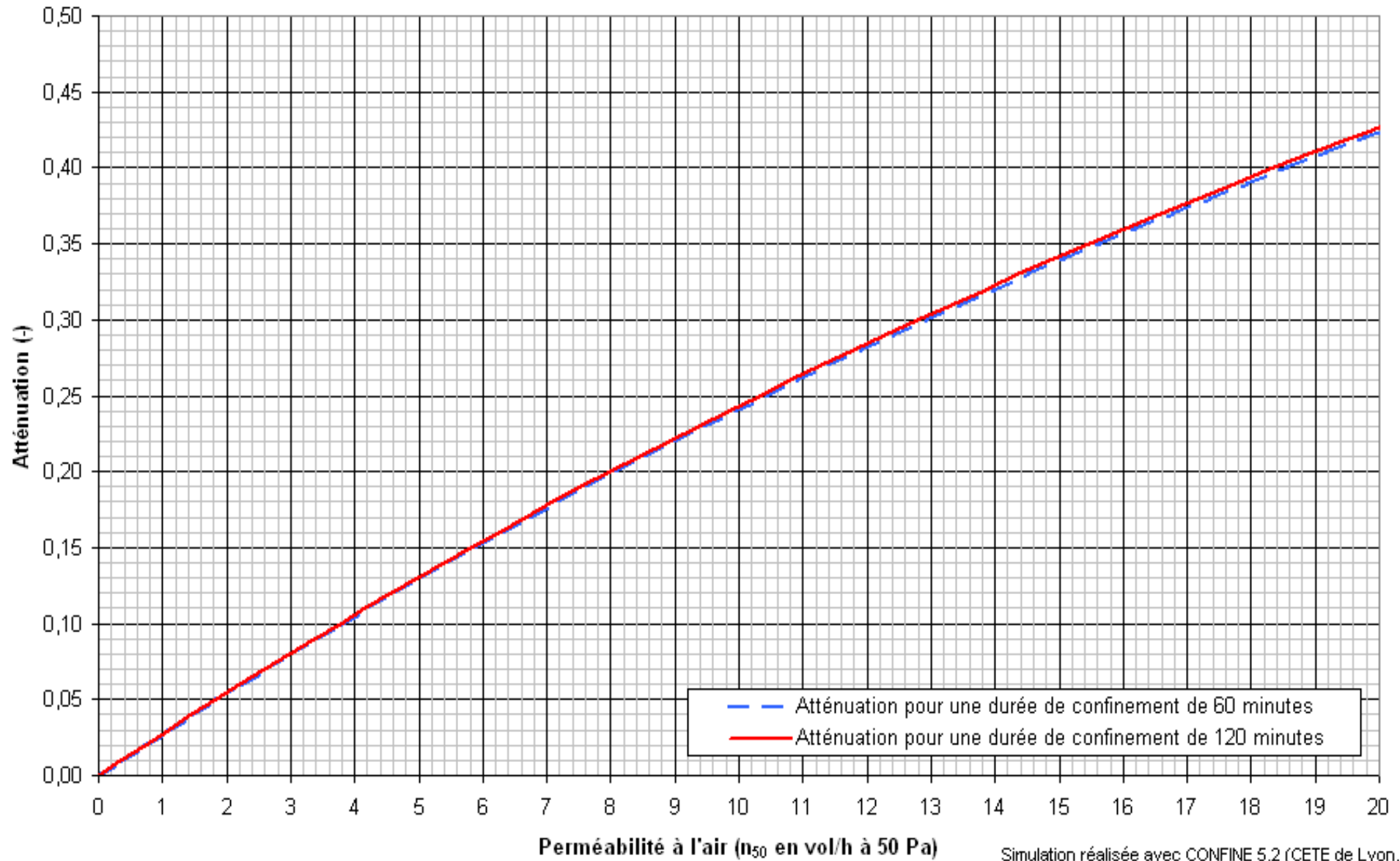
Utiliser la courbe rouge (trait plein) qui correspond à un confinement de 2 heures



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 3F-11

Maison individuelle - Local de confinement : Exposé au vent

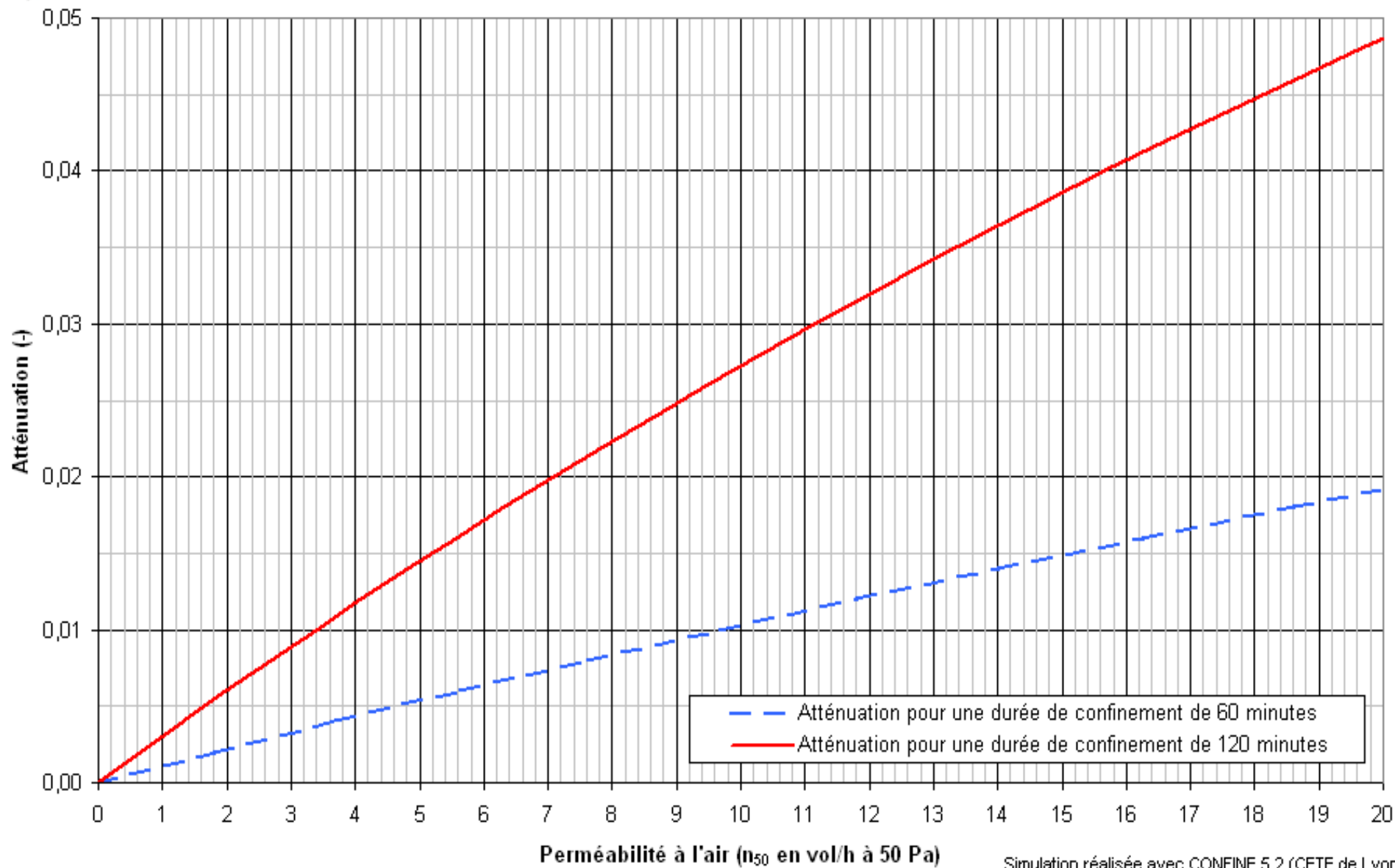




Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 3F-12

Maison individuelle - Local de confinement : Abrisé du vent

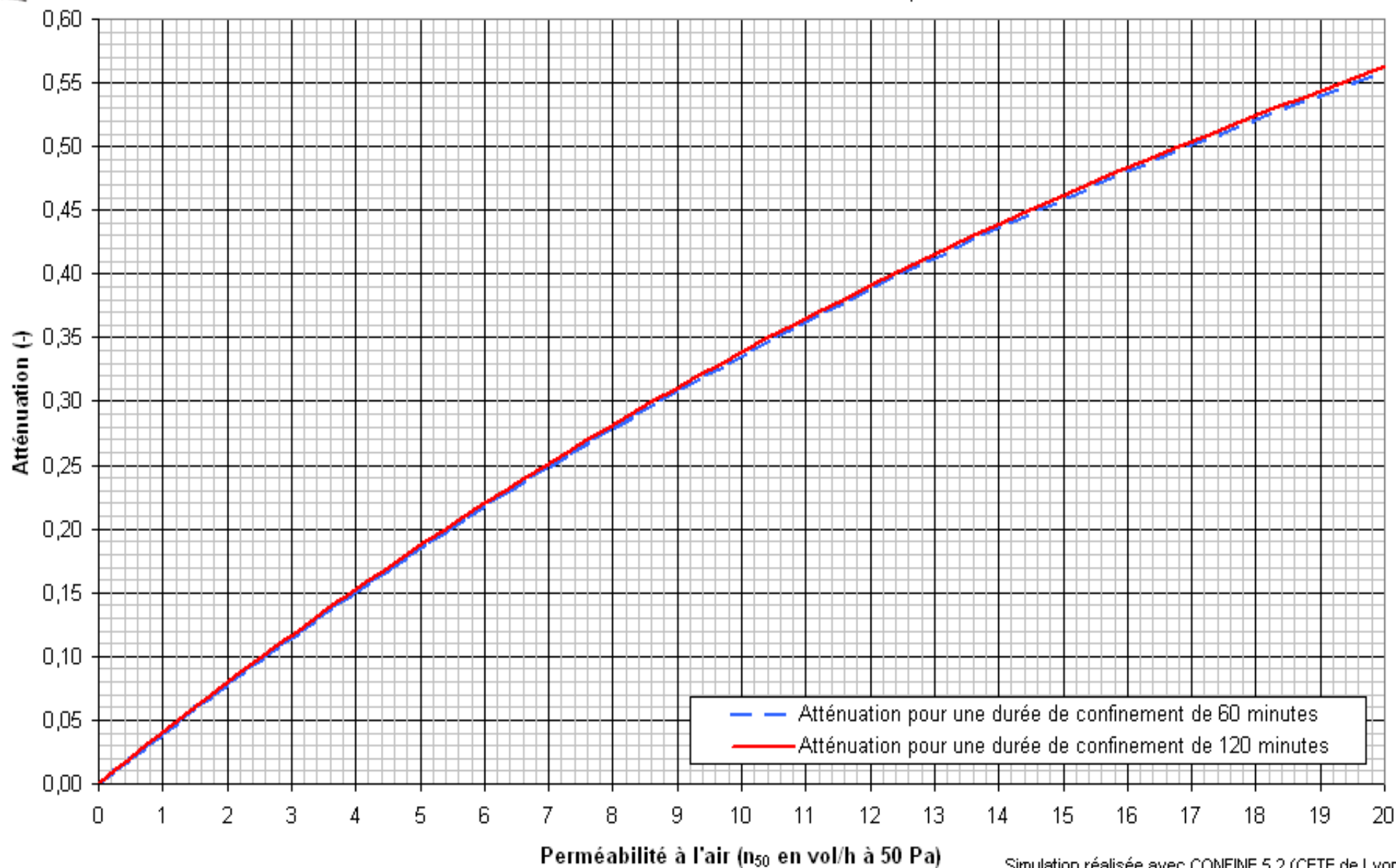


Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Bâtiment collectif - Local de confinement : Exposé au vent



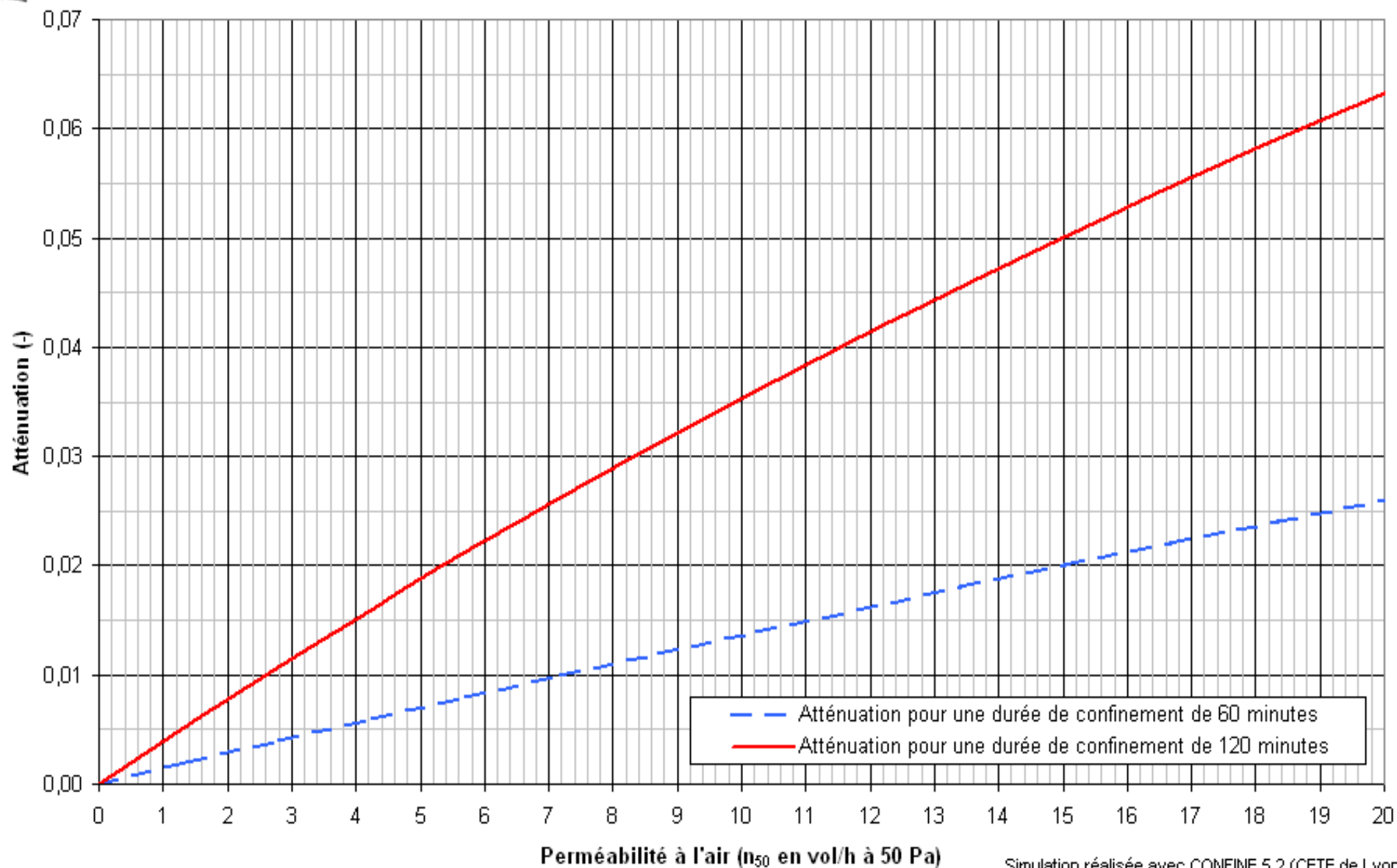
Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 3F-22

Bâtiment collectif - Local de confinement : Abrisé du vent



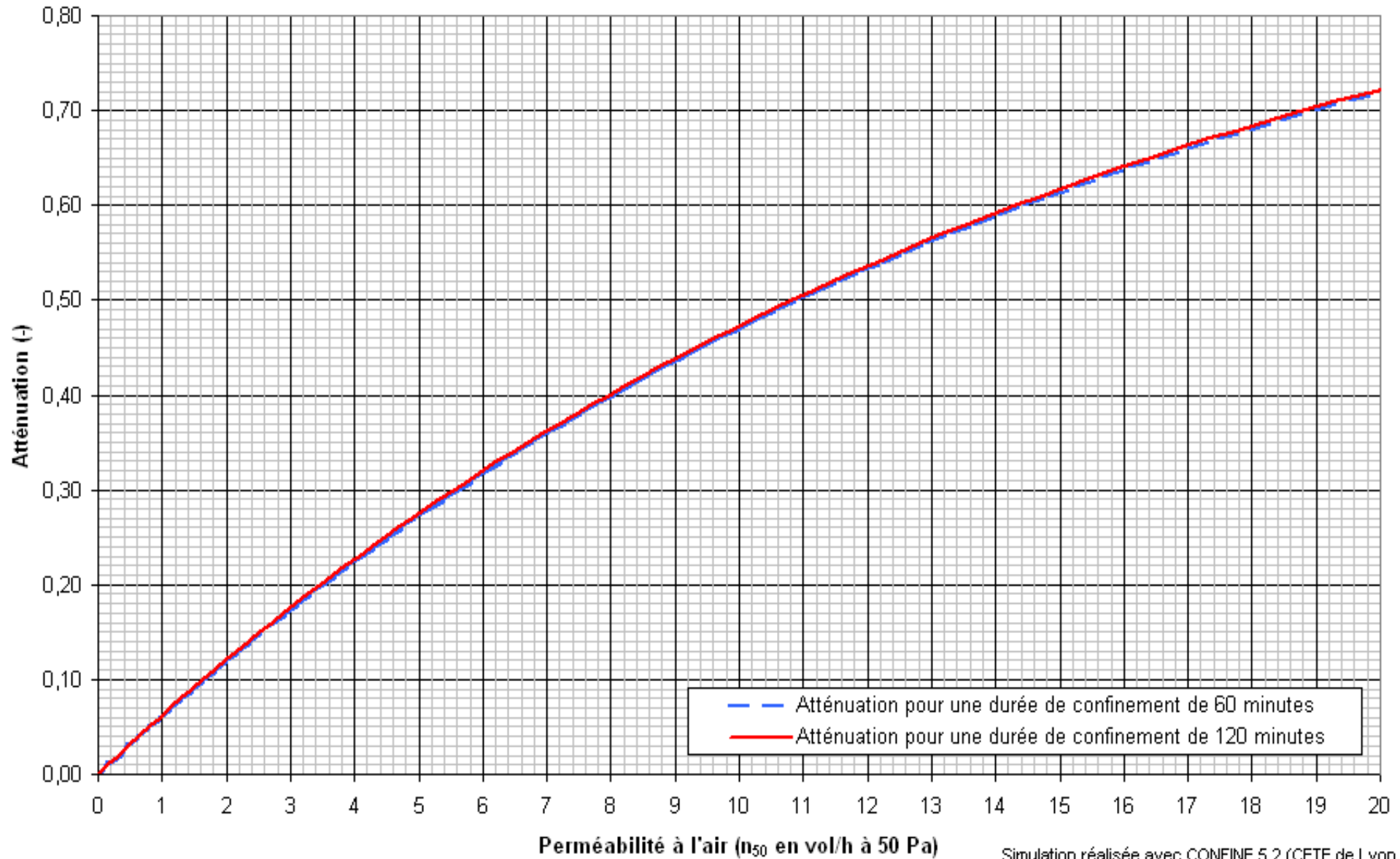
Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 5D-11

Maison individuelle - Local de confinement : Exposé au vent



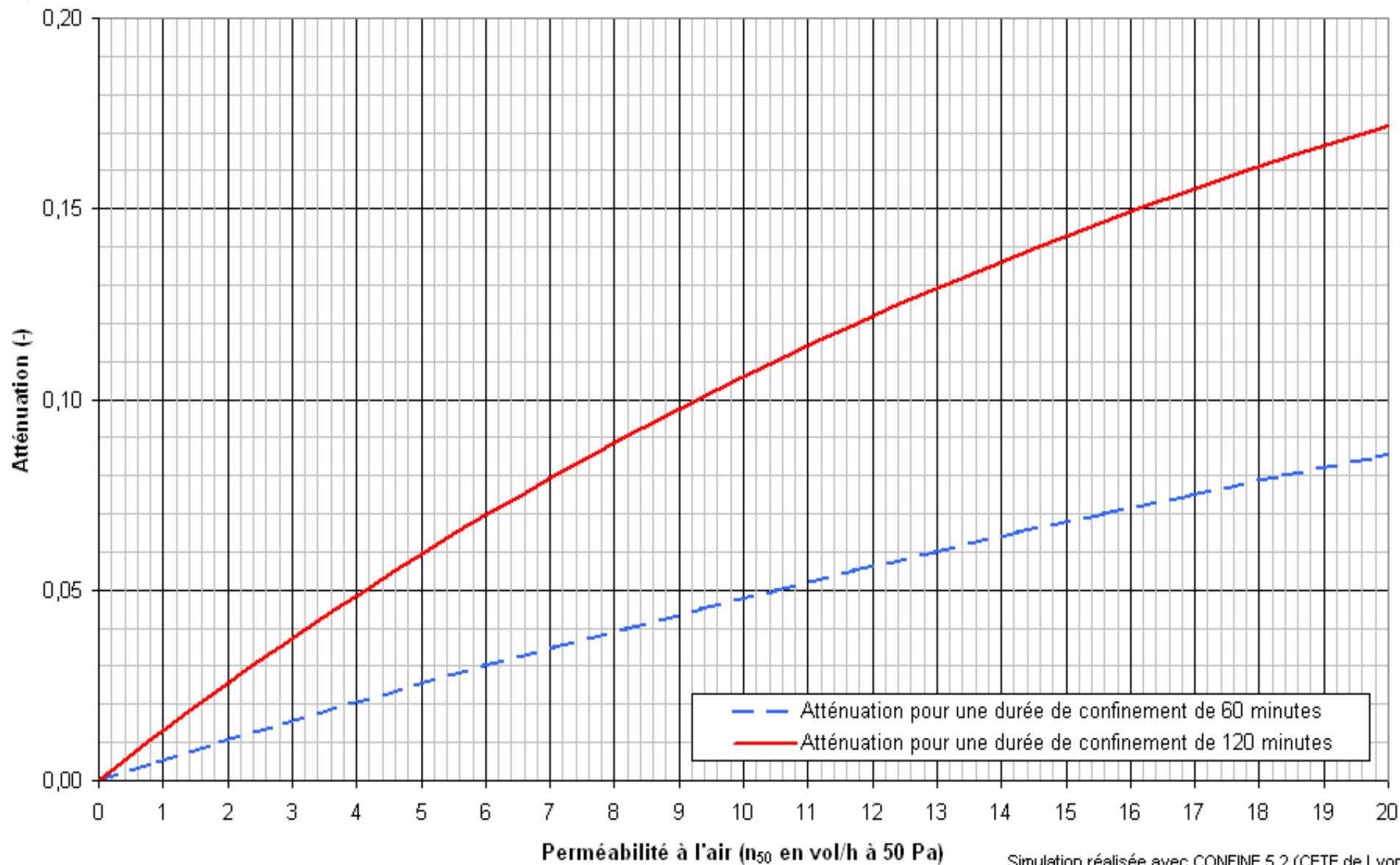
Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 5D-12

Maison individuelle - Local de confinement : Abrisé du vent



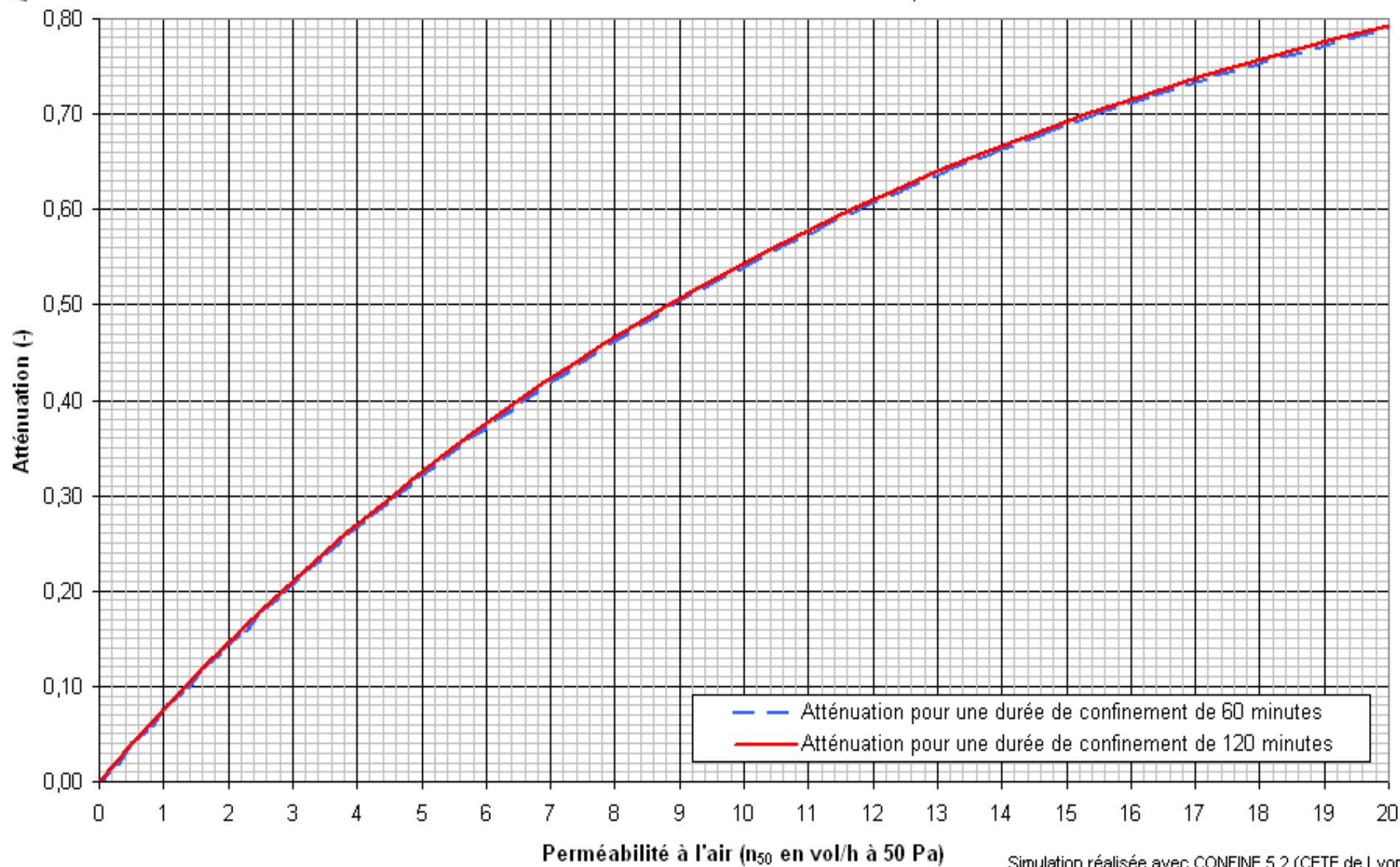
Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 5D-21

Bâtiment collectif - Local de confinement : Exposé au vent



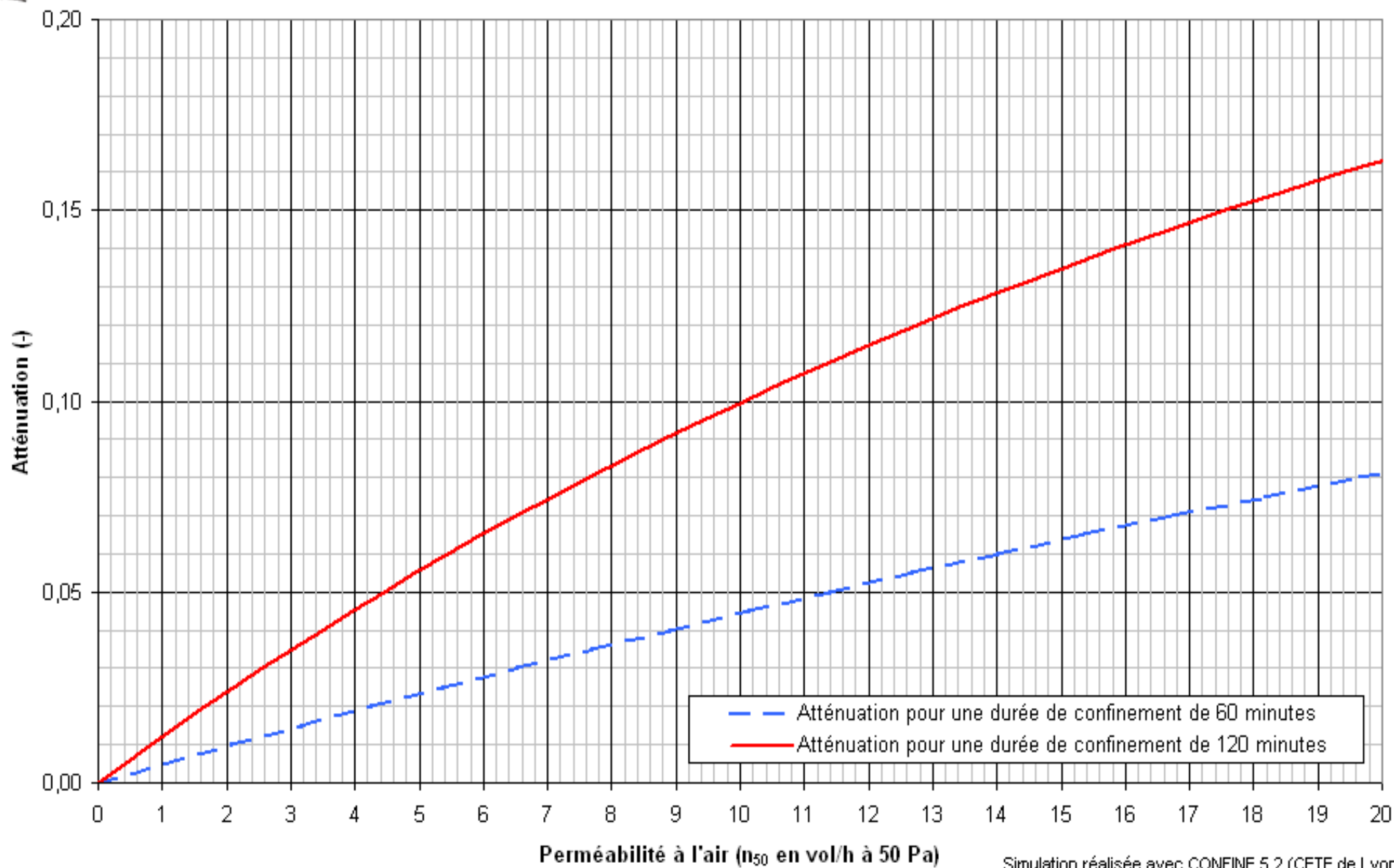
Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 5D-22

Bâtiment collectif - Local de confinement : Abrisé du vent



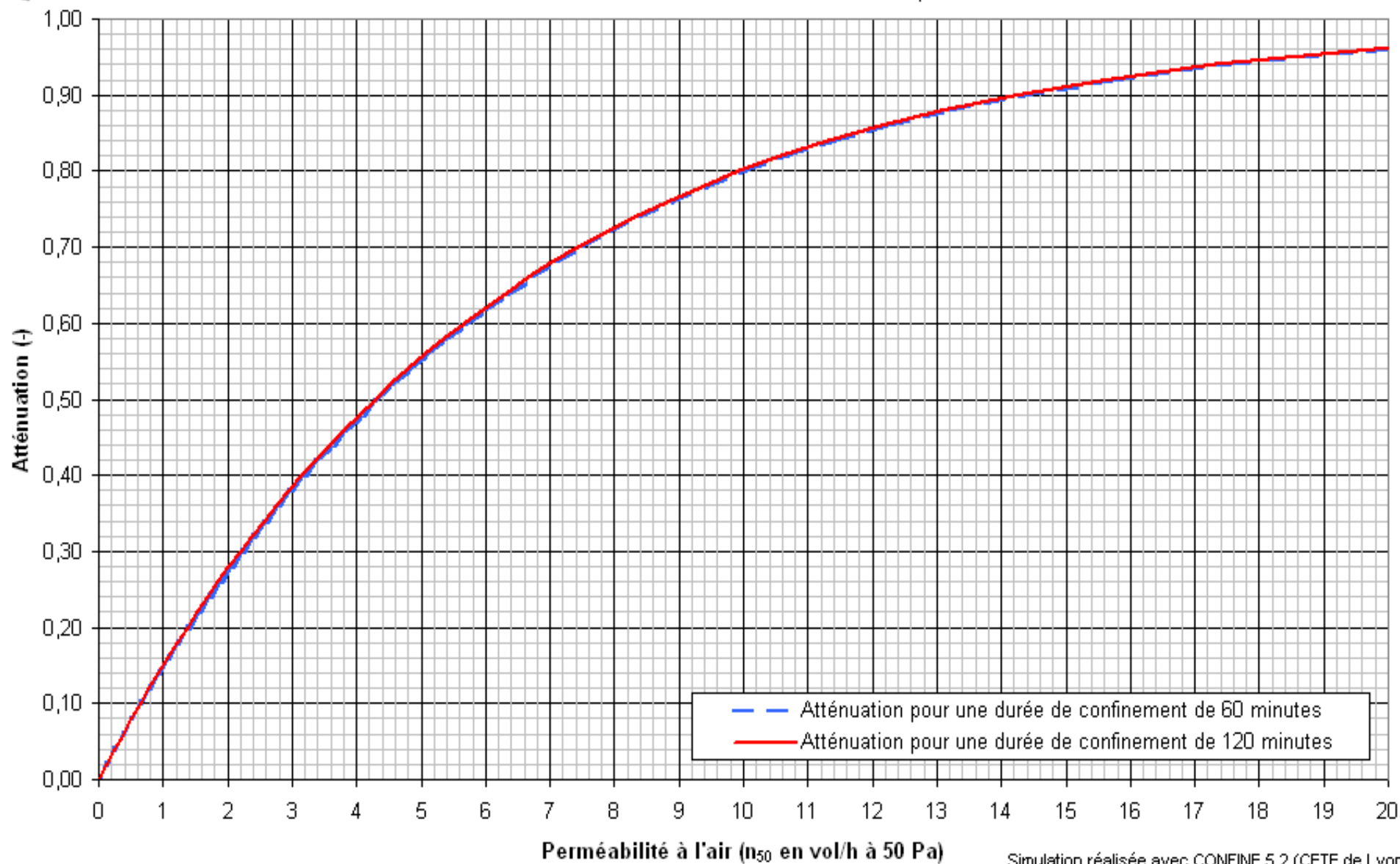
Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 10D-11

Maison individuelle - Local de confinement : Exposé au vent



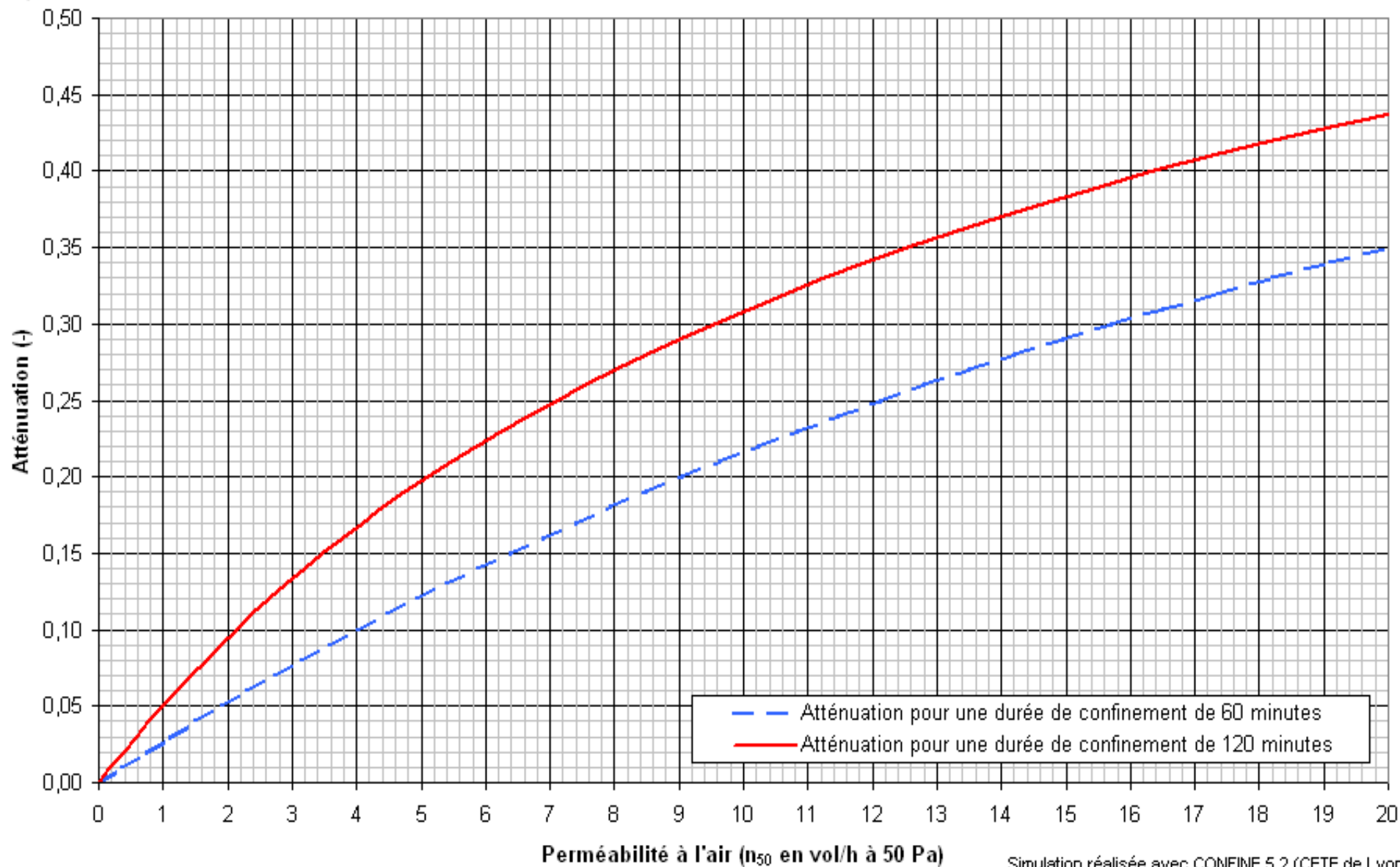
Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 10D-12

Maison individuelle - Local de confinement : Abrisé du vent



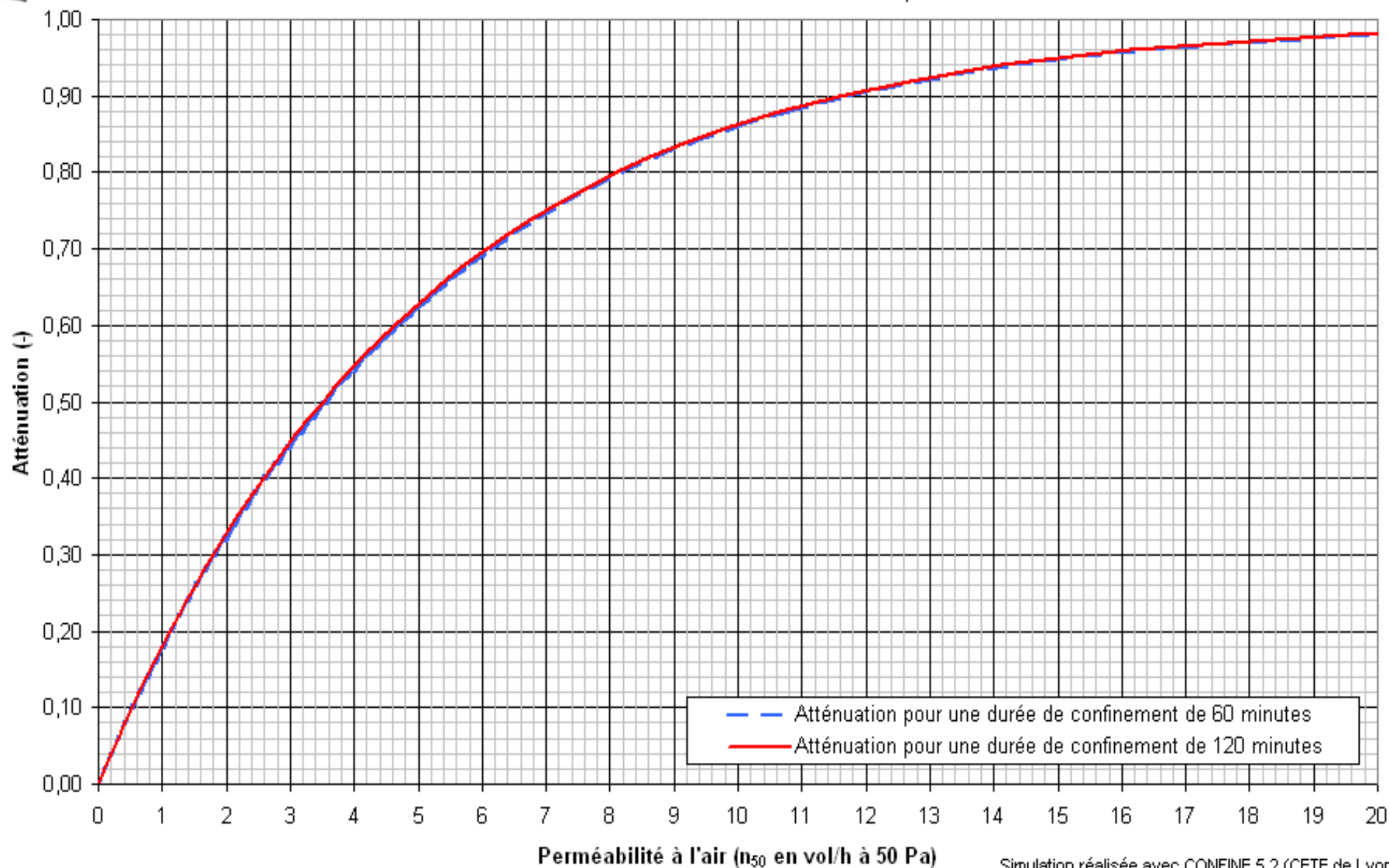
Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 10D-21

Bâtiment collectif - Local de confinement : Exposé au vent



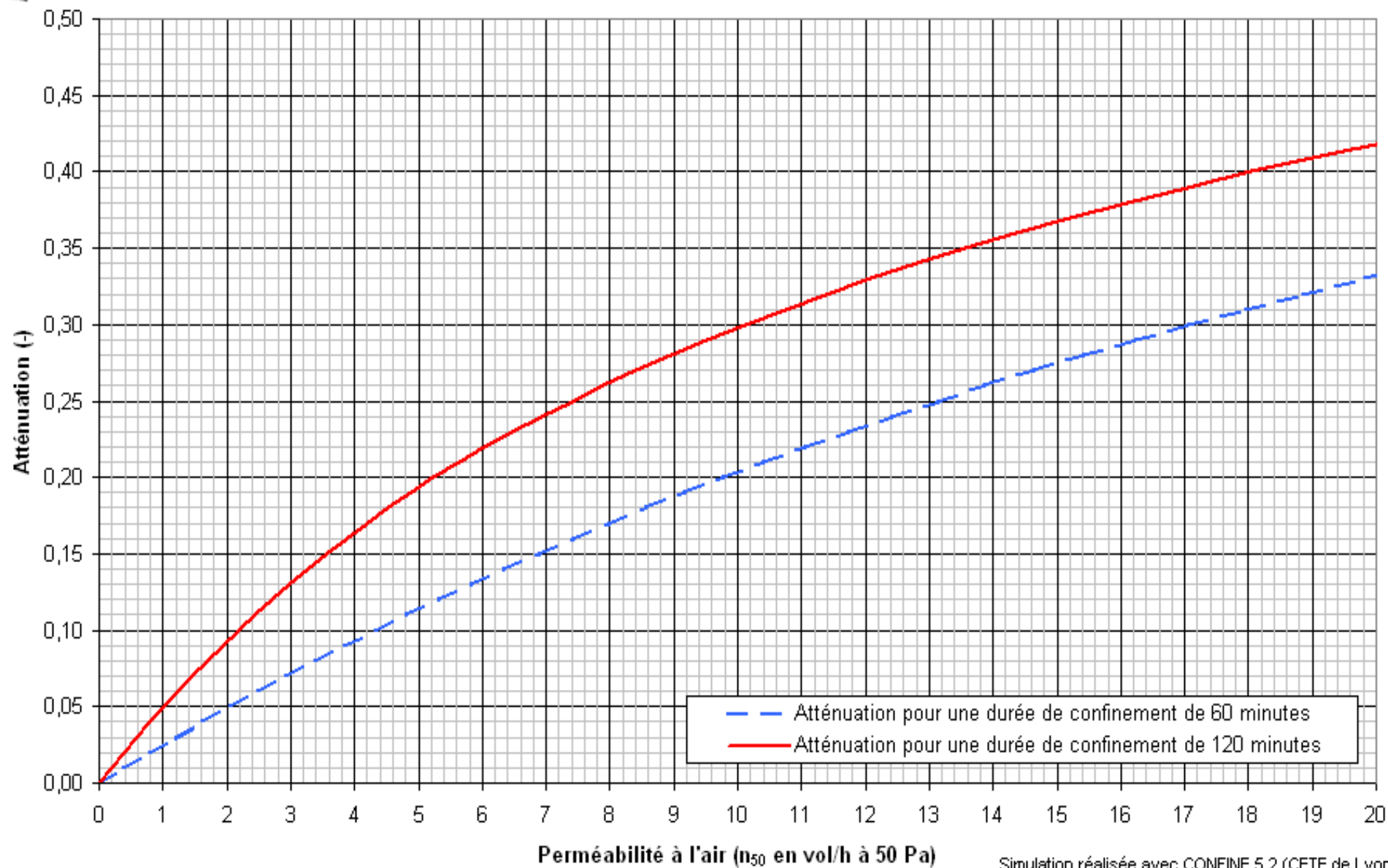
Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)



Atténuation de la concentration dans le local confiné

Abaque 10D-22

Bâtiment collectif - Local de confinement : Abrisé du vent



Simulation réalisée avec CONFINE 5.2 (CETE de Lyon, 2013)

Annexe 8 : Mesures d'usage du dispositif de confinement

Les mesures d'usage du dispositif de confinement n'entrent pas en compte directement dans la conception des projets de logements. Il reste toutefois utile aux maîtres d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre de s'y référer pour parfaire les projets, voire informer les futurs propriétaires pour un maintien en état et une utilisation optimum des dispositifs.

1. Matériels à prévoir dans les pièces de confinement

Il est souhaitable que les matériels suivants soient entreposés dans la pièce de confinement, un rangement spécifique peut être réalisé à cette intention :

- du ruban adhésif étanche à l'air pour renforcer l'étanchéité, notamment des équipements mobiles (entrées d'air et bouches de ventilation, joints des ouvrants de fenêtres et portes) ou autres ;
- escabeau, marche-pieds, pour faciliter le colmatage manuel complémentaire ;
- des bouteilles d'eau en quantité suffisante ;
- des linges propres à utiliser en cas de picotements ;
- un ou deux seaux et papier hygiénique en cas de besoins ;
- médicaments ou traitements utiles aux personnes confinées ;
- des occupations calmes (lectures, jeux de société) ;
- un poste de radio ;
- une lampe de poche ;
- des piles de rechange ;
- la fiche de consignes (voir ci-dessous).

2. Mesures comportementales

Le dispositif de confinement sera d'autant plus efficace qu'il est bien utilisé. La protection passe par l'appropriation du dispositif de confinement. Aussi, il est utile que les occupants futurs prennent connaissance des fiches de consignes (voir page suivante), et fassent des exercices de simulation.

Tous les occupants d'un même bâtiment doivent parfaitement avoir connaissance de la façon de se comporter en cas de crise et des réflexes à avoir.

Pour les bâtiments collectifs, l'activation des dispositifs de protection communs et l'usage des parties communes en cas de crise conditionnent l'efficacité des pièces de confinement propres à chaque logement. Pour cela, il est essentiel que leur utilisation soit parfaitement maîtrisée et suivie. Il est important que l'ensemble des occupants et des usagers potentiels des parties communes aient le même niveau d'information sur les mesures comportementales collectives à adopter en cas de crise, notamment :

- fermer les portes d'entrées et ouvertures des parties communes ;
- pénétrer dans le bâtiment en utilisant les sas d'entrée et en ouvrant les portes en deux temps ;
- couper les ventilations communes ;
- rejoindre les logements privatifs individuels ;
- fermer les ouvertures sur l'extérieur des logements et couper les ventilations individuelles.

3. Fiche de consignes pour le confinement

Le Cerema a établi une fiche de consignes générales disponible ci-après, qui précise les règles comportementales pour un confinement efficace :

- avant l'alerte ;
- au moment de l'alerte ;
- durant l'alerte ;
- juste après l'alerte ;

et la maintenance nécessaire du dispositif de confinement.

La fiche peut être complétée par des dispositions locales relative à l'alerte, et par des mesures adaptées à chaque bâtiment.

La protection passe par l'appropriation du dispositif de confinement, aussi il sera utile de proposer aux occupants de revoir régulièrement les fiches de consignes, et de faire des exercices de simulation.

4. Pérennité du dispositif de confinement

La sécurité des occupants des logements passe par la tenue et l'efficacité dans le temps du dispositif de confinement. Il conviendra que les occupants des logements :

- veillent à la conservation d'un niveau d'étanchéité à l'air de la pièce de confinement conforme à l'objectif de performance (éviter les percements d'enveloppe ou les colmater, vérifier les joints des menuiseries, seuil de porte...)
- veillent à ne pas encombrer la pièce de confinement, et à renouveler les matériels à prévoir ;
- vérifient régulièrement le bon état de l'arrêt possible des ventilations en ayant soin de remettre ensuite les dispositifs en fonctionnement, éventuellement sous l'autorité des représentants des copropriétaires pour les bâtiments collectifs.



© Cerema Centre-Est

AVANT L'ALERTE ?

Organiser un exercice annuel d'alerte pour :

INFORMER

- ▶ Diffuser, afficher la fiche de consigne et renseigner sur la procédure de mise à l'abri.
- ▶ Faire connaître les locaux aménagés pour le confinement et les cheminements pour y parvenir.



La fiche de consignes

Les plans du bâtiment

PRÉPARER

- ▶ Se familiariser avec les consignes du confinement et en particulier :
 - l'arrêt de la ventilation et le cas échéant du chauffage ;
 - la fermeture des fenêtres ;
 - le renforcement de l'étanchéité des fenêtres par pose d'adhésif aux liaisons ouvrants dormants ;
 - l'obturation des bouches de ventilation.



Les cheminements d'accès

Le local de confinement

ECOUTER

- ▶ Faire écouter et reconnaître le signal sonore de début et de fin d'alerte.
- ▶ Vérifier que toutes les personnes entendent la sirène.
- ▶ S'assurer que l'alerte donnée par la sirène ne soit pas confondue avec un autre signal d'alerte (incendie, ...).



Signal national d'alerte
(Son modulé)

30 sec

Signal national de fin d'alerte
(Son continu)

AU MOMENT de L'ALERTE ?



NE PAS FAIRE

Bannir les mauvais réflexes !

- ▶ Ne pas aller chercher ses enfants à l'école.
- ▶ Ne pas prendre la fuite en voiture, vous risquez d'être bloqués dans les embouteillages et l'habitacle de votre voiture est très perméable.
- ▶ Ne pas aller aux portes de l'usine.
- ▶ Ne pas téléphoner.
- ▶ Ne pas fumer.



FAIRE

De bons réflexes pour mieux agir !



Rester dans le bâtiment ou se diriger vers le bâtiment le plus proche :

- ▶ Pénétrer dans le bâtiment par les entrées disposant d'un sas, s'il y en a.
- ▶ Ouvrir les portes du sas en deux temps.

Avant d'entrer dans le local de confinement :

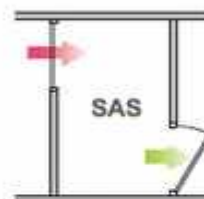
- ▶ Fermer toutes les portes et fenêtres du bâtiment ou du logement ouvrant sur l'extérieur.
- ▶ Arrêter la ventilation du bâtiment si l'arrêt n'est pas prévu dans le local de confinement.
- ▶ Arrêter les autres systèmes d'échanges d'air avec l'extérieur (hottes, chauffage à air soufflé,...).
- ▶ Fermer les entrées et sorties d'air volontaires qui sont "obturables".
- ▶ Arrêter le cas échéant le chauffage.
- ▶ Se diriger rapidement vers le local de confinement.
- ▶ Limiter l'ouverture des portes du local de confinement afin de minimiser la pénétration des polluants à l'intérieur de celui-ci.



Les premiers gestes dans le local de confinement :

- ▶ Arrêter la ventilation si l'arrêt est prévu dans le local.
- ▶ Arrêter le chauffage dans le local de confinement lorsque cela est possible.
- ▶ Fermer les entrées et sorties d'air volontaires "obturables", puis renforcer l'étanchéité par "colmatage" à l'aide de rubans adhésifs.

Pour se protéger efficacement d'un nuage toxique, la présence d'un local de confinement très performant ne suffit pas à elle seule : il faut aussi savoir comment l'utiliser. Pour cela, rien de tel que de bons réflexes !



Utiliser les sas d'entrée



Fermer portes et fenêtres



Stopper les ventilation



Fermer les entrées d'air



Arrêter le chauffage



Entrer dans le local
Ne pas polluer le local



Obturer et scotcher
Les entrées d'air volontaires

- ▶ Vérifier que toutes les personnes devant être présentes le sont.
- ▶ Faire asseoir les personnes présentes.
- ▶ Renforcer l'étanchéité à l'air du local par "colmatage" des liaisons sensibles et des éventuelles points d'infiltration :
 - Les portes et fenêtres intérieures et extérieures du local
 - Les coffres de volets roulants
 - Les trappes et éléments traversant les parois
 - Les points de passage des équipements électriques installés sur les parois (prises de courant, interrupteurs, éclairage...)
- ▶ Mettre en marche la radio et se caler sur la fréquence d'émission régionale (*France Bleue*).



Faire l'appel



Scotcher les points d'infiltration



Allumer la radio

DURANT L'ALERTE ?



A l'intérieur du local de confinement ...

- ▶ S'armer de patience.
- ▶ Rester calme.
- ▶ Ne pas fumer.
- ▶ Occuper les enfants par des jeux calmes pour garantir un air respirable.
- ▶ Ecouter la radio.
- ▶ Si les pompiers ou une autorité publique (Mairie) vous contactent, suivez leurs consignes.
- ▶ Si vous sentez des picotements, placer un linge humide contre le visage et respirer à travers.



Pendant la durée du confinement, prise souvent inférieure à 2 heures, les effets secondaires comme l'augmentation de la température intérieure et de la concentration en dioxyde de carbone, ou encore la raréfaction de l'oxygène, ne posent pas de problème dans la mesure où le volume minimal par personne est respecté.

Attention ! Ces effets secondaires augmentent avec l'activité des personnes confinées. Pour cela, il convient de rester le plus calme possible.



JUSTE APRÈS L'ALERTE ?



- ▶ Ouvrir en grand portes et fenêtres.
- ▶ Enlever le ruban adhésif des portes et fenêtres, des entrées et sorties d'air, des bouches de transfert....
- ▶ Remettre en service :
 - Les bouches de ventilation et de transfert (passage de l'air libre) ;
 - La ventilation ;
 - Le chauffage (en période hivernale).



Aérer abondamment le local et le bâtiment

Remettre en service

MAINTENANCE

AU LENDEMAIN DE L'ALERTE Remettre à niveau l'armoire du local !

- ▶ Enlever les piles du récepteur radio, et les remplacer éventuellement.
- ▶ Remettre la longueur de ruban adhésif utilisée.
- ▶ Renouveler le stock d'eau potable.

La rédaction d'une fiche de consignes, propre à chaque établissement, permet d'entériner une approche globale de prévention des risques à l'échelle de l'établissement. Seule une telle approche peut assurer la sécurité des personnes en cas de crise.

Il s'agit en effet de mettre en relation, d'un côté les mesures structurelles sur le bâtiment et sur le local de confinement, qui peuvent être prescrites par le Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT), et d'un autre côté, les règles comportementales qui ne sont pas du ressort d'un PPRT, mais des plans de secours : Plan Particulier d'Intervention (PPI), Plan Communal de Sauvegarde (PCS), Plan Particulier de Mise en Sécurité (PPMS).

UNE FOIS PAR AN Assurer une maintenance complète !

- ▶ S'assurer du bon fonctionnement de la coupure de la ventilation et du chauffage.
- ▶ S'assurer du bon fonctionnement des clapets anti-retour dans les conduits de ventilation s'il y a lieu.
- ▶ Remplacer le stock de piles destiné au récepteur radio et à la lampe.
- ▶ Vérifier le bon fonctionnement du récepteur radio.
- ▶ Vérifier l'état des joints des fenêtres et des portes.
- ▶ Vérifier la péremption des rouleaux de rubans adhésifs. La date de mise en place doit être notée sur les rouleaux afin de pouvoir les remplacer tous les deux ans.



La réalisation d'un exercice d'alerte annuel est une bonne occasion de faire le point sur la maintenance.



RAPPEL Matériel et équipements à prévoir !

- ▶ Quelques bouteilles d'eau, même si un point d'eau existe dans le local.
- ▶ Un seau en l'absence de sanitaires.
- ▶ Du ruban adhésif de largeur 40 à 50 mm minimum et en quantité suffisante.
- ▶ Un escabeau pour faciliter le colmatage manuel.
- ▶ Des jeux, de la lecture pour occuper les personnes confinées.
- ▶ Des linges, un poste de radio autonome, une lampe de poche.
- ▶ Un exemplaire de la fiche de consignes.



Vos contacts au Cerema Centre-Est :

Département Construction Aménagement Projet
Unité Maîtrise de l'Énergie et des Transferts d'Air
46 rue St-Théobald BP 128
38081 L'ISLE-D'ABEAU Cedex
Contact : Pierre Planet Tél : 04.74.27.51.52
Mél. : pierre.planet@cerema.fr

Annexe 9 : Précisions sur le mode opératoire et le rapport d'essai de la mesure de la perméabilité à l'air des locaux de confinement – effet toxique



Ce document s'applique aux mesures réalisées après travaux.

Pour des mesures réalisées dans le cadre de projets d'extension de logements existants, il convient de se référer au document annexé au « Guide de réalisation des diagnostics de la vulnérabilité de l'habitat existant face aux risques technologiques ».

1. Réalisation de la mesure

La mesure de perméabilité à l'air des locaux de confinement est exécutée conformément à la norme NF EN ISO 9972 traitant de la performance énergétique des bâtiments (AFNOR - octobre 2015), et aux dispositions du fascicule documentaire FD P50-784 qui sont expressément visées au présent document.

Les dispositions de la norme et du guide sont complétées par les précisions suivantes qui portent sur :

- les définitions : indicateur à retenir, volume intérieur ;
- la méthode utilisée et la préparation du bâtiment et du local testé ;
- le mode opératoire de la mesure ;
- l'expression des incertitudes sur les valeurs mesurées.

Précisions complémentaires pour la mesure de perméabilité à l'air des locaux de confinement

1. Définitions :

- ◆ L'indicateur à retenir est le taux de renouvellement d'air sous une différence de pression de 50 Pascals (*paragraphe 6.3.2 de la norme*), il est noté n_{50} .
- ◆ Le volume intérieur à prendre en compte pour le calcul du « n_{50} » est le volume intérieur de l'ensemble du local testé (*paragraphe 6.1.1 de la norme*), il est noté V . Il peut comprendre plusieurs pièces, notamment des sanitaires dans le cas des bâtiments non résidentiels. Le volume des placards, et celui des pléniums en cas de faux plafonds non étanches à l'air, sont comptés.

2. Méthode utilisée, préparation du bâtiment et du local testé :

La méthode utilisée pour la mesure de la perméabilité à l'air des locaux de confinement est la méthode 3 (*paragraphe 5.2.1 de la norme*).

Tous les espaces du bâtiment (pièce, cellier, cave, garage, combles) situés et en contact direct autour du volume du local testé, sont mis à la même pression atmosphérique que l'extérieur. Ouvrir pour cela les fenêtres ou portes donnant sur l'extérieur des espaces voisins, et les trappes d'accès aux combles sauf si situées dans le local testé. Dans le cas de logements dans un immeuble collectif, il est admis que les ouvertures de pièces voisines n'étant pas celles du logement considéré puissent rester fermées. Le rapport d'essai précisera les dispositions prises.

Les ventilations et autres systèmes volontaires de transfert d'air sont arrêtés dans tout le bâtiment. Les siphons sont remplis (*paragraphe 5.2.2 de la norme*).

Les portes de placards et les portes de communication entre pièces pouvant composer le local de confinement, sont maintenues ouvertes (*paragraphe 5.2.4 de la norme*).

Pour les besoins de la méthode 3 appliquée à l'objet de l'essai, les autres dispositions prises sont celles du local dans son état en situation de confinement en considérant les dispositifs installés activés. Tout ce qui relève uniquement de règles comportementales complémentaires (installation d'adhésif pendant le confinement selon les matériels à disposition) ne doit pas être pris en compte au stade de la mesure.

Les ouvertures intentionnelles de l'enveloppe du local testé (*paragraphe 5.2.3 de la norme*) sont conditionnées comme suit :

- les fenêtres, portes et trappes sont fermées à l'exception de l'ouvrant servant pour la mesure ;
- les ouvertures de ventilation ou de conditionnement d'air présentes dans le local sont fermées au moyen du dispositif d'obturation mis en place ;
- si une ouverture ne possède aucun dispositif de fermeture, elle doit être laissée ouverte ;
- si une ouverture est un terminal d'un réseau de ventilation équipé de dispositifs de fermeture automatique (clapet par exemple), ils sont laissés dans leur position de fermeture automatique à l'arrêt de la ventilation, et l'ouverture est laissée ouverte ;
- les systèmes d'étanchéité des bas de porte sont activés s'ils sont manuels, ils sont laissés en leur état « porte fermée » s'ils sont automatiques ;
- les autres ouvertures non destinées à la ventilation ou au conditionnement d'air sont fermées si elles disposent d'un dispositif de fermeture, sinon laissées en l'état ;
- ne pas prendre de mesures supplémentaires pour améliorer l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du local.

3. Mode opératoire de la mesure :

En complément du paragraphe 5.1.1 de la norme NF EN ISO 9972, l'opérateur :

- veille au choix du mode opératoire choisi (dépressurisation ou pressurisation) notamment en cas de présence de clapet automatique de fermeture placé sur un réseau de ventilation, de conditionnement d'air ou autre système volontaire de transfert d'air (hotte par exemple), débouchant dans le local testé ;
- décide du choix d'implantation du système de mesure, fonction de l'appareillage utilisé et des conditions in situ, ce choix est précisé dans le rapport de mesure.

Les étapes du mode opératoire de la mesure de la perméabilité à l'air des locaux de confinement sont précisées aux articles du paragraphe 5.3 de la norme NF EN ISO 9972, complétés par :

- **paragraphe 5.3.1 – Contrôle préliminaire**
 - le contrôle repose sur l'intégralité de l'enveloppe du local testé ;
 - aucun colmatage manquant ou défectueux n'est effectué pour l'essai, autre que sur les ouvertures de ventilation naturelle, mécanique ou de conditionnement d'air comme précisé au point 2 ci-avant ;
- **paragraphe 5.3.2 – Température et vent**
 - les dispositions du paragraphe 5.3.2 du GA P50-784 s'appliquent à la mesure de la perméabilité à l'air des locaux de confinement ;
 - les températures sont relevées à l'intérieur du local de confinement et à l'extérieur du bâtiment ;
- **paragraphe 5.3.3 – Différence de pression à débit nul**
 - les dispositions du paragraphe 5.3.3 du GA P50-784 s'appliquent à la mesure de la perméabilité à l'air des locaux de confinement.
- **paragraphe 5.3.4 – Séquence de différences de pression**
 - les dispositions du paragraphe 5.3.4 du GA P50-784 s'appliquent à la mesure de la perméabilité à l'air des locaux de confinement ;
 - en cas de local testé très étanche, pour le cas où l'appareillage de mesure ne permettrait pas de respecter le palier de différence de pression la plus faible, il est admis que l'essai appliqué à l'objet de la mesure, soit réalisé avec les dispositions dérogatoires suivantes :
 - la différence de pression la plus faible peut être supérieure à 10 Pa et à cinq fois la valeur de la différence de pression à débit nul avant essai (Δp_{01}) ;
 - la différence de pression la plus faible est alors celle la plus basse pouvant être atteinte par l'appareillage de mesure utilisé pour les conditions de l'essai ;
 - le rapport d'essai justifiera du recours aux dérogations admises à la norme, s'il y a lieu.

4. Expression des incertitudes sur les valeurs mesurées

La norme NF EN ISO 9972 recommande une méthode en son annexe C pour estimer l'intervalle de confiance pour les valeurs de débit de fuite d'air à une variation de pression donnée. Cette méthode permet de déterminer les valeurs $q_{50,min}$ et $q_{50,max}$ représentant les bornes inférieures et supérieures de l'intervalle de confiance à 95 % du débit à 50 Pa.

En complément du paragraphe 8.2 de la norme NF EN ISO 9972, l'incertitude du volume intérieur du local testé est égale à 3 % si le calcul a été réalisé à partir de plans jugés conformes à la réalité, ou si le volume a été mesuré avec précision in situ. Ce pourcentage peut être augmenté jusqu'à 10 % lorsque les plans ne sont pas jugés fiables, ou lorsque la mesure sur place présente des difficultés. Cette incertitude est nommée σ_v .

En complément du paragraphe 8.3 de la norme NF EN ISO 9972, l'intervalle de confiance à 95 % sur le débit de fuite à 50 Pa, notée σ_{q50} , est estimé avec l'équation suivante :

$$\sigma_{q50} = \frac{q_{50,max} - q_{50,min}}{2 * q_{50}}$$

Par convention, l'incertitude globale sur le taux de renouvellement d'air à 50 Pa (n_{50}), notée σ_{n50} , est estimée par l'équation suivante :

$$\sigma_{n50} = \sqrt{\sigma_{q50}^2 + \sigma_v^2}$$

2. Le rapport d'essai

Le rapport d'essai est structuré conformément au chapitre 7 du guide d'application GA P50-784. Il comprend les éléments mentionnés, complétés ou modifiés de ses paragraphes 7.1 à 7.8 successifs, selon les dispositions suivantes :

7.1 Informations sur l'essai et le matériel

Les informations à fournir à cette rubrique sont :

- les informations sur le bâtiment sur l'unité de logement ou d'usage objet du dispositif de confinement, et sur le local testé lui-même

Les renseignements à fournir sont :

- la date de l'essai ;
 - l'adresse du bâtiment, l'année de construction, la typologie (maison individuelle, bâtiment collectif d'habitation, commerce, bureau, industrie, service, mixte, type d'établissement...), s'il s'agit d'un bâtiment existant ou d'un projet neuf (préciser alors le numéro de l'autorisation d'urbanisme) ;
 - la situation dans le bâtiment de l'unité d'usage objet du dispositif de confinement, s'il y a lieu (cas de logement individuel, bureaux, commerce, etc., dans un bâtiment accueillant d'autres lieux d'usage) ;
 - la pièce (ou la composition de l'ensemble des pièces attenantes et communicantes) retenue pour le local de confinement objet de la mesure, sa situation « abritée » ou « exposée » aux sources du site industriel, l'objectif « n_{50} cible » à respecter en matière de perméabilité à l'air, et le volume V du local ainsi testé accompagné d'une estimation de son incertitude σ_v .
- les informations sur le client

Les renseignements à fournir sont le nom et l'adresse de la personne ou de la société qui commande la mesure, et son rôle dans l'opération. Il peut s'agir du propriétaire, de l'occupant ou du gestionnaire des lieux, mais aussi d'un bureau d'étude ou d'un diagnostiqueur.

- les coordonnées de la société réalisant les mesures de perméabilité à l'air

Les renseignements à fournir sont le nom de l'intervenant et le nom de la société, adresse, téléphone, adresse électronique, ainsi que les éléments liés à la qualification 8711 « QUALIBAT » si l'intervenant en est titulaire, ou l'équivalence.

- la méthode d'essai

Le rapport contient les éléments du paragraphe 7.1.4 du GA P50-784.

La méthode retenue pour l'essai est la méthode 3.

- l'objet de l'essai

L'essai est réalisé dans le cadre de la mise en œuvre des mesures de protections prévues aux PPRT, destiné à mesurer la perméabilité à l'air de locaux destinés au confinement de personnes, et à identifier les défauts de leurs enveloppes. Deux situations sont à prendre en compte :

- l'essai est réalisé **avant travaux** dans le cadre d'un diagnostic de vulnérabilité, et sert à déterminer le niveau de perméabilité à l'air initial du local testé, et à identifier les défauts de son enveloppe ;
 - l'essai est réalisé **après travaux**, et sert à vérifier le niveau de perméabilité à l'air du local de confinement testé par rapport au niveau cible exigé, et à identifier les fuites résiduelles.
- le matériel utilisé

Le rapport contient les éléments du paragraphe 7.1.6 du GA P50-784.

7.2 Essai selon la norme NF EN ISO 9972, méthode 3

- Températures et conditions climatiques

Le rapport contient les éléments du paragraphe 7.2.1 du GA P50-784.

- Synthèses des pressions à débit nul

Le rapport contient les éléments du paragraphe 7.2.2 du GA P50-784.

- Résultats en dépressurisation et/ou en pressurisation

Le rapport contient les éléments du paragraphe 7.2.3 du GA P50-784.

- Exploitation des données mesurées

Le rapport précise à ce chapitre les coefficients :

- C_{env} , C_L , n ainsi que leurs intervalles de confiances à 95 % calculés selon l'annexe informative C de la norme NF EN ISO 9972 ;
- la valeur du débit de fuite à 50 Pa (q_{50}) ainsi que son intervalle de confiance à 95 %, $\sigma_{q_{50}}$, calculé selon le point 4 « Expression des incertitudes sur les valeurs mesurées » du chapitre « Réalisation de la mesure » ci-avant ;
- le taux de renouvellement d'air à 50Pa (n_{50}), ainsi que son intervalle de confiance à 95 %, $\sigma_{n_{50}}$, calculé selon le point 4 « Expression des incertitudes sur les valeurs mesurées » du chapitre « Réalisation de la mesure » ci-avant.

- Enregistrement des critères de la norme NF EN ISO 9972

Le rapport précise les critères suivants d'application de la norme NF EN ISO 9972 :

- la vitesse de vent est inférieure ou égale à 6 m/s ou comprise entre 0 et 3 inclus sur l'échelle de Beaufort ;
- les valeurs absolues $\Delta p_{0,1+}$, $\Delta p_{0,1-}$, $\Delta p_{0,2+}$, $\Delta p_{0,2-}$, sont inférieures ou égales à 5 Pa ;
- l'essai comprend au moins 5 paliers de pression à peu près équidistants et l'écart entre deux paliers ne dépasse pas 10 Pa ;
- un des paliers de pression mesurée est supérieur ou égal à 50 Pa ;
- l'essai présente une incertitude sur le q_{50} inférieure à 15 % ;
- « n » se situe entre 0,5 et 1 ;
- le coefficient de corrélation « r^2 » de la droite [$q_{pr} = C_L (\Delta p_r)^n$] est supérieur ou égal à 0,98 ;
- la différence de pression minimale mesurée est égale (à ± 3 Pa) en valeur absolue, à 10 Pa ou à cinq fois la valeur absolue de la différence de pression à débit nul avant essai ($\Delta p_{0,1}$), en retenant la valeur la plus grande.

Le dernier critère peut ne pas être respecté suivant les précisions complémentaires au paragraphe 5.3.4 du GA P50-784, portées au chapitre « Réalisation de la mesure » ci-avant. La justification de ce non respect est indiquée aux commentaires généraux de l'essai.

7.3 Analyse des résultats

- Perméabilité à l'air sous 50 Pa

Cette rubrique situe l'indicateur « n_{50} mesuré » par rapport à l'objectif « n_{50} cible » à respecter pour le local testé en matière de perméabilité à l'air.

- Diagnostic qualitatif de l'enveloppe

Le rapport contient les éléments du paragraphe 7.3.2 du GA P50-784.

7.4 Commentaires généraux

Cette rubrique comprend les justifications de non respect éventuel des critères de la norme, notamment si recours au cas dérogatoire pour le critère du palier de différence de pression la plus faible admis en cas de local testé très étanche (cf. paragraphe 5.3.4 complété du GA P50-784).

Elle comprend également toute autre information jugée pertinente pour la compréhension du rapport.

7.5 État des ouvertures du bâtiment et du local testé pendant l'essai

Cette rubrique précise l'état en cours d'essai :

- des systèmes de ventilations du bâtiment et des autres systèmes volontaires de transfert d'air,
- des ouvertures des espaces du bâtiment situés autour du volume du local testé,
- des ouvertures du local testé,

en s'appuyant sur les dispositions précisées au point 2 (Méthode utilisée, préparation du bâtiment et du local testé) du chapitre « Réalisation de la mesure » ci-avant.

7.6 Courbes des débits de fuites

Le rapport contient les éléments du paragraphe 7.6 du GA P50-784.

7.7 Pressions à débit nul

Le rapport contient les éléments du paragraphe 7.7 du GA P50-784.

7.8 Informations supplémentaires

Cette partie contient toute information supplémentaire jugée pertinente.

Rédaction :

- CEREMA : Mathieu Maupetit et Pierre Planet
- INERIS : Benjamin Le Roux

Relecture :

- CEREMA : Sébastien Aubry, Michaël Bentley
- INERIS : Laure Heudier

**Direction générale de la prévention des risques
Service des risques technologiques**

92055 La Défense Cedex

Contacts : travaux-pprt@developpement-durable.gouv.fr



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*