



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFECTURE DU PUY-DE-DOME

# Plan de Prévention des Risques Technologiques entreprise ROCKWOOL France Saint-Eloy-Les-Mines (63)

JUIN 2010

## 2. REGLEMENT





## Sommaire

<b><i>Titre préliminaire - Portée du Plan de Prévention des Risques Technologiques, dispositions générales</i></b> .....	3
Article .1 - Champ d'application.....	3
Article .2 - Les effets du plan.....	3
Article .3 – contenu du document.....	3
<b><i>Titre I - Dispositions applicables à la réalisation d'ouvrages, d'aménagements, de constructions nouvelles et d'extension des constructions existantes</i></b> .....	4
<b>Chapitre I.1 – Dispositions applicables en zone bleue</b> .....	4
Article I.1.1 - Définition de la zone bleue.....	4
Article I.1.2 - Dispositions applicables aux constructions, ouvrages et aménagements nouveaux.....	4
<u><a href="#">I.1.2.1 - Interdictions</a></u> .....	4
<u><a href="#">I.1.2.2 - Autorisations sous conditions</a></u> .....	4
Article I.1.3 - Dispositions applicables aux constructions, ouvrages et aménagements existants.....	5
<u><a href="#">I.1.3.1 - Interdictions</a></u> .....	5
<u><a href="#">I.1.3.2 - Autorisations sous conditions</a></u> .....	5
<b>Chapitre I.2 – Dispositions applicables en zone grise</b> .....	5
Article I.2.1 - Définition de la zone grise.....	5
Article I.2.2 - Dispositions applicables aux constructions, ouvrages et aménagements nouveaux ou existants.....	5
<u><a href="#">I.2.2.1 - Interdictions</a></u> .....	5
<u><a href="#">I.2.2.2 - Autorisations sous conditions</a></u> .....	5
<b><i>TITRE II - Mesures de protection des populations</i></b> .....	6
Article III.1 - Transport de Matières Dangereuses.....	6
Article III.2 - Transports collectifs.....	6
<b><i>Titre III - Recommandations sur les, aménagements et constructions existants</i></b> .....	7
<b>Chapitre III.1 – Préambule</b> .....	7
<b>Chapitre III.2 – Recommandations relatives à la zone bleue</b> .....	7
<b>Chapitre III -3- Autres utilisations ou exploitation des lieux</b> .....	7

*Annexe : Guide technique pour l'élaboration des protections vis à vis des surpressions*

# Titre préliminaire - Portée du Plan de Prévention des Risques Technologiques, dispositions générales

## **Article .1 - Champ d'application**

Le présent règlement du Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) s'applique à la commune de Saint-Eloy-Les-Mines, soumise aux risques technologiques présentés par la société ROCKWOOL France implantée sur son territoire ( activité de stockage de produits chimiques toxiques).

En application de l'article L 515-15 et suivants du code de l'environnement, le présent règlement fixe les dispositions relatives aux biens, à l'exercice de toutes activités, à tous travaux, à toutes constructions et installations.

En application de l'article L. 515-16 du code de l'environnement, le territoire de la commune de St Eloy-Les-Mines inscrit dans le périmètre d'exposition aux risques, comprend deux zones de risques :

- une zone bleue ;
- une zone grise couvrant en partie le site de la société Rockwool.

## **Article .2 - Les effets du plan**

Le règlement du PPRT est opposable à toute personne publique ou privée qui désire entreprendre des constructions, installations, travaux ou activités sans préjudice des autres dispositions législatives ou réglementaires qui trouveraient à s'appliquer.

La nature et les conditions d'exécution des techniques de prévention prises pour l'application du présent règlement, sont définies et mises en œuvre sous la responsabilité du maître d'ouvrage pour les constructions, travaux et installations visés.

Les dispositions de ce règlement constituent des mesures minimales de prévention individuelles ou collectives. Il appartient aux différents maîtres d'ouvrages de prendre en compte les risques affichés, et de prévoir les mesures de prévention en conséquence.

En matière d'urbanisme le P.P.R.T vaut servitude d'utilité publique (article L. 515-23 du Code de l'Environnement). Il est annexé au Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la commune concernée, conformément à l'article L126-1 du Code de l'Urbanisme et R. 123-14 du Code de l'Urbanisme.

Le PPRT peut être révisé dans les formes prévues par l'article 9 du décret n° 2005-1130 du 7 septembre 2005 relatif à l'élaboration des plans de prévention des risques technologiques.

Le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone interdite par un PPRT ou de ne pas respecter les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par ce plan est puni des peines prévues par l'article L 480-4 du Code de l'Urbanisme.

## **Article .3 – contenu du document**

Le présent règlement comporte

- en titre I, les dispositions relatives à la réalisation d'aménagements. (art L 515-16, I du code de l'environnement).
- en titre II, les prescriptions en matière de protection des populations face aux risques. (art L 515-16, § IV),
- en titre III, les recommandations tendant à renforcer la protection des populations.

# Titre I - Dispositions applicables à la réalisation d'ouvrages, d'aménagements, de constructions nouvelles et d'extension des constructions existantes.

## Chapitre I.1 – Dispositions applicables en zone bleue

### Article I.1.1 - Définition de la zone bleue

La zone bleue est concernée principalement par un niveau d'aléa de surpression faible par effets indirects (bris de vitre, impact de projectiles, effondrement de structures légères ...) et, de manière très localisée, par des aléas thermique et toxique dans l'emprise ferroviaire.

### Article I.1.2 - Dispositions applicables aux constructions, ouvrages et aménagements nouveaux.

#### .I.1.2.1 - Interdictions

Sont interdits toute construction et installation, à l'exception de celles mentionnées à l'article I.1.2.2 du présent chapitre.

#### .I.1.2.2 - Autorisations sous conditions

A la condition générale de respecter les mesures définies au titre II, sont autorisés aux conditions particulières suivantes :

- les constructions ou installations de nature à réduire les effets du risque technologique objet du PPRT
- les ouvrages ou infrastructures techniques strictement nécessaires au fonctionnement des services publics ou collectifs ainsi que ceux relatifs aux transports d'énergie et ferroviaire, qui ne sauraient être implantés en d'autres lieux, sous réserve que des dispositions appropriées soient mises en œuvre pour préserver la solidité, la sécurité et le fonctionnement de ces ouvrages, et à la condition que, face au risque de surpression, la fixation des grands éléments de couverture (plaques fibrociment, tôles...) soit renforcée et que soit limitée au maximum la projection de morceaux de vitres tranchants susceptibles de blesser les personnes.
- les constructions nouvelles à condition:
  - qu'elles soient liées à l'utilisation ou à l'exploitation d'un jardin existant
  - que leur surface hors oeuvre cumulée n'excède pas 6 m<sup>2</sup> par jardin,
  - que, face au risque de surpression, la fixation des grands éléments de couverture (plaques fibrociment, tôles...) soit renforcée et que soit limitée au maximum la projection de morceaux de vitres tranchants susceptibles de blesser les personnes.
- la reconstruction des ouvrages et constructions en cas de destruction par un sinistre, à la condition que la fixation des grands éléments de couverture (plaques fibrociment, tôles...) soit renforcée et que soit limitée au maximum la projection de morceaux de vitres tranchants susceptibles de blesser les personnes.

## ***Article I.1.3 - Dispositions applicables aux constructions, ouvrages et aménagements existants.***

### **.I.1.3.1 - Interdictions**

Sont interdits toutes constructions, ouvrages et aménagements, à l'exception de ceux mentionnés à l'article I.1.3.2 du présent chapitre.

### **.I.1.3.2 - Autorisations sous conditions**

A la condition générale que, face au risque de surpression, la fixation des grands éléments de couverture (plaques fibrociment, tôles...) soit renforcée est que soit limitée au maximum la projection de morceaux de vitres tranchants susceptibles de blesser les personnes, sont autorisées aux conditions particulières:

- les extensions des constructions existantes, et les annexes à ces constructions sous réserve qu'elles ne conduisent pas à augmenter le nombre de personnes exposées,
- les travaux d'entretien et de gestion courants des constructions existantes à la date d'approbation du présent PPRT notamment les traitements de façades, la réfection des toitures,
- les changements de destination des constructions existantes sous réserve qu'ils ne conduisent ni à augmenter le nombre de personnes exposées ni à la création d'un Etablissement recevant du public (ERP)<sup>1</sup>,
- les démolitions,

## ***Chapitre I.2 – Dispositions applicables en zone grise***

### ***Article I.2.1 - Définition de la zone grise***

La zone grise correspond à la partie de l'emprise foncière des installations de la société Rockwool France incluse dans le périmètre d'exposition aux risques du PPRT, pour laquelle il convient de compléter les prescriptions édictées au titre de la législation sur les établissements classés pour la protection de l'environnement.

## ***Article I.2.2 - Dispositions applicables aux constructions, ouvrages et aménagements nouveaux ou existants.***

### **.I.2.2.1 - Interdictions**

Sont interdits tous les ouvrages, aménagement et construction nouveaux et les changements de destination des constructions existantes à l'exception de ceux mentionnés à l'article I.2.2.2 du présent chapitre.

### **.I.2.2.2 - Autorisations sous conditions**

Sont autorisés

- Les constructions nouvelles ; les extensions, les aménagements et les changements de destination des constructions existantes
- Les activités ou usages  
aux conditions :
  - qu'ils soient liés à l'activité de la société Rockwool France,
  - qu'ils ne conduisent pas à la création d'ERP,
  - et qu'ils n'augmentent pas le risque à l'extérieur des limites de propriété du site.

---

<sup>1</sup> ERP : Etablissement recevant du Public défini par le code de la construction et de l'habitation

## TITRE II - Mesures de protection des populations

Les dispositions ci dessous sur les usages sont édictées en application de l'article L515-16 (IV) du code de l'environnement.

### *Article III.1 - Transport de Matières Dangereuses*

Le stationnement des convois ferroviaires de Transport de Matières Dangereuses<sup>2</sup> sur les voies de services à l'Est des 2 voies principales est interdit.

### *Article III.2 - Transports collectifs*

Aucun lieu d'accueil des personnes en extérieur ne sera aménagé.

Si la circulation des trains n'est pas interdite, toutefois aucune infrastructure ouverte au public (halte, quai, abri, local voyageur...) ne sera aménagée dans la zone réglementée par le PPRT.

Avant toute réactivation de la ligne ferroviaire pour le transport de personnes et si la fréquence envisagée est supérieure à 8 arrêts quotidiens à Saint Eloy les Mines (trafic observé avant l'arrêt de la ligne en 2007), une étude sur la protection des usagers devra être menée avec une attention particulière portée à l'implantation géographique d'une halte voyageur.

---

<sup>2</sup> selon le règlement du transport international ferroviaire des marchandises dangereuses dit règlement « RID »

# Titre III - Recommandations sur les, aménagements et constructions existants

## Chapitre III.1 – Préambule

En application de l'article L 515-16 (I et V) du code de l'environnement, les dispositions présentées dans le chapitre IV.2 ont la valeur réglementaire de recommandations pouvant être mises en oeuvre par les propriétaires, exploitants et utilisateurs afin de renforcer la protection des populations face aux risques encourus.

Dans toute la zone exposée au risque technologique, en vue de ne pas aggraver les risques ou de ne pas en provoquer de nouveaux, et assurer ainsi la sécurité des personnes et des biens, toute opportunité pour réduire la vulnérabilité des constructions, installations et activités existantes à la date de publication du présent document devra être saisie.

## Chapitre III.2 – Recommandations relatives à la zone bleue

Cette zone est concernée pour l'essentiel par des risques de surpression par effets indirects (bris de vitre, impact de projectiles, effondrement de structures légères ...) dans laquelle il convient de se protéger.

Cet objectif de protection peut être atteint de plusieurs façons lors de la conception ou lors de travaux de réaménagement de bâtiments existants grâce à des choix portant :

- ✓ sur la disposition, la nature et les dimensions des surfaces vitrées eu égard aux conséquences qu'elles pourraient générer en cas d'explosion ; c'est en particulier le cas des verrières, vérandas ou auvents qui présentent le plus de risques ;
- ✓ sur l'aménagement intérieur des locaux dans le but de minimiser le nombre de personnes susceptibles d'être exposées et de réduire leur temps de séjour;
- ✓ sur les différents éléments constituant les ouvertures : le châssis, le système de fermeture, l'ancrage des cadres au chambranle et les matériaux de vitrage pour lesquels diverses solutions existent : polycarbonates, verres feuilletés, trempés ou armés, films de protection applicables sur vitre ...
- ✓ sur la fixation des grands éléments de couverture (plaques fibrociment, tôles...)

*un guide technique pour l'élaboration des protections vis à vis des surpression est annexé au document.*

## Chapitre III -3- Autres utilisations ou exploitation des lieux

Afin de limiter l'exposition prolongée ou temporaire de personnes il est recommandé aux gestionnaires et personnes concernées, dans toute la zone réglementée :

- de ne pas autoriser les rassemblements ou manifestations de nature à exposer le public,
- de ne pas autoriser le stationnement de caravanes ou camping-cars habités.

\*\*\*\*\*





Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFECTURE DU PUY-DE-DOME

## Plan de Prévention du Risque Technologique de la société ROCKWOOL France à Saint-Eloy-les-Mines (63)

### ANNEXE AU REGLEMENT GUIDE TECHNIQUE POUR L'ÉLABORATION DES PROTECTIONS VIS À VIS DES SURPRESSIONS





Annexe VI

09/2009

INERIS DRA-09-98452-07144B

**Etude de la vulnérabilité des fenêtres dans la zone de surpression d'intensité 20 à 50 mbar dans le cadre des PPRTs (Plans de Prévention des Risques Technologiques)**

**Annexe VI Eléments pratiques à destination des particuliers : Mise en œuvre des prescriptions et/ou recommandations de remplacement des fenêtres dans la zone 20-50 mbar**

**Etude de la vulnérabilité des fenêtres dans la zone de surpression d'intensité 20 à 50 mbar dans le cadre des PPRTs (Plans de Prévention des Risques Technologiques)**

**Annexe VI Eléments pratiques à destination des particuliers : Mise en œuvre des prescriptions et/ou des recommandations de remplacement des fenêtres dans la zone 20-50 mbar**

## **PRÉAMBULE**

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.



## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>2. MODES DE CONSTRUCTION, TYPOLOGIE DES FENETRES EN FRANCE</b>	<b>6</b>
2.1 Éléments constituant une fenêtre.....	6
2.2 Les principaux modes d'ouverture .....	7
2.3 Les principaux types de pose.....	8
2.4 Les principaux types de vitrage.....	10
2.5 Les principaux types de verre .....	11
2.6 Les films de protection anti-fragment .....	12
<b>3. ELEMENTS PRATIQUES POUR PROTEGER LES FENETRES .....</b>	<b>15</b>
3.1 Introduction .....	15
3.2 Dimensions des panneaux vitrés .....	15
3.3 Panneaux vitrés munis de films de protection anti-fragments .....	25
3.4 Règles simples a respecter sur les châssis, le système de fermeture et le mode de pose .....	27
3.5 Mode de pose de la fenêtre dans le mur.....	31
<b>4. REFERENCES .....</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUCTION

Dans le cas où un établissement à risques est à l'origine de phénomène dangereux conduisant dans son environnement à des explosions d'intensité 20 à 50 mbar, le règlement du Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) prescrit ou recommande, le remplacement des fenêtres standards des maisons individuelles ou bâtiments industriels situés dans cette zone.

Ce document a pour objectif d'aider les particuliers dans la lecture et la mise en œuvre de ces prescriptions d'objectifs de performances ou de ces recommandations. Il leur apporte un éclairage afin de leur permettre de mieux appréhender les enjeux et objectifs réglementaires. Il propose des éléments pratiques simples permettant de protéger les fenêtres des bâtis actuels ou futurs. Les mesures constructives proposées se veulent les moins onéreuses possibles.

Elaboré par l'INERIS, pour le compte de la DRIRE Lorraine, il se fonde sur des travaux tant théoriques que pratiques et complète un certain nombre de documents référencés en dernière page de ce document [1], [2], [3] et [4].

Il présente :

- Les principaux modes de constructions des fenêtres en France ;
- Des éléments pratiques pour garantir la tenue des fenêtres dans la zone 20-50 mbar, afférents à :
  - la nature et aux dimensions des panneaux vitrés ;
  - la nature du châssis et au système de fermeture ;
  - au mode de pose.

## 2. MODES DE CONSTRUCTION, TYPOLOGIE DES FENETRES EN FRANCE

### 2.1 ELEMENTS CONSTITUANT UNE FENETRE

Une fenêtre est typiquement constituée des éléments suivants :

- le dormant ou cadre : encadrement fixe de la fenêtre sur lequel sont fixés les vantaux (cadre ouvrant) de la fenêtre ; le dormant est fixé au mur ;
- le cadre ouvrant : partie mobile de la fenêtre qui s'articule autour de paumelles ou gonds ; l'ouvrant est encore appelé le battant ou le vantail.

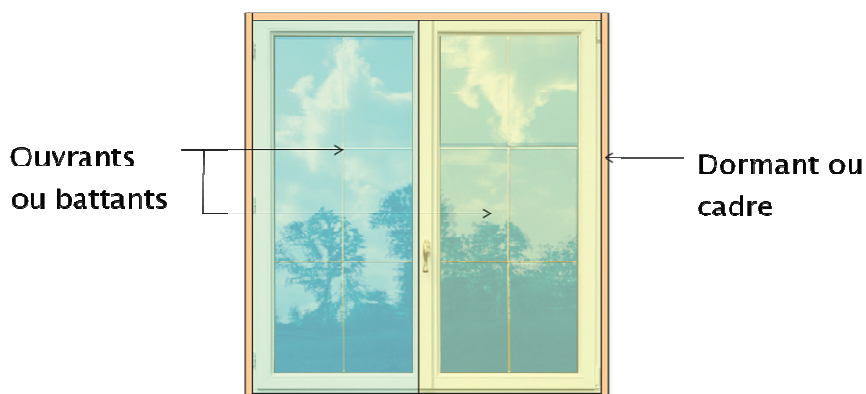


Figure 1 : Dormant et ouvrants d'une fenêtre à ouverture à la française

- les paumelles : organes constituées de 2 pièces métalliques mobiles qui assurent la fixation du battant sur le dormant en permettant la rotation du battant ;
- les parcloses : pièces de petite section servant au maintien des vitrages ;
- le vitrage proprement dit, encore appelé « panneau vitré » ; Le châssis désigne le cadre qui supporte le vitrage.

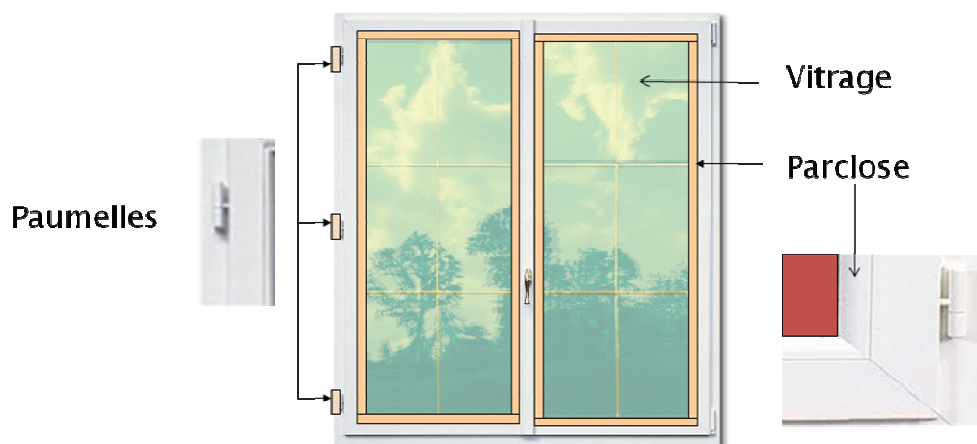


Figure 2 : Paumelles, parcloses et panneaux vitrés d'une fenêtre

- sans oublier le système de fermeture qui peut être à loquet, l'espagnolette à poignée ou encore à crémone centrale avec ou sans renvoi d'angle.



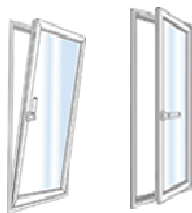
## 2.2 LES PRINCIPAUX MODES D'OUVERTURE

Il existe une douzaine de types d'ouverture. On retiendra pour l'essentiel :

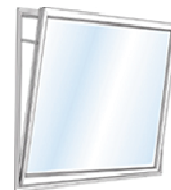
- L'ouverture à la française : l'ouverture se fait vers l'intérieur. Le nombre de battant peut varier de 1 à 2 ;
- L'ouverture à soufflet : l'ouverture se fait vers l'intérieur sur un axe horizontal, ce qui permet d'entrebâiller la fenêtre sur sa partie haute ;
- L'ouverture en oscillo-battant : la fenêtre s'ouvre de 2 façons :
  - « normalement » comme une fenêtre à battant,
  - en soufflet sur un axe horizontal (fenêtre entrebâillée sur sa partie haute), ou bien sur un axe vertical ;
- L'ouverture coulissante : la fenêtre s'ouvre par glissement d'un vantail sur un autre ;
- L'ouverture basculante : la fenêtre s'ouvre en haut vers l'intérieur, en bas vers l'extérieur. En France, ce type d'ouverture est surtout utilisé pour les fenêtres de toit.



Ouverture à la française  
à 1 ou 2 vantaux



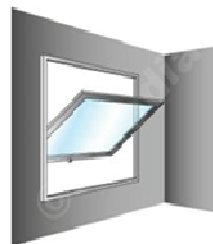
Ouverture oscillo-battante  
à 1 ou 2 vantaux



Ouverture à soufflet



Ouverture coulissante



Ouverture basculante

Figure 3 : Les principaux types d'ouverture des fenêtres en France

## 2.3 LES PRINCIPAUX TYPES DE POSE

Il existe trois grands types de pose :

### - La pose en feuillure :

La fenêtre, plus grande que le tableau, vient se placer à l'intérieur de la feuillure de l'ancien bâti. Elle est scellée dans le mur par l'intermédiaire de pattes de scellement généralement disposées au niveau des organes de rotation et un ancrage sur la traverse haute et basse.

La pose en feuillure est utilisée pour les constructions neuves ou en rénovation pour le remplacement total d'une ancienne fenêtre par une nouvelle.

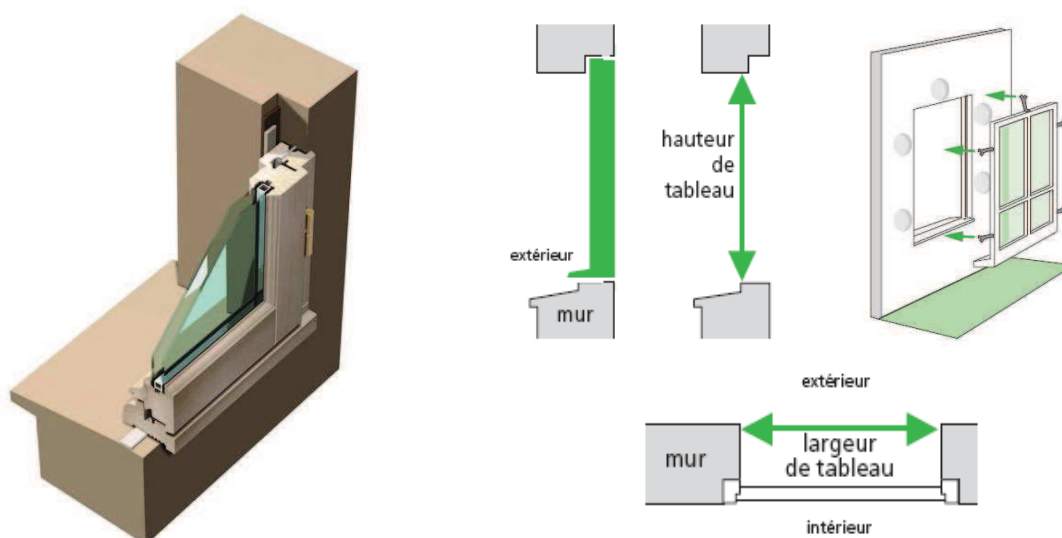


Figure 4 : Schéma de la pose en feuillure

### - La pose en tunnel (ou encore appelée pose en tableau) :

La fenêtre est fixée dans l'épaisseur du mur par chevillage à travers l' huisserie ; Les chevillages sont disposés au niveau des organes de rotation et en traverses hautes et basses. La dimension totale de la menuiserie est donc légèrement inférieure à la dimension de l'ouverture.

La pose en tunnel est utilisée pour les constructions neuves ou pour les rénovations, avec ou sans isolation.

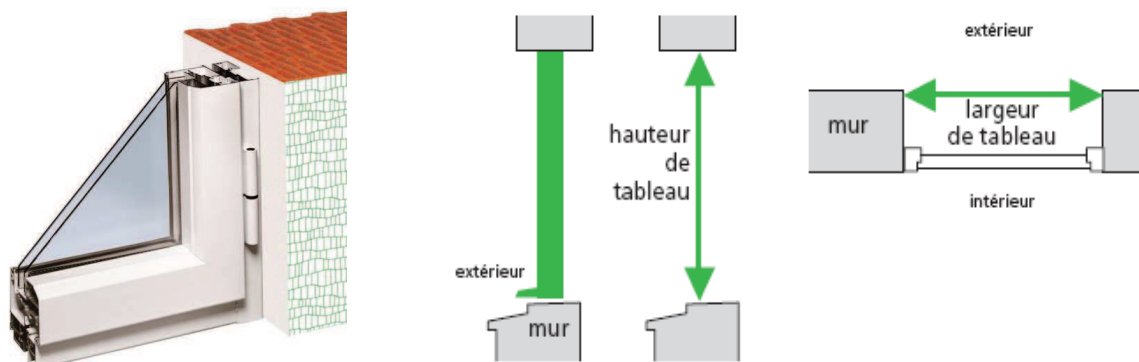


Figure 5 : Schéma de la pose en tunnel

- **La pose en applique :**

Comme son nom l'indique, la fenêtre vient s'appliquer sur le mur et est fixée à celui-ci par l'intermédiaire de pattes de fixation. Ces dernières sont disposées en priorité au voisinage des organes de rotation et des points de condamnation sur le dormant avec un écartement maximum entre les fixations de 80 cm et une à 10 cm de chaque angle. La menuiserie est plus grande que le tableau.

La pose en applique est utilisée pour les constructions neuves avec isolation intérieure ou en rénovation avec pose d'une isolation.

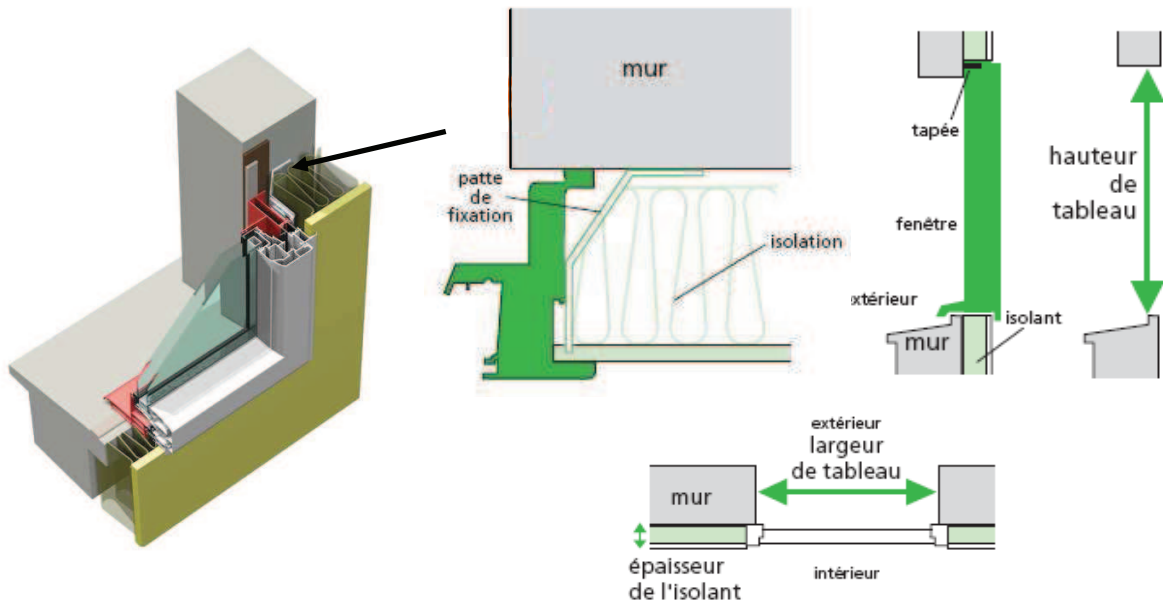


Figure 6 : Schéma d'une pose en applique



## 2.4 LES PRINCIPAUX TYPES DE VITRAGE

On peut distinguer trois grands types de vitrage :

- Vitrages simples monolithiques : constitués d'une seule feuille de verre ;
- Vitrages simples feuilletés : composés de 2 ou plusieurs feuilles de verre assemblées entre elles par un ou plusieurs films intercalaires en butyral de polyvinyle (PVB). Ces films de PVB permettent de retenir les fragments formés lors de la rupture du verre.

Ils sont caractérisés par leur importante capacité d'allongement pouvant atteindre 240% (1 mètre de PVB peut s'allonger jusqu'à 2,40 m). Ces vitrages sont notés XX.Y. Le nombre de X donne le nombre de panneaux de verre utilisé dans l'assemblage. La valeur X indique (en mm) l'épaisseur. Le dernier chiffre Y, séparé des précédents par un point indique le nombre de couches de films PVB. Par exemple un vitrage feuilleté 44.2 sera constitué de deux panneaux de verre de 4 mm séparés par deux couches de film PVB.



Figure 7 : Schéma d'un vitrage simple feuilleté de type 44.2 (à gauche) et 666.4 (à droite)

- Vitrages isolants doubles : composés de deux vitrages simples monolithiques ou feuilletés séparés par une lame d'air ou autre gaz (argon).

Ces vitrages sont notés X/Y/Z. Les lettres X et Z indiquent l'épaisseur de chacun des composants verriers situés de part et d'autre de la lame d'isolant d'épaisseur Y (en mm). Par exemple un vitrage 4/16/4 est un vitrage constitué de deux vitrages simples monolithiques de 4mm séparés par une lame d'isolant de 16 mm. Un vitrage 44.2/12/4 est un vitrage composé d'un vitrage simple feuilleté de type 44.2, d'une lame d'air de 12 mm et d'un vitrage simple monolithique de 4 mm d'épaisseur.

Il existe sur le même principe des vitrages triples isolants.



Figure 8 : Schéma d'un vitrage isolant double de type 4/16/4 (à gauche) et 44.2/12/4 (à droite)

## 2.5 LES PRINCIPAUX TYPES DE VERRE

Le type de verre le plus couramment rencontré est le verre recuit. Lorsqu'il se fragmente, ce type de verre forme de grands fragments, très coupants, pouvant jouer le rôle de véritables poignards et causer de nombreuses blessures.

Il existe également deux grands autres types de verres :

- le verre trempé thermiquement : ce verre a subi un processus de trempe thermique modifiant ses propriétés de résistance mécanique. Le volume de verre est chauffé jusqu'à 700°C (température où les molécules peuvent se déplacer), puis refroidi très rapidement et uniformément à 300°C par des jets d'air froid. Les couches externes sont refroidies en premier. Quand les régions internes se contractent à leur tour, elles «tirent» sur la surface et **créent une tension résiduelle de compression**.

Par ce processus, la résistance à la flexion du verre se trouve considérablement accrue : elle est 3 à 5 fois plus résistante qu'un verre recuit. Par ailleurs, lors de sa rupture, le verre présente la particularité de se fragmenter en une multitude de petits éclats.

- le verre semi-trempé ou durci : ce verre a également subi un traitement thermique visant à renforcer sa résistance mécanique. Son mode d'obtention est similaire à celui d'un verre trempé. Cependant la phase de refroidissement est plus lente.

Par ce processus, la résistance du verre à la flexion se trouve accrue. Elle est comprise entre celle du verre recuit et du verre trempé. Cependant le mode de rupture de ce type de verre se rapproche davantage d'un verre recuit. Il se fragmente en effet en morceaux de grandes dimensions et très coupants.

## **2.6 LES FILMS DE PROTECTION ANTI-FRAGMENT**

### **2.6.1 GENERALITES**

Les films de sécurité plastiques plus communément appelés films de protection anti-fragments sont utilisés pour améliorer les performances post-rupture des vitrages. Ils sont appliqués sur les faces intérieures des fenêtres. Il existe sur le marché un grand nombre de produits. Ils peuvent être teintés ou non. Les films non teintés ont de faibles effets sur les caractéristiques optiques du vitrage (Ils maintiennent la totalité de la luminosité du vitrage). Ceux teintés peuvent améliorer les caractéristiques du vitrage actuel en terme de déperdition thermique notamment. La plupart est conçue pour bloquer les rayons UV.

Ils peuvent être monocouches ou multicouches dont l'épaisseur totale varie en général de 50 microns et 400 microns.

L'application d'un film de sécurité permet d'améliorer les performances post-rupture des vitrages :

- augmentation de la résistance du vitrage ; Lors de la rupture de la vitre soumise à une onde de souffle, les fragments de verre restent collés au film et ce dernier absorbe une grande partie de l'énergie par déformation élastique et plastique ;
- forte réduction de la formation de fragments ;
- diminution de la vitesse des fragments projetés ;
- réduction de la distance que parcourent les fragments ;

L'efficacité des films plastiques dépend notamment :

- des caractéristiques matériaux du film : résistance à la rupture, capacité d'élongation, résistance à l'élongation ;
- de l'épaisseur du film ; plus le film est épais est plus la protection qu'il offre augmente.
- du mode de pose du film ;

### **2.6.2 MODE DE POSE DES FILMS DE PROTECTION ANTI-FRAGMENTS**

Les films plastiques anti-fragment peuvent être classés en trois grandes catégories selon leur mode d'installation :

- Pose par simple adhérence au vitrage ;
- Installation par adhérence et fixation chimique au châssis ;
- Installation par adhérence et fixation mécanique au châssis ;

#### **2.6.2.1 POSE PAR SIMPLE ADHERENCE**

Ce mode d'installation du film de sécurité est la pose standard.

Le film est simplement posé sur le vitrage sans être fixé d'une quelconque manière au châssis. L'application de ce type de film doit au minimum couvrir la partie visible du vitrage de la fenêtre.



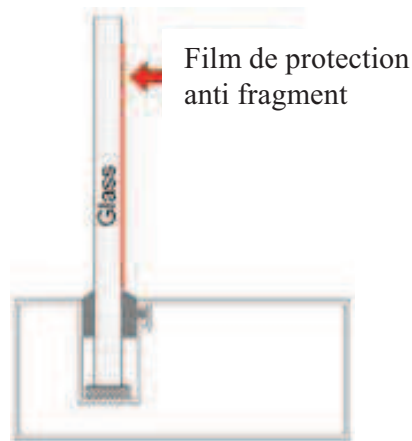


Figure 9 : Fixation du film par simple adhérence

#### 2.6.2.2 SYSTEME DE FIXATION CHIMIQUE

Ce système de fixation aussi appelé fixation par enduit humide. Ce mode d'installation permet de fixer définitivement le film de protection au cadre de la vitre à l'aide d'un enduit structural ou d'un adhésif en silicone. Le film de protection est tout d'abord appliqué au verre, et il est ensuite fixé au cadre du verre à l'aide d'un enduit structural. L'enduit est appliqué aux quatre coins du film, comblant les orifices par où passe la lumière et faisant déborder le film du cadre afin de créer un lien chimique entre le film et le cadre.

Cette méthode est utilisée dans le but de renforcer la capacité de rétention d'éclats de verre du film. Il offre une protection plus grande que le système précédent. Cependant son coût est plus élevé, de l'ordre de 150 euros / m<sup>2</sup> hors pose.

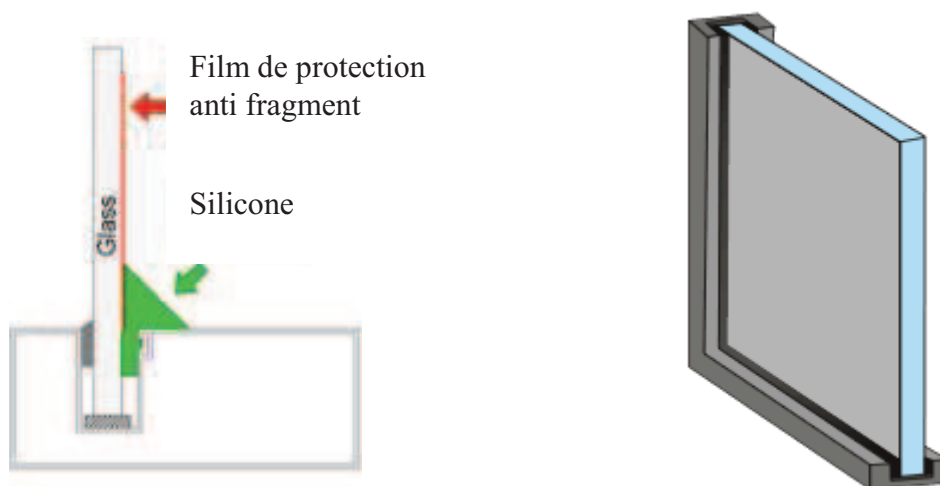


Figure 10 : Fixation chimique du film

### 2.6.2.3 SYSTEME DE FIXATION MECANIQUE

Ce type d'installation permet de fixer de manière mécanique le film au cadre de la vitre à l'aide d'un système de lattes métalliques. Le film de protection est appliqué au verre et dépasse le cadre de la vitre d'environ 2,5 cm. Une série de lattes métalliques est placée sur le film apposé et vissée au cadre de la vitre existant, ce qui permet de fixer définitivement le film au cadre. En fonction du type de rétention d'éclats de verre recherché, ce système mécanique peut être fixé sur un côté (bord supérieur), deux côtés ou sur les quatre côtés.

Ce système permet de diminuer la probabilité du vitrage à quitter le châssis. Il est plus efficace que les deux autres mais également beaucoup plus onéreux. Par ailleurs, il peut se révéler moins esthétique.

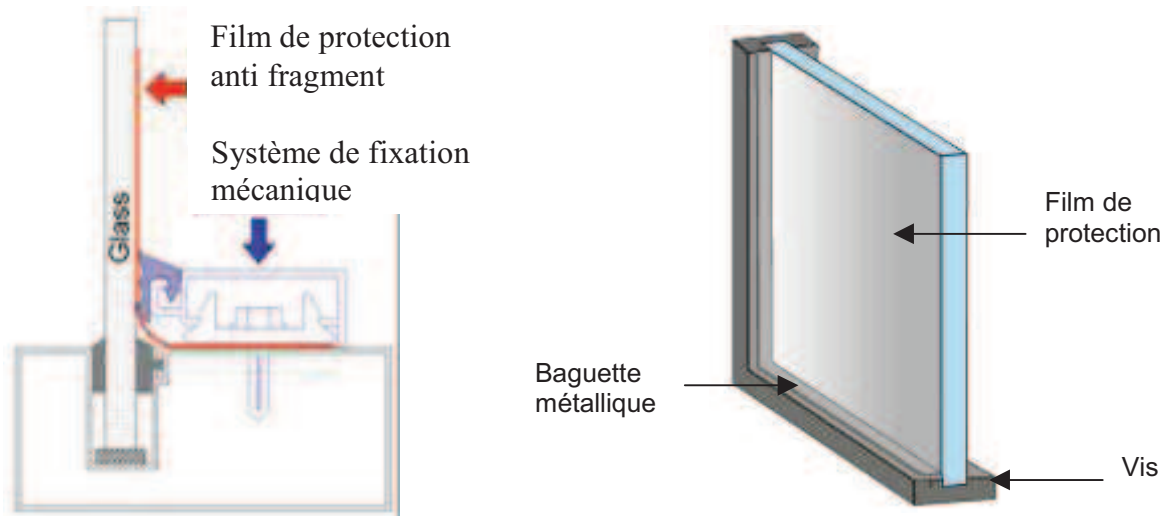


Figure 11 : Fixation mécanique du film

Toutes ces méthodes d'installation peuvent être utilisées soit sur des châssis en acier ou en aluminium. Sur les châssis en PVC seules sont possibles la pose par simple adhérence et la fixation chimique.