

RAPPORT D'ÉTUDE
INERIS-DRA-08-99461-15249A

14/10/2009

Cahier applicatif du complément technique de la
vulnérabilité du bâti aux effets de surpression.

ANNEXES

INERIS

TABLE DES MATIERES

Repère	Désignation précise	Nbre° pages
A1	Phénomènes dangereux – Surpression : Acculturation	14
A2	Phénomènes dangereux – Surpression : Tableaux des paramètres et typologie du signal	9
A3	Phénomènes dangereux : Méthode de caractérisation des zones d'enjeux	15
B1	Analyse des bases de données	17
B2	Les périodes de construction Les Conseils d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement (CAUE)	12
B3	Bâti ancien à partir de la collection EDF « Connaissance de l'habitat existant » (à paraître en version complète)	16
B4	Bâti récent à partir de l'étude AQC – Caron Marketing de 2008 (à paraître en version complète)	17
B5	Fiches de relevé terrain et notice explicative	35
C1	Dispositions relatives aux éléments non-structuraux	14
C2	Guide pratique : Fenêtres dans la zone des effets de surpression d'intensité 20-50 mbar, diagnostic et mesures de renforcement	55

ANNEXE A1

26/11/2008

Phénomènes dangereux – Surpression :
Acculturation

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	3
TABLE DES FIGURES	5
PREAMBULE.....	7
1. REGIMES D'EXPLOSION	9
1.1 Déflagration.....	9
1.2 Onde de choc	9
2. PHENOMENES DANGEREUX D'EXPLOSION	11
3. COEFFICIENTS DE REFLEXION	13

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Signal de déflagration.....	9
Figure 2 : Signal d'onde de choc	10
Figure 3 : Applications de la pression incidente sur une structure	13
Figure 4 : Coefficients de réflexion.....	13

PREAMBULE

Ce document a pour objectif d'apporter une acculturation relative à la caractérisation de l'agression. Il décrit les principaux paramètres de l'agression devant être pris en compte afin d'évaluer la capacité de protection des personnes par une structure vis-à-vis d'une explosion.

Afin d'obtenir une caractérisation pertinente du signal d'explosion, trois paramètres doivent être déterminés : un niveau de surpression maximal, un temps d'application (ou durée d'apparition du signal) ainsi qu'une dynamique de montée et de descente en pression. Les régimes d'explosion (déflagration et onde de choc) sont présentés dans la première partie de ce document.

La seconde partie présente l'ensemble des phénomènes dangereux d'explosion, les principaux paramètres à prendre en compte pour les caractériser et leur régime d'explosion. Les phénomènes sont regroupés selon six catégories :

- UVCE (acronyme d'Unconfined Vapour Cloud Explosion) en champ libre ;
- UVCE en milieu encombré ;
- BLEVE (acronyme de Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) ;
- Explosion de réservoir d'hydrocarbures ;
- Explosion d'engrais ;
- Explosion d'explosifs.

Pour finir, la troisième partie s'intéresse à la direction des phénomènes vis-à-vis de l'orientation des parois d'une structure. Cette direction permet de définir des coefficients de réflexion à appliquer à la pression incidente en fonction du régime d'explosion.

1. REGIMES D'EXPLOSION

Deux régimes d'explosion sont distingués dans ce document : le régime de déflagration et le régime d'onde de choc. Cette distinction permet, par la suite, de mieux appréhender la réponse d'une structure à la sollicitation mécanique du signal d'explosion.

1.1 DEFLAGRATION

Il s'agit d'un régime d'explosion au cours duquel le seuil de surpression maximal est atteint de façon « progressive » dans le temps. Ce signal est souvent caractérisé par un triangle isocèle sur un graphe représentant le niveau de surpression au cours du temps. La base de ce triangle correspond à la durée du signal ou temps d'application, le sommet au niveau de surpression maximal atteint à mi-durée d'apparition du signal d'explosion. Enfin, la forme isocèle permet de représenter l'évolution dynamique du niveau de surpression atteint qui suppose une durée de montée en pression similaire à la durée de diminution de pression.

Ce signal d'explosion est souvent représenté de la façon suivante :

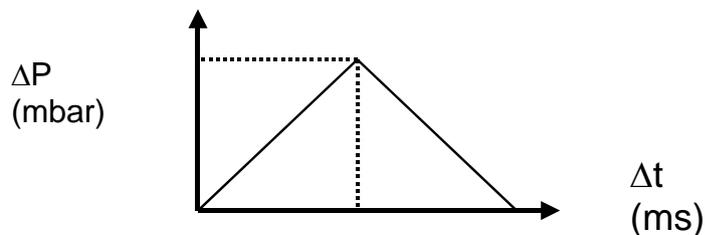


Figure 1 : Signal de déflagration

Les méthodes utilisées dans les études de dangers pour modéliser ce régime d'explosion donnent systématiquement cette forme de signal.

1.2 ONDE DE CHOC

Par opposition au régime de déflagration, l'onde de choc désigne une explosion dont le niveau de surpression maximal est atteint de façon instantanée. Il s'en suit une diminution en pression moins rapide que pour le cas d'une déflagration. Ce signal est souvent caractérisé par un triangle rectangle sur un graphe représentant le niveau de surpression au cours du temps. La base de ce triangle correspond à la durée du signal ou temps d'application, le sommet au niveau de surpression maximal atteint dès l'apparition du signal d'explosion. Enfin, la forme rectangle permet de représenter l'évolution dynamique du niveau de surpression atteint.

Ce signal d'explosion est souvent représenté de la façon suivante :

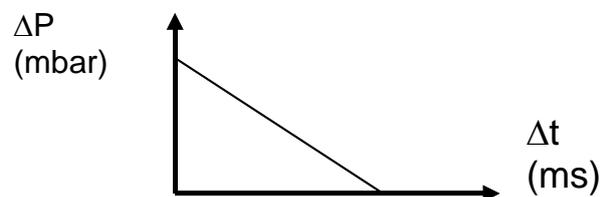


Figure 2 : Signal d'onde de choc

Les méthodes utilisées dans les études de dangers pour modéliser ce régime d'explosion donnent systématiquement cette forme de signal.

2. PHENOMENES DANGEREUX D'EXPLOSION

L'ensemble des phénomènes dangereux d'explosion est regroupé selon six catégories.

- **UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion) en champ libre**

Ce phénomène apparaît lors de l'ignition d'un nuage de gaz inflammable dispersé à l'air libre. La combustion du nuage inflammable génère une montée en pression progressive caractérisée par un signal de déflagration dont l'intensité en surpression et le temps d'application varient en fonction des caractéristiques du gaz impliqué et de la masse mise en jeu.

- **UVCE en milieu encombré**

Ce phénomène apparaît lors de l'ignition d'un nuage de gaz inflammable dispersé dans un milieu encombré. Il s'agit du même phénomène physique que précédemment, cependant, le milieu encombré va intensifier le phénomène de combustion et ainsi modifier significativement l'intensité de la surpression et le temps d'application. Suivant les caractéristiques du produit, le régime d'explosion est soit caractérisé par un signal de déflagration, soit par une onde de choc.

- **BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)**

La vaporisation à caractère explosif d'un liquide surchauffé est un phénomène qui peut être observé sur un stockage de gaz liquéfié sous pression. Ce phénomène, lorsqu'il apparaît, génère différents effets physiques dont un ou plusieurs signaux de surpression. En l'état actuel des connaissances, le signal de surpression généré par la combustion de la boule de feu (pour un liquide inflammable) n'est pas pris en compte dans la modélisation des effets de surpression. Seule la détente de la phase gazeuse, du gaz liquéfié dans le réservoir sous pression, est considérée. Cette détente est à l'origine d'une brutale libération d'énergie qui génère une onde de choc dépendante du volume du réservoir et de la pression de rupture.

- **Explosion de réservoir d'hydrocarbures**

L'inflammation du ciel gazeux du réservoir génère une montée en pression du réservoir. Celui-ci, lorsqu'il rompt, libère brutalement une quantité d'énergie à l'origine d'une onde de choc dont les caractéristiques dépendent du volume du réservoir impliqué ainsi que de sa pression d'éclatement.

- **Explosion d'engrais à base de nitrate d'ammonium (nomenclature 1331)**

L'ignition d'une masse d'engrais, à base de nitrate d'ammonium, génère une réaction chimique à l'origine d'une brutale libération d'énergie qui provoque une onde de choc dont les caractéristiques dépendent principalement de la masse d'engrais impliquée.

- **Explosion d'explosifs**

L'ignition d'une masse d'explosifs génère une brutale libération d'énergie qui provoque une onde de choc dont les caractéristiques dépendent principalement de la masse d'explosifs impliquée.

3. COEFFICIENTS DE REFLEXION

Les niveaux de pression, indiqués dans les études de dangers, correspondent à une pression incidente, à savoir, un niveau de pression atteint en champ libre sans la présence d'aucune structure à proximité. Le signal de pression est significativement modifié dès son arrivée sur un obstacle et doit donc être corrigé. Les modifications des pressions incidentes sur un bâtiment peuvent être des majorations ou des atténuations qui dépendent essentiellement de l'orientation de la paroi considérée par rapport à la direction et au sens du front de pression ainsi que du régime d'explosion, à savoir soit une déflagration soit une onde de choc.

Les applications du signal d'explosion sur les parois d'une structure sont les suivantes :

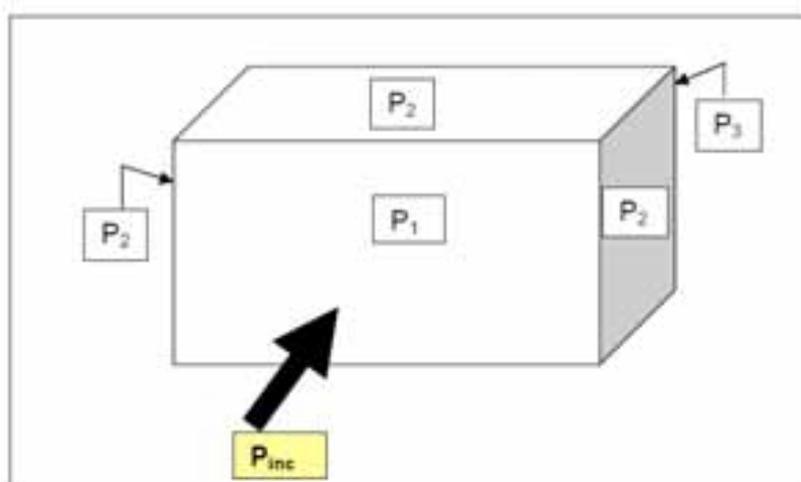


Figure 3 : Applications de la pression incidente sur une structure

- P_1 : Pression sur la paroi exposée parallèle au front ;
- P_2 : Pression sur la toiture ainsi que sur les parois perpendiculaires au front de pression ;
- P_3 : Pression sur la paroi postérieure ;
- P_{inc} : Pression incidente.

Les valeurs des coefficients d'amplification ou d'atténuation à appliquer à la pression incidente, suivant les différentes conditions d'application (différentes faces de la structure), sont les suivantes :

	Déflagration	Onde de choc
P_1/P_{inc}	1.6	2.7
P_2/P_{inc}	1	1.2
P_3/P_{inc}	0.75	0.9

Figure 4 : Coefficients de réflexion

L'application de ces coefficients à la pression incidente permet ainsi de déterminer un niveau de pression équivalent à appliquer sur les différentes faces de la structure.

ANNEXE A2

10/2009

Phénomènes dangereux – Surpression :
Tableaux des paramètres et typologie du signal

TABLE DES MATIERES

PREAMBULE.....	3
1. UVCE TYPE 1.....	5
2. UVCE TYPE 2.....	6
3. BLEVE	7
4. EXPLOSION DE RESERVOIR D'HYDROCARBURES.....	8
5. EXPLOSION D'ENGRAIS	8
6. EXPLOSION D'EXPLOSIFS.....	9

PREAMBULE

Cette annexe permet de déterminer le type de signal (forme et temps d'application) à partir des données collectées dans l'étude de dangers.

Si l'ensemble des données présentées prennent en compte la majorité des cas rencontrés dans les études de dangers, il n'est pas exclu que certains cas très spécifiques ne soient pas compris dans les tableaux présentés. Dans ce cas cela doit faire l'objet d'une étude particulière par un bureau d'étude spécialisé dans le risque technologique.

Utilisation des tableaux

Le type de signal est obtenu à l'aide des six tableaux de ce document en fonction du type de phénomène et d'informations qu'il est nécessaire de retrouver dans l'étude de dangers :

• Le tableau UVCE type 1 :

Ce tableau doit être utilisé lorsque les calculs d'effets de surpression ont été réalisés à l'aide d'un indice de violence :

- inférieur ou égal à 5 pour les gaz et liquides inflammables,
- compris entre 6 et 8 pour l'hydrogène.

L'utilisation de ce tableau nécessite de connaître les deux informations suivantes :

- type de produit utilisé,
- masse ou volume inflammable retenu. (La distinction qui doit être faite entre ces deux notions est détaillée en bas de tableau).

• Le tableau UVCE type 2 :

Ce tableau doit être utilisé lorsque les calculs d'effets de surpression ont été réalisés à l'aide d'un indice de violence

- supérieur ou égal à 6 pour les gaz et liquides inflammables,
- compris entre 9 et 10 pour l'hydrogène.

L'utilisation de ce tableau nécessite de connaître les deux informations suivantes :

- type de produits utilisé,
- masse ou volume inflammable retenu. (La distinction qui doit être faite entre ces deux notions est détaillée en bas de tableau).

- **Le tableau BLEVE :**

L'utilisation de ce tableau nécessite de connaître les deux informations suivantes :

- type d'installations,
- volume de stockage.

- **Le tableau d'explosion de réservoir d'hydrocarbures :**

L'utilisation de ce tableau nécessite de connaître l'information suivante :

- volume de stockage.

Il est possible d'utiliser ce tableau pour les explosions de nuages inflammables (VCE) situées dans un milieu confiné si les conditions suivantes sont respectées :

- la méthode Multi-Energy n'a pas été utilisée pour les calculs de niveau de surpression,
- la structure assurant le confinement du nuage n'est ni mobile ni un équipement sous pression,

Dans le cas où la méthode Multi-Energy a été utilisée, l'utilisation des tableaux intitulés UVCE type 1 ou UVCE type 2 est recommandée.

- **Le tableau d'explosion d'engrais :**

L'utilisation de ce tableau nécessite de connaître l'information suivante :

- masse d'engrais qui explose.

- **Le tableau d'explosion d'explosifs :**

L'utilisation de ce tableau nécessite de connaître l'information suivante :

- masse d'explosif, en équivalent TNT, qui explose.

Ce tableau peut s'appliquer à toute explosion dont les effets de surpression ont été modélisés à l'aide de la méthode d'équivalent TNT.

Temps d'application associés

Les intervalles de temps d'application, utilisés dans ces tableaux, sont les suivants :

- Pour les déflagrations, les intervalles de temps d'applications définis sont (en ms) [0;20[, [20;50[, [50;100[, [100;150[, [150;1000[, >1000 ;
- Pour les ondes de choc, les intervalles de temps d'applications définis sont (en ms) [0;20[, [20;100[, [100;150[, [150;500[, >500.

1. UVCE TYPE 1

Type d'explosions	Type de produits	Masse / (Volume inflammable ¹)	Typologie du signal	
			Forme du signal	Temps d'application (ms)
UVCE type 1	Gaz Inflammables ² Liquides inflammables ³	< 400 g (5 m3)	Déflagration	0 - 20
		400 g (5m3) – 5 kg (65 m3)		20 - 50
		5 kg (65 m3) – 50 kg (650 m3)		50 – 100
		50 kg (650 m3) – 150 kg (2 000 m3)		100 – 150
		150 kg (2 000 m3) – 50 t (650 000 m3)		150 – 1000
		> 50 t (650 000 m3)		> 1000
	Hydrogène	< 2 kg (80 m3)	Déflagration	0 - 20
		2 kg (80 m3) – 30 kg (1 500 m3)		20 - 50
		30 kg (1 500 m3) – 230 kg (10 000 m3)		50 – 100
		230 kg (10 000 m3) – 830 kg (38 000 m3)		100 – 150
		830 kg (38 000 m3) – 250 t (12 000 000 m3)		150 – 1000

¹ La masse inflammable correspond à la masse de gaz inflammable pur alors que le volume inflammable correspond au volume de mélange air-gaz inflammable

² Alcanes/Paraffines (méthane, éthane, propane, butane), Naphtènes/Cyclo-alcanes (cyclopropane, cyclobutane), Alcenes/Oléfines (méthane, éthène, propène, butène), Diène/Dioléfines (butadiène).

³ Alcanes/Paraffines (pentane, hexane, heptane...dodécane), Naphtènes/Cyclo-alcanes (cyclopentane, cyclohexane...), Alcenes/Oléfines (pentène, hexène, heptène...dodécène), Diène/Dioléfines (pentadiène), Aromatiques (benzène, toluène, xylènes), Alcools, éthers, Essences, kérosènes, jets.

2. UVCE TYPE 2

Type d'explosions	Type de produits	Volume / (Masse inflammable ⁴)	Typologie du signal	
			Forme du signal	Temps d'application (ms)
UVCE type 2	Gaz Inflammables ⁵ Liquides inflammables ⁶	< 5 kg (65 m3)	Déflagration	0 - 20
		5 kg (65 m3) – 100 kg (1300 m3)		20 - 50
		100 kg (1300 m3) – 700 kg (9 000 m3)		50 – 100
		700 kg (9 000 m3) – 2.5 t (32 000 m3)		100 – 150
		2.5 t (32 000 m3) – 750 t (10 000 000 m3)		150 – 1000
	Hydrogène	< 2 kg (80 m3)	Onde de choc	0 - 20
		2 kg (80 m3) – 230 kg (10 000 m3)		20 - 100
		230 kg (10 000 m3) – 830 kg (38 000 m3)		100 – 150
		830 kg (38 000 m3) – 32 t (1 500 000 m3)		150 – 500

⁴ La masse inflammable correspond à la masse de gaz inflammable pur alors que le volume inflammable correspond au volume de mélange air-gaz inflammable

⁵ Alcanes/Paraffines (méthane, éthane, propane, butane), Naphtènes/Cyclo-alcanes (cyclopropane, cyclobutane), Alcenes/Oléfines (méthane, éthène, propène, butène), Diène/Dioléfines (butadiène).

⁶ Alcanes/Paraffines (pentane, hexane, heptane...dodécane), Naphtènes/Cyclo-alcanes (cyclopentane, cyclohexane...), Alcenes/Oléfines (pentène, hexène, heptène...dodécène), Diène/Dioléfines (pentadiène), Aromatiques (benzène, toluène, xylènes), Alcools, éthers, Essences, kérosènes, jets.

3. BLEVE

Type d'explosions	Type d'installations	Volume de réservoir (m3)	Typologie du signal	
			Forme du signal	Temps d'application ⁷ (ms)
BLEVE	Fixe	< 10	Onde de choc	0 - 20
		10 – 1 500		20 - 100
		1 500 – 5 000		100 – 150
		> 5 000		150 – 500
	Mobile	-	Onde de choc	20 -100

⁷ Les temps d'application, indiqués dans le tableau, sont associés au signal de surpression généré par la détente de la phase gazeuse du réservoir

4. EXPLOSION DE RESERVOIR D'HYDROCARBURES

Type d'explosions	Volume de réservoir (m3)	Typologie du signal	
		Forme du signal	Temps d'application (ms)
Explosion de réservoir d'hydrocarbures	< 1 000	Onde de choc	0 - 20
	1 000 – 100 000		20 - 100
	> 100 000		100 – 150

5. EXPLOSION D'ENGRAIS

Type d'explosions	Masse d'engrais ⁸	Typologie du signal	
		Forme du signal	Temps d'application (ms)
Explosion d'engrais (Nomenclature 1331)	< 650 kg	Onde de choc	0 - 20
	650 kg – 85 t		20 - 100
	85 t – 285 t		100 – 150
	285 t – 10 000 t		150 – 500
	> 10 000 t		> 500

⁸ Le paramètre à relever est la masse d'engrais à ne pas confondre avec la masse de TNT équivalente.

6. EXPLOSION D'EXPLOSIFS

Type d'explosions	Equivalent TNT	Typologie du signal	
		Forme du signal	Temps d'application (ms)
Explosion d'explosifs	< 20 kg	Onde de choc	0 - 20
	20 kg – 2.5 t		20 - 100
	2.5 t – 8.5 t		100 – 150
	8.5 t – 300 t		150 – 500
	> 300 t		> 500

ANNEXE A3

10/2009

Phénomènes dangereux – Méthode de
caractérisation des zones d'enjeux

TABLE DES MATIÈRES

PREAMBULE.....	7
1. ZONES D'ENJEUX CARACTERISEES PAR LEURS PHENOMENES DANGEREUX DE REFERENCE	9
1.1 Détermination des phénomènes dangereux de référence	9
1.1.1 caractérisation des zones d'enjeux par leur phénomènes dangereux de référence (SIGALEA).....	13
1.2 Direction des phénomènes dangereux sur les zones retenues d'intensité 50- 140.	15
1.2.1 Méthode.....	15
1.2.2 Produit de sortie.....	15

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Exemple de carte des zones d'enjeux caractérisées par leurs phénomènes dangereux de référence.....	7
Figure 2 : Exemple de carte des phénomènes dangereux enveloppe des intensités 20, 50, 140 mbar	9
Figure 3 : Exemple de carte des phénomènes dangereux enveloppe et de leurs types de signaux.....	11
Figure 4 : Exemple de découpage par le contour 35 mbar sur les zones d'enjeux en 20-50 mbar	14

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableaux des types de phénomènes	10
Tableau 2 : Types de phénomènes et informations de l'étude de dangers.....	10
Tableau 3 : Tableau de correspondance de typologie du signal : BLEVE	11
Tableau 4 : Classification des phénomènes dangereux de référence, 50-140 mbar	12
Tableau 5 : Classification des phénomènes dangereux de référence, 20-50 mbar	12
Tableau 6 : Exemple de classification des phénomènes dangereux sélectionnés selon les phénomènes de référence, 50-140 mbar.....	13
Tableau 7 : Exemple de classification des phénomènes qui impactent le quartier St Mathieu, 50-140 mbar.....	14

PREAMBULE

Afin de pouvoir déterminer la capacité du bâti à protéger les personnes au regard des phénomènes de surpression, la détermination des phénomènes dangereux de référence devra permettre de caractériser des zones d'enjeux sur les zones d'intensité 20-50 et 50-140 mbar selon les paramètres suivants :

- Intensité ;
- Type de signal :
 - Forme du signal : déflagration ou onde de choc ;
 - Intervalle de temps d'application, ou durée du signal.
- Direction des phénomènes (définis par leurs coordonnées).

Le service instructeur obtient en produit de sortie de ce travail une carte comprenant plusieurs zones d'enjeux. Celles-ci sont toutes définies de la manière suivante sur les zones d'intensité 20-50 et 50-140 mbar :

**[Intensité - Forme de signal - Intervalle de temps d'application –
Coordonnées des phénomènes]**

- *Exemple de carte de zones d'enjeux* -

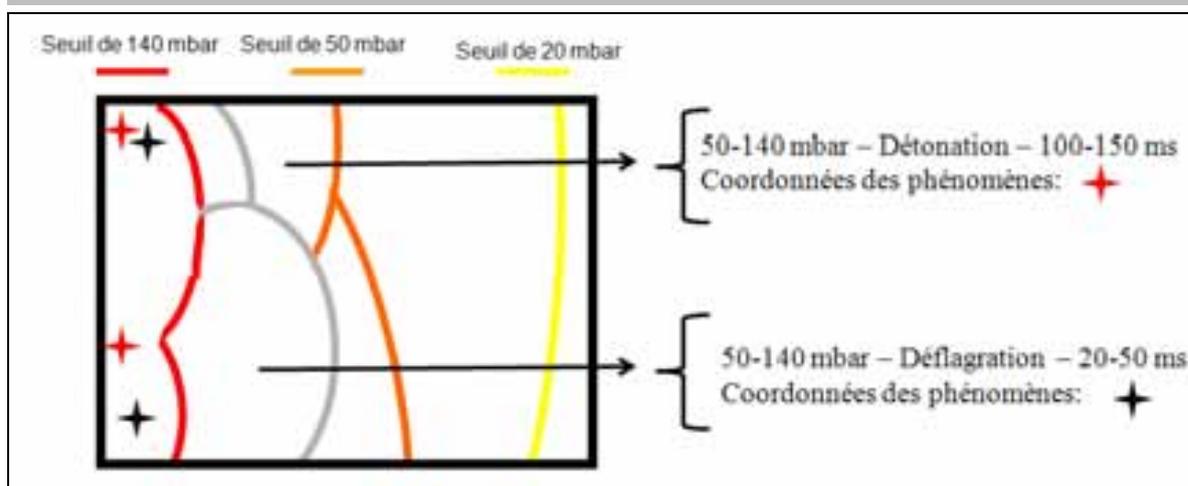


Figure 1 : Exemple de carte des zones d'enjeux caractérisées par leurs phénomènes dangereux de référence

La caractérisation consiste donc, pour les zones d'intensité 20-50 et 50-140 mbar, à attribuer en chaque point du territoire (ou zone d'enjeux) un phénomène dangereux de référence défini par son intensité et son type de signal (forme et intervalle de temps d'application).

Les étapes pour aboutir à cette caractérisation sont détaillées ci-après en rappelant si elles sont automatiques (SIGALEA) ou si elles nécessitent des données d'entrée spécifiques et une interface avec l'utilisateur (IIC).

1. ZONES D'ENJEUX CARACTERISEES PAR LEURS PHENOMENES DANGEREUX DE REFERENCE

1.1 DETERMINATION DES PHENOMENES DANGEREUX DE REFERENCE

- **Etape 1 : Sélection des phénomènes dangereux pertinents (SIGALEA)**

Les phénomènes dangereux sélectionnés et retenus pour la suite sont ceux qui forment l'enveloppe des intensités.

Sont identifiés à partir de l'ensemble des phénomènes et de la carte des intensités de surpression, les numéros et les intitulés des phénomènes dangereux enveloppe des intensités :

- Sur le seuil 140 mbar ;
- Sur le seuil 50 mbar ;
- Sur le seuil 20 mbar.

- *Exemple de carte de PhD enveloppe des intensités -*

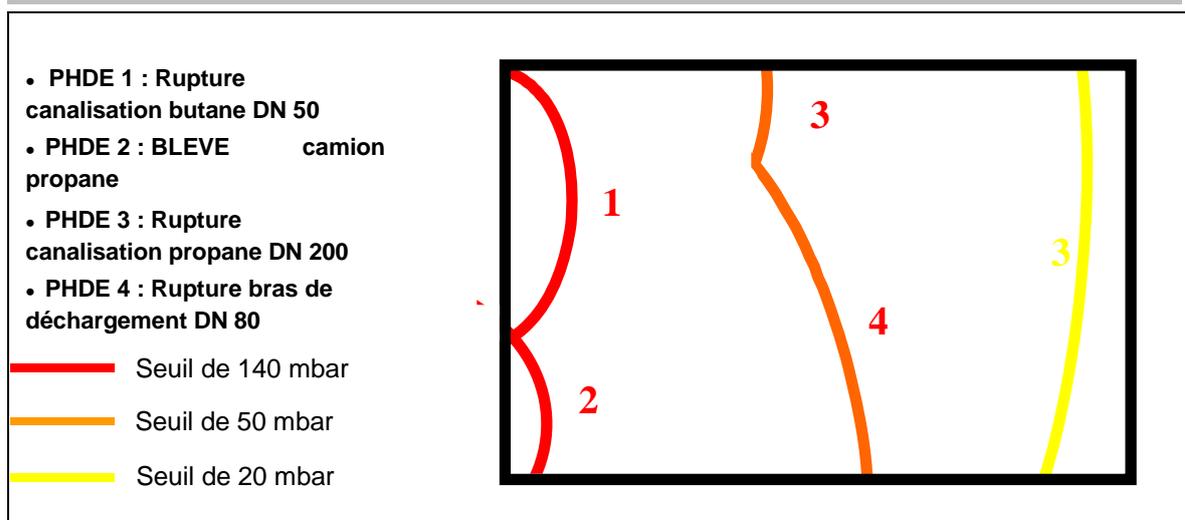


Figure 2 : Exemple de carte des phénomènes dangereux enveloppe des intensités 20, 50, 140 mbar

- **Etape 2 : Identification du type de signal (forme et durée) des phénomènes sélectionnés (IIC)**

La forme et la durée du signal sont obtenues à l'aide d'un des six tableaux fournis en annexe A2 [Annexe A2 - Phénomènes dangereux – Surpression : Tableaux des paramètres et typologie de signal] en fonction du type de phénomènes. Le tableau suivant fournit des indications pour identifier le type de phénomènes à partir des mots clefs et du type d'activités habituellement rencontrés.

Mots clés Type d'activités	Type de phénomènes	Tableau de l'Annexe A2
UVCE / Rupture canalisation, rupture de bras de déchargement	Explosion d'un nuage de gaz inflammable à l'air libre ou en milieu encombré	UVCE ¹ en champ libre
		UVCE ² en milieu encombré
BLEVE / Eclatement camion ou wagon	Vaporisation à caractère explosif d'un liquide surchauffé	BLEVE
Explosion de réservoir d'hydrocarbures / Eclatement de réservoir d'hydrocarbures	Explosion du ciel gazeux inflammable du réservoir	Explosion de réservoir d'hydrocarbures
Explosion d'engrais	Détonation d'engrais à base de nitrate d'ammonium	Explosion d'engrais
Explosion d'explosif	Détonation de produit pyrotechnique	Explosion d'explosifs

Tableau 1 : Tableaux des types de phénomènes

Pour utiliser les tableaux de l'Annexe A2 et obtenir la forme et la durée du signal, le service instructeur recueille dans l'étude de dangers les éléments suivants en fonction du type de phénomènes (est également précisé la forme du signal à titre indicatif):

Type de phénomènes (Tableaux de l'Annexe A2)	Informations collectées dans l'étude de dangers	Forme du signal
UVCE en champ libre	<ul style="list-style-type: none"> Type de produit utilisé Masse ou volume inflammable retenu 	Déflagration
UVCE en milieu encombré	<ul style="list-style-type: none"> Type de produit utilisé Masse ou volume inflammable retenu 	Déflagration Onde de choc (Hydrogène)
BLEVE	<ul style="list-style-type: none"> Type d'installations Volume de stockage 	Onde de choc
Explosion de réservoir d'hydrocarbures	<ul style="list-style-type: none"> Volume de stockage 	Onde de choc
Explosion d'engrais	<ul style="list-style-type: none"> Masse d'engrais qui explose 	Onde de choc
Explosion d'explosifs	<ul style="list-style-type: none"> Masse d'explosif, en équivalent TNT, qui explose 	Onde de choc

Tableau 2 : Types de phénomènes et informations de l'étude de dangers

La lecture de l'étude de dangers permet de distinguer deux catégories d'UVCE :

¹ Les UVCEs en champs libre (niveau d'encombrement faible).

² Les UVCEs en milieu encombré (niveau d'encombrement élevé).

Les intervalles de temps d'applications (en ms) utilisés dans ces tableaux sont :

- **Pour les déflagrations :** [0;20[, [20;50[, [50;100[, [100;150[, [150;1000[, >1000 ms ;
- **Pour les ondes de choc :** [0;20[, [20;100[, [100;150[, [150;500[, >500 ms

Le tableau suivant est un exemple issu de l'Annexe A2 illustrant le type de phénomène « BLEVE ».

Type de phénomènes	Type d'installations	Volume de stockage (m3)	Typologie du signal	
			Forme du signal	Temps d'application ³ (ms)
BLEVE	Fixe	< 10	Onde de choc	0 - 20
		10 – 1 500		20 - 100
		1 500 – 5 000		100 – 150
		>5 000		150 – 500
	Mobile	-	Onde de choc	20 -100

Tableau 3 : Tableau de correspondance de typologie du signal : BLEVE

- Exemple de carte des PHDE enveloppe et de leurs types de signaux -

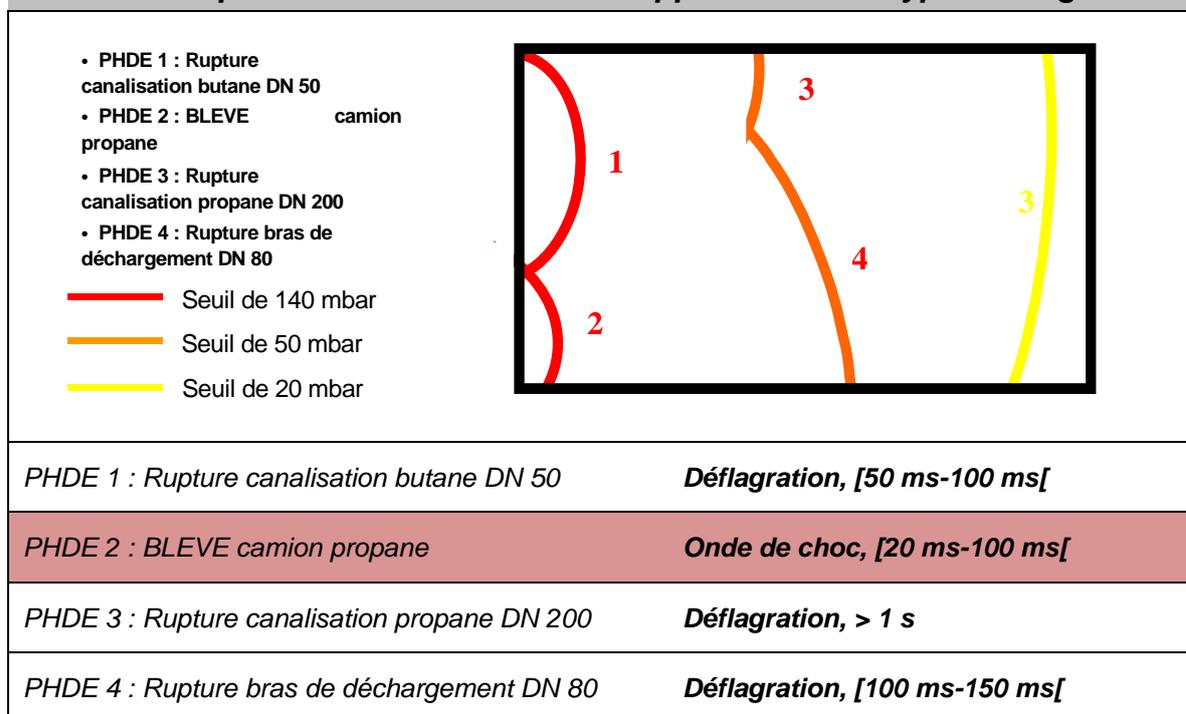


Figure 3 : Exemple de carte des phénomènes dangereux enveloppe et de leurs types de signaux

³ Les temps d'application, indiqués dans le tableau, sont associés au signal de surpression généré par la détente de la phase gazeuse du réservoir

- **Etape 3 : Rangement selon les phénomènes dangereux de référence (SIGALEA)**

Les phénomènes sélectionnés sur la base des enveloppes des intensités et caractérisés en termes de forme et de durée de signal sont dorénavant rangés en utilisant les deux tableaux suivants :

- Le premier est relatif aux phénomènes enveloppe des intensités 140 et 50 mbar ;
- Le second est relatif aux phénomènes enveloppe des intensités 50 et 20 mbar.

Rang ⁴	Phénomène dangereux de référence, 50-140 mbar
1	Onde de choc >500ms
2	Onde de choc [150;500[ms
3	Onde de choc [100;150[ms
4	Onde de choc [20;100[ms
5	Déflagration >1s
6	Onde de choc [0;20[ms
7	Déflagration [150;1s[ms
8	Déflagration [50;150[ms
9	Déflagration [20;50[ms
10	Déflagration [0;20[ms

Tableau 4 : Classification des phénomènes dangereux de référence, 50-140 mbar

Rang ⁵	Phénomène dangereux de référence, 20-50 mbar
1	Onde de choc ou déflagration > 150 ms
2	Onde de choc ou déflagration [100;150[ms
3	Onde de choc ou déflagration [20;100[ms
4	Onde de choc ou déflagration [0;20[ms

Tableau 5 : Classification des phénomènes dangereux de référence, 20-50 mbar

⁴ Les phénomènes sont hiérarchisés selon la gravité de leurs effets sur les structures.

⁵ Cette classification est différente de la classification utilisée pour la zone 50-140 mbar. En effet, le classement des phénomènes est réalisé pour l'analyse des toitures de structures métalliques pour lesquelles la distinction onde de choc - déflagration a moins d'importance que le temps d'application.

1.1.1 CARACTERISATION DES ZONES D'ENJEUX PAR LEUR PHENOMENES DANGEREUX DE REFERENCE (SIGALEA)

Suite aux étapes précédentes nous obtenons une sélection de phénomènes rangés (par rang selon les phénomènes dangereux dits de référence) en fonction du type de signal et du temps d'application pour les zones 50-140 et 20-50 mbar. La sélection préalable des phénomènes est réalisée sur la base des phénomènes enveloppe des intensités.

- Exemple : PhD sélectionnés et rangés par rang de phénomène de référence -

Rang	Phénomène dangereux de référence, 50-140 mbar	Phénomènes sélectionnés
1	Onde de choc >500ms	PhD15, PhD33
2	Onde de choc [150;500[ms	
3	Onde de choc [100;150[ms	PhD23
4	Onde de choc [20;100[ms	PhD2, PhD14, PhD12, PhD17
5	Déflagration >1s	PhD3
6	Onde de choc [0;20[ms	
7	Déflagration [150;1s[ms	
8	Déflagration [50;150[ms	PhD1, PhD4
9	Déflagration [20;50[ms	PhD11
10	Déflagration [0;20[ms	

Tableau 6 : Exemple de classification des phénomènes dangereux sélectionnés selon les phénomènes de référence, 50-140 mbar

La caractérisation des zones d'enjeux correspond à l'attribution d'un phénomène dangereux de référence (caractérisé par sa forme et sa durée de signal) en chaque point du territoire étudié. Le phénomène dangereux de référence caractérisant un point donné (et ainsi une zone d'enjeux) est celui de plus haut rang parmi l'ensemble des phénomènes qui impacte ce point. Cette étape est une analyse spatiale réalisée par SIGALEA.

- Exemple : PhD sélectionnés (en gras) sur le quartier St Mathieu -

Rang	Phénomène dangereux de référence, 50-140 mbar	Phénomènes sélectionnés
1	Onde de choc >500ms	PhD15, PhD33
2	Onde de choc [150;500[ms	
3	Onde de choc [100;150[ms	PhD23
4	Onde de choc [20;100[ms	PhD2, PhD14, PhD12, PhD17
5	Déflagration >1s	PhD3
6	Onde de choc [0;20[ms	

- Exemple : PhD sélectionnés (en gras) sur le quartier St Mathieu -

Rang	Phénomène dangereux de référence, 50-140 mbar	Phénomènes sélectionnés
7	Déflagration [150;1s[ms	
8	Déflagration [50;150[ms	PhD1, PhD4
9	Déflagration [20;50[ms	PhD11
10	Déflagration [0;20[ms	
Résultat	Zone d'enjeux « quartier St Mathieu »	[50-140 mbar – Onde de choc - 20-100 ms]

Tableau 7 : Exemple de classification des phénomènes qui impactent le quartier St Mathieu, 50-140 mbar

• **Etape particulière pour la zone 20-50 mbar**

Le seuil des 35 mbar et celui des 150 ms sont des seuils ayant une importance particulière pour les structures métalliques. Afin de mener à bien l'analyse de la capacité de protection, il est nécessaire pour terminer de redécouper l'ensemble des zones caractérisées par des phénomènes de référence de rang 2 à 4 (temps d'application < 150 ms) par la limite du seuil des 35 mbar. Celui-ci est calculé directement par SIGALEA à la moyenne des 20-50 mbar.

- Exemple : Zone 20-50 mbar et contour 35 mbar -

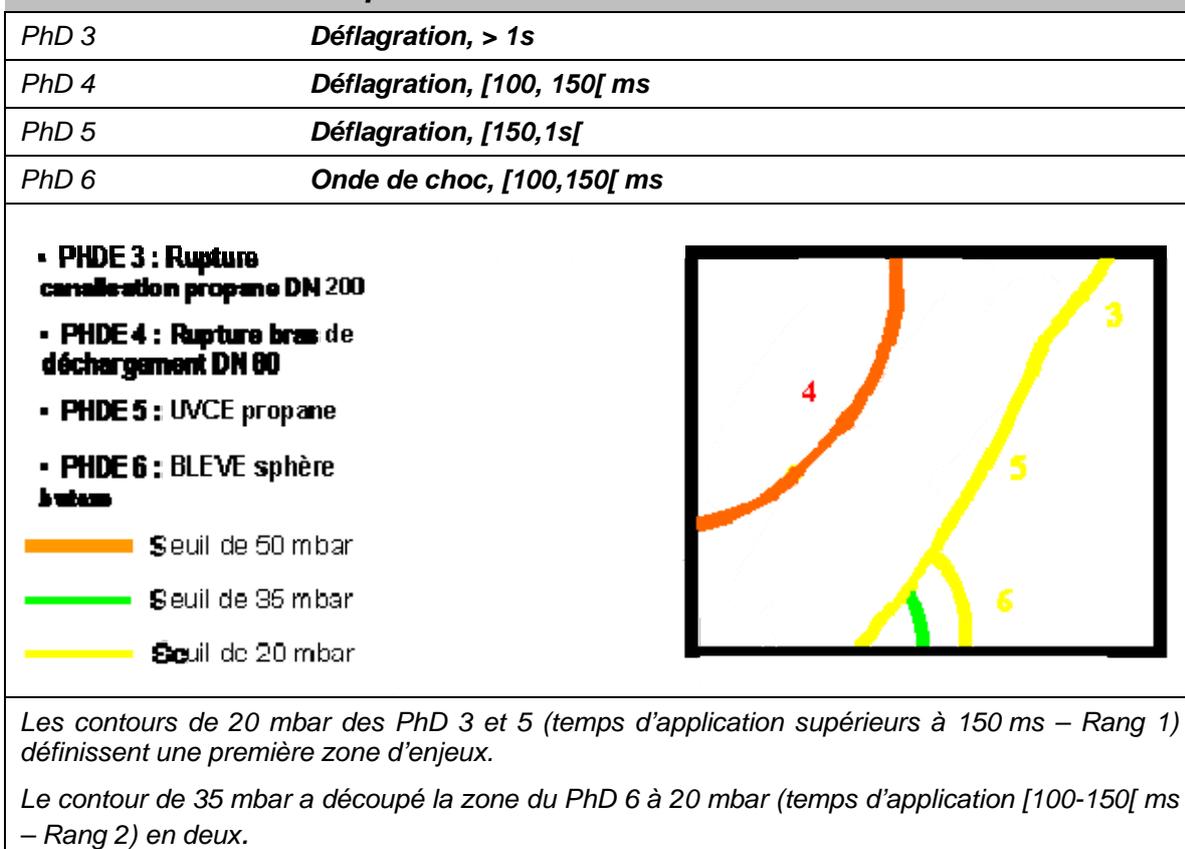


Figure 4 : Exemple de découpage par le contour 35 mbar sur les zones d'enjeux en 20-50 mbar

1.2 DIRECTION DES PHENOMENES DANGEREUX SUR LES ZONES RETENUES D'INTENSITE 50-140.

1.2.1 METHODE.

Une fois la stratégie de renforcement déterminée le service instructeur donne les orientations sur les zones retenues d'intensité 50-140:

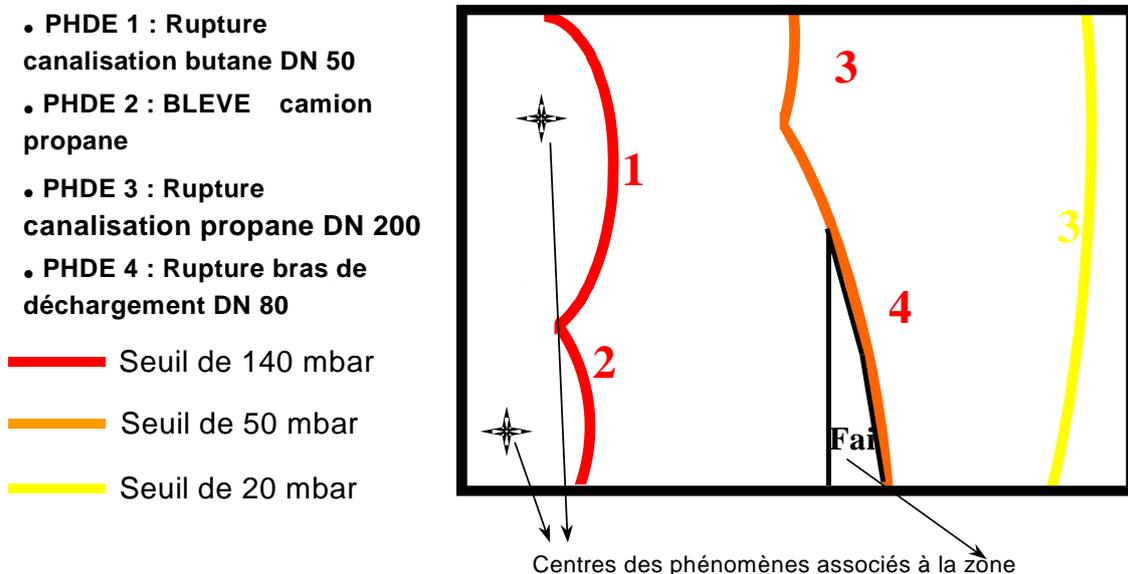
- SIGALEA donne les coordonnées géolocalisées du (s'il n y en a qu'un) ou des deux phénomènes (s'il y en a plusieurs) situés aux extrémités des phénomènes d'intensité 50-140 impactant la zone ;
- Le service instructeur peut choisir de restreindre le domaine d'orientations à l'aide du module « redécoupage direction » en redécoupant la zone en fonction des concentrations et des orientations des phénomènes. Un exemple d'un tel découpage est présenté ci-dessous.

1.2.2 PRODUIT DE SORTIE.

Le service Instructeur obtient en produit de sortie de ce travail une carte comprenant plusieurs zones toutes définies de la manière suivante sur les zones 50-140 où des renforcements sont nécessaires :

Aléa. Intensité. Forme de signal. Intervalle de temps d'application. Coordonnées des centres des phénomènes.

Exemple :



ANNEXE B1

10/2009

Analyse des bases de données

TABLE DES MATIERES

PREAMBULE.....	5
1. MAJIC II ET PCI VECTEUR	7
1.1 Objectif	7
1.2 Contenu	7
1.3 Utilisations et limites.....	8
2. LE FICHER FILOCOM.....	11
2.1 Objectif	11
2.2 Contenu	11
2.3 Utilisations et limites.....	11
3. BD TOPO®	13
4. BD PARCELLAIRE®.....	15
5. LES PHOTOGRAPHIES AERIENNES ET LES CARTES ANCIENNES.....	17

PREAMBULE

Cette annexe présente les différentes bases de données susceptibles d'être disponibles et utilisables dans le cadre de la caractérisation du bâti.

Elles ont été analysées afin de déterminer leurs contenus, leurs limites et la technicité nécessaire à leur utilisation.

1. MAJIC II ET PCI VECTEUR

1.1 OBJECTIF

Ces bases de données sont utilisées par les services du cadastre pour remplir leurs missions qui sont notamment « le recensement de toutes les propriétés foncières, de la recherche de leurs propriétaires apparents ou réels, de la reconnaissance et de la définition des limites cadastrales de ces propriétés, de leur description et de leur évolution »¹. Cette base de données est principalement utilisée à des fins de fiscalité (taxe foncière) et d'information des professionnels (demande de permis de construire, vente de biens...).

1.2 CONTENU

Les données cadastrales se composent du plan cadastral (PCI Vecteur) et de la documentation littérale (MAJIC II).

- Le premier est un document cartographique qui représente le découpage du territoire communal, en parcelle, section cadastrale. Des informations sont rattachées à ce plan cadastral : numéro de parcelle, le bâti, etc.

Depuis quelques années, l'élaboration et la gestion de ce plan se font sous format informatique : ce qui a permis d'obtenir le plan cadastral informatisé (PCI). Le PCI peut prendre deux formes : image ou vecteurs. Dans le premier cas, c'est une simple image scannée et géoréférencée sans qu'une continuité géographique puisse être assurée. Dans le second cas, il s'agit de la création d'objets géographiques auxquels on peut associer des informations et des données (utilisation SIG).

- La documentation littérale est l'ensemble des informations détenues par les services du cadastre sur les propriétés bâties et non bâties pour mener à bien leurs missions comme l'établissement de la taxe foncière.

Le système MAJIC II (Mise à jour des informations cadastrales) est le nom donné au système informatique créé pour gérer ces informations.

La diffusion des données peut se faire sous format papier, sous format CD-Rom en lecture seule sous VISDGI (logiciel de visualisation des données cadastrales à destination principalement des collectivités locales) ou « matrice cadastrale », ou sous format de fichiers fonciers appelés aussi « fichiers MAJIC II ». Ces derniers permettent **sous conditions** d'exploiter et de traiter les données contenues.

¹ Cf. Les fichiers fonciers standards délivrés par la DGI (appelés communément fichiers MAJIC II), *Guide méthodologique pour leur utilisation*, IETI Consultants / DGUHC / CERTU, Avril 2008, page 8

Il existe cinq types de fichiers :

- Fichiers des propriétaires d'immeubles (terrain nus et bâtis) (FP) ;
- Fichier des propriétés non bâties (FPNB) ;
- Fichier des propriétés bâties (FPB) ;
- Fichiers des propriétés divisées par lots ;
- Fichiers voiries et éléments de topographie (FANTOIR).

La description précise des fichiers fonciers est décrite dans les annexes² de l'étude IETI Consultants menée pour le compte de la DGUHC et le CERTU. Le croisement des informations sous format SIG doit se faire au niveau de la parcelle.

Cette base de données est très complète et susceptible de fournir des informations (dans un cadre élargi pour les PPRT) au-delà de celles nécessaires pour l'approche de la vulnérabilité. A priori, les données qui nous intéressent seraient contenues dans le fichier des propriétés bâties (FPB) et le fichier FANTOIR serait nécessaire pour les localiser.

1.3 UTILISATIONS ET LIMITES

Du fait de la teneur des informations contenues (données personnelles sur les propriétaires protégées par la CNIL), de leur format (lignes de codes sans mise en forme tableur standard) et de leur propriétaire, l'utilisation des fichiers fonciers MAJIC II présente des limites :

- L'utilisateur des fichiers fonciers doit être considéré comme « tiers habilités chargés de mission de service public » ;
- Une demande d'autorisation doit être déposée auprès de la CNIL (cela est peut être à nuancer si les fichiers demandés ne contiennent pas le nom des propriétaires) et respect des règles du secret statistique,
- Nécessité d'un logiciel de pré-traitement des données pour passage en tableur standard et exploitation sous format SIG ;
- Nécessité d'une bonne connaissance de la structure et de l'organisation des données. On dit que de nombreuses informations sont contenues dans MAGIC II, le problème c'est de les trouver ;
- Le coût d'acquisition peut être élevé : 1 140 à 1 750€ / commune pour l'ensemble des fichiers fonciers, 750 à 1 200 € / commune pour les fichiers propriétés bâties (FPB) et FANTOIR³ ;
- Les délais d'obtention sont potentiellement longs : les fichiers fonciers standards sont fournis « en situation de référence » au 1er janvier de l'année courante, c'est à dire que pour l'année 2008, les données sont fournies en date du 1er janvier 2008, mais disponibles entre mai et septembre. Pour des données actualisées quasiment en temps réel, le coût est multiplié par 4.

² Idem précédent, Annexes 3.1.7, 3.2 et 3.3 pages 67 à 91

³ Idem précédent, Document principal annexe 10.1.6 pages 48-49. Tableau détaillé des coûts d'acquisition

Il est envisagé de rendre ces données disponibles auprès des services de l'État, utilisateurs et notamment les services de l'équipement. Une refonte de MAJIC II vers MAJIC III est en cours, des groupes de travail entre la DGI et les potentiels utilisateurs ont lieu afin d'adapter la nouvelle organisation aux besoins des utilisateurs.

2. LE FICHER FILOCOM

2.1 OBJECTIF

« Le fichier FILOCOM (Fichier des LOGements par COMMunes) est un fichier construit par la Direction Générale des Impôts (DGI) pour les besoins du ministère de l'équipement. Il est constitué par le rapprochement du fichier de la taxe d'habitation (TH), du fichier foncier (pour ce qui concerne les propriétés bâties soumises à la TH), du fichier des propriétaires (idem) et du fichier de l'impôt sur les revenus des personnes physiques (IRPP ou IR). »⁴

2.2 CONTENU

Le fichier FILOCOM contient les informations de type âge d'achèvement de la construction, c'est la dernière date qui est prise en compte, on trouve également le nombre de logements pour des habitats collectifs et bien d'autres informations⁵

2.3 UTILISATIONS ET LIMITES

Tout comme les bases de données précédemment décrites, le fichier Filocom provient de la DGI, on se trouve donc dans les mêmes conditions d'utilisation que les données MAJIC II sauf que dans le cas de la CNIL, une convention a déjà été signée globalement⁶ pour l'ensemble du fichier. Cette autorisation n'est donc pas nécessaire.

Par contre, le fichier Filocom est soumis au secret statistique notamment concernant l'utilisation des fichiers avec des noms de propriétaires. Le fichier est détenu par les DRE dans les services statistiques et à priori accessibles aux DDE voir aux CETE, toutefois les pratiques divergent selon les DRE. Certaines privilégient un transfert des données agrégées dans les sections cadastrales où il existe au moi 11 unités statistiques, d'autres fournissent les données brutes contre engagement de respect du secret statistique et de destruction des données à l'issue de leur utilisation. Dans tous les cas, une convention est obligatoire mais les données sont « gratuites ».

De plus, les données sont susceptibles d'être fournies à l'échelle de la section cadastrale, entité géographique plus grande que la parcelle.

⁴ Cf. Le fichier Filocom, *Une base de données sur les logements et leur occupation*, DAEI/SES - CETE Nord Picardie, Juillet 2001, page 5

⁵ Idem précédent, pages 9 à 47

⁶ Idem précédent, page 5

3. BD TOPO®

Cette base de données est utilisée pour l'analyse des enjeux pour les PPRT, elle est disponible en DDE. Elle peut être utile pour caractériser le nombre d'étages des bâtis à partir de la hauteur des bâtiments.

Elle est élaborée à partir de la BD ORTHO®, base de données de photos aériennes géoréférencées.

De plus amples renseignements sur son contenu sont disponibles dans BD TOPO® Version Pays 1.2 – descriptif du contenu à cette adresse : http://www.ign.fr/telechargement/MPro/produit/BD_TOPO/DC_BD_TOPO_Pays_1_2.pdf

4. BD PARCELLAIRE®

Il s'agit du plan cadastral informatisé sous forme de vecteur de l'IGN. Cette base de données ne se substitue pas au plan cadastral qui reste la référence en matière juridique. Elle a l'avantage d'assurer une continuité géographique sur l'ensemble du territoire couvert, c'est à dire par exemple une continuité des fichiers entre deux communes limitrophes.

Elle est également superposable aux autres composantes du RGE® que sont la BD TOPO®, la BD ORTHO®, la BD CARTO® et la BD ADRESSE®.

Elle offre donc comme le plan cadastral, les limites de parcelles, de section, de feuilles cadastrales et de bâti, avec une distinction pour ce dernier entre construction en dur et construction légère.

Elle permet de pouvoir croiser la base de données du RGE ® comme spécifié précédemment notamment grâce à l'indexation de chacune des tables qui la composent de l'identifiant communal INSEE.

De plus amples renseignements sur son contenu sont disponibles dans BD TOPO® Version Pays 1.2 – descriptif du contenu à cette adresse : http://www.ign.fr/telechargement/MPro/produit/BD_PARCELLAIRE/DC_BDPARCELLAIRE_1_1.pdf

5. LES PHOTOGRAPHIES AERIENNES ET LES CARTES ANCIENNES

L'IGN possède des campagnes de photos aériennes et des cartes anciennes qui peuvent être un autre outil pour déterminer l'âge du bâti. En plus d'offrir une connaissance de l'évolution du territoire observé, elles peuvent permettre de déterminer une période de construction du bâti par observation de l'évolution de la tache urbaine entre deux campagnes aériennes.

Pour cela il convient de rechercher les dates de campagnes aériennes disponibles à une échelle adaptée à l'observation de l'îlot urbain. On conviendra que les dates suivantes pourront être retenues : 1945, 1965, 1985, 2005. Si les campagnes disponibles ne correspondent pas exactement aux dates proposées, on cherchera à s'en approcher.

En ce qui concerne l'échelle, plus l'échelle est petite plus l'observation sera simplifiée mais on pourra se permettre de remonter à l'échelle du 1/ 25 000.

Les campagnes aériennes sont disponibles auprès de l'IGN. Il est possible de réaliser une recherche pour en connaître les dates à la commune :

<https://loisirs.ign.fr/accueilPVA.do>

Sur le même principe que les photos aériennes, on peut utiliser les cartes anciennes qui couvrent tout le territoire (les photos aériennes peuvent être limitées dans certains cas aux centres urbains) mais les dates proposées peuvent être plus restreintes que celles proposées pour les photos aériennes. D'autre part, il conviendra de prendre contact directement avec l'IGN pour connaître la disponibilité de ces cartes.

ANNEXE B2

10/2009

Périodes de construction
CAUE

TABLE DES MATIERES

PREAMBULE.....	5
1. LES PRINCIPES RETENUS POUR DETERMINER LES PERIODES DE CONSTRUCTIONS	7
2. LES CONSEILS D'ARCHITECTURE D'URBANISME ET DE L'ENVIRONNEMENT (CAUE)	9

PREAMBULE

En s'appuyant sur l'âge du bâti, les services instructeurs pourront utiliser les fiches de lecture présentées en annexe du cahier.

Il a été fait le choix de retenir deux types de bâti dans la dimension temporelle, le bâti ancien et le bâti récent. Toutefois, il apparaît important de nuancer cette typologie double en l'abordant avec l'œil de l'historien, c'est à dire de déterminer quelles ont été les grandes tendances architecturales au travers de l'histoire.

En préalable à la visite de terrain, il est important de s'acculturer sur l'architecture et les techniques constructives locales afin de préparer au mieux la visite. Des informations sont notamment disponibles dans les CAUE (Conseils d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement).

1. LES PRINCIPES RETENUS POUR DETERMINER LES PERIODES DE CONSTRUCTIONS

Il s'agit de décider quelles vont être les périodes de construction retenues pour orienter les recherches sur les documents disponibles tout en ayant une représentation objective de la situation réelle.

Il a été fait le choix de retenir deux types de bâti dans la dimension temporelle, le bâti ancien et le bâti récent. Toutefois, il apparaît important de nuancer cette typologie double en l'abordant avec l'œil de l'historien, c'est à dire de déterminer quelles ont été les grandes tendances architecturales au travers de l'histoire.

Pour cela, il faut bien comprendre que les périodes de construction sont directement liées à l'évolution de la science et la découverte de nouvelles technologies, permettant ou non de mettre en œuvre des systèmes constructifs avec leurs matériaux associés.

Par exemple, on sait que la pierre, la terre, le bois ont été des matériaux utilisés depuis longtemps et relèvent de techniques anciennes tandis que les métaux sont apparus dans la construction à partir de la deuxième moitié du 19^{ème} siècle et le béton a commencé à être utilisé entre les deux guerres mondiales.

On peut considérer que l'habitat vernaculaire, c'est l'habitat construit à partir des matériaux disponibles sur place ou à une distance limitée, est le bâti dominant jusqu'à la fin de la deuxième guerre mondiale. Cela pourrait être nuancé par la présence des métaux, mais l'acier était et est principalement utilisé pour les structures d'entrepôts ou d'usines. Cela pourrait l'être également avec l'apparition du béton dans l'entre deux guerres mais son utilisation reste alors marginale jusqu'à la période de reconstruction d'après guerre.

On considérera donc que l'habitat ancien correspond à l'habitat vernaculaire jusqu'à 1945. Ce type de bâti est propre à chacune des régions (administratives depuis 1983) ou des anciennes provinces de France et peut voir des déclinaisons variées dans une même région selon les sols et sous-sols les plus présents. On aura donc une grande variété de typologies pour ce type de bâti.

Par la suite, le béton prend une place progressivement prépondérante comme matériau de construction au regard des matériaux jusqu'alors utilisés : pierre, terre, bois.... Si tout de suite après la deuxième guerre mondiale, l'habitat ancien reste dominant, il va au fil du temps laissé progressivement sa place aux nouvelles techniques de construction permettant de standardiser et rationaliser la construction. ***Cette période transitoire de l'après guerre à la fin des années 70 début des années 80 mixte un bâti ancien et un bâti récent.***

Par habitat récent, majoritaire depuis les années 80, s'entend un bâti où le matériau béton est prédominant ainsi que les techniques constructives associées. On rencontre beaucoup moins de variété de construction que dans l'habitat vernaculaire. On est dans la période de standardisation et de rationalisation quasi systématique du logement neuf. Les terrains utilisés ne se trouvent pas forcément dans le tissu urbain des villes et des bourgs mais en proche périphérie conduisant au développement des lotissements clefs en main.

On peut donc considérer trois grandes périodes de construction pour la caractérisation du bâti réalisée dans le cadre de cette étude :

- **Avant 1945** : bâti ancien ;
- **De 1945 à la fin des années 70 début des années 80** : bâti ancien et bâti récent ;
- **De la fin des années 70 début des années 80 à nos jours** : bâti récent.

2. LES CONSEILS D'ARCHITECTURE D'URBANISME ET DE L'ENVIRONNEMENT (CAUE)

Un travail d'identification des organismes auprès desquels il est possible de récupérer des données sur le bâti a permis de cibler, les CAUE comme des structures possédant le plus d'informations.

L'ensemble des CAUE contacté ne dispose pas de base de données formalisée à l'échelle de leur territoire. Les informations disponibles sont le plus souvent consultables sur place dans différentes brochures et parutions. Elles concernent des données de base telles que :

- Emprise au sol ;
- Âge de construction de l'habitat individuel ancien ou moderne.

Les CAUE disposent en revanche des données spécifiques à l'échelle de leur territoire :

- Matériaux constitutifs des murs ;
- Portes (taille et nature) ;
- Vitrages (tailles et nature -simple, double-) ;
- Volets (natures : métalliques, bois ou PVC) ;
- Toit (charpente traditionnelle ou fermettes, couverture).

Il existe en effet de la documentation sous forme de guides (exemple guide EDF), plaquettes ou fiches à la destination du grand public faisant état des particularités des habitats locaux traditionnels (coloris, matériaux, style, etc.) de manière non exhaustive.

Les CAUE ne disposent pas en revanche de données intrinsèques (cloisons et murs de refend) car trop techniques pour le grand public.

Certains de ces documents sont directement disponibles via les sites Internet des CAUE ou le plus souvent à commander auprès de leur centre de documentation et des maisons d'éditions locales. Pour ce qui est du champ de l'habitat individuel moderne, il n'est que ponctuellement abordé par les CAUE.

Le tableau de synthèse ci-dessous récapitule les recherches réalisées.

ORGANISMES	SERVICE	COURRIEL
CONSEILS D'ARCHITECTURE, D'URBANISME ET DE L'ENVIRONNEMENT (CAUE)		
CAUE Nord	Documentation	caue59@caue59.org
CAUE Pas de Calais	Documentation	caue62@caue62.org
CAUE Aisne	Documentation	caue02@orange.fr
CAUE Oise	Documentation	caue60@wanadoo.fr
CAUE Somme	Documentation	caue80@caue80.asso.fr
CAUE Eure	Documentation	contact@caue27.fr
CAUE Seine Maritime	Documentation	caue@caue76.org
CAUE Côte d'Armor	Documentation	caue22@wanadoo.fr
CAUE Morbihan	Documentation	conseil@caue56.fr
CAUE Loire Atlantique	Documentation	contact@caue44.com
CAUE Mayenne	Documentation	contact@caue49.com
CAUE Maine et Loire	Documentation	c.a.u.e.53@wanadoo.fr
CAUE Vendée	Documentation	caue85@caue85.com
CAUE Sarthe	Documentation	caue.sarthe@wanadoo.fr
CAUE Cher	Documentation	caue18@wanadoo.fr
CAUE Eure et Loire	Documentation	contact@CAUE28.org
CAUE Indre	Documentation	caue.36@free.fr
CAUE Loir et Cher	Documentation	contact@caue41.fr
CAUE Loiret	Documentation	caue45@wanadoo.fr
CAUE Val d'Oise	Documentation	caue95@caue95.org
CAUE Val de Marne	Documentation	caue94@wanadoo.fr
CAUE Seine Saint Denis	Documentation	caue93@caue93.fr
CAUE Hauts de Seine	Documentation	caue92@caue92.com
CAUE Essonne	Documentation	caue91@caue91.asso.fr
CAUE Yvelines	Documentation	caue78@caue78.com
CAUE Seine et Marne	Documentation	caue77@wanadoo.fr
CAUE Paris	Documentation	contact@caue75.com
CAUE Haute Marne	Documentation	caue.52@wanadoo.fr
CAUE Côte d'Or	Documentation	info@caue21.asso.fr
CAUE Nièvre	Documentation	caue58@wanadoo.fr
CAUE Saône et Loire	Documentation	caue71@wanadoo.fr
CAUE Meurthe et Moselle	Documentation	caue@caue54.cg54.fr
CAUE Meuse	Documentation	caue55@wanadoo.fr

ORGANISMES	SERVICE	COURRIEL
CAUE Moselle	Documentation	contact@caue57.com
CAUE Vosges	Documentation	caue88@cg88.fr
CAUE Doubs	Documentation	caue25@wanadoo.fr
CAUE Jura	Documentation	documentation.caue39@caue39.fr
CAUE Haute Saône	Documentation	caue70@wanadoo.fr
CAUE Bas Rhin	Documentation	caue67@wanadoo.fr
CAUE Haut Rhin	Documentation	info@caue68.com
CAUE Charente	Documentation	caue16@wanadoo.fr
CAUE Charente Maritime	Documentation	caue17@wanadoo.fr
CAUE Deux Sèvres	Documentation	caue79@wanadoo.fr
CAUE Dordogne	Documentation	courriel@cauedordogne.com
CAUE Gironde	Documentation	caue33@wanadoo.fr
CAUE Landes	Documentation	caue.40@wanadoo.fr
CAUE Lot et Garonne	Documentation	contact@caue47.com
CAUE Pyrénées Atlantiques	Documentation	caue64@caue64.fr
CAUE Corrèze	Documentation	caue.19@wanadoo.fr
CAUE Creuse	Documentation	
CAUE Ariège	Documentation	caue.ariège@wanadoo.fr
CAUE Aveyron	Documentation	caue-12@caue-mp.fr
CAUE Haute Garonne	Documentation	caue@caue31.org
CAUE Gers	Documentation	caue-32@caue-mp.fr
CAUE Lot	Documentation	caue-46@caue-mp.fr
CAUE Hautes Pyrénées	Documentation	caue-65@caue-mp.fr
CAUE Tarn et Garonne	Documentation	caue-82@caue-mp.fr
CAUE Tarn	Documentation	caue-81@caue-mp.fr
CAUE Allier	Documentation	caue03@wanadoo.fr
CAUE Cantal	Documentation	caue.cantal@wanadoo.fr
CAUE Haute Loire	Documentation	c.a.u.e.43@wanadoo.fr
CAUE Puy de Dôme	Documentation	contact@caue63.com
CAUE Aude	Documentation	aude.caue@wanadoo.fr
CAUE Gard	Documentation	caue30@wanadoo.fr
CAUE Hérault	Documentation	caueherault@caue34.fr
CAUE Lozère	Documentation	cauelozere@wanadoo.fr
CAUE Pyrénées Orientales	Documentation	cauepo@wanadoo.fr

ORGANISMES	SERVICE	COURRIEL
CAUE Ain	Documentation	contact@caue-ain.com
CAUE Ardèche	Documentation	caue-07@wanadoo.fr
CAUE Drôme	Documentation	caue@dromenet.org
CAUE Isère	Documentation	info@caue-isere.org
CAUE Haute Savoie	Documentation	caue74@caue74.fr
CAUE Savoie	Documentation	caue.savoie@libertysurf.fr
CAUE Rhône	Documentation	caue69@caue69.fr
CAUE Hautes Alpes	Documentation	caue05@wanadoo.fr
CAUE Alpes Maritimes	Documentation	caue06@aol.com
CAUE Bouches du Rhône	Documentation	caue13@free.fr
CAUE Vaucluse	Communication	secretariat@caue84.fr
CAUE Var	Documentation	caue.var@wanadoo.fr
CAUE Corse du Sud	Documentation	contact@caue-2a.com
CAUE Haute Corse	Documentation	caue-2B@wanadoo.fr
CAUE Guyane	Communication	caue973@orange.fr
CAUE Guadeloupe	Documentation	caue971@wanadoo.fr
CAUE Martinique	Communication	caue972@wanadoo.fr
CAUE Ile de la Réunion	Communication	courrier@caue974.com

ANNEXE B3

10/2009

Bâti ancien à partir de la collection EDF
« Connaissance de l'habitat existant »

TABLE DES MATIERES

TABLE DES TABLEAUX.....	5
PREAMBULE.....	7
1. OBJECTIFS.....	9
2. STRUCTURE DES FICHES DE LECTURE.....	11
3. LIMITES GEOGRAPHIQUES.....	13

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Fiches de lecture - Type de bâtis retenu.....	11
Tableau 2 : Régions administratives et fiches de lecture	14

PREAMBULE

Cette annexe constitue le résultat de l'analyse de la collection EDF « Connaissance de l'habitat existant¹ ».

Cette collection a été réalisée par les structures locales types PACT ARIM, CAUE et des architectes locaux sous le mécénat d'EDF.

¹ "Droits Réservés", pour toute utilisation d'éléments issus de la collection " Extraits de Connaissance de l'habitat existant Collection EDF"

1. OBJECTIFS

L'objectif de cette collection était d'identifier les bâtis, déterminer des techniques de réhabilitation et de préserver ce patrimoine en l'adaptant avec les éléments de confort tels que l'électricité, l'isolation thermique

Cette collection d'ouvrages a été réalisée entre 1980 et 1988 et couvre la quasi-totalité du territoire français, hors DOM-TOM.

Il a été constitué des fiches de lectures réalisées à partir d'ouvrages de la collection EDF « Connaissance de l'habitat existant² ».

Ces fiches de lecture ont deux objectifs :

- S'approprier les connaissances minimums requises pour comprendre l'habitat vernaculaire de leur région ;
- Détenir une à plusieurs typologies selon les cas de bâti par secteur géographique considéré dans les ouvrages de la « Collection EDF », pour déterminer la tenue des bâtiments à l'aléa surpression.

² "Droits Réservés", pour toute utilisation d'éléments issus de la collection " Extraits de Connaissance de l'habitat existant Collection EDF"

2. STRUCTURE DES FICHES DE LECTURE

Les fiches de lectures sont de 15 à 25 pages et sont structurées globalement comme suit :

1. Préalable

Décrit le champ géographique couvert et le type (urbain, immeuble.....) de bâtis étudiés dans l'ouvrage.

2. Les matériaux prédominants de la région

Décrit les types de matériaux aussi bien de couverture que du corps de bâti et la forme de leur utilisation. Ex : terre cuite sous forme de brique et/ou de tuiles.

3. Morphologie ou immeuble de référence

Décrit l'immeuble ou la maison de référence qui a servi dans l'ouvrage à caractériser le ou les types de bâtis présents dans le secteur étudié.

4. Les variantes

Il s'agit d'une sélection de variantes représentatives des bâtis anciens que l'on peut rencontrer dans le secteur géographique étudié.

5. Le système constructif

Un rappel est fait des éléments de structures, façades, charpentes et couverture, ouvertures, etc. rencontrés dans le corps de la fiche de lecture et ou de l'ouvrage.

6. Conclusions

Dans ce chapitre, il est proposé de retenir un ou plusieurs types de bâtis qui sont caractérisés au travers d'un tableau de la forme suivante :

Caractéristiques	Éléments recueillis
Dimensions du bâti	Rapport I/L : de 1 sur 2 à 1 sur 3.
Nombres d'étages	R+2 avec combles aménageables.
Matériaux utilisés pour le gros œuvre	Pans de bois avec remplissage au torchis.
Matériaux isolants	Torchis enduits.
Type de charpente	Charpente à ossature en bois.
Nature de la couverture et matériaux	Dominante de tuiles plates mais présence de tuiles canal.
Pente du toit	Pente forte pour tuiles plates (environ 40 à 45 ° minimum).
Dimension et nature des ouvertures	Portes pleines et fenêtres vitrées.
Éléments complémentaires	Planchers en bois.

Tableau 1 : Fiches de lecture - Type de bâtis retenus

3. LIMITES GEOGRAPHIQUES

La collection « Connaissance de l'habitat existant » a débuté avant la décentralisation de 1983, créant les nouvelles régions administratives, donc certains ouvrages réalisés avant cette date ne disposaient pas de ce référentiel géographique. D'autre part, comme le sujet est l'habitat vernaculaire, on ne peut pas systématiquement avoir corrélation entre le champ géographique d'étude d'un ouvrage et les limites administratives. Ainsi, comme le montre le tableau ci-après, on a 45 ouvrages pour 22 régions administratives. En effet, si certains ouvrages couvrent parfaitement une région administrative comme la Lorraine ou la Basse-Normandie, d'autres ne couvrent que partiellement une région, voir un seul département.

Région administrative	Fiches de lecture Bâti ancien
Alsace	LE BATI ANCIEN en Alsace- Paru en 1985
Aquitaine	LE BATI ANCIEN en Périgord – Paru en 1981 LE BATI ANCIEN en Bastide - Paru en 1986 LE BATI ANCIEN en Pays Basque - Paru en 1981 LE BATI ANCIEN en Béarn - Paru en 1981 LE BATI ANCIEN en Gascogne - Paru en 1984 LE BATI ANCIEN dans les Landes - Paru en 1983
Auvergne	LE BATI ANCIEN en Auvergne - Paru en 1985
Basse Normandie	LE BATI ANCIEN en Basse Normandie - Paru en 1983
Bourgogne	LE BATI ANCIEN en Bourgogne- Paru en 1982
Bretagne	LE BATI ANCIEN en Bretagne - Paru en 1983 LE BATI ANCIEN urbain en Bretagne occidentale - Paru en 1983
Centre	LE BATI ANCIEN en Touraine - Paru en 1981 LE BATI ANCIEN en Beauce et Sologne- Paru en 1984 LE BATI ANCIEN en Berry - Paru en 1984
Champagne Ardennes	LE BATI ANCIEN en Ardennes- Paru en 1983 LE BATI ANCIEN en Champagne - Paru en 1984
Corse	LE BATI ANCIEN en Corse - Paru en 1984
Franche Comté	LE BATI ANCIEN en Franche-Comté - Paru en 1980
Guyane Antilles	
Haute Normandie	

Région administrative	Fiches de lecture Bâti ancien
Île de France	LE BATI ANCIEN en Île de France (Tome 1 Bâti populaire à Paris et en proche banlieue) - Paru en 1980 LE BATI ANCIEN en Île de France (Tome 2 Bâti parisien du second empire)- Paru en 1983
Languedoc Roussillon	LE BATI ANCIEN en Roussillon- Paru en 1988 LE BATI ANCIEN en Languedoc - Paru en 1985
Limousin	LE BATI ANCIEN en Limousin - Paru en 1980
Lorraine	LE BATI ANCIEN en Lorraine- Paru en 1981
Midi-Pyrénées	LE BATI ANCIEN en Bastide - Paru en 1986 LE BATI ANCIEN à Toulouse- Paru en 1982 LE BATI ANCIEN en Tarn et Garonne- Paru en 1985 LE BATI ANCIEN en Gascogne - Paru en 1984 LE BATI ANCIEN en Rouergue - Paru en 1985 LE BATI ANCIEN en Quercy - Paru en 1981 LE BATI ANCIEN en Bigorre- Paru en 1982
Nord Pas de Calais	LE BATI ANCIEN en Flandre-Artois - Paru en 1982
Pays de Loire	LE BATI ANCIEN en Vendée- Paru en 1984 LE BATI ANCIEN en Pays Nantais - Paru en 1982 LE BATI ANCIEN en Maine Anjou- Paru en 1984
Picardie	LE BATI ANCIEN en Picardie Oise - Paru en 1983
Poitou Charente	LE BATI ANCIEN en Angoumois, Aunis et Saintonge- Paru en 1982 LE BATI ANCIEN en Poitou- Paru en 1984
PACA	LE BATI ANCIEN dans Les Alpes du Sud- Paru en 1985 LE BATI ANCIEN en Provence du Mistral- Paru en 1983 LE BATI ANCIEN à Marseille - Paru en 1983
Réunion	
Rhône - Alpes	LE BATI ANCIEN des Pays de l'Ain- Paru en 1985 LE BATI ANCIEN des deux Savoies - Paru en 1985 LE BATI ANCIEN en Dauphiné - Paru en 1985 LE BATI ANCIEN en Lyonnais - Paru en 1981

Tableau 2 : Régions administratives et fiches de lecture

Cette annexe n'est pas complète et verra une organisation par région avec une numérotation propre pour chacune des fiches de lecture. Le tableau ci dessus sera affiné en fonction des champs géographiques couverts et de l'absence ou non de PPRT dans certains départements.

Pour le rapport intermédiaire deux fiches sont proposées qui ont pu être utilisées lors de la phase de cas pratique sur les PPRT de Feyzin et Ribécourt.

Les deux fiches proposées sont donc :

- Le bâti ancien en Lyonnais
- Le bâti ancien en Picardie - Oise

D'autres fiches sont réalisées ou en cours de réalisation :

- LE BATI ANCIEN en Alsace
- LE BATI ANCIEN en Gascogne
- LE BATI ANCIEN dans les Landes
- LE BATI ANCIEN en Auvergne
- LE BATI ANCIEN en Basse Normandie
- LE BATI ANCIEN en Bourgogne
- LE BATI ANCIEN urbain en Bretagne occidentale
- LE BATI ANCIEN en Touraine
- LE BATI ANCIEN en Beauce et Sologne
- LE BATI ANCIEN en Champagne
- LE BATI ANCIEN en Corse
- LE BATI ANCIEN en Franche-Comté
- LE BATI ANCIEN en Île de France (Tome 1 Bâti populaire à Paris et en proche banlieue)
- LE BATI ANCIEN en Roussillon
- LE BATI ANCIEN en Languedoc
- LE BATI ANCIEN en Limousin
- LE BATI ANCIEN en Lorraine
- LE BATI ANCIEN en Tarn et Garonne
- LE BATI ANCIEN en Rouergue

- LE BATI ANCIEN en Flandre-Artois
- LE BATI ANCIEN en Pays Nantais
- LE BATI ANCIEN en Maine Anjou
- LE BATI ANCIEN en Picardie Oise
- LE BATI ANCIEN en Angoumois, Aunis et Saintonge
- LE BATI ANCIEN en Poitou
- LE BATI ANCIEN dans Les Alpes du Sud
- LE BATI ANCIEN en Provence du Mistral
- LE BATI ANCIEN des Pays de l'Ain
- LE BATI ANCIEN en Dauphiné

ANNEXE B4

10/2009

Bâti récent à partir de l'étude AQC – Caron
Marketing de 2008

TABLE DES MATIERES

TABLE DES TABLEAUX.....	5
TABLE DES FIGURES	5
PREAMBULE.....	7
1. OBJECTIFS	9
2. CARACTERISTIQUES ET LIMITES DE L'ETUDE CARON MARKETING..	11
2.1 Les caractéristiques de l'étude	11
2.2 Les limites de l'étude	11
2.2.1 Le champ géographique	11
2.2.2 La représentativité de l'échantillon.....	13
3. METHODOLOGIE D'ANALYSE	15

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Régions SISAM et régions administratives	12
Tableau 2 : Représentativité géographique.....	14

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Carte des régions SISAM.....	13
---	----

PREAMBULE

Cette annexe constitue le résultat de l'analyse l'étude Caron Marketing mandatée par l'Agence de la Qualité de la Construction (AQC) en 2008.

Nous tenons à remercier tout particulièrement Mme Godlive BONFANTI, pour la mise à disposition de cette étude et pour sa disponibilité dans le cadre de notre étude.

1. OBJECTIFS

L'analyse de cette étude s'est fait dans le cadre du mandatement par le MEEDDAT de l'INERIS et du CETE NC pour la simplification des investigations complémentaires à mener au regard de l'effet surpression.

Pour ce faire, il était nécessaire de recueillir des informations permettant de générer des typologies de bâti par région afin de tester leur capacité de résistance aux différents niveaux de surpression.

L'étude réalisée par Caron Marketing pour le compte de l'AQC permet de caractériser des tendances de typologie de bâtiment récent par région (on verra par la suite les caractéristiques et les limites de cette étude).

2. CARACTERISTIQUES ET LIMITES DE L'ETUDE CARON MARKETING

2.1 LES CARACTERISTIQUES DE L'ETUDE

Cette étude a été réalisée sur la base d'un recueil de données DAEI (ancienne Direction des Affaires économiques et Internationales du Ministère de l'Équipement) issues d'une enquête sur le prix de revient des logements neufs sur la période 2004, 2005 et 2006. Cette étude a été livrée en 2008 au maître d'ouvrage. Il s'agit de l'actualisation d'une étude similaire menée en 1998.

Cette étude a porté sur trois grands « types » de bâti :

- Les appartements en collectif ;
- La maison individuelle en diffus ;
- La maison individuelle en groupé.

Pour chacun de ces types, on trouve une variété de caractéristiques considérées dans un premier temps à l'échelle nationale et dans un deuxième temps à l'échelle régionale. Les caractéristiques à l'échelle régionale sont plus limitées mais permettent toutefois de renseigner la très grande majorité des items recherchés.

On trouve notamment des informations sur les soubassements, les matériaux des murs et des couvertures, les types de couverture, les matériaux d'isolation, etc.

Les données sont disponibles sous la forme de répartition statistique en pourcentage. Ex : matériaux des menuiseries : PVC 85%, Bois 10%, Alu 5%.

L'analyse du CETE NC a porté sur les caractéristiques par région au regard de la destination des informations collectées.

2.2 LES LIMITES DE L'ETUDE

2.2.1 LE CHAMP GEOGRAPHIQUE

Trois aspects sont importants : cette étude a été effectuée sur la métropole (pas les DOM TOM), la région corse n'apparaît pas dans l'étude et la définition des régions utilisées dans le cadre de l'étude Caron Marketing n'est pas strictement le découpage administratif des régions françaises.

Il s'agit d'un découpage en régions SISAM dont la correspondance avec les régions françaises est illustrée dans le tableau et la carte ci-dessous, certaines régions administratives sont regroupées en une seule région SISAM.

On a en fait, 16 régions SISAM et une « sous-région », la couronne IDF.

Régions SISAM	Régions administratives
Alsace	Alsace
Aquitaine	Aquitaine
Auvergne – Limousin	Regroupement des régions Auvergne et Limousin
Bourgogne – Franche Comté	Regroupement des régions Bourgogne et Franche Comté
Bretagne	Bretagne
Centre	Centre
Champagne – Lorraine	Regroupement des régions Champagne –Ardennes et Lorraine
Couronne IDF	IDF moins Paris
IDF	IDF
Languedoc Roussillon	Languedoc Roussillon
Midi Pyrénées	Midi Pyrénées
Nord Picardie	Regroupement des régions Nord –Pas de Calais et Picardie
Normandie	Regroupement des régions Haute et Basse Normandie
PACA	PACA
Pays de Loire	Pays de Loire
Poitou Charente	Poitou Charente
Rhône Alpes	Rhône Alpes

Tableau 1 : Régions SISAM et régions administratives



Figure 1 : Carte des régions SISAM

2.2.2 LA REPRESENTATIVITE DE L'ECHANTILLON

Les fichiers sont issus de l'enquête DAEI sur le prix de revient des logements neufs ; elle porte sur les années 2004, 2005, et 2006, soit :

- 2 252 maisons individuelles en diffus (1 permis = 1 logement), sur un total France 2005 de 173 232 permis de construire ;
- 9 734 maisons en groupé (en 490 permis), sur un total France 2005 de 71 578 maisons ;
- 69 079 appartements en collectif (en 1 240 permis), sur un total France 2005 de 216 400 appartements.

La représentativité de l'échantillon n'est pas bonne :

- Au niveau géographique pour la maison individuelle ;
- Au niveau de la taille des programmes pour le collectif »¹.

¹ Extrait de la partie « Préalable » de l'étude Caron Marketing 2008 pour le compte de l'AQC.

En % V	MI en DIFFUS		MI en GROUPE		COLLECTIF	
	Echantillon	Réel	Echantillon	Réel	Échantillon	réel
Ile de France	2,2	3,4	12,9	6,4	23	15
Rhône Alpes	9,8	9,4	7,1	9,5	18	17
Paca	3,5	5,4	12,3	7,5	9	9
Aquitaine	7,9	8,3	11,8	9,2	6	7
Midi	5,8	7,0	6,0	7,9	6	7
Languedoc	5,7	5,8	6,4	6,1	8	6
Pays de Loire	11,0	9,3	4,7	6,3	7	5
Nord	5,9	4,8	12,3	10,0	3	3
Couronne IdF	6,2	7,6	4,1	6,5	2	7
Bretagne	16,0	9,9	5,8	6,6	6	7
Auvergne Limousin	4,8	4,7	2,9	2,3	2	2
Normandie	5,3	5,4	2,8	4,8	1	3
Bourgogne F. Comté	6,2	4,8	1,5	2,7	3	2
Poitou Charente	4,0	5,4	4,2	5,0	1	1
Champagne Lorraine	1,1	4,0	0,2	4,0		3
Alsace	1,0	1,9	1,0	2,5	3	3
Centre	3,6	2,9	4,0	2,7	1	3
Total France	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100

Tableau 2 : Représentativité géographique

Compte tenu des limites énoncées par l'auteur, il a été considéré que l'analyse ne ferait pas ressortir les tendances à l'échelle nationale et se bornerait à faire ressortir des tendances à l'échelle régionale SISAM.

D'autre part, pour certaines régions, il n'y avait pas de données ou la représentativité n'était pas garantie. Lorsque les données étaient absentes, l'analyse n'a pu être réalisée, lorsque la représentativité n'était pas garantie les analyses ressortent en rouge.

3. METHODOLOGIE D'ANALYSE

Pour répondre aux besoins des objectifs énoncés précédemment, l'analyse des données contenues dans l'étude Caron Marketing s'est fait à l'aide de deux tableaux types présentés ci-dessous :

- Pour le collectif :

Caractéristiques	Éléments recueillis
Dimensions du bâti	
Nombres d'habitations	
Infrastructures	
Superstructures	
Matériaux du gros œuvre	
Toiture – Charpente	
Toiture - Couverture	
Nature des ouvertures	
Cloisons	

Pour les services instructeurs, les items à retenir sont :

- ***Murs périphériques (à catégoriser en A, B et C)***
- ***Toiture – couverture (à différencier en grands éléments et petits éléments)***

Pour cela l'annexe visite de terrain sera utilisée.

Les autres items sont donnés à titre indicatif.

- Pour la maison individuelle en diffus et en groupé :

Caractéristiques	Éléments recueillis
Dimensions du bâti	
Nombres d'étages	
Garage	
Soubassement	
Planchers intermédiaires	
Murs périphériques	
Toiture - charpente	
Toiture - couverture	
Nature des ouvertures	
Occultations (volets)	
Cloisons	
Matériaux isolants	

Pour les services instructeurs, les items à retenir sont :

- ***Murs périphériques (à catégoriser en A, B et C)***
- ***Toiture – couverture (à différencier en grands éléments et petits éléments)***

Pour cela l'annexe visite de terrain sera utilisée.

Les autres items sont donnés à titre indicatif.

Pour les maisons individuelles en diffus et en groupé, deux niveaux d'analyse ont été réalisés. Dans un premier temps, l'ensemble des valeurs est repris pour chaque caractéristique, puis on conserve uniquement celle ayant les valeurs les plus élevées afin de déterminer les tendances d'un bâti type.

Ex : si on retenait dans un premier pour les matériaux de menuiserie : 85% PVC, 10% Bois et 5% Alu, on conserve uniquement le PVC dans un deuxième temps.

Lorsque les valeurs sont proches, il n'est pas fait de distinction dans le deuxième temps de l'analyse et elles sont conservées dans leur ensemble.

Ex : si on retenait dans un premier pour les matériaux de menuiserie : 50% PVC, 45% Bois et 5% Alu, on conserve 50% PVC et 45% Bois dans un deuxième temps.

Les données analysées sont regroupées sous forme de fiches numérotées par région SISAM avec leur propre pagination comme suit :

Fiche 1 - Alsace

Fiche 2 - Aquitaine

Fiche 3 - Auvergne Limousin

Fiche 4 - Bourgogne Franche comté

Fiche 5 - Bretagne

Fiche 6 - Centre

Fiche 7 - Champagne Lorraine

Fiche 8 - Couronne IDF

Fiche 9 – IDF

Fiche 10 - Languedoc Roussillon

Fiche 11 - Midi Pyrénées

Fiche 12 - Nord Picardie

Fiche 13 - Normandie

Fiche 14 - PACA

Fiche 15 - Pays de Loire

Fiche 16 - Poitou Charente

Fiche 17 - Rhône alpes

ANNEXE B5

10/2009

Fiches de relevé terrain et notice explicative

TABLE DES MATIERES

TABLE DES FIGURES	5
PREAMBULE.....	7
1. FICHES DE RELEVÉ.....	9
1.1 Fiche relative aux structures non-métalliques.....	9
1.2 Fiche relative aux structures à ossature métallique.....	9
Fiche de relevés des structures non-métalliques - Zones 50 à 140 mbar	11
Fiche de relevés des structures métalliques - Zones 20 à 50 mbar	13
2. DONNEES D'ENTREE POUR LA VISITE DE TERRAIN	15
2.1 Type d'enjeux considéré.....	15
2.2 Age du bâti (Structures non-métalliques).....	15
2.3 Niveau de surpression.....	15
2.4 L'Orthophotoplan.....	16
3. DONNEES DE CARACTERISATION DE L'AGRESSION	16
4. VISITE TERRAIN – DONNEES GENERIQUES	17
4.1 Localisation.....	17
4.2 Prises de vue	17
5. STRUCTURES NON-METALLIQUES.....	19
5.1 Caractéristiques du bâtiment en élévation	19
5.2 Typologie des murs extérieurs	19
5.2.1 Données générales.....	19
5.2.2 Murs en béton armé.....	21
5.2.3 Murs en pierres de taille	22
5.2.4 Murs en parpaings	23
5.2.5 Murs en briques pleines.....	23
5.2.6 Murs en briques creuses	24
5.2.7 Murs en moellons	25
5.2.8 Murs à colombage, remplissage en briques, moellon ou torchis	26
5.2.9 Murs en pisé	27
5.2.10 Murs en bois	28
5.2.11 Murs mixtes	29
5.3 Caractéristiques des toitures.....	29
5.3.1 Type de charpente	30
5.3.2 Pente de la toiture.....	30

5.3.3	Type de couverture	31
5.4	Synthèse de la visite terrain	32
6.	STRUCTURES METALLIQUES	33
7.	GLOSSAIRE	35
7.1	Toiture	35
7.2	Façades	35

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Exemples de parement (Source : Efectis)	20
Figure 2 : Exemple de mur qualifié de « vétuste » (Source : CETE Méditerranée)	21
Figure 3 : Petit collectif en béton armé (Source : INERIS).....	21
Figure 4 : Maison individuelle en béton armé (préfabriqué) (Source : CETE Méditerranée)	21
Figure 5 : Exemples d'appareillage de murs en pierre de taille (Source : Encyclopédie du bâtiment 1996, tomes 1 à 4).....	22
Figure 6 : Murs en pierres, blocs moyens (Source : CETE NC, INERIS).....	22
Figure 7 : Mur en parpaings sans enduit (Source : CETE NC, INERIS).....	23
Figure 8 : Constructions en briques pleines (Source : CETE NC, INERIS).....	23
Figure 9 : Construction briques pleines, angles et niveaux de planchers mis en valeur avec des pierres (Source : CETE NC, INERIS).....	23
Figure 10 : Typologie des briques creuses (Source : Dicobat 6).....	24
Figure 11 : Mur Vue d'une réalisation en cours d'un mur en brique creuse (Source : CETE Méditerranée).....	24
Figure 12 : Bâti en briques creuses de petite taille, non enduite et avec poteaux d'angles (petite partie maçonnée en briques pleines) (Source : CETE NC, INERIS).....	24
Figure 13 : Bâti en briques creuses de grande taille, recouvert d'enduit (Source : CETE NC, INERIS).....	24
Figure 14 : Maçonneries en moellons (Source : CETE Méditerranée).....	25
Figure 15 : Murs en moellons bruts lités (à gauche) ou moellons pour « opus incertum » (à droite), encadrements de fenêtres en briques (Source : CETE NC, INERIS).....	25
Figure 16 : Mur en moellons bruts ordinaires (Source : CETE NC, INERIS).....	26
Figure 17 : Mur à pans de bois et remplissage en torchis ou en briques avec enduits. (Source : Internet)	26
Figure 18 : Murs à ossature bois et remplissage en torchis ou moellon enduit (Source : CETE NC, INERIS).....	26
Figure 19 : Mur à ossature bois et remplissage en briques pleines (Source : CETE NC, INERIS).....	27
Figure 20 : Schémas de construction de murs en pisé (sans enduits) (Source : Encyclopédie du bâtiment 1996, tomes 1 à 4).....	27
Figure 21 : Exemples de murs en pisé (Source : INERIS).....	28
Figure 22 : Construction mixte ossature bois avec bardage en bois - béton armé (Source : CETE Méditerranée - J. SOLARI architecte).....	28
Figure 23 : Construction en lames de bois (Source : CETE NC).....	28
Figure 24 : Mur de façade mixtes (Source : CETE Méditerranée)	29
Figure 25 : Construction présentant une pente de toiture > 25° (Source : CETE NC, INERIS)	30

Figure 26 : Construction présentant une pente de toiture < 25° (Source : CETE NC, INERIS)	30
Figure 27 : Toiture à la Mansart (Source : Internet)	30
Figure 28 : Variété de tuiles (Source : Dicobat 6)	31
Figure 29 : Eléments de détail de toitures (Source : Efectis)	31
Figure 30 : Petits éléments de couverture : tuiles mécaniques terre-cuite ou béton (Source : CETE NC, INERIS)	32
Figure 31 : Petits éléments de couverture : Tuiles plates (Source : CETE NC, INERIS)	32
Figure 32 : Grands éléments de couverture : Plaques de fibro-ciment (Source : CETE NC, INERIS)	32
Figure 33 : Grands éléments de couverture : Tôles (Source : CETE NC, INERIS)	32
Figure 34 : Vues d'entrepôts métalliques (Source : INERIS)	33
Figure 35 : Entrepôts dont la portée des poutres fermières est supérieure à 13 m (Source : INERIS)	34
Figure 36 : Schéma relatif à la portée des poutres fermières (Source : INERIS)	34

PREAMBULE

Ce document comporte :

- Des fiches de relevés terrain pour :
 - Les structures non-métalliques dans la zone d'intensité 50-140 mbar ;
 - Les structures métalliques dans la zone d'intensité 20-50 mbar.
- Une notice explicative des fiches de relevés terrain.

La notice explicative vient en appui des fiches de relevés terrain mis à disposition des services instructeurs pour caractériser les enjeux exposés. Elle a pour objectif d'apporter une aide méthodologique pour la caractérisation du bâti dans le cadre de l'approche de la vulnérabilité des enjeux existant face aux effets de surpression.

Chacun des paramètres à renseigner (avant ou pendant les visites de terrain) concernant les enjeux existants est présenté, illustré et justifié.

Il est à noter que les relevés sur le terrain s'effectuent par un examen extérieur des bâtiments (à l'exception de certaines structures métalliques dans lesquelles une vérification intérieure est préconisée).

Les types de constructions abordés dans cette étude sont :

- Les structures non-métalliques : bâtiments d'habitation individuels, logements collectifs assimilables à des habitations individuelles ($\leq R+4$) ;
- Les structures métalliques d'un niveau : entrepôts et établissement recevant du public notamment.

In fine, la caractérisation des enjeux selon les critères mentionnés ci-après permet de classer les bâtiments selon 4 catégories structurelles plus ou moins vulnérables (structures métalliques et catégories A, B et C pour le bâti courant) et de définir ainsi la capacité du bâti à protéger les personnes, voire des diagnostics complémentaires à mener.

1. FICHES DE RELEVÉ

La connaissance du niveau de surpression auquel le bâtiment est exposé permet de juger de la nécessité ou non d'effectuer un relevé sur le terrain et du niveau de détail des observations à conduire.

Deux fiches de relevés sont à disposition des services instructeurs : l'une concernant les constructions non-métalliques (visites terrain dans les zones 50–140 mbar), l'autre relative aux structures à ossature métallique (approche terrain dans les zones 20-50 mbar).

1.1 FICHE RELATIVE AUX STRUCTURES NON-METALLIQUES¹

Dans les zones 50-140 mbar, l'ensemble des constructions non-métalliques (bâtiments d'habitation individuels, logements collectifs assimilables à des habitations individuelles ($\leq R+4$)) fait l'objet d'une approche terrain. Sont renseignés à l'aide de la fiche de relevé prévue à cet effet :

- Des données générales sur le bâtiment à renseigner lors de la préparation de la visite ;
- Des éléments concernant l'agression pouvant être renseignés après la visite avec l'IIC ;
- Des éléments de synthèse à renseigner à partir de la visite terrain ;
- Des caractéristiques architecturales et structurelles à renseigner lors de la visite terrain.

1.2 FICHE RELATIVE AUX STRUCTURES A OSSATURE METALLIQUE²

Dans les zones 20-35 et 35-50 mbar, les structures métalliques font l'objet d'une approche terrain visant à identifier quelques facteurs de vulnérabilité. Sont renseignés à l'aide de la fiche de relevé prévue à cet effet :

- Des données générales sur le bâtiment à renseigner lors de la préparation de la visite ;
- Des éléments concernant l'agression pouvant être renseignés après la visite avec l'IIC ;
- Des caractéristiques structurelles à renseigner lors de la visite terrain.

¹ Il est rappelé que les bâtiments bois, ou les structures non-métalliques de type R+5 et plus, ou avec des étages d'hauteur supérieure à 4 mètres doivent être identifiées et localisées dans l'ensemble des zones exposées à des effets de surpression.

² Il est rappelé que les structures à ossature métallique doivent être identifiées et localisées dans l'ensemble des zones exposées à des effets de surpression.

FICHE DE RELEVÉS DES STRUCTURES NON-METALLIQUES - ZONES 50 A 140 MBAR

Données d'entrée pour la visite terrain (DDE) (Sur la base de l'analyse des enjeux préalables dont photos aériennes)		Cocher si rencontré
Type d'enjeux	Habitation individuelle	
	Habitation collective	
	Etablissements recevant du public	
	Activités/entreprises	
Âge du bâti	Avant 1945	
	Entre 1945 et 1970-80	
	De 1970-80 à nos jours	
Niveau de surpression	50-140 mbar	
Extraction de l'orthophotoplan		

Données pouvant être renseignées après la visite de terrain (IIC)		Cocher ou renseigner
Caractérisation de l'agression (examen de l'étude des dangers)	Forme du signal	Onde de choc
		Déflagration
	Durée du signal	Intervalle du temps d'application
		0, 20, 50, 100, 150, 500 ms, 1s, >1s

Synthèse (A compléter suite à la visite de terrain) (DDE)					Entourer la caractéristique	
Etude spécifique			Charpente	Pente du toit	Type de couverture	Catégorie (Mur) A - B - C
Niveaux	H étage	Mur	Non métallique	< 25 °	Petits éléments	
>R+ 4	>4m	Bois	Métallique	> 25°	Grands éléments	

Données recueillies sur le terrain (DDE) (Relevés depuis l'extérieur du bâtiment)				Cocher si rencontré
Localisation	(Parcelle cadastrale ou coordonnées X,Y)			
Adresse				
Réf. / Id. de l'enjeu				
Photos (4 faces)				

Caractéristiques du bâtiment en élévation	Nombre de niveaux	< ou = R+4	> Type de murs	
		> R+4	Etude spécifique	
	Hauteur maximale d'un étage	< 4 m	> Type de murs	
		> 4 m	Etude spécifique	
Type de murs (Murs porteurs ou remplissages)	Type		Catégorie associée	
	Béton armé		A	
	Pierres de taille		A	
	Parpaings		A	
	Briques pleines		A	
	Briques creuses		B	
	Moellons		B	
	Torchis		C	
	Pisé		C	
	Bois		Etude spécifique	
	Mixte (Considérer la catégorie la plus pénalisante)		...	
	Vétuste	Non	–	
Oui		C		
Type de toitures	Type de charpente	Métallique		
		Autre		
	Pente du toit	< à 25°		
		> à 25°		
	Type de couverture	Petits éléments (Tuiles, ardoise, etc.)		
		Grands éléments (Fibro-ciment, tôles, zinc, etc.)		
Renseignements généraux	Date du relevé			
	Nom(s)			

FICHE DE RELEVES DES STRUCTURES METALLIQUES - ZONES 20 A 50 MBAR

Données d'entrée pour la visite terrain (DDE) (Sur la base de l'analyse des enjeux préalables dont photos aériennes)		Cocher si rencontré
Type d'enjeux	Etablissements recevant du public	
	Activités/entreprises	
	Autres	
Niveau de surpression (IIC)	20-35 mbar	
	35-50 mbar	
Extraction de l'orthophotoplan		

Données pouvant être renseignées après la visite de terrain (IIC)			Cocher
Caractérisation de l'agression (examen de l'étude des dangers)	Durée du signal	Intervalle du temps d'application (ms)	
		0-20	
		20-100	
		100-150	
		> 150	

Données recueillies sur le terrain (DDE) (Relevés depuis l'extérieur du bâtiment)				Cocher si rencontré
Localisation	(Parcelle cadastrale ou coordonnées X,Y)			
Adresse				
Réf. / Id. de l'enjeu				
Photos (4 faces)				
Dimension en plan	(Vérification sur le plan cadastral; relevés extérieur voire intérieur sur le terrain)			
	Largeur < 13 m			
	13 m < largeur < 20m			
	Largeur > 20 m			
Renseignements généraux	Date du relevé			
	Nom(s)			

2. DONNEES D'ENTREE POUR LA VISITE DE TERRAIN

2.1 TYPE D'ENJEUX CONSIDERE

A partir des éléments recueillis au cours de l'analyse des enjeux, le type d'enjeu considéré (notamment l'usage) doit être précisé pour les bâtiments faisant l'objet d'une approche terrain :

- Habitation individuelle ou collective ;
- Etablissement recevant du public ;
- Activités.

2.2 AGE DU BATI (STRUCTURES NON-METALLIQUES)

Il est utile de déterminer les âges des bâtiments (structures non-métalliques) de la zone étudiée préalablement à la visite terrain. Cette indication permet notamment :

- D'obtenir des renseignements sur les modes de construction ;
- De présumer des matériaux utilisés pour le gros œuvre, élément clé de caractérisation de la vulnérabilité à la surpression à confirmer par l'approche terrain.

Plusieurs sources de données sont envisageables pour récupérer des informations sur l'époque de construction des bâtiments :

- Les plans et les photos aériennes datés ;
- Les données cadastrales (BD parcellaire, PCI vecteur, MAJIC...), la base de données FILOCOM...

Il convient pour cela d'utiliser la classification suivante³ :

- **Avant 1945** : bâti ancien ;
- **De 1945 à la fin des années 70 début des années 80** : bâti ancien et bâti récent ;
- **De la fin des années 70 début des années 80 à nos jours** : bâti récent.

La caractérisation de l'âge du bâti couplée avec la lecture des fiches régionales permet de préparer au mieux la visite terrain.

2.3 NIVEAU DE SURPRESSION

Le niveau de surpression auquel le bâtiment peut être exposé est à connaître avant de se rendre le terrain. En effet, la nécessité et le type de relevé à effectuer est fonction de l'intensité de l'exposition attendue. Ces éléments sont fournis par la DRIRE sur la base des données présentes dans l'étude des dangers et à l'aide de l'outil SIGALEA.

³ Pour plus détail, l'annexe relative à la période de construction des bâtiments est à consulter.

2.4 L'ORTHOPHOTOPLAN

Afin de mieux se repérer sur le terrain et de repérer facilement l'enjeu à étudier, il est conseillé d'intégrer dans la fiche de relevé un extrait de l'orthophotoplan.

3. DONNEES DE CARACTERISATION DE L'AGRESSION

Si la visite terrain peut se réaliser sur la base de la carte des zones d'intensité (20-35, 35-50 et 50-140 mbar), il est nécessaire d'affiner la connaissance de l'agression pour évaluer la capacité du bâti à protéger les personnes. L'IIC fournira les éléments suivants :

- Pour les structures non-métalliques :
 - La forme du signal de surpression : déflagration ou onde de choc ;
 - L'intervalle du temps d'application : 0-20, 20-50, 50-100, 100-150, 150-500, 500-1000, >1000 ms.
- Pour les structures métalliques :
 - L'intervalle du temps d'application : 0-20, 20-100, 100-150, > 150 ms.

4. VISITE TERRAIN – DONNEES GENERIQUES

Des examens visuels sont effectués depuis l'extérieur des bâtiments pour identifier une liste de paramètres architecturaux et structuraux fondamentaux en matière de vulnérabilité à la surpression.

On rappelle que les vitrages font l'objet d'une approche spécifique (sans nécessité de visite de terrain) détaillée dans un cahier technique autoportant à venir

L'ensemble de ces paramètres est décrit et illustré dans les chapitres suivants pour les structures non-métalliques et les structures métalliques. Des conseils pour leur identification sont formulés.

La localisation et les prises de vue sont des thèmes communs aux deux types de structures.

4.1 LOCALISATION

L'enjeu observé doit être précisément localisé et référencé. Cette localisation peut être réalisée à partir des plans cadastraux (parcelle cadastrale) ou à l'aide d'un GPS.

4.2 PRISES DE VUE

Une vue d'ensemble du bâtiment et de son environnement ainsi qu'une vue de détail de chacune des faces de la construction doivent être photographiées.

5. STRUCTURES NON-METALLIQUES

5.1 CARACTERISTIQUES DU BATIMENT EN ELEVATION

Le nombre de niveaux des bâtiments doit être identifié. En effet, si la tenue des bâtiments de moins de 5 niveaux peut être garantie, celle des bâtiments de hauteur supérieure doit être vérifiée par une étude spécifique.

Par ailleurs, les bâtiments présentant une hauteur d'étage (de niveau) supérieure à 4 m doivent également être identifiés. Ils nécessiteront en effet la réalisation d'une étude spécifique pour vérifier leur tenue.

Dans les cas contraires, les autres éléments de la fiche sont alors à renseigner.

5.2 TYPOLOGIE DES MURS EXTERIEURS

Les matériaux constitutifs des murs extérieurs conditionnent la tenue des éléments structuraux à la surpression. On entend par « murs extérieurs », les murs de façade du bâtiment. Dans le cas de structure à ossature (béton armé, bois, métal,...) avec remplissages, seule la nature du remplissage est considérée.

Les différents types de murs extérieurs pris en compte pour cette étude ainsi que des éléments permettant de les identifier lors d'une visite terrain (examens visuels des bâtiments depuis l'extérieur) sont présentés ci-après.

Le classement selon les trois catégories structurelles - A, B, C – est conditionné par la nature des murs extérieurs. Aussi pour chaque type de mur, la catégorie d'appartenance est précisée :

5.2.1 DONNEES GENERALES

5.2.1.1 LES TYPES DE MUR DE FAÇADE (SOURCE : EFECTIS)

Pour la grande majorité des constructions d'avant 1940, les matériaux de base pour la façade sont des produits lourds et massifs :

- La pierre naturelle taillée ou non (moellons) ;
- La brique pleine de terre cuite ;
- La terre crue ;
- Le torchis.

Après la seconde guerre mondiale, la reconstruction et l'industrialisation ont conduit au développement de nouveaux produits déclinés des précédents :

- Le bloc de béton creux (aggloméré) ou plein ;
- Le bloc de béton cellulaire ;
- La paroi de béton banché ;
- La brique creuse de terre cuite ;
- La pierre reconstituée.

Ces matériaux bruts peuvent être revêtus sur leur face extérieure d'un enduit ou d'un parement (par exemple : vêtture –éléments fixés au mur - ou bardage – éléments fixés à une ossature porteuse).

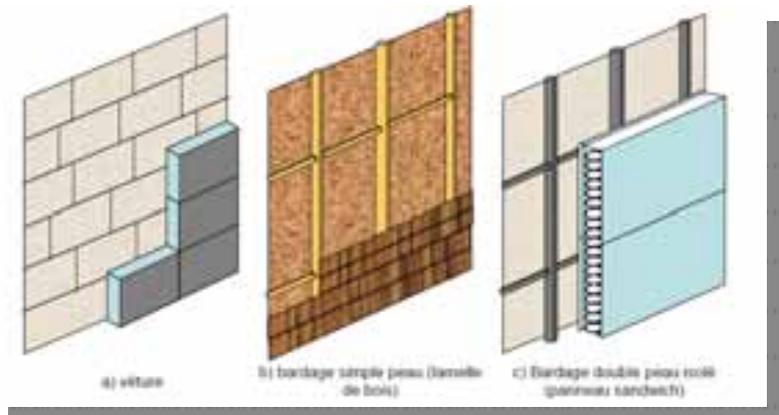


Figure 1 : Exemples de parement (Source : Efectis)

5.2.1.2 POINTS DE VIGILANCE

5.2.1.2.1 LES ENDUITS⁴

La principale difficulté rencontrée lors de la caractérisation des murs extérieurs d'une construction provient de la présence d'enduits.

De façon générale, il est conseillé lors de la visite terrain de s'intéresser aux défauts qui peuvent exister en surface des murs car ils peuvent permettre de déterminer la nature des murs recouverts. L'usure des enduits ou leurs défauts de mise en œuvre peuvent laisser apparaître les formes des éléments composant les murs : il est parfois possible de distinguer la forme des parpaings ou des briques grâce à l'usure provoquée par les intempéries.

Il peut être aussi utile de s'intéresser aux encadrements des ouvertures (portes, fenêtres...) qui permettent parfois d'obtenir des informations sur les couches d'enduits (type, épaisseur) et sur les caractéristiques des murs recouverts (nature du mur).

5.2.1.2.2 LES REVETEMENTS DE FAÇADE

Les parements de certaines façades peuvent masquer la vraie nature du mur extérieur (maçonnerie, béton armé, etc.).

Dans ce cas, l'observation du soubassement (partie inférieure d'un mur souvent en empiètement de quelques centimètres sur le nu de la façade) ou des encadrements d'ouverture peuvent aider à la caractérisation du type de mur.

⁴ Pour plus de détail, consulter les fiches régionales relatives au bâti ancien.

5.2.1.2.3 LA VETUSTE

Le manque d'entretien d'un bâtiment et l'existence de désordres nuisent à la tenue des murs en cas de surpression. Le caractère vétuste de la construction doit ainsi être renseigné. Quelque soit le type de mur extérieur, leur vétusté conduit au classement du bâtiment en **catégorie C**.

Certaines observations peuvent conduire à qualifier un mur de vétuste. Il s'agit notamment :

- Fruit ou ventre de murs maçonnés ;
- Fissurations profondes ou traversantes de murs ;
- Dégradations partielles du mur.



Figure 2 : Exemple de mur qualifié de « vétuste » (Source : CETE Méditerranée)

5.2.2 MURS EN BETON ARME

Ce type de murs est observé la plupart du temps sur des constructions récentes. Ils sont répandus pour la construction d'habitation collective et on les trouve parfois sur des maisons individuelles de surface conséquente.

Les **murs en béton armé** conduisent au classement du bâtiment dans la **catégorie A**.



Figure 3 : Petit collectif en béton armé (Source : INERIS)



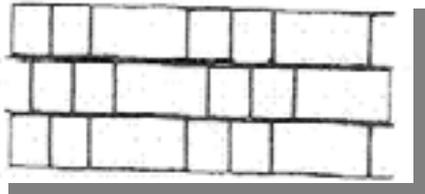
Figure 4 : Maison individuelle en béton armé (préfabriqué) (Source : CETE Méditerranée)

5.2.3 MURS EN PIERRES DE TAILLE

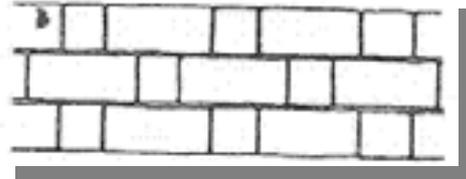
On distingue plusieurs types de pierres de taille :

- En petits blocs : leur poids unitaire est inférieur à 30 kg ;
- En blocs moyens : leur poids unitaire est compris entre 30 et 200 kg ;
- En gros blocs : leur poids unitaire est supérieur à 200 kg.

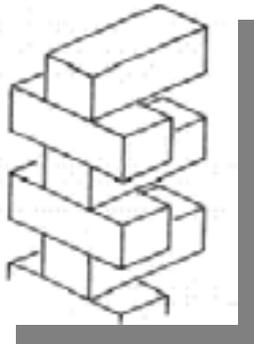
De plus, il existe plusieurs façons de disposer les pierres de taille (différents types d'appareillage).



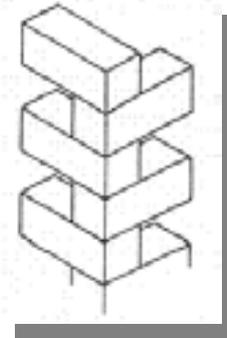
Appareillage français



Appareillage flamand



Chaînage vertical



Harpage d'angle

Figure 5 : Exemples d'appareillage de murs en pierre de taille (Source : Encyclopédie du bâtiment 1996, tomes 1 à 4)

Les **murs en pierre de taille** conduisent au classement du bâtiment dans la **catégorie A**. De façon générale, les murs en pierres de taille ne sont pas enduits.



Figure 6 : Murs en pierres, blocs moyens (Source : CETE NC, INERIS)

5.2.4 MURS EN PARPAINGS

Ce type de murs peut être observé sur de nombreuses constructions récentes.

Il est parfois possible d'apercevoir les formes des parpaings en dessous des enduits (notamment grâce à leur usure due aux intempéries).

Les **murs en parpaings** conduisent au classement du bâtiment dans la **catégorie A**.



Figure 7 : Mur en parpaings sans enduit (Source : CETE NC, INERIS)

5.2.5 MURS EN BRIQUES PLEINES

Les constructions en briques pleines ne nécessitent en théorie ni enduits ni traitements aux angles particuliers. En pratique, on peut retrouver de telles constructions dont les surfaces des murs sont enduites ou peintes, et des angles (et parfois des niveaux de planchers) mis en valeur par des pierres ou des enduits particuliers.

Les **murs en briques pleines** conduisent au classement du bâtiment dans la **catégorie A**.



Figure 8 : Constructions en briques pleines (Source : CETE NC, INERIS)



Figure 9 : Construction briques pleines, angles et niveaux de planchers mis en valeur avec des pierres (Source : CETE NC, INERIS)

5.2.6 MURS EN BRIQUES CREUSES

Les constructions en briques creuses nécessitent en théorie la pose d'enduits aux angles et sur les surfaces de murs. En pratique, il arrive que ces constructions ne soient pas enduites sur les surfaces de murs, et on peut alors observer des poteaux d'angles (souvent en béton) qui servent à protéger les briques (qui sont ouvertes sur l'extérieur aux niveaux des angles). Cette méthode est souvent utilisée pour des raisons économiques. Lorsque les constructions sont enduites, elles ne nécessitent pas de poteaux d'angles.

Les murs en briques creuses conduisent au classement du bâtiment dans la catégorie B.

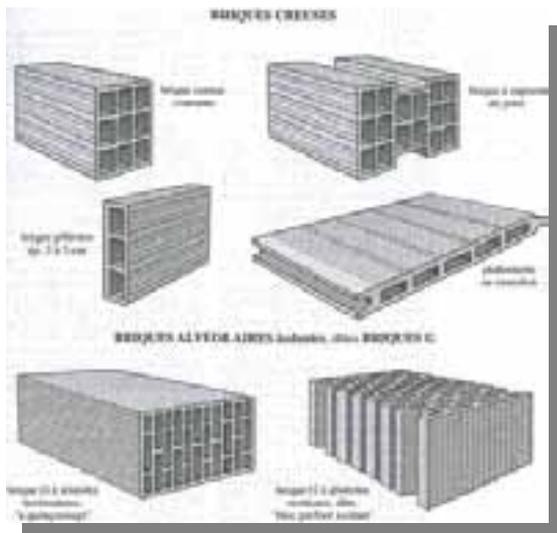


Figure 10 : Typologie des briques creuses (Source : Dicobat 6)



Figure 11 : Mur en briques creuses en cours de réalisation (Source : CETE Méditerranée)



Figure 12 : Bâti en briques creuses de petite taille, non enduit et avec poteaux d'angles (petite partie maçonnée en briques pleines) (Source : CETE NC, INERIS)



Figure 13 : Bâti en briques creuses de grande taille, recouvert d'enduit (Source : CETE NC, INERIS)

5.2.7 MURS EN MOELLONS

Les moellons sont des «*petits blocs de pierre naturelle, soit bruts, soit équarris et plus ou moins taillé, utilisé pour la construction des murs en pierres maçonnées. Par convention, le moellon est un bloc assez petit pour être porté et manipulé par un seul homme sans l'assistance d'appareil de levage.*» (Source :Dicobat 6, page 658).

Pour la construction ancienne en moellons, on observe des harpages d'angles, des encadrements et des linteaux en briques ou en pierres.

Certaines constructions anciennes, dont la façade principale est en pierre de taille, possèdent souvent des murs de façade arrière en moellon (les matériaux nobles étaient utilisés côté rue, et côté cour des matériaux de plus mauvaise qualité pouvaient être employés).

Les **murs en moellons** conduisent au classement du bâtiment dans la **catégorie B**.



Figure 14 : Maçonneries en moellons (Source : CETE Méditerranée)



Figure 15 : Murs en moellons bruts lités (à gauche) ou moellons pour « opus incertum » (à droite), encadrements de fenêtres en briques (Source : CETE NC, INERIS)



Figure 16 : Mur en moellons bruts ordinaires (Source : CETE NC, INERIS)

5.2.8 MURS A COLOMBAGE, REMPLISSAGE EN BRIQUES, MOELLON OU TORCHIS

Le colombage est un «mode de construction des murs porteurs associant plusieurs pans de bois dont les ossatures restent apparentes, et dont les vides font l'objet d'un remplissage en plâtras, en pisé, en torchis, ou en maçonnerie de brique, ..., avec ou sans enduit en parement » (Source :Dicobat 6).

Ces murs sont aussi dénommés «murs à pans de bois» ou «murs à ossature bois». Ils possèdent une ossature (structure) en pans de bois sur laquelle un remplissage est mis en place. Les formes des structures en bois ainsi que les types de remplissage sont variables. Ils correspondent la plupart du temps à des maisons anciennes.

En fonction de la nature des remplissages les murs à colombage, conduisent au classement du bâtiment dans **les catégories A (ex : briques pleines), B (ex : moellons) ou C (ex : torchis).**



Figure 17 : Mur à pans de bois et remplissage en torchis ou en briques avec enduits. (Source : Internet)



Figure 18 : Murs à ossature bois et remplissage en torchis ou moellon enduit (Source : CETE NC, INERIS)



Figure 19 : Mur à ossature bois et remplissage en briques pleines (Source : CETE NC, INERIS)

5.2.9 MURS EN PISE

Le mur en pisé est une « maçonnerie rustique rurale en terre grasse argileuse triturée avant emploi [...] » (Source : Dicobat 6).

Ces murs sont construits par des coffrages successifs de terre (couches d'environ 80cm) reliés entre eux par des lits de mortiers. Ces murs possèdent des chaînages (chaînages d'angle ou horizontaux) en pierre, en briques ou en mortier de chaux.

Du fait des caractéristiques des matériaux, les constructions en pisé dépassent rarement les R+2, et les trumeaux (pans de murs entre deux ouvertures) sont généralement assez larges. On peut noter également que, le pisé étant relativement plus sensible à l'humidité que beaucoup de matériaux, les débords de toiture d'une construction de ce type sont plus importants que la moyenne ; enfin, les enduits se décollent par plaques sur ce type de mur.

Les murs en pisé conduisent au classement du bâtiment dans la **catégorie C**.

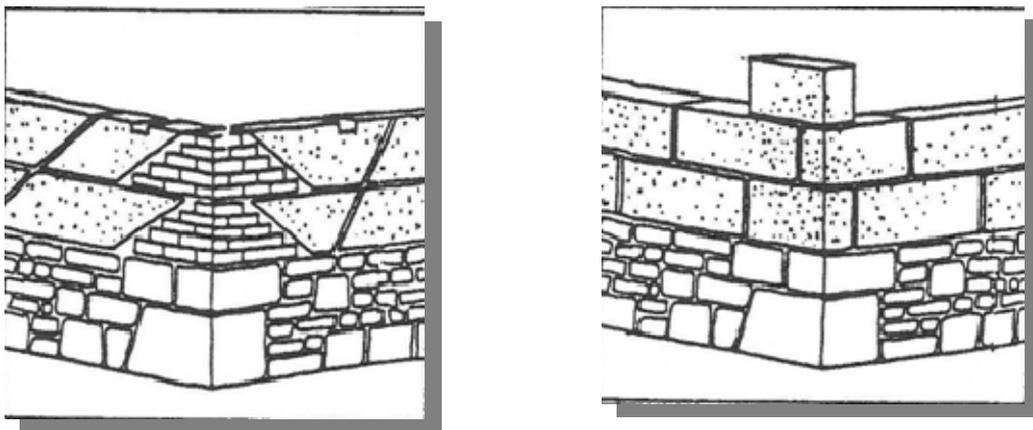


Figure 20 : Schémas de construction de murs en pisé (sans enduits) (Source : Encyclopédie du bâtiment 1996, tomes 1 à 4)



Figure 21 : Exemples de murs en pisé (Source : INERIS)

5.2.10 MURS EN BOIS

Les murs en bois sont constitués de lattes de bois ou de panneaux de bois. Les panneaux de bois sont issus de procédés industriels et peuvent être montés à leur support en usine ou sur le lieu de construction. Les constructions récentes sont souvent en panneaux de bois, et les plus anciennes en lames de bois. Malgré l'enduit que les façades peuvent parfois présenter, ce type de mur est facilement identifiable. En cas de doute, on peut retenir que les constructions en panneaux de bois sonnent plus creux que celles en maçonneries. Attention cependant, car les panneaux bois sont de plus en plus utilisés en parement lors de la mise en place d'isolation extérieure. Il conviendra d'être attentif lors de l'identification de telles constructions.

Les **murs en bois** conduisent à préconiser une **étude spécifique** sur le bâtiment.



Figure 22 : Construction mixte ossature bois avec bardage en bois – béton armé (Source : CETE Méditerranée – J. SOLARI architecte)



Figure 23 : Construction en lames de bois (Source : CETE NC)

5.2.11 MURS MIXTES

Il est évidemment possible de rencontrer des constructions dont la nature des matériaux utilisés pour les murs de façade varie selon les faces. Dans certains cas, une hétérogénéité des matériaux peut être observée sur un même mur.

Ces divers cas de murs mixtes sont fréquemment rencontrés sur les constructions anciennes ayant fait l'objet de travaux de renforcement, réhabilitation, extension, etc.

Lorsque le bâtiment présente des **murs mixtes**, le classement du bâtiment correspond à la **catégorie la plus pénalisante** associée aux matériaux en présence (principe de précaution). Par exemple, si le bâtiment présente des murs en pierre de taille pour certaines faces et en moellons pour d'autres, la construction sera classée dans la catégorie B.



Figure 24 : Mur de façade mixtes (Source : CETE Méditerranée)

5.3 CARACTERISTIQUES DES TOITURES

La toiture est composée de la charpente et de la couverture. La charpente est un assemblage de pièces qui forment une ossature portant la couverture. La couverture est composée des éléments et matériaux qui doivent assurer le «couvert» d'un édifice : elle lui assure une protection étanche et durable contre les intempéries.

Trois paramètres influant sur la tenue de la toiture sont à caractériser lors des relevés terrain :

- Le type de charpente ;
- La pente du toit ;
- Le type de couverture.

5.3.1 TYPE DE CHARPENTE

Il s'agira de déterminer si la charpente est métallique ou non. Pour le bâti courant, la plupart des charpentes sont en bois. Pour les bâtiments d'activité et certains établissements recevant du public, des charpentes métalliques sont plus fréquemment observées. Les **bâtiments à charpente métallique** devront faire l'objet d'une **approche spécifique**.

5.3.2 PENTE DE LA TOITURE

Les pentes fortes de toiture ($>25^\circ$) conduisent à une mise en charge nuisible de la toiture. Dans ce cas, des renforcements de la charpente sont à envisager. Aussi, les relevés terrain devront permettre de déterminer si la pente de la toiture est $<$ ou $>$ à 25° .

Dans le cas de charpente multi-pentes, la pente de toiture la plus défavorable est à considérer.



Figure 25 : Construction présentant une pente de toiture $> 25^\circ$ (Source : CETE NC, INERIS)



Figure 26 : Construction présentant une pente de toiture $< 25^\circ$ (Source : CETE NC, INERIS)

Les charpentes à la Mansart seront considérées comme présentant une pente supérieure à 25° .



Figure 27 : Toiture à la Mansart (Source : Internet)

5.3.3 TYPE DE COUVERTURE

Les petits éléments de couverture (tuiles, ardoises, etc.) sont associés à des types de charpentes permettant de transmettre favorablement les efforts. Ce n'est pas de couvertures d'éléments plus larges tels que les plaques de fibro-ciment ou les tôles.

Il est à noter qu'il existe une grande variété de tuiles.

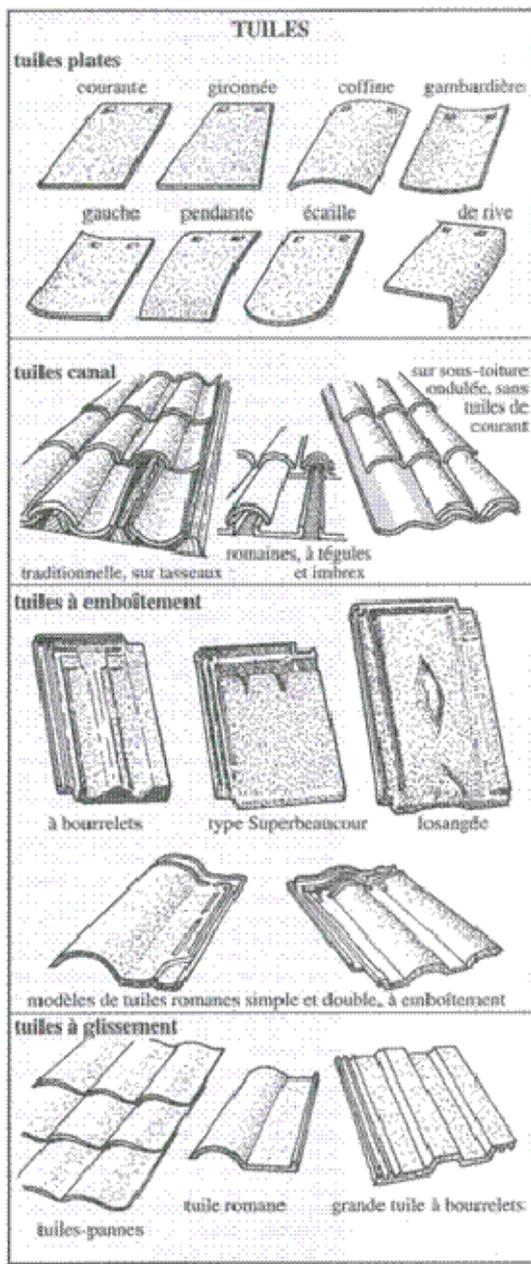


Figure 28 : Variété de tuiles (Source : Dicobat 6)

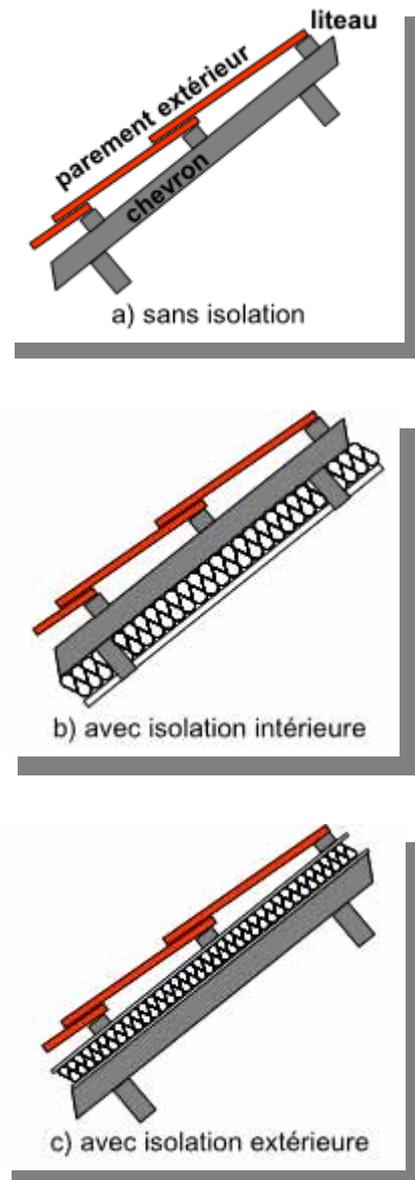


Figure 29 : Éléments de détail de toitures (Source : Efectis)

En rouge des petits éléments de couverture, en gris la charpente



Figure 30 : Petits éléments de couverture : tuiles mécaniques terre-cuite ou béton (Source : CETE NC, INERIS)



Figure 31 : Petits éléments de couverture : Tuiles plates (Source : CETE NC, INERIS)



Figure 32 : Grands éléments de couverture : Plaques de fibro-ciment (Source : CETE NC, INERIS)



Figure 33 : Grands éléments de couverture : Tôles (Source : CETE NC, INERIS)

5.4 SYNTHÈSE DE LA VISITE TERRAIN

Une fois les caractéristiques architecturales et structurelles renseignées lors de la visite terrain, la synthèse se doit d'être réalisée.

Elle permet de visualiser rapidement :

- La nécessité de recourir à une étude spécifique ;
- La pente du toit ;
- Le type de couverture ;
- La catégorie associée aux types de murs. La catégorie retenue pour le bâtiment est la plus pénalisante : elle correspond à la valeur maximale des catégories retenues pour les murs.

6. STRUCTURES METALLIQUES

Pour les bâtiments métalliques implantés dans la zone 20-35 mbar, correspondant à des structures à ossatures métalliques avec bardage, la portée des poutres fermières est un paramètre fondamental influençant la tenue de la toiture.

La portée des poutres peut être approchée de façon simple par la mesure de la largeur du bâtiment. Si la tenue de la toiture des bâtiments d'une largeur inférieure à 13 m peut être garantie, une étude spécifique devra être entreprise pour les constructions d'une largeur supérieure à ce seuil. Pour des portées comprises entre 13 m et 20 m, il s'agira de vérifier la tenue du bâtiment et de définir le cas échéant les renforcements possibles. Pour les portées supérieures à 20 m, la non-tenue du bâtiment est certaine. L'étude à mener consistera donc uniquement à définir les renforcements envisageables.

La largeur du bâtiment peut être déterminée à partir du plan cadastral. Pour les bâtiments dont la largeur est supérieure à 13 m, une vérification à l'intérieur du bâtiment permettra de vérifier l'existence ou non de poteaux et donc la portée réelle des poutres fermières (voir schéma ci-dessous).

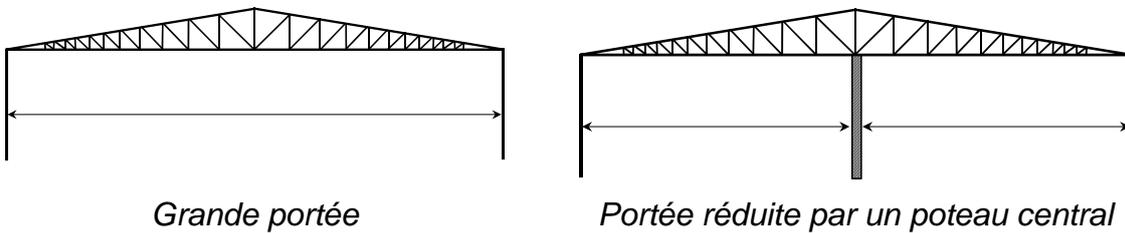
Par exemple, la largeur en plan d'un entrepôt est de 20 m, la présence de poteaux centraux soutenant les poutres permet de réduire la portée à 10 m. Dans ce cas, la tenue de la toiture n'est pas préoccupante.



Figure 34 : Vues d'entrepôts métalliques (Source : INERIS)



Figure 35 : Entrepôts dont la portée des poutres fermières est supérieure à 13 m (Source : INERIS)



Grande portée

Portée réduite par un poteau central

Figure 36 : Schéma relatif à la portée des poutres fermières (Source : INERIS)

7. GLOSSAIRE

7.1 TOITURE

Fermes : (Schéma p469 de Dicobat 6) «Assemblage de pièces dans un plan vertical, formant l'ossature triangulée d'une charpente: toute charpente classique est constituée de fermes établies perpendiculairement à l'axe du comble. Les fermes sont contreventées par des pannes horizontales qui portent les chevrons et la couverture. Une ferme doit être rigide et indéformable. [...]. Il existe de nombreux types et variantes de fermes, tant en bois que métalliques.» Dicobat 6, page 468.

Pannes : «Pièce horizontale d'une charpente de comble, en bois ou en métal.» Dicobat 6, page 721, Schéma même page, constitue un des éléments d'encadrement d'une charpente.

7.2 FAÇADES

Appareillage : «Manière de disposer les pierres ou les briques qui composent une maçonnerie[...]», Dicobat 6 page 81.

Bardage : Parement d'éléments fixés sur une ossature porteuse.

Équarrir : «Tailler une bille de bois ou un bloc de pierre à l'équerre, en forme de parallélépipède rectangle, mais sans donner aux parements une finition soignée.» Dicobat 6, page 434.

Harpage : Arrangement de pierre permettant de raidir un mur en angle ou en tête.

Hourder ou hourdir : « De façon générale, maçonner des éléments au plâtre ou au mortier : hourdir un mur de moellons au mortier de chaux.» Dicobat 6, page 550.

Moellons : Petit bloc de pierre calcaire, soit brut, soit équarri et plus ou moins taillé, utilisé pour la construction des murs en pierres maçonnées. Par convention, le moellon est un bloc assez petit pour être porté et manipulé par un seul homme sans l'assistance d'appareil de levage.» Dicobat 6, page 658.

Mortier : « Mélange composé d'un liant (hydraulique, aérien ou synthétique), de granulats fins, charges inertes constituant le squelette ou l'ossature du mortier (sables...), et éventuellement de pigments colorants Si on y ajoute des cailloux, de graviers ou des gros granulats, le mortier devient un béton» Dicobat 6, page 666.

Pignon : «Mur extérieur qui porte les pannes d'un comble et dont les contours épousent la forme des pentes de ce comble.» Dicobat 6, page 764.

Pisé : «Maçonnerie rustique rurale en terre grasse argileuse triturée avant emploi [...]», Dicobat 6, page 770.

Tout venant : «Mélange brut de sable et de granulats, tel qu'il est extrait d'une carrière, avant calibrage ou criblage.» Dicobat 6, page 987.

Vêture : Parement d'éléments fixés au mur.

ANNEXE C1

10/2009

Dispositions spécifiques aux éléments non
/structuraux

TABLE DES MATIÈRES

PREAMBULE.....	5
1. LES CLOISONS	7
2. LES CHEMINEES.....	9
3. LES COUVERTURES.....	9
4. PLAFONDS SUSPENDUS	11
5. LES PORTES	13
6. EQUIPEMENTS LOURDS	13

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Exemple de solidarisation d'une cloison à un plancher haut à l'aide de plats métalliques (Source : CETE Méditerranée).....	7
Figure 2 : 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).....	9
Figure 3 : Exemple de jeu périphérique entre les parois d'un bâtiment et le plafond suspendu (Source : CETE Méditerranée).....	11
Figure 4 : Exemples de contreventement et de fixation d'éléments suspendus (de gauche à droite : luminaire, gaine et canalisations) (Source : Milan ZACEK).....	12
Figure 5 : Exemples de fixation d'armoires et d'étagères aux murs (Source : CETE Méditerranée).....	13
Figure 6 : Exemple de fixation au sol et au mur d'un équipement lourd de type « chauffe-eau » (Source : Milan ZACEK).....	14
Figure 7 : Exemples de dispositifs permettant de limiter le risque de chutes d'objet entreposés sur des rayonnages (Source : Milan ZACEK).....	14

PREAMBULE

Au delà de l'exigence de résistance de la structure d'un bâtiment soumis à de la surpression, la préservation des éléments non structuraux s'avère également un enjeu important. En effet leur destruction peut parfois présenter un danger direct pour la sécurité des personnes (chute de faux-plafonds, projection d'armoires, dislocation de cloisons...) ou indirect (encombrement des sorties rendant difficile l'évacuation du bâtiment).

Parmi les éléments non structuraux, les vitrages et les châssis font l'objet d'une approche spécifique et de préconisations particulières.

Pour les autres éléments tels que les cloisons, les faux-plafonds, les équipements... des dispositions techniques peuvent permettre de mieux protéger les personnes.

Par analogie aux certaines démarches conduites en matière de prévention du risque sismique, la stratégie adoptée couramment consiste à assurer une liaison rigide de l'élément au système porteur lorsque la flexion attendue de la structure est limitée. Dans certains cas, la désolidarisation d'élément des systèmes porteurs peut être envisagée lorsque la flexion attendue de la structure est importante (cas des rayonnages dans les entrepôts à structure métallique par exemple).

L'ensemble des dispositions présentées ci-après peuvent être prescrites ou recommandées en tant que dispositions constructives pour les projets ou mesures de réduction de la vulnérabilité d'enjeux existants.

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 dans la figure ci-dessous (Figure 1). Il s'agit dans cet exemple de la solidarisation d'une cloison à un plancher haut constitué par une dalle caisson en béton armé.

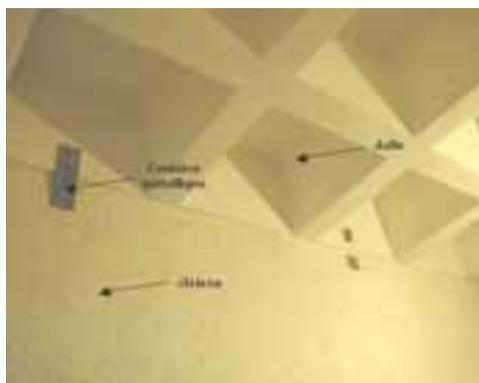


Figure 1 : Exemple de solidarisation d'une cloison à un plancher haut à l'aide de plats métalliques (Source : CETE Méditerranée)

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 CHEMINEES

La chute d'une cheminée peut occasionner des blessures :

- Sur les personnes situées à l'extérieur du bâtiment si elles sont projetées sur la voie publique ;
- Sur les personnes présentes dans le bâtiment si la cheminée vient à traverser la charpente et le plancher haut de l'ouvrage.

Pour limiter ce risque, il est conseillé de renforcer les cheminées d'une hauteur supérieure à 1,40 m par toute solution appropriée comme, par exemple en haubanant la cheminée (Figure 2).

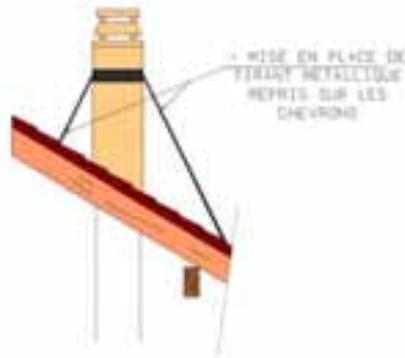


Figure 2 : Exemple d'un haubanage de cheminée (Source : projet de cahier technique sur les dispositions constructives pour les éléments non structuraux des bâtiments de catégorie d'importance II situés en zone de sismicité 2- AFPS – 2008)

3. LES COUVERTURES

Les couvertures en tuile sont à préférer.

A l'exception 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. En effet, cette fixation tend à augmenter la mise en charge de la charpente.

4. 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, et encombrer les sorties perturbant ainsi l'évacuation du bâtiment.

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 (Figure 3).

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.



Figure 3 : Exemple de jeu périphérique entre les parois d'un bâtiment et le plafond suspendu (Source : CETE Méditerranée)

Les préconisations mentionnées ci-avant pour les plafonds suspendus sont valables pour tout élément suspendu au plafond pour lesquels un contreventement suffisant et une fixation solide au plafond doivent être assurés (Figure 4).

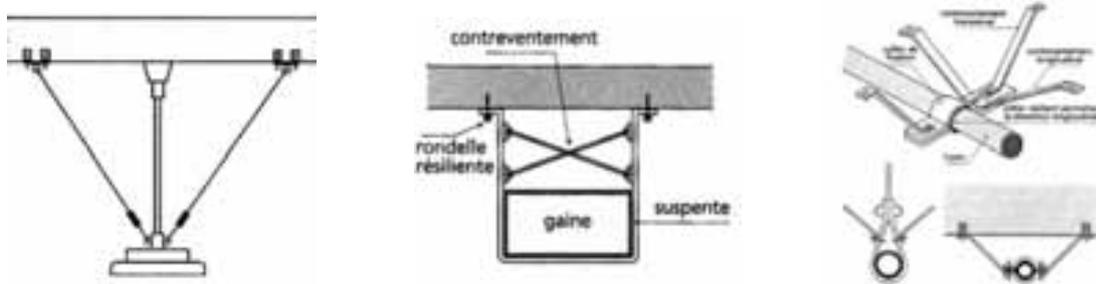


Figure 4 : Exemples de contreventement et de fixation d'éléments suspendus (de gauche à droite : luminaire, gaine et canalisations) (Source : Milan ZACEK)

5. LES PORTES

Il est recommandé que l'ouverture des portes se fasse vers l'extérieur des pièces.

6. EQUIPEMENTS LOURDS

Les équipements lourds (armoires, chaudière...) intérieurs d'un bâtiment peuvent se déplacer, basculer ou être projetés et occasionner ainsi des blessures sur les occupants du bâtiment.

La fixation de ces équipements aux murs, planchers et cloisons par des systèmes adéquats (vis, boulons, chevilles) est à prévoir.

Quelques exemples de fixation d'armoires, d'étagères et d'équipements lourds sont présentés dans les figures ci-après (Figure 5 et Figure 6).



Figure 5 : Exemples de fixation d'armoires et d'étagères aux murs (Source : CETE Méditerranée)

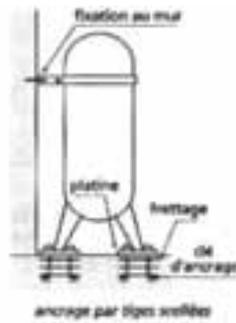


Figure 6 : Exemple de fixation au sol et au mur d'un équipement lourd de type « chauffe-eau » (Source : Milan ZACEK)

La projection d'éléments entreposés sur des étagères ou rayonnage peut également être à l'origine de blessures. Aussi, des rebords, des fils, des plats métalliques (Figure 7) ou tout autre dispositif doivent être installés pour limiter les risques de chute ou de projection d'objets lourds.

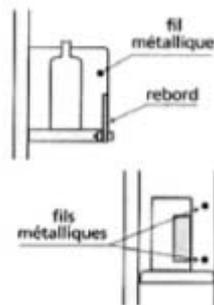


Figure 7 : Exemples de dispositifs permettant de limiter le risque de chutes d'objet entreposés sur des rayonnages (Source : Milan ZACEK)

Concernant l'organisation des stockages et entreposages sur des rayonnages ou étagères, les éléments lourds sont de préférence installés en partie basse.

ANNEXE C2

26/10/2009

INERIS- DRA-09-103218-11382D

Guide pratique

**Fenêtres dans la zone des effets de surpression
d'intensité 20-50 mbar, diagnostic et mesures de
renforcement**

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	5
2. MODES DE CONSTRUCTION, TYPOLOGIE DES FENETRES EN FRANCE 7	
2.1 Eléments constituant une fenêtre	7
2.2 Les principaux modes d'ouverture.....	8
2.3 Les principaux types de pose	10
2.4 Les principaux types de vitrage	12
2.5 Les principaux types de verre.....	13
2.6 Les films de protection anti-fragment.....	14
3. ELEMENTS PRATIQUES POUR PROTEGER LES FENETRES	17
3.1 Introduction.....	17
3.2 Dimensions des panneaux vitrés.....	17
3.3 Règles simples a respecter sur les châssis, le système de fermeture.....	34
3.4 Fixation de la fenêtre dans le mur	38
4. EXEMPLE D'APPLICATION POUR LES BATIMENTS EXISTANTS : PROTECTION OFFERTE PAR UN DES TYPES DE FENETRES LES PLUS COURAMMENT RENCONTRES.....	43
5. REFERENCES.....	47
6. LISTES DES ANNEXES	49

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Dormant et ouvrants d'une fenêtre à ouverture à la française.....	7
Figure 2 : Paumelles, châssis mobile, parcloses et panneaux vitrés d'une fenêtre	7
Figure 3 : Illustration d'un système de fermeture à crémonne avec sortie de tringle	8
Figure 4 : Les principaux types d'ouverture des fenêtres en France.....	9
Figure 5 : Schéma de la pose en feuillure	10
Figure 6 : Schéma de la pose en tunnel.....	10
Figure 7 : Schéma d'une pose en applique	11
Figure 8 : Schéma d'un vitrage simple feuilleté de type 44.2 (à gauche) et 666.4 (à droite).....	12
Figure 9 : Schéma d'un vitrage isolant double de type 4/16/4 (à gauche) et 44.2/12/4 (à droite)	12
Figure 10 : Fixation du film par simple adhérence	15
Figure 11 : Fixation chimique du film	15
Figure 12 : Fixation mécanique du film	16
Figure 13 : Types de vitrages étudiés	18
Figure 14 : Illustration des dimensions L et l d'un panneau vitré.....	18
Figure 15 : Signaux de surpression typiques	19
Figure 16 : Orientation des façades du bâtiment par rapport au centre de l'explosion	19
Figure 17 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 4/16/4 en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/20	
Figure 18 : Configuration admissibles des panneaux vitrés de type 4/16/4 de dimensions 0.6 m x 1.1 m de fenêtres à ouverture à la française à 2 vantaux de dimensions hors tout standards : 1.40 m de large et de 1.25 m de haut	22
Figure 19 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 44.2/12/4 en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/23	
Figure 20 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 4/12/44.2 en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/25	
Figure 21 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 44.2/8/44.2 en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/26	
Figure 22 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 8/8/8 en verre trempé en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/l.....	28
Figure 23 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré muni d'un vitrage simple monolithique recuit de 4mm avec film de sécurité en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/l	31
Figure 24 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 4/16/4 avec film de sécurité en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/l.....	32
Figure 25 : Exemple pour une fenêtre à ouverture à la française à deux vantaux de dimensions tableaux h=1.25 m x l = 1.40 m.....	35
Figure 26 : Système de fermeture classique à crémonne 3 points avec sortie de tringle (sans renvoi d'angle) d'une fenêtre à ouverture à la française.....	35
Figure 27 : Disposition des fixations principales pour les fenêtres à ouverture à la française à deux vantaux munies d'un système de fermeture à sortie de tringle en face 1 à 4 d'une construction dans la zone 20-50.....	41
Figure 28 : Disposition des fixations principales pour les fenêtres à ouverture à la française avec système de fermeture à renvoi d'angle en face 1 à 4 d'une construction dans la zone 20-50.....	41
Figure 29 : Exemple de disposition des fixations pour une fenêtre à ouverture à la française de dimensions largeur = 1.40 m, hauteur = 1.25 m en face 1 d'une construction dans la zone 35-50	42
Figure 30 : Exemple de disposition des fixations pour une fenêtre à ouverture à la française de dimensions largeur = 1.40 m, hauteur = 1.25 m en face 2, 3 et 4 d'une construction dans la zone 35-50 ou en face 1 à 4 d'une construction dans la zone 20-35	42
Figure 31 : Tableau de la vulnérabilité dans la zone 20-50 mbar d'une fenêtre à ouverture à la française à deux vantaux de dimensions h=1.25 m x l=1.40 m munie de panneaux vitrés de type 4/16/4 et d'un système de fermeture 3 points avec sortie de tringle	44
Figure 32 : Orientation des façades du bâtiment par rapport au centre de l'explosion	53

Figure 33 : Angles retenus..... 54
Figure 34. Affectation des numéros de faces 55

1. INTRODUCTION

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

Ce document est à destination des maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et professionnels de la construction. Il a pour objectif de les aider à mieux appréhender les demandes de travaux faites par les propriétaires dans le cadre de la mise en œuvre des prescriptions d'objectif de performance ou des recommandations du règlement du PPRT.

Il propose des éléments pratiques simples permettant de protéger les fenêtres des bâtis actuels ou futurs et ainsi garantir une protection efficace des personnes situées à l'intérieur des habitations dans la zone des effets de surpression d'intensité 20-50 mbar. Les mesures constructives proposées se veulent les moins onéreuses possibles.

Elaboré par l'INERIS, il se fonde sur des travaux tant théoriques que pratiques et complète un certain nombre de documents référencés en dernière page du présent rapport [1], [2], [3] et [4].

Il présente :

- Les principaux modes de constructions des fenêtres en France [Chap. 2] ;
- Des éléments pratiques pour garantir la tenue des fenêtres dans la zone des effets de surpression d'intensité 20-50 mbar [Chap. 3], afférents :
 - à la nature et aux dimensions des panneaux vitrés [Chap. 3.2] ;
 - à la nature du châssis, au système de fermeture et au mode de pose de la fenêtre [Chap. 3.3] ;
 - au mode de fixation de la fenêtre dans le mur [Chap. 3.4].
- Un exemple d'application dressant la protection offerte par un des types de fenêtres les plus couramment rencontrés dans l'habitat français.

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 : encadrement fixe de la fenêtre fixé au mur et sur lequel sont fixés les vantaux (cadre ouvrant) de la fenêtre ; Le dormant est aussi appelé le fixe, le bâti, ou le châssis dormant ;
- 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 ;
- le vitrage proprement dit, encore appelé « panneau vitré » ;
- le châssis mobile : assemblage de montants (parties verticales) et de traverses (parties horizontales) qui encadre et maintient le vitrage ;
- les parcloses : pièces de petite section servant au maintien des vitrages ;

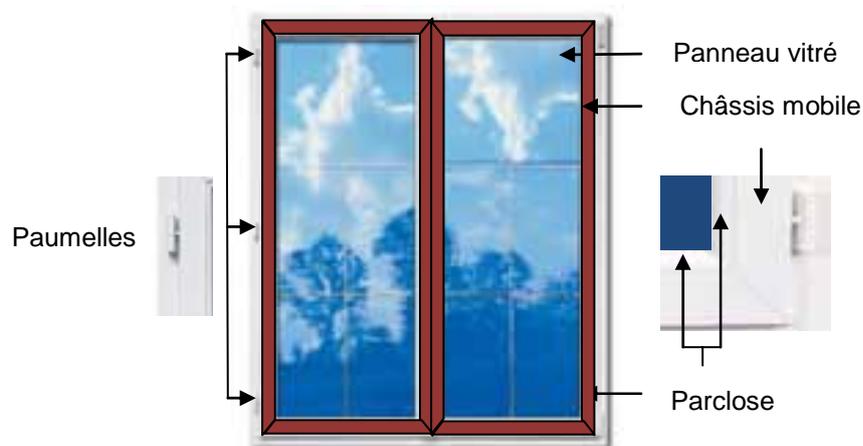


Figure 2 : Paumelles, châssis mobile, parcloses et panneaux vitrés d'une fenêtre

- sans oublier le système de fermeture ; Parmi les plus courants, peut être cité le système de fermeture à crémone avec sortie de tringle. Le verrouillage est assuré en partie basse et en haute par une gâche (pièce en métal ou en plastique) fixée au dormant et dans laquelle vient s'engager une tige métallique.



Figure 3 : Illustration d'un système de fermeture à crémone avec sortie de tringle

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, avec ouverture à la française ;
 - 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 4 : 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.

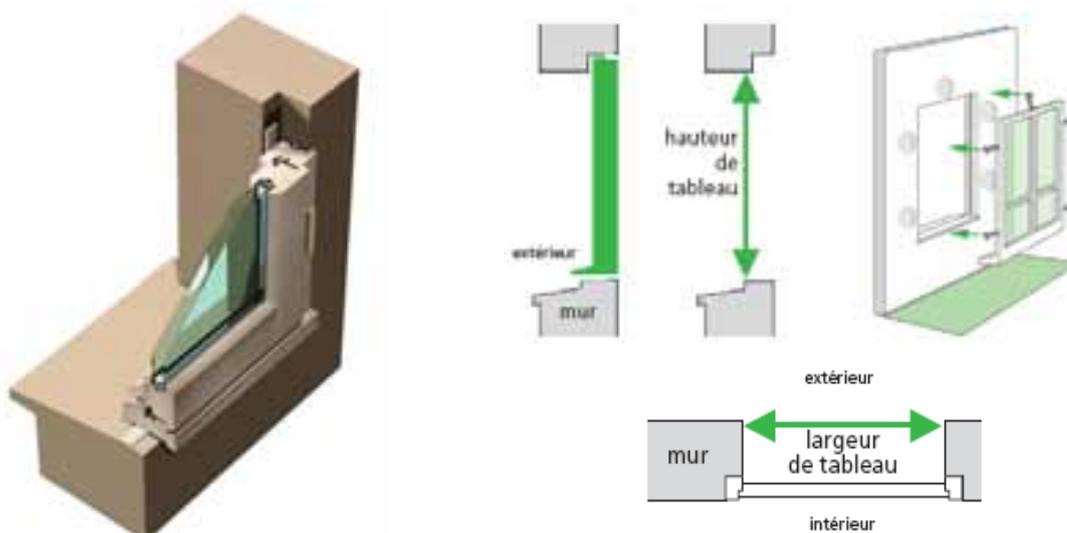


Figure 5 : Schéma de la pose en feuillure

- 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.

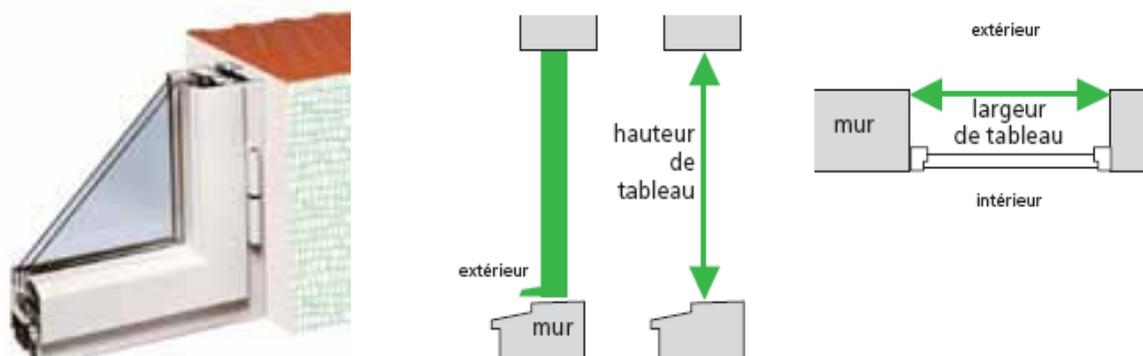


Figure 6 : Schéma de la pose en tunnel

- **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.

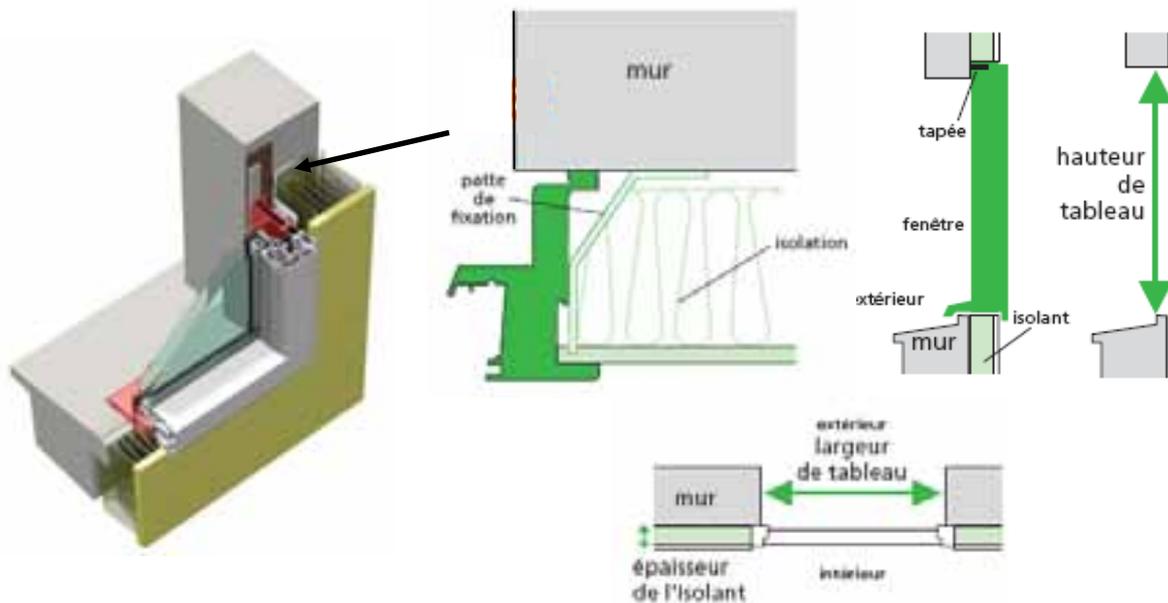


Figure 7 : Schéma d'une pose en applique

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

- Vitrages isolants doubles : composés de deux vitrages qui peuvent être simples monolithiques ou simples 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.

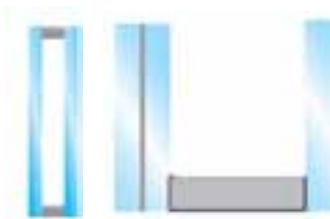


Figure 9 : Schéma d'un vitrage isolant double de type 4/16/4 (à gauche) et 44.2/12/4 (à droite)

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 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-fragment 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 surpression, 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 de projection des 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-FRAGMENT

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.

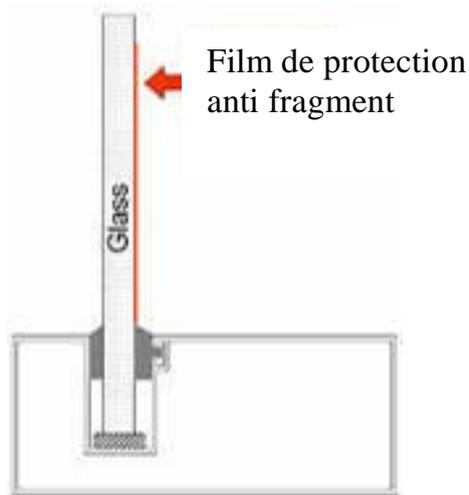


Figure 10 : Fixation du film par simple adhérence

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 / m² hors pose.

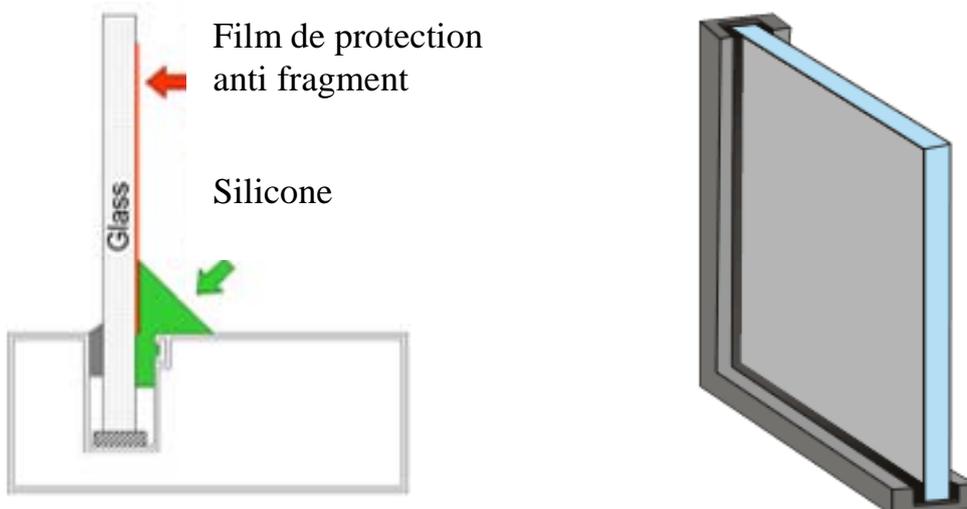


Figure 11 : Fixation chimique du film

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.

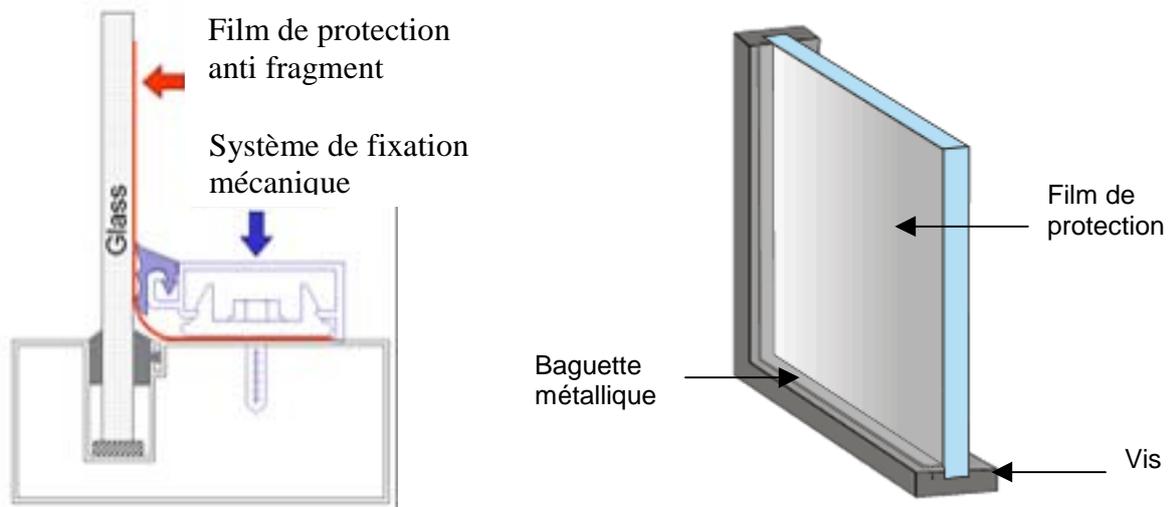


Figure 12 : Fixation mécanique du film

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

3. ELEMENTS PRATIQUES POUR PROTEGER LES FENETRES

3.1 INTRODUCTION

Afin de garantir la protection des personnes se trouvant à l'intérieur d'une habitation située dans la zone des effets de surpression d'intensité 20-50 mbar (appelé par la suite zone 20-50 mbar), la tenue des fenêtres dans une telle zone doit être assurée.

Pour ce faire, les panneaux vitrés constituant la fenêtre doivent être capables de résister à une onde de surpression de 20 à 50 mbar ou dans une moindre mesure de casser sans risque de blessure (les bris de vitre susceptibles d'être projetés étant retenus). Cependant, cela ne suffit pas. En effet, en cas d'ouverture de la fenêtre, les vantaux peuvent être arrachés et projetés à l'intérieur des habitations causant alors de graves blessures. De même, une fixation non adaptée du cadre de la fenêtre dans le mur peut amener la fenêtre à s'arracher du mur et à être projetée.

Ainsi, garantir la tenue d'une fenêtre dans la zone 20-50 mbar, nécessite une démarche en 3 étapes :

- définir les dimensions maximales admissibles de différents panneaux vitrés isolants doubles standards ou feuilleté afin de résister ou casser sans risque de blessure dans la zone 20-50 mbar. On trouvera les éléments correspondants au chapitre 3.2.
- définir la configuration du châssis admissible en tenant compte :
 - du matériau constituant le châssis (PVC, aluminium, bois) ;
 - du mode d'ouverture de la fenêtre (ouverture à la française, coulissant, ...) ;
 - du système de fermeture de la fenêtre ;
 - du mode de pose ;

On trouvera les éléments correspondants au chapitre 3.3.

- définir la configuration admissible du mode de fixation du châssis dans le mur (chapitre 3.4)

Ces règles définissent un ensemble d'éléments pratiques permettant de garantir la tenue des fenêtres et ainsi protéger efficacement les personnes.

3.2 DIMENSIONS DES PANNEAUX VITRES

Le comportement d'un panneau vitré face à une onde de surpression dépend notamment :

- des caractéristiques du vitrage proprement dit : vitrage isolant double « standard », vitrage isolant double feuilleté ;
- des caractéristiques géométriques du panneau vitré : longueur L, largeur l, épaisseur e ;

Les tableaux en figure 17 à 23 présentent pour 5 vitrages isolants doubles différents, les dimensions maximales du panneau vitré correspondant permettant :

- de résister à une onde de surpression incidente de 20 à 50 mbar ;
- ou dans une moindre mesure de protéger efficacement les personnes contre ces agressions en cassant sans risque de blessure.

Vitrage isolant double standard	4/16/4
Vitrages isolants doubles feuilletés	44.2/12/4
	4/12/44.2
	44.2/8/44.2
Vitrage sur mesure	8/8/8

Figure 13 : Types de vitrages étudiés

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

Les panneaux vitrés considérés sont des panneaux rectangulaires de longueur L (considérée par définition comme la plus grande des deux dimensions) et de largeur l (correspondant par définition à la plus petite des deux dimensions). De fait, le rapport des dimensions L/l est supérieur ou égal à 1.

Il est à noter que les dimensions du panneau vitré sont à distinguer de celles de la fenêtre puisque par exemple une fenêtre à ouverture à la française à 2 vantaux est composée de deux panneaux vitrés.

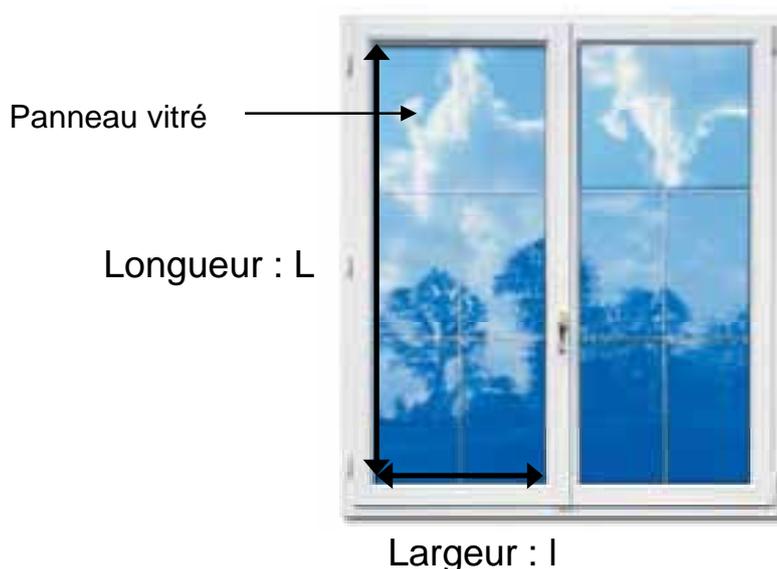


Figure 14 : Illustration des dimensions L et l d'un panneau vitré

Ces tableaux tiennent également compte :

- de la nature de l'onde de surpression générée par l'explosion : Le « *cahier applicatif du complément technique de la vulnérabilité du bâti aux effets de surpression* » [3] regroupe les phénomènes accidentels d'explosions en 6 catégories. Il est ici à retenir que selon le type de phénomènes, la nature du

produit mis en jeu, la masse ou le volume de produit retenu, deux régimes d'explosion sont à distinguer : le régime de déflagration et le régime de détonation (appelé par la suite onde de choc).

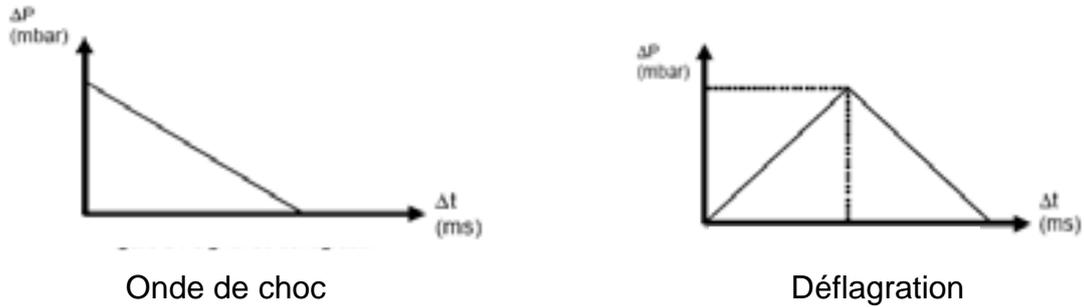


Figure 15 : Signaux de surpression typiques

- de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment. La zone réglementaire 20-50 mbar est en effet divisée en deux zones. Ainsi un bâtiment peut soit se trouver dans la zone 20-35 mbar soit dans la zone 35-50 mbar.
- de l'orientation des façades du bâtiment par rapport au centre de l'explosion repérée par un numéro : face 1 (la plus exposée), face 2, face 3 ou face 4 (la moins exposée). En effet, suivant leur orientation, les façades et donc les fenêtres sont plus ou moins exposées aux effets de l'explosion conduisant à différencier en fonction des faces les dimensions maximales des panneaux vitrés composant les fenêtres.

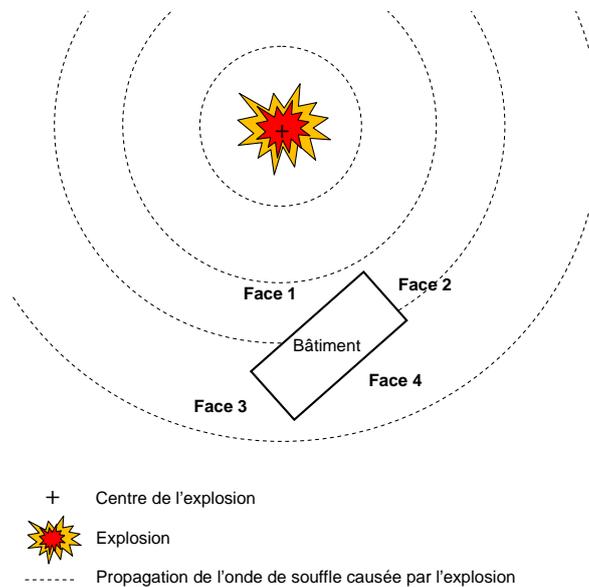


Figure 16 : Orientation des façades du bâtiment par rapport au centre de l'explosion

L'attribution des numéros de face obéit à des règles précises spécifiées dans le « *cahier applicatif du complément technique de la vulnérabilité du bâti aux effets de surpression* » [3] et présentées en annexe 1.

Ainsi connaissant la nature de l'explosion, la zone dans laquelle se trouve le bâtiment et le numéro de face du bâtiment, le tableau donne en fonction du rapport L/l variant de 1 à 4 (1, 1.5, 2, 3 et 4) la largeur maximale (l) admissible du panneau vitré afin de résister ou casser sans risque de blessure.

3.2.1 PANNEAUX VITRES EN DOUBLE VITRAGE 4/16/4

Les tableaux suivant donnent les dimensions maximales admissibles d'un panneau vitré constitué d'un vitrage 4/16/4 permettant de résister à une onde de choc ou une déflagration caractérisée par une surpression incidente de 20-35 mbar ou 35-50 mbar.

Onde de choc							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	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
Zone 20-35	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

Nota : L : longueur du panneau vitré, l : largeur du panneau vitré.

Déflagration							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	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
Zone 20-35	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	1.0	0.70	0.65

Figure 17 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 4/16/4 en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/l

Exemple d'application :

- Exemple n°1 :

Considérons un panneau vitré isolant double 4/16/4 de dimensions 0.20X0.60 m² en face 1 d'une construction située dans la zone 35-50 d'une onde de choc.

Longueur : L=0.60 m

Largeur : l=0.20 m

Le rapport L/l est donc égal à 3.

D'après le premier tableau ci-dessus, un tel panneau vitré ne casse pas face à une onde de choc de surpression incidente de 35-50 mbar : la largeur du panneau vitré est en effet inférieure à la largeur maximale admissible pour un rapport L/l égale à 0.25 m.

Ainsi un tel panneau semble pouvoir protéger efficacement les personnes contre les blessures par bris de vitre.

- Exemple n°2 :

Considérons un panneau vitré isolant double 4/16/4 de dimensions 0.60X1.10 m². Ces dimensions sont typiquement celles des panneaux vitrés composant un des types de fenêtres les plus couramment rencontrés dans l'habitat français à savoir les fenêtres à ouverture à la française à 2 vantaux de 1.40 m de large et de 1.25 m de haut.

Ce panneau vitré est placé en face 1 d'une construction située en zone 35-50 d'une onde de choc.

Pour ce panneau vitré : Longueur=1.10 m,

Largeur=0.60 m

Le rapport L/l est égal à 1.83

La valeur du rapport L/l de 1.83 ne figurant pas dans le premier tableau, la valeur L/l à retenir est la valeur supérieure la plus proche figurant dans le tableau, soit L/l = 2.

Pour cette valeur de L/l=2, la largeur du panneau vitré est supérieure à 0.30 m, la largeur maximale admissible (l) afin de ne pas casser face à une onde de choc de surpression incidente de 35 à 50 mbar.

Le panneau vitré casse. Les personnes ne peuvent pas être efficacement protégées. En effet, les fragments formés lors de la rupture de ce type de vitrage même pour les niveaux de surpression considérés sont généralement de taille relativement importante et sont projetés avec des vitesses moyennes de l'ordre de 20 m/s, susceptibles d'engendrer des risques de blessures pour une personne située derrière la fenêtre.

Plus généralement, ces panneaux, situés sur les faces des constructions les plus exposées par rapport à l'explosion (face 1 et 2) ne résistent pas à une onde de choc de surpression incidente de 35-50 mbar. Seuls les panneaux, placés sur les faces 3 et 4 des constructions peuvent résister à de tels effets et donc protéger les personnes contre les blessures par bris de vitre.

De plus, dans la zone 20-35 d'une onde de choc ou dans la zone 35-50 d'une déflagration, seuls les panneaux placés en face 2, 3 ou 4 des constructions peuvent résister.

Dans la zone 20-35 d'une déflagration, les panneaux de toutes les faces des constructions peuvent résister et donc protéger les personnes contre les blessures par bris de vitre.

Zone	Nature de l'onde de surpression	Face du bâtiment sur laquelle est la fenêtre
Zone 35-50	Onde de choc	Face 3 et 4
	Déflagration	Face 2, 3 et 4
Zone 20-35	Onde de choc	Face 2, 3 et 4
	Déflagration	Face 1, 2, 3 et 4

Figure 18 : Configuration admissibles des panneaux vitrés de type 4/16/4 de dimensions 0.6 m x 1.1 m de fenêtres à ouverture à la française à 2 vantaux de dimensions hors tout standards : 1.40 m de large et de 1.25 m de haut

3.2.2 PANNEAUX VITRES EN DOUBLE VITRAGE 44.2/12/4, VERRE FEUILLETE 44.2 POSE COTE EXTERIEUR

Les tableaux suivant donnent les dimensions maximales admissibles d'un panneau vitré constitué d'un vitrage 44.2/12/4, le verre simple monolithique de 4 mm étant posé côté intérieur, permettant de résister à une onde de choc ou une déflagration caractérisée par une surpression incidente de 20-35 mbar ou 35-50 mbar.

Onde de choc							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	Face 1	l (m)	0.90	0.75	0.70	0.50	0.45
	Face 2		1.0	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	1.0	0.80	0.70
Zone 20-35	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

Nota : L : longueur du panneau vitré, l : largeur du panneau vitré.

Déflagration							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	Face 1	l (m)	1.2	1.0	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
Zone 20-35	Face 1	l (m)	1.35	1.10	1.0	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	1.0
	Face 4		1.85	1.55	1.40	1.20	1.05

Figure 19 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 44.2/12/4 en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/l

Exemple d'application n°3 :

Considérons un panneau vitré isolant double 44.2/12/4 de dimensions identiques à celles de l'exemple n°2 : $0.60 \times 1.10 \text{ m}^2$, en face 1 d'une habitation dans la zone 35-50 mbar d'une onde de choc.

La largeur du panneau vitré est inférieure à 0.70 m, la largeur maximale admissible (l) afin de ne pas casser face à une onde de choc dans la zone 35-50 mbar pour un rapport $L/l=2$.

Le panneau vitré ne casse pas. Il semble pouvoir protéger efficacement les personnes contre les blessures par bris de vitre.

3.2.3 PANNEAUX VITRES EN DOUBLE VITRAGE 4/12/44.2, VERRE FEUILLETE 44.2 POSE COTE INTERIEUR

Les tableaux suivant donnent les dimensions maximales admissibles d'un panneau vitré constitué d'un vitrage 4/12/44.2, le verre simple feuilleté 44.2 étant posé côté intérieur, permettant de résister à une onde de choc ou une déflagration caractérisée par une surpression incidente de 20-35 mbar ou 35-50 mbar.

Onde de choc							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	Face 1	l (m)	1.40	1.15	0.80	0.70	0.70
	Face 2		1.65	1.35	1.0	0.85	0.80
	Face 3		2.10	1.70	1.55	1.10	1.0
	Face 4		2.15	1.75	1.60	1.15	1.05
Zone 20-35	Face 1	l (m)	1.70	1.35	1.05	0.85	0.80
	Face 2		1.95	1.60	1.45	1.0	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

Nota : L : longueur du panneau vitré, l : largeur du panneau vitré.

Déflagration							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	Face 1	l (m)	1.85	1.50	1.40	0.95	0.90
	Face 2		2.10	1.70	1.55	1.10	1.0
	Face 3		2.35	1.90	1.75	1.25	1.15
	Face 4		2.50	2.05	1.90	1.40	1.25
Zone 20-35	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

Figure 20 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 4/12/44.2 en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/l

3.2.4 PANNEAUX VITRES EN DOUBLE VITRAGE 44.2/8/44.2

Les tableaux suivant donnent les dimensions maximales admissibles d'un panneau vitré constitué d'un vitrage 44.2/8/44.2 permettant résister ou casser sans risque de blessure contre une onde de choc ou une déflagration caractérisée par une surpression incidente de 20-35 mbar ou 35-50 mbar.

Onde de choc							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	Face 1	l (m)	1.80	1.45	1.20	0.90	0.85
	Face 2		2.10	1.70	1.55	1.10	1.0
	Face 3		2.65	2.20	2.0	1.50	1.35
	Face 4		2.70	2.25	2.05	1.60	1.40
Zone 20-35	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

Nota : L : longueur du panneau vitré, l : largeur du panneau vitré.

Déflagration							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	Face 1	l (m)	2.35	1.95	1.80	1.30	1.15
	Face 2		2.65	2.20	2.0	1.50	1.35
	Face 3		3.05	2.50	2.25	2.0	1.60
	Face 4		3.25	2.65	2.40	2.20	1.75
Zone 20-35	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	3.0	2.75	2.50	2.05

Figure 21 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 44.2/8/44.2 en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/l

Exemples d'application n°4 :

Considérons un panneau vitré isolant double 44.2/8/44.2 de dimensions $0.60 \times 1.80 \text{ m}^2$ en face 1 d'une construction située dans la zone 35-50 d'une onde de choc.

Longueur : $L=1.80 \text{ m}$

Largeur : $l=0.6 \text{ m}$

Le rapport L/l est donc égal à 3.

D'après le tableau ci-dessous, un tel panneau vitré ne casse pas ou casse sans risque de blessure face à une onde de choc de surpression incidente de 35-50 mbar : la largeur du panneau vitré est en effet inférieure à la largeur maximale admissible égale à 0.90 m pour un rapport L/l de 3.

Ainsi un tel panneau semble pouvoir protéger efficacement les personnes contre les blessures par bris de vitre.

3.2.5 PANNEAUX VITRES EN DOUBLE VITRAGE 8/8/8 EN VERRE TREMPÉ

Les tableaux suivant donnent les dimensions maximales admissibles d'un panneau vitré constitué d'un vitrage 8/8/8, qui contrairement aux autres serait en verre trempé, permettant de résister à une onde de choc ou une déflagration caractérisée par une surpression incidente de 20-35 mbar ou 35-50 mbar.

Onde de choc							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	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
Zone 20-35	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

Nota : L : longueur du panneau vitré, l : largeur du panneau vitré.

Déflagration							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	Face 1	l (m)	1.95	1.60	1.45	1.0	0.95
	Face 2		2.15	1.75	1.60	1.20	1.05
	Face 3		2.45	2.0	1.85	1.55	1.25
	Face 4		2.60	2.15	1.95	1.75	1.40
Zone 20-35	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

Figure 22 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 8/8/8 en verre trempé en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/l

Exemple d'application n°5 :

Considérons un panneau vitré isolant double 8/8/8 de dimensions identiques à celles de l'exemple n°1 : $0.60 \times 1.80 \text{ m}^2$, placé en face 1 d'une construction située en zone 35-50 d'une onde de choc.

Pour ce panneau vitré, la largeur est de 0.6 m et le rapport L/l est égal à 3.

Pour cette valeur de $L/l=3$, la largeur du panneau vitré est inférieure à 0.7 m, la largeur maximale admissible (l) afin de ne pas casser face à une onde de choc de surpression incidente de 35-50 mbar.

Le panneau vitré ne casse donc pas. Il semble ainsi pouvoir protéger efficacement les personnes situées à l'intérieur de l'habitation contre les blessures par bris de vitre.

3.2.6 PANNEAUX VITRES MUNIS DE FILMS DE PROTECTION ANTI-FRAGMENT

Des films de sécurité appliqués sur des vitrages simples monolithiques ou des vitrages isolants doubles standards 4/16/4 peuvent, sous certaines conditions, garantir la protection des personnes à l'intérieur d'une habitation située dans la zone 20-50 mbar. En effet les films de sécurité peuvent améliorer les performances post-rupture des vitrages en réduisant significativement la projection des fragments formés lors de la rupture du vitrage (ceux-ci restant en grande majorité collés au film), et en maintenant le panneau vitré dans le cadre de la fenêtre.

Les préconisations suivantes sont à respecter :

- Les films de sécurité doivent être posés dans les règles de l'art par des professionnels.
- Parmi les trois principaux modes de pose, seules sont acceptées :
 - La pose par fixation mécanique : Ce type d'installation permet de fixer de manière mécanique le film au cadre de la vitre à l'aide d'un système de baguettes métalliques vissées au cadre de la vitre existant. Ce système doit permettre de fixer le film sur les quatre côtés.
 - La pose par fixation chimique : Ce mode d'installation permet de fixer le film de protection au cadre de la vitre à l'aide d'un enduit structural ou d'un adhésif en silicone.
- Les films de sécurité doivent être des films de haute performance.

Les films de sécurité pourront par exemple respecter les caractéristiques suivantes :

Elongation (%)	> = 140 %
Epaisseur x Contrainte à la rupture (MPa.m)	> = 0.03
Classement norme GSA⁽¹⁾	Minimum 3b

⁽¹⁾Cette recommandation s'applique pour un film testé dans les conditions suivantes :

- appliqué sur un vitrage monolithique recuit de 1.6 m x 1.3 m et de 6 mm d'épaisseur
- classé au minimum 3b lorsque cet ensemble est soumis à un signal triangulaire rectangle d'intensité 275 mbar et de 14 ms

Ce film est ainsi testé en accord avec le protocole et les spécifications de la norme GSA.

- Les dimensions maximales des panneaux vitrés doivent être conformes aux tableaux suivants :
 - Panneaux en vitrages simples monolithiques recuits de 4 mm d'épaisseur munis d'un film de protection anti-fragment

Onde de choc							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	Face 1	l (m)	0.4	0.30	0.25	0.25	0.20
	Face 2		0.5	0.35	0.30	0.30	0.25
	Face 3		0.70	0.50	0.40	0.35	0.35
	Face 4		0.70	0.55	0.40	0.35	0.35
Zone 20-35	Face 1	l (m)	0.55	0.35	0.30	0.30	0.25
	Face 2		0.65	0.45	0.35	0.30	0.30
	Face 3		0.85	0.65	0.50	0.40	0.40
	Face 4		0.90	0.70	0.55	0.45	0.40

Nota : L : longueur du panneau vitré, l : largeur du panneau vitré.

Déflagration							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	Face 1	l (m)	0.60	0.40	0.35	0.30	0.30
	Face 2		0.70	0.50	0.40	0.35	0.35
	Face 3		0.80	0.65	0.45	0.40	0.40
	Face 4		0.90	0.70	0.55	0.45	0.40
Zone 20-35	Face 1	l (m)	0.70	0.55	0.40	0.35	0.35
	Face 2		0.85	0.65	0.50	0.40	0.40
	Face 3		0.95	0.80	0.70	0.50	0.45
	Face 4		1.05	0.85	0.80	0.55	0.50

Figure 23 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré muni d'un vitrage simple monolithique recuit de 4mm avec film de sécurité en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/l

- Panneaux en double vitrage 4/16/4 munis d'un film de protection anti-fragment

Onde de choc							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	Face 1	l (m)	0.85	0.70	0.65	0.50	0.45
	Face 2		1.0	0.85	0.75	0.60	0.55
	Face 3		1.25	1.0	0.95	0.75	0.65
	Face 4		1.30	1.05	0.95	0.80	0.70
Zone 20-35	Face 1	l (m)	1.0	0.85	0.80	0.60	0.55
	Face 2		1.20	0.95	0.90	0.70	0.65
	Face 3		1.45	1.20	1.10	1.0	0.80
	Face 4		1.50	1.20	1.15	1.0	0.85

Nota : L : longueur du panneau vitré, l : largeur du panneau vitré.

Déflagration							
Zone	N° de face	Largeur du panneau vitré	L/l				
			1	1.5	2	3	4
Zone 35-50	Face 1	l (m)	1.10	0.90	0.85	0.65	0.60
	Face 2		1.25	1.0	0.95	0.75	0.65
	Face 3		1.40	1.15	1.05	0.95	0.75
	Face 4		1.50	1.20	1.15	1.0	0.85
Zone 20-35	Face 1	l (m)	1.30	1.05	0.95	0.80	0.70
	Face 2		1.45	1.20	1.10	1.0	0.80
	Face 3		1.65	1.35	1.20	1.05	0.95
	Face 4		1.75	1.45	1.25	1.10	1.0

Figure 24 : Largeur maximale (l) d'un panneau vitré isolant double 4/16/4 avec film de sécurité en fonction de la nature de l'explosion, de la zone dans laquelle se trouve le bâtiment, de la face du bâtiment considérée et du rapport L/l

Exemple d'application n°6 :

Considérons un panneau vitré simple monolithique recuit de 4 mm d'épaisseur, de dimensions 0.60X1.10 m². Celui-ci est muni d'un film de protection anti-fragment posé par fixation chimique ou mécanique.

L'ensemble est supposé être en face 3 d'une construction située en zone 20-35 d'une onde de choc.

Pour ce panneau vitré : Longueur=1.10 m,

Largeur=0.60 m

Le rapport L/l est égal à 1.83

La valeur du rapport L/l de 1.83 ne figurant pas dans le premier tableau, la valeur L/l à retenir est la valeur supérieure la plus proche figurant dans le tableau, soit L/l = 2.

Pour cette valeur de L/l=2, la largeur du panneau vitré est supérieure à 0.50 m, la largeur maximale admissible (l) afin de casser sans risque de blessure face à une onde de choc de surpression incidente de 20-35 mbar.

En conséquence le panneau casse et un nombre important de fragments risque d'être projeté. Les personnes ne peuvent donc pas être efficacement protégées contre les blessures par bris de vitre.

Exemple d'application n°7 :

L'application de film de sécurité sur des panneaux vitrés isolants doubles de type 4/16/4, de dimensions 0.60X1.10m², en face 1 d'une construction située dans la zone 35-50 mbar d'une onde de choc, permettrait résister ou casser sans risques de blessures par bris de vitre pour les personnes.

Le chapitre 3.2 s'est attaché à définir les dimensions maximales admissibles de différents panneaux vitrés isolants doubles standards ou feuilletés, ainsi que l'influence de la pose de film de protection anti-fragment afin de résister ou casser sans risque de blessure dans la zone 20-50. Cependant, garantir la tenue d'une fenêtre dans cette zone, c'est certes disposer de panneaux vitrés capables de résister à de telles intensités, mais également respecter des règles particulières quant aux :

- matériau constituant le châssis (PVC, aluminium, bois) ;
- mode d'ouverture de la fenêtre (ouverture à la française, coulissant, ...) ;
- système de fermeture de la fenêtre ;
- mode de pose de la fenêtre (en applique, en tunnel, ...).

3.3 REGLES SIMPLES A RESPECTER SUR LES CHASSIS, LE SYSTEME DE FERMETURE

Les modes d'ouverture possibles de fenêtres sont très variés. Il en existe une douzaine. Il paraît alors difficile d'étudier chacun d'entre eux de manière exhaustive. Néanmoins l'INERIS a pris le parti de donner des recommandations qui s'appliquent sur l'ensemble de ceux-ci.

3.3.1 CHASSIS PVC

Dans la zone 20-50 mbar, l'utilisation de fenêtre en PVC 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 fenêtres sont munies d'ouvrants orientés vers l'extérieur (comme l'ouverture à l'anglaise ou à l'italienne) ;
- Les fenêtres sont munies d'ouvrants orientés vers l'intérieur respectant au moins les préconisations suivantes :
 - Tout mode d'ouverture vers l'intérieur autre que l'ouverture à la française est à proscrire ;
 - Les fenêtres sont posées en applique, en feuillure ou en tunnel en respectant les préconisations données au chapitre 3.4 ;
 - Les traverses et montants du dormant et des châssis mobiles doivent être 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 galets champignon. Les gâches sont fixées sur les éléments en PVC par l'intermédiaire de vis de longueur suffisante pour traverser la première épaisseur de PVC et le renfort métallique ;
 - Les paumelles sont munies d'un système anti-dégondage et doivent être vissées dans l'acier des dormants et des 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 au moins être égal à $N = 6S_f$ où S_f est la surface totale de la fenêtre en m^2 .

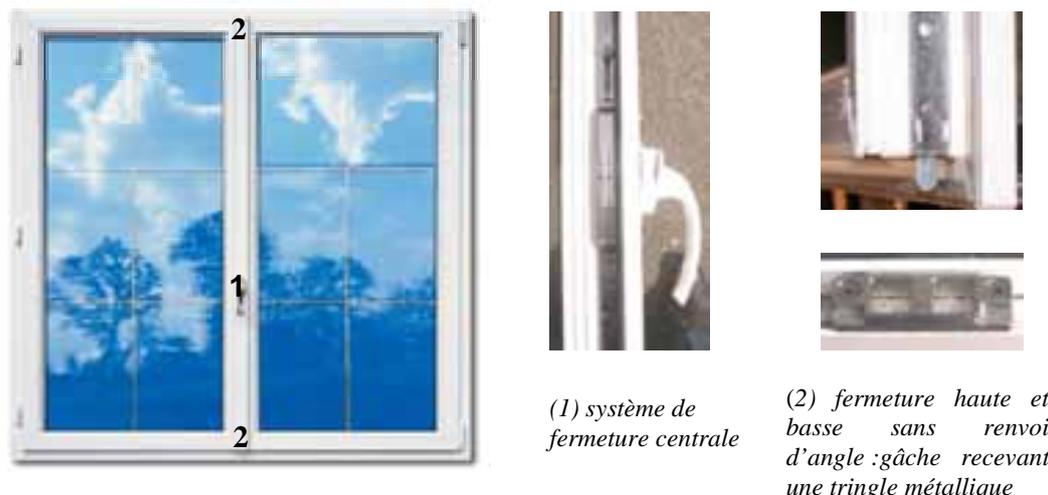


(1) Armature en acier, (2) Gâche métallique avec galet champignon, (3) Paumelle anti-dégondage
(4) Exemple de système de fermeture individuelle de l'ouvrant

Figure 25 : Exemple pour une fenêtre à ouverture à la française à deux vantaux de dimensions tableaux $h=1.25\text{ m} \times l = 1.40\text{ m}$

Les caractéristiques précitées sont classiquement celles d'une fenêtre retardataire d'effraction.

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 Figure 26), ne permet de garantir le maintien de la fenêtre en position fermée. Les ouvrants peuvent alors être arrachés et projetés, causant potentiellement de graves blessures pour une personne située à quelques mètres derrière la fenêtre.



(1) système de fermeture centrale

(2) fermeture haute et basse sans renvoi d'angle : gâche recevant une tringle métallique

Figure 26 : Système de fermeture classique à crémone 3 points avec sortie de tringle (sans renvoi d'angle) d'une fenêtre à ouverture à la française

Ainsi les fenêtres à ouverture à la française constituées d'un châssis en PVC et d'un système de fermeture classique à crémone avec sortie de tringle (sans

renvoi d'angle) 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 20-50.

3.3.2 CHASSIS ALUMINIUM

Dans la zone 20-50 mbar, l'utilisation de fenêtres en aluminium doit être accompagnée d'une des mesures suivantes :

- Les panneaux vitrés sont montés sur châssis fixe ;
- Les fenêtres sont munies d'ouvrants orientés vers l'extérieur (comme l'ouverture à l'anglaise ou à l'italienne) ;
- Les fenêtres sont munies d'ouvrants orientés vers l'intérieur respectant au moins les éléments de préconisation suivants :
 - Tout mode d'ouverture vers l'intérieur autre que l'ouverture à la française est à proscrire.
 - Les fenêtres doivent être posées en tunnel, en feuillure ou en applique en respectant les préconisations données au chapitre 3.4 ;
 - 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 galets champignon. Les gâches sont fixées sur les traverses du dormant par l'intermédiaire de vis de longueur suffisante pour traverser deux épaisseurs d'aluminium ;
 - 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 au moins être égal à $N = 6S_f$ où S_f est la surface totale de la fenêtre en m^2 .

Les fenêtres à ouverture à la française constituées d'un châssis en aluminium munies d'un système de fermeture à crémone avec sortie de tringle sans renvoi d'angle, quel que soit le mode de pose considéré, ne semblent pas permettre de protéger efficacement les personnes se trouvant à l'intérieur des habitations dans la zone 20-50 mbar. Elles sont donc à proscrire.

3.3.3 CHASSIS BOIS

Dans la zone 20-50 mbar, l'utilisation de fenêtres en bois doit être accompagnée d'une des mesures suivantes :

- Les panneaux vitrés sont montés sur châssis fixe ;
- Les fenêtres sont munies d'ouvrants orientés vers l'extérieur (comme l'ouverture à l'anglaise ou à l'italienne) ;
- Les fenêtres sont munies d'ouvrants orientés vers l'intérieur respectant au moins les éléments de préconisation suivants :
 - Tout mode d'ouverture vers l'intérieur autre que l'ouverture à la française est à proscrire.

- Les fenêtres doivent être posées en tunnel, en feuillure ou en applique selon les préconisations données au chapitre 3.4 ;
- Si la fenêtre est posée en tunnel ou en feuillure :
 - o le système de fermeture de la fenêtre peut être un système de fermeture à crémone avec sortie de tringle sans renvoi d'angle. Il est recommandé l'utilisation de gâches métalliques fixées à l'intérieur des traverses du dormant par l'intermédiaire d'au moins deux vis de longueur suffisante capable de reprendre un effort de cisaillement égal à $R = 1.05 \cdot 10^4 \times \frac{S_f}{N_p + 2}$ (en N) avec S_f : surface totale de la fenêtre (en m^2) et N_p le nombre de paumelle de la fenêtre ;
 - o Un système de fermeture individuelle des ouvrants avec renvoi d'angle constitué de gâches métalliques de sécurité anti-décrochement avec galet champignon est préférable. La gâche est fixée sur les éléments en bois par l'intermédiaire de vis de longueur suffisante ;
- Si la fenêtre est posée en applique, elle doit être munie d'un système de fermeture individuelle des ouvrants avec renvoi d'angle constitué de gâches métalliques de sécurité anti-décrochement avec galets champignon ;

Le nombre de points (paumelles ou points de condamnation de type gâche métallique + galet champignon) liant les ouvrants au dormant de la fenêtre doit au moins être égal à $N = 6S_f$ où S_f est la surface totale de la fenêtre en m^2 .

Les fenêtres à ouverture à la française munies d'un système de fermeture à crémone avec sortie de tringle sans renvoi d'angle, posées en applique, sont à proscrire dans la zone 20-50. Elles ne permettent pas de protéger efficacement les personnes se trouvant à l'intérieur des habitations.

- Les paumelles sont munies d'un système anti-dégondage et doivent être vissées dans les dormants et les battants.

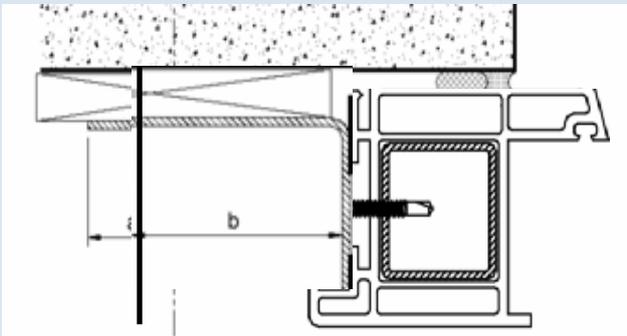
3.4 FIXATION DE LA FENETRE DANS LE MUR

Les tableaux suivant dressent les recommandations à respecter quant à la fixation dans le mur d'une fenêtre à ouverture à la française à doubles vantaux. Ces recommandations sont données en fonction de plusieurs paramètres :

- la zone dans laquelle se trouve le bâtiment :
 - o zone 35-50 mbar ;
 - o zone 20-35 mbar.
- l'orientation des façades du bâtiment par rapport au centre de l'explosion repérée par un numéro : face 1 (la plus exposée), face 2, face 3 ou face 4 (la moins exposée) ;
- le type de pose : en feuillure, en tunnel ou en applique.

3.4.1 ZONE 35-50 MBAR

		Recommandations		
Type de pose	Intitulés	Face 1	Face 2	Face 3 et 4
Pose en feuillure	Emplacement des pattes de scellement principales	Figure 27 ou Figure 28		
	Distance maximale entre 2 pattes à la périphérie du dormant	25 cm	50 cm	
Pose en tunnel	Emplacement des chevillages principaux	Figure 27 ou Figure 28		
	Distance maximale entre 2 chevillages à la périphérie du dormant	25 cm	50 cm	
	Tenue des chevillages au cisaillement V_c (en N)	$V_c > (C \times S_f) / N_f$ avec S_f : surface de la fenêtre en m^2 N_f : nombre total de chevilles C coefficient donné ci-dessous		
		$C=2.1 \times 10^4$	$C=1.6 \times 10^4$	$C=1.0 \times 10^4$

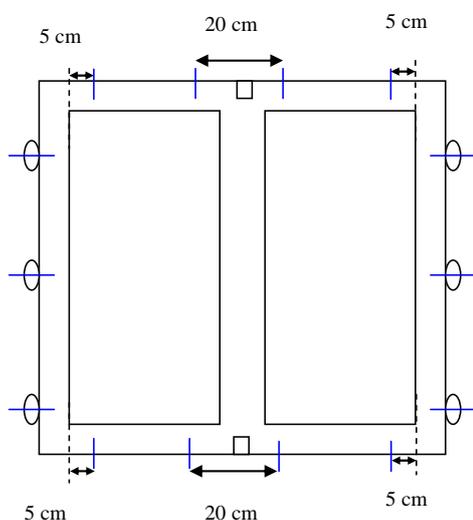
		Recommandations		
Type de pose	Intitulés	Face 1	Face 2	Face 3 et 4
Pose en applique	Emplacement des équerres de fixation principales	Figure 27 ou Figure 28		
	Distance maximale entre 2 équerres à la périphérie du dormant	25 cm	50 cm	
	Les équerres de fixation doivent être fixées sur le dormant de la fenêtre par vissage direct. Les systèmes à clippage, clame ou à griffe sont à proscrire.			
	Tenue au cisaillement des vis de fixation dans le dormant V_v	$V_v > (C \times S_f) / N_f$ avec S_f : surface de la fenêtre en m^2 N_f : nombre total de vis C coefficient donné ci-dessous		
		$C=2.1 \times 10^4$	$C=1.6 \times 10^4$	$C=1.0 \times 10^4$
Tenue à l'arrachement des chevillages dans le mur A_c (en N)	$A_c > V_v \cdot (1 + 1.5 \cdot b/a)$			
	 <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</p>			

3.4.2 ZONE 20-35 MBAR

	Recommandations		
Type de pose	Intitulés	Face 1	Face 2, 3 et 4
Pose en feuillure	Emplacement des pattes de scellement principales	Figure 27 ou Figure 28	
	Distance maximale entre 2 pattes à la périphérie du dormant	50 cm	
Pose en tunnel	Emplacement des chevillages principaux	Figure 27 ou Figure 28	
	Distance maximale entre 2 chevillages à la périphérie du dormant	50 cm	
	Tenue des chevillages au cisaillement V_c (en N)	$V_c > (C \times S_f) / N_f$ avec S_f : surface de la fenêtre en m^2 N_f : nombre total de chevilles C coefficient donné ci-dessous	
		$C=1.3 \times 10^4$	$C=1.0 \times 10^4$
Pose en applique	Emplacement des équerres de fixation principales	Figure 27 ou Figure 28	
	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. Les systèmes à clippage, clame ou à griffe sont à proscrire.		
	Tenue au cisaillement des vis de fixation dans le dormant V_v	$V_v > (C \times S_f) / N_f$ avec S_f : surface de la fenêtre en m^2 N_f : nombre total de vis C coefficient donné ci-dessous	
		$C=1.3 \times 10^4$	$C=1.0 \times 10^4$
Tenue à l'arrachement des chevillages dans le mur A_c (en N)	$A_c > V_v \cdot (1 + 1.5 \cdot b/a)$		

L'emplacement des fixations, quel que soit le mode de pose doit être conforme aux schémas suivants :

- Fenêtre munie d'un système de fermeture à sortie de tringle



Sur chacun des montants du dormant :

- Une fixation au niveau de chaque organe de rotation (paumelle) ;

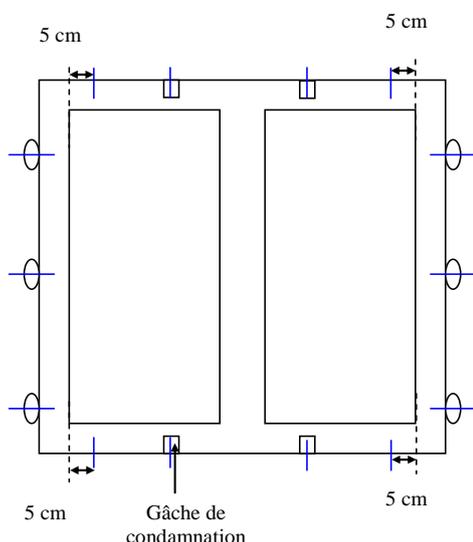
Sur la traverse haute et sur la pièce d'appui :

- 1 fixation entre 5 et 10 cm maximum du bord du fond de feuillure d'un angle du dormant
- 1 fixation de part et d'autre du meneau central et donc des points de condamnation sur le dormant : écartement maximale de 20 cm ;

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

Figure 27 : Disposition des fixations principales pour les fenêtres à ouverture à la française à deux vantaux munies d'un système de fermeture à sortie de tringle en face 1 à 4 d'une construction dans la zone 20-50

- 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 :

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

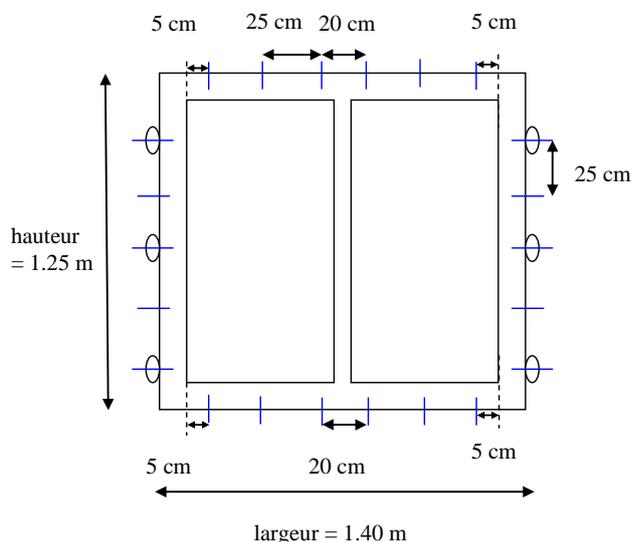
Des équerres sont ensuite rajoutées, le cas échéant, afin de respecter la distance maximale permise

Figure 28 : Disposition des fixations principales pour les fenêtres à ouverture à la française avec système de fermeture à renvoi d'angle en face 1 à 4 d'une construction dans la zone 20-50

Exemple d'application :

Emplacement des fixations d'une fenêtre à ouverture à la française à 2 vantaux de dimensions largeur = 1.40 m, hauteur = 1.25 m munie d'un système de fermeture à sortie de triangle

- En face 1 d'une construction située dans la zone 35-50 :



Sur chacun des montants du dormant :

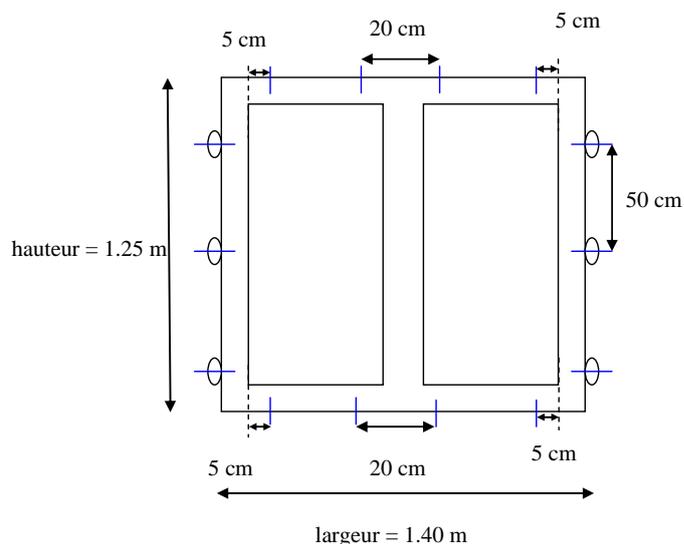
- Une fixation au niveau de chaque organe de rotation (paumelle)
- Une fixation à mi-distance entre deux paumelles consécutives ;

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

- 1 fixation entre 5 et 10 cm maximum du bord du fond de feuillure d'un angle du dormant
- 1 fixation de part et d'autre du meneau central et donc des points de condamnation sur le dormant : écartement de 20 cm ;
- 1 fixation entre les deux précédentes ;

Figure 29 : Exemple de disposition des fixations pour une fenêtre à ouverture à la française de dimensions largeur = 1.40 m, hauteur = 1.25 m en face 1 d'une construction dans la zone 35-50

- En face 2 à 4 d'une construction située dans la zone 35-50 mbar ou en face 1 à 4 d'une construction située dans la zone 20-35 mbar :



Une patte au niveau de chaque organe de rotation (paumelle)

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

- 1 fixation entre 5 et 10 cm maximum du bord du fond de feuillure d'un angle du dormant
- 1 fixation de part et d'autre du meneau central et donc des points de condamnation sur le dormant : écartement de 20 cm ;

Figure 30 : Exemple de disposition des fixations pour une fenêtre à ouverture à la française de dimensions largeur = 1.40 m, hauteur = 1.25 m en face 2, 3 et 4 d'une construction dans la zone 35-50 ou en face 1 à 4 d'une construction dans la zone 20-35

4. EXEMPLE D'APPLICATION POUR LES BATIMENTS EXISTANTS : PROTECTION OFFERTE PAR UN DES TYPES DE FENETRES LES PLUS COURAMMENT RENCONTRES

Le chapitre suivant propose un exemple d'application. A partir des éléments pratiques du chapitre 3, le tableau en page suivante dresse la vulnérabilité dans la zone 20-50 mbar d'un des types de fenêtres les plus couramment rencontrés dans l'habitat français.

La fenêtre étudiée est :

- à ouverture à la française à 2 vantaux de dimensions hors tout : 1.40 m de large et de 1.25 m de haut ;
- constituée de panneaux vitrés de type 4/16/4 ;
- munie d'un système de fermeture classique 3 points à crémonne avec sortie de tringle ;
- d'un nombre de paumelle égale à 6 (3 pour chaque ouvrant) ;
- d'un châssis en plastique, en aluminium ou en bois ;
- posée selon un des modes de pose suivants : feuillure, tunnel ou applique.

En fonction des différentes configurations que l'on peut rencontrer, la fenêtre est rangée dans une des quatre classes suivantes :

Cas A La protection des personnes nécessite de **renforcer le système de fermeture et la fixation de la fenêtre dans le mur** ;

Cas B La protection des personnes nécessite soit de **remplacer le système de fermeture et de renforcer la fixation de la fenêtre dans le mur**, soit de **remplacer la fenêtre** ;

Cas C La protection des personnes nécessite de **renforcer les panneaux vitrés, de renforcer le système de fermeture et la fixation de la fenêtre dans le mur** ;

Cas D La protection des personnes nécessite soit **de renforcer les panneaux vitrés, de remplacer le système de fermeture et de renforcer la fixation de la fenêtre dans le mur** soit de **remplacer la fenêtre** ;

Zone	Nature de l'onde de surpression	Nature du châssis	Type de pose	N° de face			
				Face 1	Face 2	Face 3	Face 4
Zone 35-50	Onde de choc	Bois	Tunnel / feuillure	Cas C		Cas A	
			Applique	Cas D		Cas B	
		PVC Aluminium	Tunnel / feuillure/ applique	Cas D		Cas B	
	Déflagration	Bois	Tunnel / feuillure	Cas C	Cas A		
			Applique	Cas D	Cas B		
		PVC Aluminium	Tunnel / feuillure/ applique	Cas D	Cas B		
Zone 20-35	Onde de choc	Bois	Tunnel / feuillure	Cas C	Cas A		
			Applique	Cas D	Cas B		
		PVC Aluminium	Tunnel / feuillure/ applique	Cas D	Cas B		
	Déflagration	Bois	Tunnel / feuillure	Cas A			
			Applique	Cas B			
		PVC Aluminium	Tunnel / feuillure/ applique	Cas B			

Figure 31 : Tableau de la vulnérabilité dans la zone 20-50 mbar d'une fenêtre à ouverture à la française à deux vantaux de dimensions $h=1.25\text{ m} \times l=1.40\text{ m}$ munie de panneaux vitrés de type 4/16/4 et d'un système de fermeture 3 points avec sortie de tringle

Cas A : La protection des personnes nécessite les vérifications ou travaux de renforcement suivants :

- vérifier si la gâche du système de fermeture est une gâche métallique, et dans le cas contraire (de) la remplacer par une gâche métallique.
- remplacer les vis de fixation de la gâche au dormant par de 2 vis capables de reprendre un effort de cisaillement de 2300 N chacune ;
D'après le chapitre 3.3.3, l'effort de cisaillement à reprendre par chacune des vis est en effet donné par : $R = 1.05 \cdot 10^4 \times \frac{S_f}{N_p + 2}$ (en N).

Pour la fenêtre considérée :

- S_f = surface totale de la fenêtre(en m²)= 1.40*1.25 m²
- N_p = le nombre de paumelle de la fenêtre = 6
- renforcer le système de fixation de la fenêtre posée en tunnel ou en feuillure selon les recommandations du chapitre 3.4.

Cas B : La protection des personnes nécessite les travaux de renforcement suivants :

- remplacer le système de fermeture de la fenêtre par un système de fermeture dit « retardataire d'effraction » respectant les recommandations du chapitre 3.3 ou (de) remplacer la fenêtre.
- renforcer le système de fixation de la fenêtre selon les recommandations du chapitre 3.4.

Cas C : La protection des personnes nécessite les vérifications ou travaux de renforcement suivants :

- renforcer les panneaux vitrés. Une solution envisageable est l'application de film de protection anti-fragment selon les recommandations du chapitre 3.2.6.
- vérifier si la gâche du système de fermeture est une gâche métallique, et dans le cas contraire (de) la remplacer par une gâche métallique.
- remplacer les vis de fixation de la gâche au dormant par de 2 vis capables de reprendre un effort de cisaillement de 2300 N chacune ;
- renforcer le système de fixation de la fenêtre posée selon les recommandations du chapitre 3.4.

Cas D : La protection des personnes nécessite les travaux de renforcement suivants :

- renforcer les panneaux vitrés. Une solution envisageable est l'application de film de protection anti-fragment selon les recommandations du chapitre 3.2.6.
- remplacer le système de fermeture de la fenêtre par un système de fermeture dit « retardataire d'effraction » respectant les recommandations du chapitre 3.3 ou (de) remplacer la fenêtre.
- renforcer le système de fixation de la fenêtre posée selon les recommandations du chapitre 3.4.

Dans chacun des cas, la réalisation de ces travaux de renforcement par un professionnel est fortement conseillée.

5. REFERENCES

- [1]** Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire. Guide méthodologique « Plan de Prévention des Risques Technologiques ». 2005 version 1, 2007 version 2.
- [2]** CSTB. Complément technique relatif à l'effet de surpression. Recommandations et précautions en vue de réduire les risques. Référence 26005165. Mars 2008 version 2.
- [3]** INERIS, CETE Normandie-Centre, et al. Cahier applicatif du complément technique de la vulnérabilité du bâti aux effets de surpression. Décembre 2008.
- [4]** INERIS, Rapport d'étude, 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). Juillet 2009.

6. LISTES DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Orientation des façades d'un bâtiment par rapport au centre d'explosion : Attribution des numéros de face	4

ANNEXE 1 :

**ORIENTATION DES FAÇADES D'UN BATIMENT PAR RAPPORT AU
CENTRE D'EXPLOSION : ATTRIBUTION DES NUMEROS DE FACES**

Considérons un bâtiment situé à l'intérieur de la zone de surpression d'intensité 20-50 mbar générée par une explosion. Suivant leur orientation par rapport au centre de cette explosion, les façades du bâtiment sont plus ou moins exposées aux effets de l'explosion. Afin de prendre en compte cet aspect, les façades des bâtiments sont repérées par un numéro : face 1 (la plus exposée), face 2, face 3 ou face 4 (la moins exposée).

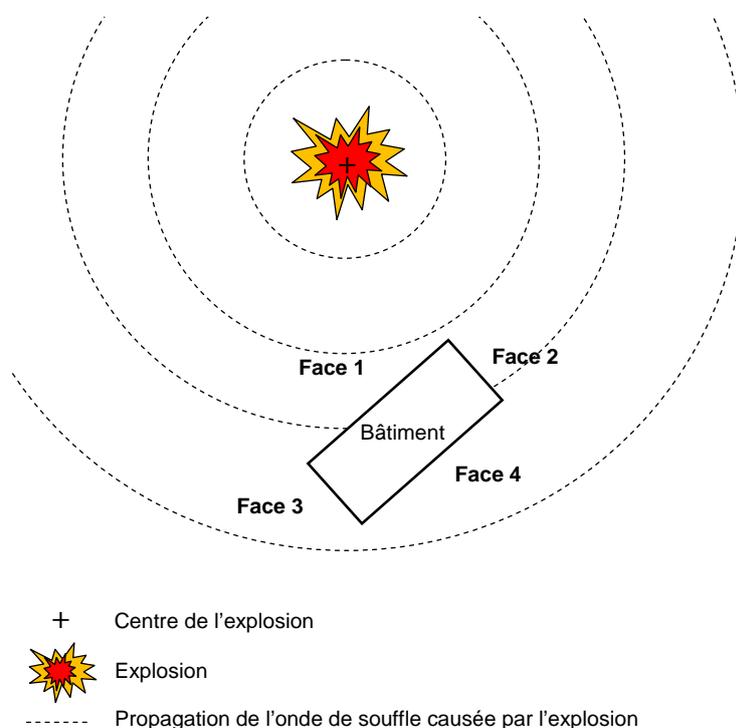


Figure 32 : Orientation des façades du bâtiment par rapport au centre de l'explosion

L'attribution des numéros se fait selon une démarche en 3 étapes rappelés ci-dessous et tirées du « *cahier applicatif du complément technique de la vulnérabilité du bâti aux effets de surpression* » [3].

- **Etape 1 : Relever toutes les faces du bâtiment**
- **Etape 2 : Pour chaque centre d'explosion retenu, déterminer l'angle de chaque face par rapport au centre d'explosion :**
 - o Calculer la valeur des 2 angles formés entre:
 - la normale de la face
 - et le segment [centre du phénomène retenu-extrémité de la face] (en pratique, dans la majorité des cas il y a une différence seulement de quelques degrés).
 - o Retenir l'angle le plus défavorable (le plus faible en valeur absolu)

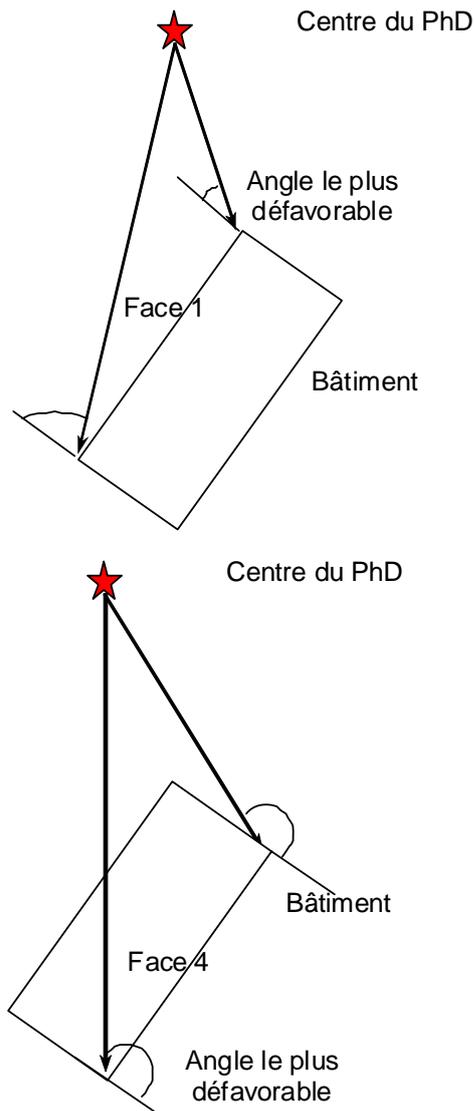


Figure 33 : Angles retenus

Etape 3 : Affecter aux faces un numéro de face selon la règle suivante :

- Face 1 angle compris entre 0 et 45 ;
- Face 2 angle compris entre 45 et 90 ;
- Face 3 angle compris entre 90 et 135 ;
- Face 4 angle compris entre 135 et 180.

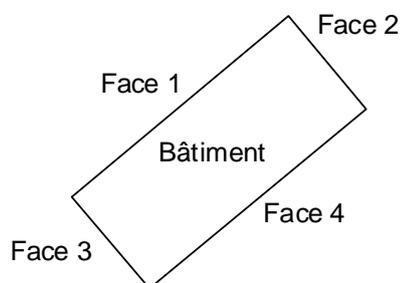


Figure 34. Affectation des numéros de faces

Lorsque l'étude doit prendre en compte deux centres de phénomènes, 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).