

Membre de l'université Paris Lumières

Jean LEMAIRE

**Évaluation de la vulnérabilité sismique du
bâti existant selon l'Eurocode :
Essai méthodologique et application au cas de
Mulhouse – Bâle**
Volume 2 - Annexes

Thèse présentée et soutenue publiquement le 12/02/2018
en vue de l'obtention du doctorat de Génie informatique, mécanique, génie civil
de l'Université Paris Nanterre

sous la direction de M. Luc DAVENNE (Université Paris Nanterre)

Jury :

Ahmed MEBARKI Rapporteur

Sidi- Mohammed ELACHACHI Rapporteur

Yvette VEYRET Examineur

Myriam MERAD Examineur

Pierre MOUROUX Examineur

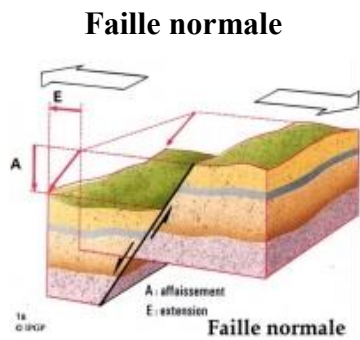
Philippe SABOURAULT Examineur

Luc DAVENNE Directeur de thèse

ANNEXES

- Annexe – Chapitre 1
- Annexe – Chapitre 2
- Annexe – Chapitre 3
- Annexe – Chapitre 4
- Annexe – Chapitre 5
- Annexe – Chapitre 6

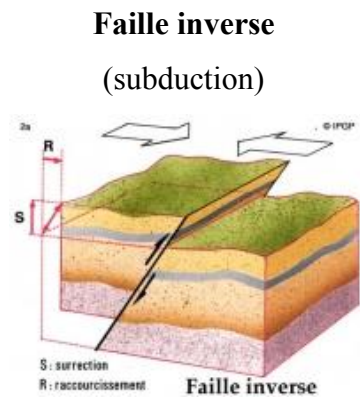
ANNEXE – CHAPITRE 1



Escarpement de la faille normale séisme de Fuyun, Chine-Mongolie M=8 du 11 août 1931

Figure A 1 : Faïlle normale, l'exemple du séisme de Fuyun en Chine

Source : Documents pédagogiques, E.O.S.T Strasbourg

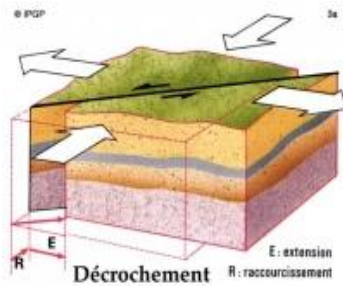


Escarpement de la faille inverse séisme d'El Asnam Algérie M=7,3 du 10 octobre 1980

Figure A 2 : Faïlle inverse, l'exemple du séisme d'El Asnam en Algérie

Source : Documents pédagogiques, E.O.S.T Strasbourg

Faille transformante (Décrochement)



Faille décrochante du séisme de Luzon, Philippines, M= 7,7 du 16 juillet 1990

Figure A 3 : Faille transformante, l'exemple du séisme de Luzon aux Philippines
Source : Documents pédagogiques, E.O.S.T Strasbourg

ANNEXE – CHAPITRE 2

La réglementation française de réduction du risque sismique est intégrée à la gestion des risques naturels en générale. Elle s'articule autour de l'information des populations habitant les zones à risques, de la définition et de l'application des règles de construction et d'aménagement du territoire pour réduire la vulnérabilité et l'exposition au risque.

REGLEMENTATION	COMMENTAIRES
<p>La loi n° 82-600 du 13 juillet 1982 modifiée, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles (art. L 125-1 à L 125-6 du code des assurances).</p> <p><u>Cette loi précise dans son article premier :</u></p> <p>Art 1 – Les contrats d'assurance, souscrits par toute personne physique ou morale autre que l'État et garantissant les dommages d'incendie ou tous autres dommages à des biens situés en France [...] ouvrent droit à la garantie de l'assuré contre les effets de catastrophes naturelles sur les biens faisant l'objet de tels contrats...</p>	<p>Loi relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles.</p> <p>Elle impose aux assurances d'indemniser les victimes de catastrophes naturelles, l'état de catastrophe naturelle étant reconnu par un arrêté interministériel. L'État a en charge d'élaborer les Plans d'Exposition aux Risques (PER) qui cartographient les zones exposées ou non. Dans les zones reconnues comme exposées par le PER, les assurances ne sont pas tenues d'indemniser les victimes. Les PER ont été remplacés par les PPR (cf.loi Barnier).</p>
<p>La loi n° 87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs.</p> <p><u>Cette loi précise dans son article premier :</u></p> <p>Art 1 – La sécurité civile a pour objet la prévention des risques de toute nature ainsi que la protection des personnes, des biens et de l'environnement contre les accidents, les sinistres et les catastrophes. La préparation des mesures de sauvegarde et la mise en œuvre des moyens nécessaires pour faire face aux risques majeurs et aux catastrophes sont assurés dans les conditions prévues par le présent titre. Elles sont déterminées dans le présent cadre de plan d'organisation des secours dénommés "Plan ORSEC" et de "Plan d'urgence"...</p>	<p>Loi relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs.</p> <p>Elle fixe l'organisation de la sécurité civile en France en déterminant qui gère les secours, qui déclenche le plan O.R.SE.C. [PR9], qui paye, quels sont les plans d'urgence. Dans le domaine de la prévention, cette loi reconnaît le droit à l'information préventive du public.</p>

Tableau A 1 : Textes de lois relatifs à la réduction des risques naturels en France

Source : [VEYRET Y. (sous la Dir.) – 2003] ; [VEYRET Y. (sous la Dir.) et R LAGANIER, – 2013] ; [Observatoire Régional des Risques Majeurs – principales lois en matière gestion risques naturels]

REGLEMENTATION (Suite)	COMMENTAIRES
<p>La loi n° 95-101 du 2 février 1995 dite loi "Barnier" relative au renforcement de la protection de l'environnement, qui a notamment institué les plans de prévention des risques naturels – PPRN.</p> <p><u>Cette loi précise dans son article premier :</u></p> <p>Art 1 – Les espaces, ressources et milieux naturels, les sites et paysages, les espèces animales et végétales, la diversité et les équilibres biologiques auxquels ils participent font partie du patrimoine commun de la nation...</p>	<p>Loi relative au renforcement de la protection de l'environnement.</p> <p>Elle reconnaît à l'État le droit d'expropriation dans le cas où les moyens de protection de la population sont plus coûteux que les indemnités d'expropriation. Un fond de prévention des risques, alimenté par des prélèvements sur les assureurs, est créé pour payer les indemnités d'expropriation et les démolitions. Cette loi crée les Plans de Prévention des Risques (PPR) en remplacement des PER de la loi de 1982.</p> <p>Cette loi a été codifiée aux articles L200-1 et suivants du code rural et de la pêche maritime</p>
<p>La loi n° 96-393 du 13 mai 1996 relative à la responsabilité pénale pour des faits d'imprudence ou de négligence.</p> <p><u>Cette loi précise dans son article premier :</u></p> <p>Art 1 – Il n'y a de crime ou de délit sans intention de le commettre. Toutefois, lorsque la loi le prévoit, il y a délit en cas de mise en danger délibérée de la personne d'autrui...</p>	<p>Loi relative à la responsabilité pénale pour des faits d'imprudence ou de négligence.</p> <p>Elle reconnaît la responsabilité pénale des élus pour des faits d'imprudence, de négligence ou de manquement à une obligation de prudence ou de sécurité prévue par la loi ou les règlements.</p>
<p>La loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 (dite loi Bachelot) relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages, qui a notamment institué les Plans de Prévention des Risques technologiques (PPRT) et renforcé l'information en matière de risques naturels.</p> <p><u>Cette loi précise dans son article premier :</u></p> <p>Art L125-5-I – Les acquéreurs ou locataires de biens immobiliers situés dans des zones de couvertures par un plan de prévention des risques technologiques ou par un plan de prévention des risques naturels prévisibles, prescrit ou approuvé, dans des zones de sismicité définies par décret en Conseil d'État, sont informés par le vendeur ou le bailleur de l'existence des risques visés par ce plan ou ce décret...</p>	<p>Loi relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.</p> <p>Elle insiste sur le devoir d'information des Maires. Ce texte encadre les pratiques agricoles et instaure des règles concernant le foncier aux abords des rivières, autorisant par exemple la suppression des éléments aggravant le risque. Conformément à cette loi, un vendeur ou un loueur doit remettre à son client un état des lieux des risques naturels ou technologiques (document d'Information Acquéreur Locataire (IAL).</p>

Tableau A 1 : Textes de lois relatifs à la réduction des risques naturels en France

Source : [VEYRET Y. (sous la Dir.) – 2003] ; [VEYRET Y. (sous la Dir.) et R LAGANIER, – 2013] ; [Observatoire Régional des Risques Majeurs – principales lois en matière gestion risques naturels]

La législation des risques naturels en Suisse s'appuie sur la réglementation suivante.

REGLEMENTATION PRINCIPALE	
L'arrêté fédéral de 1972 – RS 700 : oblige les cantons à prendre des mesures d'urgence en matière d'aménagement du territoire et en particulier à délimiter les zones menacées par des aléas	
La loi fédérale de 1979 sur l'aménagement du territoire [LAT]	
Titre 1 Introduction - Art. 1 Buts	
La Confédération, les cantons et les communes veillent à une utilisation mesurée du sol et à la séparation entre les parties constructibles et non constructibles du territoire [...]	
Un article constitutionnel (74a) est en préparation qui intègre les risques sismiques (article intitulé : " <i>Protection contre les dangers naturels</i> ").	

Tableaux A 2 : Textes de lois relatifs à la réduction des risques naturels en Suisse

Source : [Office fédéral de l'environnement OFEV]

BATIMENTS PUBLICS							
Cas ne faisant pas l'objet de travaux lourds				Cas faisant pas l'objet de travaux lourds			
France		Suisse		France		Suisse	
Cl. des B ¹		Cl. des B ¹		Cl. des B ¹		Cl. des B ¹	
Cat. I	X	CO I	X	Cat. I	O	CO I	X
Cat. II	X	CO II	O	Cat. II	O	CO II	O
Cat. III	X			Cat. III	O		
Cat. IV	X	CO III	O	Cat. IV	O	CO III	O
BATIMENTS PRIVES							
Cas ne faisant pas l'objet de travaux lourds				Cas faisant pas l'objet de travaux lourds			
France		Suisse		France		Suisse	
Cl. des B ¹		Cl. des B ¹		Cl. des B ¹		Cl. des B ¹	
Cat. I	X	CO I	X	Cat. I	O	CO I	X
Cat. II	X	CO II	X	Cat. II	O	CO II	X
Cat. III	X			Cat. III	O		
Cat. IV	X	CO III	X	Cat. IV	O	CO III	X
X : Pas d'obligation de renforcement parasismique							
O : Obligations de renforcement parasismiques							
○ : Différence dans l'application de l'Eurocode dans le territoire Suisse							

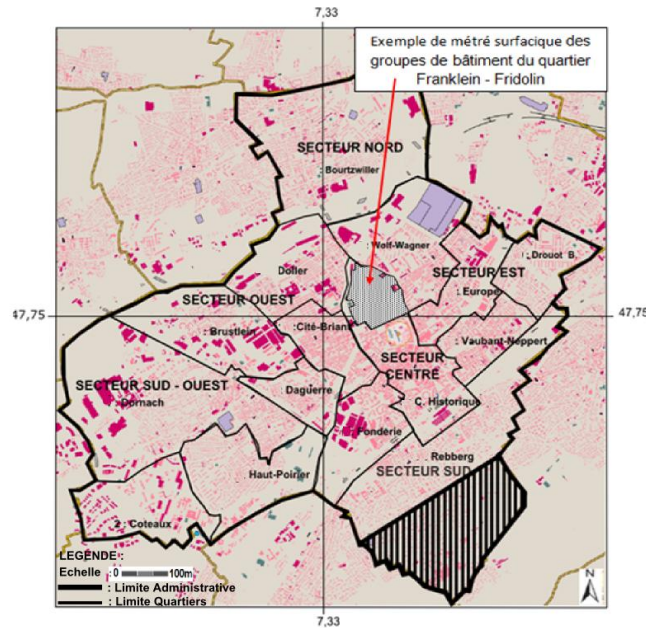
Tableau A 3 : Analyse comparée des exigences de l'Eurocode et de la norme SIA-261 pour les bâtiments privés

Sources : [Euro code 8.1 et Euro code 8.3 ; Norme SIA – 261 à 267]







ANNEXE – CHAPITRE 4

Détail de calcul de la superficie d’emprise au sol des groupes de bâtiments

Cette superficie comprend les réseaux de communication. Dans cette étape, il s’agit d’évaluer la superficie d’emprise au sol des groupes de bâtiments. Cette superficie est calculée en réalisant un métré surfacique des groupes de bâtiment par îlots à partir des cartes suivantes (fig. n° A 4 et A 5)



LEGENDE

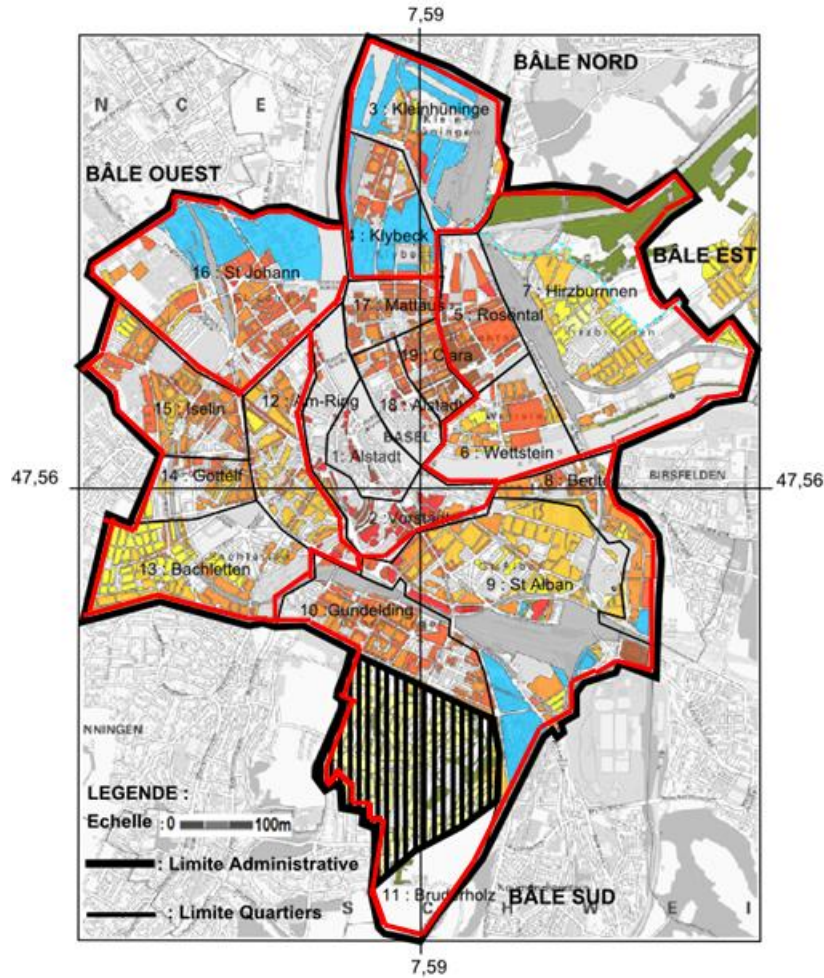
-  : Zones d’emprise au sol des groupes de bâtiments à usage d’habitation par quartier
-  : Zone du bâti à usage d’habitation individuelle (Zone pavillonnaire qui n’entre pas dans le champ de notre étude)
-  : Zones du bâti d’activité industrielle et commerciale
-  : Zones du bâti d’activité industrielle et commerciale
-  : Limites Administratives
-  : Limites des quartiers

RESULTATS

Secteurs	Quartiers	S ₁ (Km ²)
Centre ville	Bâti collectif continu	1,60
1 : Nord	Bâti collectif continu et discontinu	2,60
2 : Est	Bâti collectif continu	3,19
3 : Sud	Bâti collectif continu	3,46
4 : Sud – Ouest	Bâti collectif continu	2,87
5 : Ouest	Bâti collectif continu	2,10
TOTAL =		15,82

Figure n° A 4 : MULHOUSE – Fond de carte des zones d’emprise au sol des groupes de bâtiments collectifs à usage d’habitation

Source : D’après [Géo portail – Carte IGN]



LEGENDE



: Zones d’emprise au sol des groupes de bâtiments à usage d’habitation par quartier
 : Zone du bâti à usage d’habitation individuelle (Zone pavillonnaire qui n’entre pas dans le champ de notre étude)
 : Zones du bâti d’activité industrielle et commerciale
 : Zones de transport ferroviaire
 : Limites Administratives
 : Limites des secteurs historico-géographiques

RESULTATS

Secteurs	Quartiers	S ₁ (Km ²)
Centre ville	Bâti collectif continu	1,57
1 : Nord	Bâti collectif continu et discontinu	0,40
2 : Est	Bâti collectif continu	1,50
3 : Sud	Bâti collectif continu	3,95
4 : Sud – Ouest	Bâti collectif continu	3,35
5 : Ouest	Bâti collectif continu	1,05
TOTAL =		11,82

Figure n° A 5 : BÂLE – Fond de carte des zones d’emprise au sol des groupes de bâtiments collectifs à usage d’habitation

Source : D’après [GEO PORTAL, Geoviewer, Canton de Basel, 2011]

Détail de la détermination du coefficient d'emprise au sol du bâti (C.E.S.)

Pour déterminer ce coefficient, M. Belliot et alii (2006) [BELLIOT M. et al. – 2006] ont analysé l'habitat de 110 quartiers parmi 57 communes réparties sur le territoire français. Les auteurs ont identifié six formes d'habitats urbains dont trois correspondent à notre cas d'étude. Ces trois formes d'habitats urbains se composent d'un habitat collectif continu, d'un habitat collectif discontinu et d'un habitat collectif continu et discontinu. Ce dernier résulte de la combinaison d'un habitat des deux formes précédentes. En définitive, les auteurs ont déterminé un coefficient pour chacune des formes d'habitats. En effet, le quadrillage des réseaux de communication diffère d'une forme d'habitat urbain à l'autre. Une étude similaire a été réalisée par le Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions (CERTU¹) [DER MADIROSSIAN L., 2010]. Les différentes formes urbaines, ainsi que le coefficient d'emprise au sol du bâti sont très proches des résultats de l'analyse de M. Belliot et alii. Dans ces deux études, ce coefficient résulte du rapport entre la superficie d'emprise au sol des groupes de bâtiment et la superficie des réseaux de communications. Nous retiendrons une valeur moyenne (C_{moy}) est retenue pour chacune des formes d'habitat urbain (fig. n° A 6).




Types	(C_{moy})	Types Habitats	Exemples : Formes d'habitat urbain
Bâti collectif			
Continu	0,69		STRASBOURG – îlot du quartier Allemand [BELLIOT, Page 39]
Discontinu	0,30		STRASBOURG – îlot de l'esplanade [BELLIOT, Page 57]
Continu et Discontinu	0,51		AUBAGNE – îlot de la Zac des Défensions [BELLIOT, Page 187]

Figure n° A 6 : Coefficient d'emprise au sol du bâti selon les différentes formes d'habitats urbains

Source : Extrait [BELLIOT M. et al. – 2006, pp 36 - 255]

¹ CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

Il est possible d'appliquer les résultats fournis par Belliot en identifiant les formes urbaines du bâti de notre terrain d'étude grâce aux photos aériennes et aux cartes disponibles. S'agissant du quartier de la cité "Jean Wagner", de Mulhouse, les documents indiqués montrent un quartier de type "bâti collectif discontinu", ce type de bâti correspond aux "Grandes barres des années 1960 - 1970" (les photos aériennes ne permettent pas de dater els bâtiments). Le centre historique de Bâle est composé d'un habitat de forme urbaine de type "bâti collectif continu".



MULHOUSE

Cité Jean Wagner à son achèvement

Vue aérienne de l'habitat de forme urbaine de type "bâti collectif discontinu"

Photo – Agence d'Urbanisme de la Région Mulhousienne (Secteur d'habitat de la Zone Urbaine Prioritaire (ZUP) de Mulhouse créée en 1960

BÂLE

Quartier Sud du centre historique

Vue panoramique depuis le quartier

Sud de Bâle – Bruderholz de l'habitat de forme urbaine de type "bâti collectif continu"



Photo – mars 2013 : J. Lemaire

Figure n° A 7 : Exemples de formes d'habitats urbains dans le quartier des Coteaux de Mulhouse et dans le centre ville de Bâle

Source : [BAUM. J-P et alii – 2013 ; Photo (J. Lemaire), Enquête de terrain de mars 2013]

Les résultats de l'identification des différentes formes de l'habitat urbain des quartiers de Mulhouse et de Bâle se décomposent ainsi.

MULHOUSE	
Secteurs	Forme d'habitat urbain
Centre ville	Bâti collectif continu
1 : Nord	Bâti collectif continu et discontinu
2 : Est	Bâti collectif continu et discontinu
3 : Sud	Bâti collectif continu et discontinu
4 : Sud-ouest	Bâti collectif continu et discontinu
5 : Ouest	Bâti collectif continu
BÂLE	
Centre ville	Bâti collectif continu
1 : Nord	Bâti collectif continu et discontinu
2 : Est	Bâti collectif continu
3 : Sud	Bâti collectif continu
4 : Sud – Ouest	Bâti collectif continu
5 : Ouest	Bâti collectif continu

Tableau A 4 : Différentes formes d'habitats urbains des quartiers de Mulhouse – Bâle

Source : [BELLIOT M. et al. – 2006 ; BAUM. J-P et alii – 2013 ; Photo (J. Lemaire), Enquête de terrain de mars 2013 ; Géo portail – Carte IGN ; GEO PORTAL, Geoviewer, Canton de Basel, 2011]

MULHOUSE : surface réelle d'emprise au sol du bâti				
Secteurs	Type de forme urbaine du bâti	S₁(Km²)	C.E.S	S₂(Km²)
Centre ville	Bâti collectif continu	1,60	0,69	1,10
1 : Nord	Bâti collectif continu et discontinu	2,60	0,51	1,35
2 : Est	Bâti collectif continu et discontinu	3,19	0,51	1,65
3 : Sud	Bâti collectif continu	3,46	0,69	2,40
4 : Sud-ouest	Bâti collectif continu et discontinu	2,87	0,51	1,45
5 : Ouest	Bâti collectif continu	2,10	0,69	1,45
TOTAL =		15,82	-	9,40
BÂLE				
Secteurs	Type de forme urbaine du bâti	S₁(Km²)	C.E.S	S₂(Km²)
Centre ville	Bâti collectif continu	1,57	0,69	1,05
1 : Nord	Bâti collectif continu et discontinu	0,40	0,51	0,20
2 : Est	Bâti collectif continu	1,50	0,69	1,05
3 : Sud	Bâti collectif continu	3,95	0,69	2,75
4 : Sud – Ouest	Bâti collectif continu	3,35	0,69	2,30
5 : Ouest	Bâti collectif continu	1,05	0,69	0,70
TOTAL =		11,82	-	8,05
S ₁ : Superficie d'emprise au sol des groupes de bâtiments				
S ₂ : Surface réelle d'emprise au sol du bâti				
CES : coefficient d'emprise au sol du bâti				

Tableau A 5 : Surfaces réelles d'emprise au sol du bâti de la conurbation de Mulhouse
- Bâle

Source : [BELLIOT M. et al. – 2006 ; BAUM. J-P et alii – 2013 ; Photo (J. Lemaire), Enquête de terrain de mars 2013 ; [Géo portail – Carte IGN ; GEO PORTAL, Geoviewer, Canton de Basel, 2011]

Etude statistique

Pour évaluer la superficie des six zones à visiter, nous avons réalisé une étude statistique dans laquelle nous avons transformé la forme réelle du territoire de Mulhouse et de Bâle en un territoire fictif de forme carrée en conservant la superficie initiale des deux villes (voir Illustration de l'étude statistique – fig. n° A 8) dans le but de simplifier le calcul des superficies. En effet, il est beaucoup plus simple de calculer la surface d'un carré que de calculer la surface réelle de ces deux villes, qui nécessite un calcul "*d'intégrale mathématique*", compte tenu de la forme des territoires. Dans cette étude statistique, un échantillon correspondra à une portion du territoire qui est égale à 10% de la superficie totale du territoire de Mulhouse et de Bâle (soit 2,22 Km²). Cet échantillon de 10% est suffisamment important pour collecter assez d'informations, comme il sera démontré par la suite. La superficie totale des six zones que nous envisageons de visiter correspond à 10% de la superficie totale du territoire.

L'étude statistique illustrée ci-après (fig. n° A 8) se résume à simplifier la forme du territoire, puis à découper ce territoire en plusieurs échantillons, puis à décomposer un échantillon en six zones. Ces zones, sont réparties sur l'ensemble du territoire de Mulhouse et de Bâle. Pour s'assurer que la superficie des six zones, c'est-à-dire la superficie d'un échantillon égale à 10% est suffisamment importante, nous devons découper le territoire en détail. Le découpage le plus fin pour examiner le bâti est le découpage en parcelles foncières. En zone d'occupation d'habitat, chacune des parcelles comporte au moins un bâtiment à usage d'habitation.

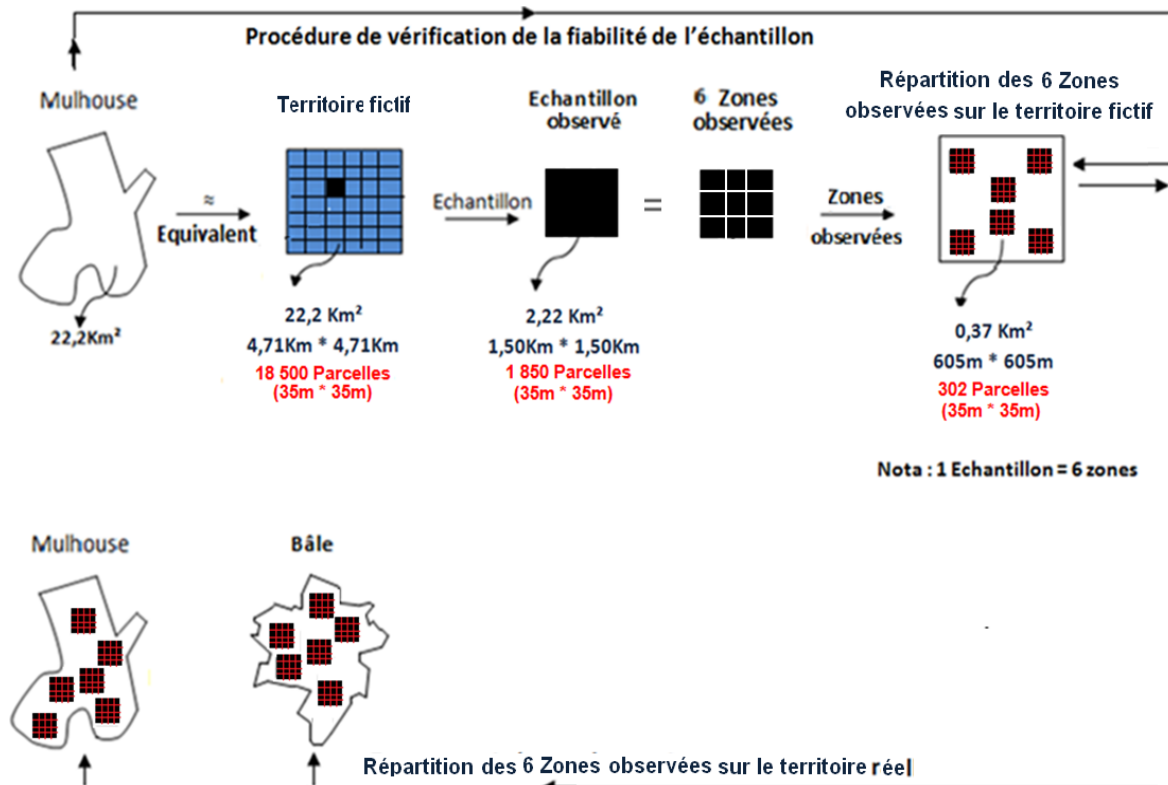


Figure n° A 8 : Procédure de définition des échantillons et de vérification de la fiabilité des échantillons examinés sur les territoires de Mulhouse et de Bâle

J. LEMAIRE

Pour démontrer l'utilité d'un découpage affiné du territoire, il peut être envisagé deux scénarios fictifs (fig. n° A 9). Les deux cas représentent le même territoire. Dans le premier cas, le territoire est découpé en quatre échantillons identiques. Dans le second cas, en seize échantillons identiques. Dans ces deux scénarios, on sait que l'étude statistique (calcul de la marge d'erreur que nous verrons plus après) montre qu'un seul échantillon est suffisamment important pour collecter les informations nécessaires. Dans ce cas, il suffit d'aller visiter un seul échantillon du scénario 2, qui nous apportera les mêmes informations que la visite d'un seul échantillon du scénario 1. Cette démarche est plus avantageuse puisqu'elle permet d'aller visiter une surface plus petite pour obtenir les mêmes informations.

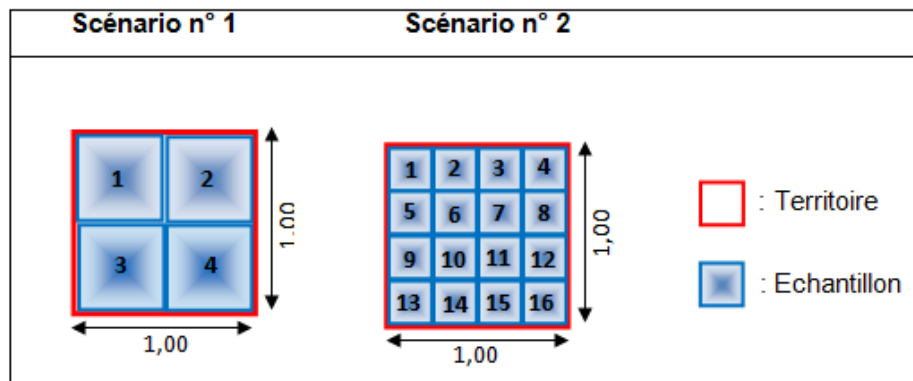


Figure n° A 9 : Intérêt d'un découpage affiné d'un territoire dans le cas d'une enquête de terrain

J. Lemaire

La procédure de calcul de cette étude statistique a pour objectif de vérifier si la superficie (la taille) de l'échantillon observé est assez importante. La superficie (la taille) des six zones à visiter s'obtient en divisant la taille de la superficie d'un échantillon par 6 (six zones observées). Pour vérifier que la taille d'un échantillon est suffisamment importante, il suffit de calculer un indicateur que nous appelons en étude statistique "*Marge d'erreur*". La communauté scientifique admet généralement une marge d'erreur inférieure ou égale à 5% comme étant acceptable. Appliqué à notre étude statistique, cela signifie que l'échantillon de 10% est suffisamment important pour collecter les informations nécessaires, si la marge d'erreur est inférieure ou égale à 5%. Le calcul de cette "*Marge d'erreur*" nécessite un découpage affiné du territoire. Le découpage le plus fin pour recenser le bâti est le découpage en parcelles foncières. Ce mode de découpage sert à prendre en compte le nombre total de parcelles (n) incluses dans la superficie de l'échantillon et la proportion (p) du nombre de parcelles ayant les mêmes caractéristiques. Les mêmes caractéristiques sont les parcelles dont le bâti appartient à au moins l'un des cinq types de bâtiments du plus ancien au plus récent (cela est valable pour toutes les parcelles bâties). Autrement dit, il n'est pas pris en compte les parcelles non bâties ainsi que les parcelles ayant des bâtiments qui ne sont pas à usage d'habitation (bâtiments industriels, équipements sportifs, etc.).

Pour définir le nombre total de parcelles incluses dans la superficie de l'échantillon, nous avons déterminé une taille moyenne de la superficie d'une parcelle. Pour ce faire, nous avons évalué la superficie d'une centaine de parcelles à Mulhouse et autant à Bâle à partir des cartes disponibles [Géo portail – Carte IGN] pour Mulhouse et [GEOPORTAL, Geoviewer Canton de Basel] pour Bâle et on en a déduit que la taille moyenne est de 1 300m². La taille moyenne retenue dans notre étude est de (35m * 35m = 1 225M²). Ainsi,

le nombre total de parcelles recherché a été obtenu en faisant le rapport entre la superficie totale de l'échantillon et la superficie d'une parcelle ($2,22\text{Km}^2 / 0,001225\text{Km}^2 = 1\ 850$ parcelles).

Pour définir la proportion (p) du nombre de parcelles possédant les mêmes caractéristiques (les mêmes caractéristiques sont les parcelles dont le bâti appartient à au moins l'un des cinq types de bâtiments), nous avons utilisé la superficie d'emprise au sol du bâti collectif à usage d'habitation déterminée dans l'étude de la densité de population. Pour rappel, cette superficie est égale à 41% de la superficie totale du territoire de Mulhouse et égale à 36% de la superficie totale du territoire de Bâle. Nous admettons que seulement 36% des parcelles possèdent les mêmes caractéristiques, c'est-à-dire ($p=0,36$). En réalité, nous avons observé sur le terrain que la proportion de ces parcelles est supérieure à 36%. Toutes les variables sont identifiées, le calcul de la marge d'erreur peut être réalisé selon l'équation suivante.

$$\text{Marge d'erreur : } e = t \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} = 2,30\%$$

Avec : N = 18 500 (nombre de parcelles sur l'ensemble du territoire, donné à titre indicatif)
 n = 1 850 (nombre de parcelles dans l'échantillon)
 p = 36% Proportion des parcelles possédant les mêmes caractéristiques
 s : Seuil de confiance à 95% donc (t) = 1,96 (loi normale)
 e : Marge d'erreur (Par exemple on veut connaître la proportion réelle à 5% près).
 E : E = 2e (Fourchette d'incertitude)
 Nota : Cette proportion (p) est connue ou supposée ou bien encore, estimée)

Le seuil de confiance généralement accepté scientifiquement est de 95%. Cela signifie *a contrario* qu'il existe 5% de marge d'erreur (1 chance sur 20) qui est en général considérée comme acceptable. En l'espèce, l'échantillon de 10% sélectionné (correspondant aux six zones visitées) connaît une marge d'erreur de 2,30%, ce qui se trouve donc dans la marge d'erreur scientifiquement acceptable (entre 0 et 5%). Ainsi, on en déduit que l'échantillon de 10% est suffisamment important pour pouvoir collecter les données nécessaires à notre étude. En d'autres termes, le calcul nous permet d'affirmer que nous avons 97,70% de chance de trouver du bâti appartenant à au moins l'un des cinq types de bâtiments identifiés. Ainsi, ces zones de 600 mètres de coté sont localisées sur les cartes n° 50 et 51 (fig. n° 50 et fig. n° 51).

Détail de la composition du bâti mulhousien

SECTEURS		MULHOUSE : Répartition du bâti					
		1 à 2 étages	3 étages	5 étages	7 étages	9 étages	>9 étages
Territoire global	●	0,3%	11,9%	34,6%	0,1%	0,0%	0,0%
	●	3,4%	6,4%	33,0%	0,6%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,1%	2,4%	0,2%	0,1%	4,6%
	●	0,0%	0,3%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,8%	0,6%	0,0%	0,1%
Centre ville	●	0,0%	3,0%	12,6%	0,1%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,6%	2,6%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,4%	0,1%	0,1%	0,1%
	●	0,0%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,1%	0,3%	0,0%	0,0%
1 : Nord	●	0,2%	0,1%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	3,4%	2,1%		0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%
2 : Est	●	0,1%	1,5%	10,8%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	2,1%	1,1%	0,2%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,2%	0,3%	0,0%	0,1%
3 : Sud	●	0,0%	0,5%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,2%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
4 : Sud-ouest	●	0,0%	3,3%	6,5%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,1%	27,4%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	0,0%	4,5%
	●	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5 : Ouest	●	0,0%	3,5%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	1,4%	1,4%	0,4%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

LEGENDE

- | | | |
|---|--|------------------------------|
| ● : Type 1 | T1 < 1900 Constructions en pierres naturelles | ■ : Bâtiment de 1 à 2 étages |
| ● : Type 2 | 1950 < T2 < 1970 Constructions en blocs de T.C | ■ : Bâtiment de 3 étages |
| ● : Type 3 | 1950 < T3 < 1970 Constructions en béton armé | ■ : Bâtiment de 4 à 5 étages |
| ● : Type 4 | 1970 < T4 < 1990 Constructions en blocs béton | ■ : Bâtiment de 6 à 7 étages |
| ● : Type 5 | 1990 < T5 < 2000 Constructions en béton armé | ■ : Bâtiment de 8 à 9 étages |
| ○ : Critère de l'âge et des matériaux de construction | | ■ : > 9 étages |
| □ : Critère de la hauteur des constructions | | |

Tableau n° A 6 : Répartition du bâti par secteur historico-géographique selon les critères de l'âge, des matériaux et de la hauteur des constructions dans le territoire mulhousien

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire

Détail de la composition du bâti bâlois

SECTEURS		BÂLE : Répartition du bâti					
		1 à 2 étages	3 étages	5 étages	7 étages	9 étages	>9 étages
Territoire global	●	0,4%	5,5%	53,7%	2,9%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	1,8%	9,4%	0,3%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,8%	6,6%	10,0%	0,5%	0,2%
	●	0,0%	0,2%	1,5%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,2%	0,1%	1,1%	4,6%	0,3%	0,0%
Centre ville	●	0,0%	0,6%	19,3%	1,7%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,3%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	1,2%	3,2%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,2%	1,1%	0,1%	0,0%
1 : Nord	●	0,0%	0,7%	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,8%	0,2%	0,7%	0,2%	0,1%
	●	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,1%	0,0%
2 : Est	●	0,0%	1,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,6%	2,7%	0,1%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
3 : Sud	●	0,0%	0,5%	9,1%	0,9%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,1%	0,4%	0,3%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,2%	1,4%	0,5%	0,0%	0,1%
	●	0,0%	0,1%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,2%	0,0%	0,6%	1,2%	0,0%	0,0%
4 : Sud-ouest	●	0,4%	1,0%	8,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,9%	8,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,6%	2,4%	0,3%	0,0%
	●	0,0%	0,1%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,1%	1,0%	0,1%	0,0%
5 : Ouest	●	0,0%	1,2%	14,7%	0,3%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,4%	3,0%	0,1%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	●	0,0%	0,0%	0,1%	1,0%	0,0%	0,0%

LEGENDE

- | | | |
|---|--|------------------------------|
| ● : Type 1 | T1< 1900 Constructions en pierres naturelles | ■ : Bâtiment de 1 à 2 étages |
| ● : Type 2 | 1950<T2<1970 Constructions en blocs de T.C | ■ : Bâtiment de 3 étages |
| ● : Type 3 | 1950<T3<1970 Constructions en béton armé | ■ : Bâtiment de 4 à 5 étages |
| ● : Type 4 | 1970<T4<1990 Constructions en blocs béton | ■ : Bâtiment de 6 à 7 étages |
| ● : Type 5 | 1990<T5<2000 Constructions en béton armé | ■ : Bâtiment de 8 à 9 étages |
| ○ : Critère de l'âge et des matériaux de construction | | ■ : > 9 étages |
| □ : Critère de la hauteur des constructions | | |

Tableau n° A 7 : Répartition du bâti par secteur historico-géographique selon les critères de l'âge, des matériaux et de la hauteur des constructions dans le territoire bâlois

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire

Répartition du bâti dominant à l'intérieur de chaque secteur historico-géographique dans le territoire mulhousien

MULHOUSE : Répartition du bâti dominant																					
SECTEURS	Localisation des zones	(*)	CARTOGRAPHIE																		
CENTRE VILLE	Dans la partie Nord du centre ville	2,2%	<p>MULHOUSE</p> <p>CARTOGRAPHIE</p> <p>LEGENDE</p> <p>— : Limites Administratives</p> <p>— : Limites des secteurs historico-géographiques</p> <p>— : Limites des zones des secteurs historico-géographiques</p>																		
		5,6%																			
	Dans la partie Sud du centre ville	0,8%																			
		6,9%																			
1 : NORD	Dans l'ensemble du secteur historico-géographique	2,3%																			
		3,4%																			
		2,1%																			
		2,2%																			
2 : EST	Dans la partie Nord du secteur historico-géographique	0,1%																			
		0,2%																			
		3,9%																			
		0,4%																			
	Dans la partie Sud du secteur historico-géographique	1,2%																			
		6,9%																			
		2,0%																			
<p>LEGENDE</p> <table border="0"> <tr> <td> : Type 1</td> <td>T1< 1900 Constructions en pierres naturelles</td> <td> : Bâtiment de 1 à 2 étages</td> </tr> <tr> <td> : Type 2</td> <td>1950<T2<1970 Constructions en blocs de T.C</td> <td> : Bâtiment de 3 étages</td> </tr> <tr> <td> : Type 3</td> <td>1950<T3<1970 Constructions en béton armé</td> <td> : Bâtiment de 4 à 5 étages</td> </tr> <tr> <td> : Type 4</td> <td>1970<T4<1990 Constructions en blocs béton</td> <td> : Bâtiment de 6 à 7 étages</td> </tr> <tr> <td> : Type 5</td> <td>1990<T5<2000 Constructions en béton armé</td> <td> : Bâtiment de 8 à 9 étages</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> : > 9 étages</td> </tr> </table> <p>(*) : Répartition des différents types de bâtiments dominant dans les quartiers</p> <p>— : Limites Administratives — : Limites des quartiers</p>				: Type 1	T1< 1900 Constructions en pierres naturelles	: Bâtiment de 1 à 2 étages	: Type 2	1950<T2<1970 Constructions en blocs de T.C	: Bâtiment de 3 étages	: Type 3	1950<T3<1970 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 4 à 5 étages	: Type 4	1970<T4<1990 Constructions en blocs béton	: Bâtiment de 6 à 7 étages	: Type 5	1990<T5<2000 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 8 à 9 étages			: > 9 étages
: Type 1	T1< 1900 Constructions en pierres naturelles	: Bâtiment de 1 à 2 étages																			
: Type 2	1950<T2<1970 Constructions en blocs de T.C	: Bâtiment de 3 étages																			
: Type 3	1950<T3<1970 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 4 à 5 étages																			
: Type 4	1970<T4<1990 Constructions en blocs béton	: Bâtiment de 6 à 7 étages																			
: Type 5	1990<T5<2000 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 8 à 9 étages																			
		: > 9 étages																			

Tableau n° A 8 : Répartition des différents types de bâtiments dominants à l'intérieur de chaque secteur historico-géographique selon les critères de l'âge, des matériaux et de la hauteur des constructions dans le territoire de Mulhouse

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire

Répartition du bâti dominant à l'intérieur de chaque secteur historico-géographique dans le territoire mulhousien-bâlois (suite)

MULHOUSE : Répartition du bâti dominant				
SECTEURS	Localisation des zones	(*)	CARTOGRAPHIE	
3 : SUD	Dans la partie Nord du secteur historico-géographique	<ul style="list-style-type: none"> ● 0,5% ■ 1,3% ■ 0,5% 	<p style="text-align: center;">MULHOUSE</p> <p style="text-align: center;">CARTOGRAPHIE</p> <p>LEGENDE</p> <ul style="list-style-type: none"> : Limites Administratives : Limites des secteurs historico-géographiques : Limites des zones des secteurs historico-géographiques 	
4 : SUD-OUEST	Dans la partie Nord du secteur historico-géographique	<ul style="list-style-type: none"> ● 3,3% ■ 12,8% ■ 		
	Dans la partie Sud-ouest du Secteur historico-géographique	<ul style="list-style-type: none"> ● 4,5% ■ 		
	Dans la partie Sud-est du secteur historico-géographique	<ul style="list-style-type: none"> ● 6,5% ■ 14,6% ■ 		
5 : OUEST	Dans la partie Nord du secteur historico-géographique	<ul style="list-style-type: none"> ● 0,2% ■ 1,1% ■ 0,4% ■ 		
	Dans la partie Sud-ouest du secteur historico-géographique	<ul style="list-style-type: none"> ● 0,1% ■ 0,1% ■ ■ 		
	Dans la partie Sud-est du secteur historico-géographique	<ul style="list-style-type: none"> ● 3,4% ■ 0,8% ■ 1,3% ■ ■ 		
<p>LEGENDE</p> <ul style="list-style-type: none"> ● : Type 1 T1< 1900 Constructions en pierres naturelles ● : Type 2 1950<T2<1970 Constructions en blocs de T.C ● : Type 3 1950<T3<1970 Constructions en béton armé ● : Type 4 1970<T4<1990 Constructions en blocs béton ● : Type 5 1990<T5<2000 Constructions en béton armé <p>(*) : Répartition des différents types de bâtiments dominant dans les quartiers</p> <ul style="list-style-type: none"> : Limites Administratives : Limites des quartiers 				<ul style="list-style-type: none"> ■ : Bâtiment de 1 à 2 étages ■ : Bâtiment de 3 étages ■ : Bâtiment de 4 à 5 étages ■ : Bâtiment de 6 à 7 étages ■ : Bâtiment de 8 à 9 étages ■ : > 9 étages

Tableau n° A 8 : Répartition des différents types de bâtiments dominants à l'intérieur de chaque secteur historico-géographique selon les critères de l'âge, des matériaux et de la hauteur des constructions dans le territoire de Mulhouse

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire

Répartition du bâti dominant à l'intérieur de chaque secteur historico-géographique dans le territoire mulhousien-bâlois (suite)

BALE : Répartition du bâti dominant			
SECTEURS	Localisation des zones	(*)	CARTOGRAPHIE
CENTRE VILLE	Dans la partie Nord-est du centre ville	<ul style="list-style-type: none"> ● 1,9% ■ 0,8% ● ■ 1,2% ■ 	<p>CARTOGRAPHIE</p> <p>LEGENDE</p> <ul style="list-style-type: none"> : Limites Administratives : Limites des secteurs historico-géographiques : Limites des zones des secteurs historico-géographiques
	Dans la partie Sud-ouest du centre ville	<ul style="list-style-type: none"> ● 19,1% ■ 1,1% ■ 2,0% 	
1 : NORD	Dans la partie Nord-est du secteur historico-géographique	<ul style="list-style-type: none"> ● 0,7% ■ 1,6% ■ 0,4% ■ 	<p>CARTOGRAPHIE</p> <p>LEGENDE</p> <ul style="list-style-type: none"> : Limites Administratives : Limites des secteurs historico-géographiques : Limites des zones des secteurs historico-géographiques
	Dans la partie Sud-ouest du secteur historico-géographique	<ul style="list-style-type: none"> ● 0,2% ■ 0,2% ■ 0,3% ■ 0,1% ■ 0,6% ■ 	
2 : EST	Dans la partie Nord-est du secteur historico-géographique	<ul style="list-style-type: none"> ● 1,0% ■ 0,5% ■ 2,4% 	
<p>LEGENDE</p> <ul style="list-style-type: none"> ● : Type 1 T1< 1900 Constructions en pierres naturelles ● : Type 2 1950<T2<1970 Constructions en blocs de T.C ● : Type 3 1950<T3<1970 Constructions en béton armé ● : Type 4 1970<T4<1990 Constructions en blocs béton ● : Type 5 1990<T5<2000 Constructions en béton armé <p>(*) : Répartition des différents types de bâtiments dominant dans les quartiers</p> <ul style="list-style-type: none"> : Limites Administratives : Limites des quartiers ■ : Bâtiment de 1 à 2 étages ■ : Bâtiment de 3 étages ■ : Bâtiment de 4 à 5 étages ■ : Bâtiment de 6 à 7 étages ■ : Bâtiment de 8 à 9 étages ■ : > 9 étages 			

Tableau n° A 9 : Répartition des différents types de bâtiments dominants à l'intérieur de chaque secteur historico-géographique selon les critères de l'âge, des matériaux et de la hauteur des constructions dans le territoire de Bâle

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire

Répartition du bâti dominant à l'intérieur de chaque secteur historico-géographique dans le territoire mulhousien-bâlois (suite)

BALE : Répartition du bâti dominant			
SECTEURS	Localisation des zones	(*)	CARTOGRAPHIE
2 : EST (suite)	Dans la partie Sud-ouest du secteur historico-géographique	0,5%	
		0,6%	
		0,6%	
		0,3%	
		0,3%	
3 : SUD	Dans la partie Nord-est du secteur historico-géographique	7,7%	
		1,0%	
		0,2%	
		1,3%	
		0,5%	
		0,5%	
		1,0%	
		1,0%	
		0,2%	
		0,2%	
	Dans la partie Sud-ouest du secteur historico-géographique	1,6%	
0,2%			
4 : SUD-OUEST	Dans la partie Nord-est du secteur historico-géographique	1,0%	
		3,1%	
		0,9%	
		4,9%	
		2,1%	
		2,1%	

LEGENDE		
: Type 1	T1< 1900 Constructions en pierres naturelles	: Bâtiment de 1 à 2 étages
: Type 2	1950<T2<1970 Constructions en blocs de T.C	: Bâtiment de 3 étages
: Type 3	1950<T3<1970 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 4 à 5 étages
: Type 4	1970<T4<1990 Constructions en blocs béton	: Bâtiment de 6 à 7 étages
: Type 5	1990<T5<2000 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 8 à 9 étages
		: > 9 étages
(*) : Répartition des différents types de bâtiments dominant dans les quartiers		
: Limites Administratives	: Limites des quartiers	

Tableau n° A 9 : Répartition des différents types de bâtiments dominants à l'intérieur de chaque secteur historico-géographique selon les critères de l'âge, des matériaux et de la hauteur des constructions dans le territoire de Bâle

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire

Répartition du bâti dominant à l'intérieur de chaque secteur historico-géographique dans le territoire mulhousien-bâlois (suite)

BALE : Répartition du bâti dominant																					
SECTEURS	Localisation des zones	(*)	CARTOGRAPHIE																		
4 : SUD-OUEST (suite)	Dans la partie Sud-ouest du secteur historico-géographique	<ul style="list-style-type: none"> ● 5,1% ■ 3,3% ● ■ 	<p style="text-align: center;">BALE</p> <p style="text-align: center;">CARTOGRAPHIE</p> <p style="text-align: center;">LEGENDE</p> <ul style="list-style-type: none"> : Limites Administratives : Limites des secteurs historico-géographiques : Limites des zones des secteurs historico-géographiques 																		
5 : OUEST	Dans l'ensemble du secteur historico-géographique	<ul style="list-style-type: none"> ● 1,2% ■ 15,0% ■ ● 3,0% ■ ● 1,0% ■ 																			
<p style="text-align: center;">LEGENDE</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">● : Type 1</td> <td style="width: 33%;">T1< 1900 Constructions en pierres naturelles</td> <td style="width: 33%;">■ : Bâtiment de 1 à 2 étages</td> </tr> <tr> <td>● : Type 2</td> <td>1950<T2<1970 Constructions en blocs de T.C</td> <td>■ : Bâtiment de 3 étages</td> </tr> <tr> <td>● : Type 3</td> <td>1950<T3<1970 Constructions en béton armé</td> <td>■ : Bâtiment de 4 à 5 étages</td> </tr> <tr> <td>● : Type 4</td> <td>1970<T4<1990 Constructions en blocs béton</td> <td>■ : Bâtiment de 6 à 7 étages</td> </tr> <tr> <td>● : Type 5</td> <td>1990<T5<2000 Constructions en béton armé</td> <td>■ : Bâtiment de 8 à 9 étages</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>■ : > 9 étages</td> </tr> </table> <p>(*) : Répartition des différents types de bâtiments dominant dans les quartiers</p> <p> : Limites Administratives : Limites des quartiers</p>				● : Type 1	T1< 1900 Constructions en pierres naturelles	■ : Bâtiment de 1 à 2 étages	● : Type 2	1950<T2<1970 Constructions en blocs de T.C	■ : Bâtiment de 3 étages	● : Type 3	1950<T3<1970 Constructions en béton armé	■ : Bâtiment de 4 à 5 étages	● : Type 4	1970<T4<1990 Constructions en blocs béton	■ : Bâtiment de 6 à 7 étages	● : Type 5	1990<T5<2000 Constructions en béton armé	■ : Bâtiment de 8 à 9 étages			■ : > 9 étages
● : Type 1	T1< 1900 Constructions en pierres naturelles	■ : Bâtiment de 1 à 2 étages																			
● : Type 2	1950<T2<1970 Constructions en blocs de T.C	■ : Bâtiment de 3 étages																			
● : Type 3	1950<T3<1970 Constructions en béton armé	■ : Bâtiment de 4 à 5 étages																			
● : Type 4	1970<T4<1990 Constructions en blocs béton	■ : Bâtiment de 6 à 7 étages																			
● : Type 5	1990<T5<2000 Constructions en béton armé	■ : Bâtiment de 8 à 9 étages																			
		■ : > 9 étages																			

Tableau n° A 9 : Répartition des différents types de bâtiments dominants à l'intérieur de chaque secteur historico-géographique selon les critères de l'âge, des matériaux et de la hauteur des constructions dans le territoire de Bâle

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire

ANNEXE – CHAPITRE 5**Annexe 5.A – Echantillon des bâtiments**

BÂTIMENTS n°	H ^t TOTALE (m)	L (m)	Lg (m)	Nb ETAGES	SURFACE / ETAGE (m ²)	MATERIAUX
BATIMENTS EN MACONNERIE						
1	8,00	15,00	11,00	3	495	Maçonnerie pierres naturelles et planchers bois
2	14,35	17,20	8,75	5	753	Maçonnerie pierres naturelles et planchers bois
3	6,60	17,65	11,00	2	388	Maçonnerie pierres naturelles et planchers bois
4	8,00	19,05	8,55	3	163	Maçonnerie pierres naturelles et planchers bois
9	7,00	20,60	17,30	2	712	Maçonnerie blocs de terre cuite ou béton et planchers en béton armé
6	20,60	20,70	14,80	7	2 144	Maçonnerie blocs de terre cuite ou béton et planchers en béton armé
13	13,50	31,80 et 16,00	15,20 et 15,20	5 et 5	2 416 et 1 216	Maçonnerie blocs de terre cuite ou béton et planchers en béton armé
13 bis	13,50	31,80 et 16,00	15,20 et 15,20	5 et 5	2 416 et 1 216	Maçonnerie blocs de terre cuite ou béton et planchers en béton armé
14	31,00	25,00	20,00	12	6 000	Maçonnerie blocs de terre cuite ou béton et planchers en béton armé
BATIMENTS EN BETON ARME						
5	18,60	25,10	22,60	7	4 849	Béton armé et planchers en béton armé
7	6,40	26,30	11,90	2	626	Béton armé et planchers en béton armé
8	5,75	48,10	21,70	2	2 088	Béton armé et planchers en béton armé
10	17,70	43,10	14,40	7	4 345	Béton armé et planchers en béton armé
11	5,20	20,95	15,40	2	582	Béton armé et planchers en béton armé
12	7,50	25,50	11,50	3	880	Béton armé et planchers en béton armé
15	13,50	25,00	20,00	5	2 500	Béton armé et planchers en béton armé
16	13,50	20,80	17,40	5	1 809	Béton armé et planchers en béton armé

Tableau n° A 10 : Echantillon des bâtiments implantés dans le territoire de Mulhouse et de Bâle

Source : Données collectées sur le terrain

Annexe 5.B – Caractéristiques mécaniques des matériaux

Caractéristiques des matériaux	Symbole	Valeur	Unité	Références
Maçonnerie				
Masse volumique Pierre naturelle (Type calcaire)	ρ_m	2000	kg/m ³	Fiche technique
Masse volumique (Blocs T.C., Béton manufacturé)	ρ_m	2200	kg/m ³	Fiches techniques (1.6 < densité < 2,2)
Coefficient partiel de sécurité de la maçonnerie qui tient compte des propriétés des matériaux et de leur mise en œuvre	$\gamma_{M(ELU)}$	2,70	-	EC8.3 - NF EN 1998-1-1/NA-clause 2.4.3 (1)P, déc. 2009
Coefficient partiel de sécurité de la maçonnerie qui tient compte des propriétés des matériaux et de leur mise en œuvre	$\gamma_{M(ELS)}$	1,0	-	EC8.3 - NF EN 1998-1-1/NA-clause 2.4.4 (1)P, déc. 2009
Coefficient de confiance du niveau de connaissance	CF_{KL1}	1,35	-	EC8.3 - NF EN 1998-1-1 – Art. 3.3.1 (4) – Tab. 3.1, déc. 2009
Coefficient de conditionnement	δ_c	1,00	-	EC6 - NF EN 1996-1-1 – Art 3.6.1.2 (1)
Facteur de forme	δ	1,15	-	EC6 - NF EN 1996-1-1 – Art 3.6.1.2 (1)
Coefficient de passage	δ_p	1,18	-	Annexe NF EN 772-1 (Blocs béton)
Résistance à la compression du mortier (Type M2,5 - M10)	f_m	2,5 - 10,0	MPa	EC8.1 - NF EN 1998-1
Résistance caractéristique des pierres naturelles	R_c	1,7 - 13,0	MPa	Annexe NF EN 772-1
Résistance caractéristique des blocs perforés de T.C (Type BP 200 – groupe 3)	R_c	2,5 - 25,0	MPa	Annexe NF EN 772-1
Résistance caractéristique des blocs de béton de granulat courant plein ou perforés (type BP200 – groupe 3)	R_c	2,2 - 23,6	MPa	Annexe NF EN 772-1
Pierres naturelles et blocs de béton de granulat courant perforés ou pleins	K	0,45	-	EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art. 3.6.1.2 -
Blocs terre cuite groupe 3 ou 4	K	0,35	-	Tableau 3.1 + 3.3
Résistance moyenne normalisée à la compression des blocs de pierres naturelles	f_b	2,0 - 15,0	MPa	EC6 - NF EN 1996-1-1/NA, déc. 2009 - Clause 3.6.1.2 (1)
Résistance moyenne normalisée à la compression des blocs de T.C.perforés	f_b	3,0 - 30,0	MPa	$f_b = R_c * \delta_c * \delta$
Résistance moyenne normalisée à la compression des blocs de béton de granulat	f_b	3,0 - 32,0	MPa	$f_b = R_c * \delta_c * \delta * \delta_p$ (Blocs béton)
Résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie constituée de pierres naturelles	f_k	1,0 – 6,0	MPa	EC6 - NF EN 1996-1-1 - Clause 3.6.1.2 (1) –
Résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie constituée de blocs T.C	f_k	1,3 – 9,7	MPa	+ Tab 3.3 (Pour la valeur de K)
Résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie constituée de blocs béton	f_k	3,8 – 30,5	MPa	$f_k = K [f_b^{0,7} * f_m^{0,3}]$ Eq.3.2
Résistance de calcul à la compression de la maçonnerie constituée de pierres naturelle	f_d	0,25 – 1,7	MPa	$f_d = f_k / (CF_{KL1} * \gamma_M)$
Résistance de calcul à la compression de la maçonnerie constituée de blocs T.C.	f_d	0,35 – 2,7	MPa	EC8.3 - NF EN 1998-3, déc. 2005 - Art. 2.2.1 (5)P + Art. 2.2.1 (7)P
Résistance de calcul à la compression de la maçonnerie constituée de blocs béton	f_d	1,4 – 11,3	MPa	

Tableau n° A 11 : Caractéristiques mécaniques des matériaux

Source : [Documents techniques unifiés ; Eurocode 8 ; LEGIER F., janvier 2006]

Annexe 5.B – Caractéristiques mécanique des matériaux (suite)

Caractéristiques des matériaux	Symbole	Valeur	Unité	Références
Maçonnerie (Suite)				
Résistance caractéristique initiale au cisaillement de la maçonnerie constituée de pierres naturelles	f_{VK0}	0,15	MPa	NF EN 1996 – 1-1/NA – Clause 3.6.2(3) - Tableau 3.4
Résistance caractéristique initiale au cisaillement de la maçonnerie constituée de blocs de terre cuite et blocs de béton	f_{VK0}	0,20	MPa	
Résistance de calcul au cisaillement de la maçonnerie constituée de pierres naturelles	f_{VK}	0,11	MPa	EC8.3 - NF EN 1998-3, déc. 2005 - Art. 2.2.1 (5)P
Résistance de calcul au cisaillement de la maçonnerie constituée de blocs de terre cuite de béton	f_{VK}	0,15	MPa	
Module d'élasticité Pierre naturelle Brique de terre cuite Bloc de béton de granulat	E_m	2120 1651 1850	MPa	EC6 - NF EN 1996-1-1 - Clause 3.7.2 – Eq.3.8
Module de cisaillement Pierre naturelle Brique de terre cuite Bloc de béton de granulat	G_m	848 660 740	MPa	EC6 - NF EN 1996-1-1 - Clause 3.7.3 (40%E)
Caractéristiques des matériaux	Symbole	Valeur	Unité	Références
Données communes à tout type de béton				
Masse volumique Béton	ρ_c	2500	kg/m ³	-
Coefficient partiel du béton	γ_c (ELU)	1,50	-	-
Coefficient partiel du béton	γ_c (ELS)	1,00	-	EC6 - NF EN 1998-1-1 – Art. 2.4.4 (1)P, déc. 2009
Coefficient de confiance du niveau de connaissance	CF_{KL1}	1,35	-	EC8.3 - NF EN 1998-1-1 – Art. 3.3.1 (4) – Tab. 3.1, déc. 2009
Béton de remplissage des années 50 – 70 - Classe C12/15				
Résistance caractéristique à la compression	f_{ck}	12,00	MPa	EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art. 3.3.3(2) + Tab 3.2
Résistance caractéristique au cisaillement	f_{cvk}	0,27	MPa	
Résistance de calcul à la compression	f_{ckd}	8,00	MPa	$f_{cud} = f_k / \gamma_c$
Résistance de calcul au cisaillement	f_{cvkd}	0,18	MPa	$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$
Module d'élasticité Béton	E_{cm}	27 000	MPa	Eurocode 2 – Tab. 3.1

Tableau n° A 11 : Caractéristiques mécanique des matériaux

Source : [Documents techniques unifiés ; Eurocode 8 ; LEGIER F., janvier 2006]

Annexe 5.B – Caractéristiques mécanique des matériaux (suite)

Caractéristiques des matériaux	Symbole	Valeur	Unité	Références
Béton de remplissage / Béton de structure des années 70 - 80 - Classe C16/20				
Résistance caractéristique à la compression	f_{ck}	16,00	MPa	EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art. 3.3.3(2) + Tab 3.2
Résistance caractéristique au cisaillement	f_{cvk}	0,33	MPa	
Résistance de calcul à la compression	f_{ckd}	10,67	MPa	$f_{cvd} = f_{ck} / \gamma_c$
Résistance de calcul au cisaillement	f_{cvkd}	0,22	MPa	$f_{cd} = f_k / \gamma_c$
Module d'élasticité Béton	E_{cm}	29 000	MPa	Eurocode 2 – Tab. 3.1
Béton de structure des années 70 – 80 - Classe C20/25				
Résistance caractéristique à la compression	f_{ck}	20,00	MPa	EC2 - NF EN 1992-1-1 - Art. 3.1.2(9) + Tab 3.1
Résistance caractéristique au cisaillement	f_{cvk}	0,39	MPa	
Résistance de calcul à la compression	f_{ckd}	13,33	MPa	$f_{cvd} = f_k / \gamma_c$
Résistance de calcul au cisaillement	f_{cvkd}	0,26	MPa	$f_{cd} = f_k / \gamma_c$
Module d'élasticité Béton	E_{cm}	30 000	MPa	Euro code 2 – Tab. 3.1
Béton de structure postérieur aux années 90 - Classe C25/30				
Résistance caractéristique à la compression	f_{ck}	25,00	MPa	EC2 - NF EN 1992-1-1 - Art. 3.1.2(9) + Tab 3.1
Résistance caractéristique au cisaillement	f_{cvk}	0,45	MPa	
Résistance de calcul à la compression	f_{ckd}	16,67	MPa	$f_{cvd} = f_k / \gamma_c$
Résistance de calcul au cisaillement	f_{cvkd}	0,26	MPa	$f_{cd} = f_k / \gamma_c$
Module d'élasticité Béton	E_{cm}	31 000	MPa	Eurocode 2 – Tab. 3.1
Caractéristiques des matériaux	Symbole	Valeur	Unité	Références

Tableau n° A 11 : Caractéristiques mécanique des matériaux

Source : [Documents techniques unifiés ; Eurocode 8 ; LEGIER F., janvier 2006]

Annexe 5.B – Caractéristiques mécaniques des matériaux (suite)

Caractéristiques des matériaux	Symbole	Valeur	Unité	Références
Aciers des années 50/70 - Classe FeE400				
Coefficient partiel de sécurité de l'acier	γ_s	1,15	-	NF EN 1998-1-1/AN 9.6 (3)
Résistance caractéristique (traction/compression)	f_{vk}	400	MPa	-
Résistance caractéristique (cisaillement)	f	120*A	MPa	EC2 - NF EN 1992-1-1/ANC - Art. C.1 - Tab C.1 (0,3*A* f_{vk}) (A est l'aire du fil)
Résistance de calcul (traction/compression)	f_{vd}	347	MPa	$F_{vd} = f_{vk} / \gamma_s$
Module d'élasticité Acier	E_A	210 000	MPa	-
Aciers des années 80/2000 - Classe FeE500				
Coefficient partiel de sécurité de l'acier	γ_s	1,15	-	NF EN 1998-1-1/AN 9.6 (3)
Résistance caractéristique (traction/compression)	f_{vk}	500	MPa	-
Résistance caractéristique (cisaillement)	f	120*A	MPa	EC2 - NF EN 1992-1-1/ANC - Art. C.1 - Tab C.1 (0,3*A* f_{vk}) (A est l'aire du fil)
Résistance de calcul (traction/compression)	f_{vd}	435	MPa	$F_{vd} = f_{vk} / \gamma_s$
Module d'élasticité Acier	E_A	210 000	MPa	-

Tableau n° A 11 : Caractéristiques mécaniques des matériaux

Source : [Documents techniques unifiés ; Eurocode 8 ; LEGIER F., janvier 2006]

Annexe 5.C – Principe de calcul des charges gravitaires – Résultats globaux

La valeur de calcul E_d des effets des actions en situation sismique doit être déterminée conformément à l'Eurocode EN 1990 :2003 – Art. 6.4.3.4. La combinaison d'actions sismique est la suivante.

Principe de calcul

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

G : Action permanente
 P : Valeur représentative appropriée d'une action de précontrainte (voir EN 1992 à EN 1996, EN 1998 et EN 1999)
 A_{Ed} : Valeur de calcul d'une action sismique $A_{Ed} = \gamma_1 A_{Ek}$
 $Q_{k,i}$: Valeur caractéristique de l'action i variable d'accompagnement
 ψ_2 : Coefficient définissant la valeur quasi-permanente d'une action variable

Source : Norme Européenne – NF EN1990 : 2003 - § 6.4.3.4

Le résultat de la précédente combinaison d'actions prenant en compte la présence des masses associées à toutes les charges gravitaires se résume au tableau suivant.

Résultats globaux

RECAPITULATION DES CHARGES GRAVITAIRES A LA BASE DES BATIMENTS

BATIMENT EN MACONNERIE CONSTRUIT DE PIERRE NATURELLES

Pierres (Nb étage)		1		3		5		7		9		12	
		G	$\Psi_{2i} * Q$	G	$\Psi_{2i} * Q$	G	$\Psi_{2i} * Q$	G	$\Psi_{2i} * Q$	G	$\Psi_{2i} * Q$	G	$\Psi_{2i} * Q$
BT _{L,RDC}	Faible (KN)	2 372,70	49,50	5 781,85	148,50	9 190,99	247,50	-	-	-	-	-	-
	Moyen (KN)	2 931,99	63,57	7 145,65	190,72	11 359,31	317,87	-	-	-	-	-	-
	Elevé (KN)	3 491,27	77,65	8 509,45	232,94	13 527,64	388,23	-	-	-	-	-	-

BATIMENT EN MACONNERIE CONSTRUIT DE BLOCS DE BETON DE TERRE CUITE

Blocs TC ou Béton		1		3		5		7		9		12	
		G	Q	G	Q	G	Q	G	Q	G	Q	G	Q
BT _{L,R,1}	Faible (KN)	2 423,10	85,14	5 627,50	255,42	8 831,90	425,70	12 036,30	595,98	-	-	-	-
	Moyen (KN)	3 280,30	132,60	7 991,20	397,80	12 702,10	663,00	17 413,00	928,20	-	-	-	-
	Elevé (KN)	4 243,90	166,77	10 475,30	500,31	16 706,70	833,85	22 938,10	1 167,39	-	-	-	-

BATIMENT EN MACONNERIE CONSTRUIT DE BLOCS DE BETON DE GRANULATS

Blocs TC ou Béton		1		3		5		7		9		12	
		G	Q	G	Q	G	Q	G	Q	G	Q	G	Q
BT _{L,RDC}	Faible (KN)	3 630,89	136,14	9 277,22	408,43	14 923,56	680,72	20 569,90	953,01	-	-	-	-
	Moyen (KN)	5 232,16	184,51	13 329,40	553,52	21 426,63	922,54	29 523,86	1 291,55	-	-	-	-
	Elevé (KN)	6 833,44	232,87	17 381,57	698,61	27 929,70	1 164,35	38 477,82	1 630,09	-	-	-	-

BATIMENT EN BETON ARME - CLASSE C16/20

Béton armé		1		3		5		7		9		12	
		G	Q	G	Q	G	Q	G	Q	G	Q	G	Q
BT _{L,R,1}	Faible (KN)	3 149,25	120,32	8 026,06	360,97	12 902,86	601,61	17 779,66	842,26	22 656,46	1 082,90	29 971,67	1 443,87
	Moyen (KN)	4 995,49	176,44	12 691,23	529,33	20 386,98	882,22	28 082,72	1 235,10	35 778,46	1 587,99	47 322,08	2 117,32
	Elevé (KN)	6 841,72	232,56	17 356,41	697,69	27 871,09	1 162,82	38 385,78	1 627,95	48 900,47	2 093,07	64 672,50	2 790,76

BATIMENT EN BETON ARME - CLASSE C25/30

Béton armé		1		3		5		7		9		12	
		G	Q	G	Q	G	Q	G	Q	G	Q	G	Q
BT _{L,R,1}	Faible (KN)	3 091,83	120,32	7 968,63	360,97	12 845,44	601,61	17 722,24	842,26	22 599,04	1 082,90	-	-
	Moyen (KN)	4 910,49	176,44	12 606,23	529,33	20 301,98	882,22	27 997,72	1 235,10	35 693,46	1 587,99	-	-
	Elevé (KN)	6 729,14	232,56	17 243,83	697,69	27 758,52	1 162,82	38 273,20	1 627,95	48 787,89	2 093,07	-	-

Annexe 5.D – Spectres élastiques – Efforts sismique à la base des bâtiments

Combinaison d'action

$$\sum G_{k,j} + \sum \psi_{E,i} \cdot Q_{k,i} \quad : \text{EC8 - NF EN1998-1, septembre 2005 – art. 3.2.4 – alinéa. (1)P}$$

$$\Psi_{E,i} = \Phi * \Psi_2 \quad : \text{EC8 - NF EN1998-1, septembre 2005 – art. 4.2.4 – alinéa. (2)P}$$

$$: \Psi_{E,i} = 0,24 ; \Phi = 0,80 ; \Psi_2 = 0,30$$

Source : Eurocode 8 – Art. 3.2.4 – Alinéa (2)P.- Eq° 3.17

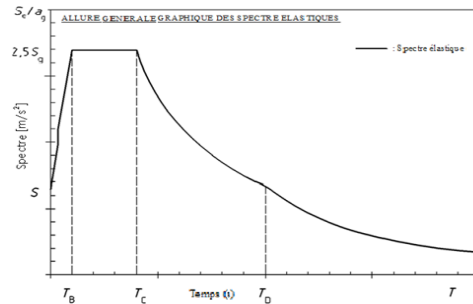
Principe de calcul

$$Eq (1) \quad 0 \leq T \leq T_B : \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]$$

$$Eq (2) \quad T_B \leq T \leq T_C : \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$$

$$Eq (3) \quad T_C \leq T \leq T_D : \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$Eq (4) \quad T_D \leq T \leq 4s : \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right]$$



Selon la valeur de la période fondamentale du bâtiment $T_B \leq T \leq T_D$ l'une des équations précédente est utilisée pour calculer le spectre élastique.

Résultats globaux $S_e(T)$ - Accélération de sol dans le sens X-X des bâtiments

BT3_RDCH							BT11_R+1					
ETAGE	1	3	5	7	9	12	1	3	5	7	9	12
Niveau faible												
Lambda	1,00	0,85	0,85	-	-	-	1,00	0,85	0,85	0,85	-	-
Se (T ₂) Cl A	1,399 (1)	1,779 (1)	2,167 (1)	-	-	-	1,342 (1)	1,573 (1)	2,048 (1)	2,250 (2)	0	0
Niveau moyen												
Lambda	1,00	0,850	0,850	-	-	-	1,00	0,85	0,85	0,85	-	-
Se (T ₂) Cl A	1,855 (1)	2,530 (1)	2,750 (2)	-	-	-	1,887 (1)	2,422 (1)	2,750 (2)	2,750 (2)	0	0
Niveau élevé												
Lambda	1,00	0,85	0,85	-	-	-	1,00	0,85	0,85	0,85	-	-
Se (T ₂) Cl A	2,363 (1)	3,250 (2)	3,250 (2)	-	-	-	2,521 (1)	3,250 (2)	3,250 (2)	3,250 (2)	-	-

BATIMENT EN MACONNERIE (construit de blocs de béton de granulats)

BT9_R+1						
ETAGE	1	3	5	7	9	12
Niveau faible						
Lambda	1,00	0,85	0,85	0,85	-	-
Se (T ₂) Cl A	1,342 (1)	1,573 (1)	2,048 (1)	2,250 (2)	-	-
Niveau moyen						
Lambda	1,00	0,85	0,85	0,85	-	-
Se (T ₂) Cl A	1,887 (1)	2,422 (1)	2,750 (2)	2,750 (2)	-	-
Niveau élevé						
Lambda	1,00	0,85	0,85	0,85	-	-
Se (T ₂) Cl A	2,521 (1)	3,250 (2)	3,250 (2)	3,250 (2)	-	-

BATIMENT EN BETON ARME - classe C16/25

BT11_R+1							BT12_R+1					
ETAGE	1	3	5	7	9	12	1	3	5	7	9	12
Niveau faible												
Lambda	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	-
Se (T ₂) Cl A	1,403 (1)	1,786 (1)	2,147 (1)	2,250 (2)	2,250 (2)	2,250 (2)	1,403 (1)	1,786 (1)	2,147 (1)	2,250 (2)	2,250 (2)	-
Niveau moyen												
Lambda	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	-
Se (T ₂) Cl A	1,953 (1)	2,742 (1)	2,750 (2)	2,750 (2)	2,410 (3)	1,754 (3)	1,953 (1)	2,742 (1)	2,750 (2)	2,750 (2)	2,410 (3)	-
Niveau élevé												
Lambda	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	1,00	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	-
Se (T ₂) Cl A	2,590 (1)	3,250 (2)	3,250 (2)	2,496 (3)	1,907 (3)	1,398 (3)	2,590 (1)	3,250 (2)	3,250 (2)	2,496 (3)	1,907 (3)	-

Source : [EC8.1 – Art. 3.2.2.2(1)P Equations 3.2 à 3.5 + Figure 3.1 Forme du spectre de réponse élastique, p 25]

Résultats globaux $S_e(T)$ - Accélération de sol dans le sens Y-Y des bâtiments

BT3_RDCH							BT11_R+1					
ETAGE	1	3	5	7	9	12	1	3	5	7	9	12
Niveau faible												
Lambda	1,00	0,85	0,85	-	-	-	1,00	0,85	0,85	0,85	-	-
Se (T ₁) Cl A	1,409 (1)	1,792 (1)	2,183 (1)	-	-	-	1,311 (1)	1,551 (1)	1,901 (1)	2,169 (1)	-	-
Niveau moyen												
Lambda	1,00	0,850	0,850	-	-	-	1,00	0,85	0,85	0,85	-	-
Se (T ₁) Cl A	1,870 (1)	2,552 (1)	2,750 (2)	-	-	-	1,831 (1)	2,379 (1)	2,750 (2)	2,750 (2)	-	-
Niveau élevé												
Lambda	1,00	0,85	0,85	-	-	-	1,00	0,85	0,85	0,85	-	-
Se (T ₁) Cl A	2,384 (1)	3,250 (2)	3,250 (2)	-	-	-	2,434 (1)	3,250 (2)	3,250 (2)	3,250 (2)	-	-

BATIMENT EN MACONNERIE (construit de blocs de béton de granulats)

BT9_R+1						
ETAGE	1	3	5	7	9	12
Niveau faible						
Lambda	1,00	0,85	0,85	0,85	-	-
Se (T ₁) Cl A	1,311 (1)	1,573 (1)	1,901 (1)	2,169 (1)	-	-
Niveau moyen						
Lambda	1,00	0,85	0,85	0,85	-	-
Se (T ₁) Cl A	1,831 (1)	2,422 (1)	2,750 (2)	2,750 (2)	-	-
Niveau élevé						
Lambda	1,00	0,85	0,85	0,85	-	-
Se (T ₁) Cl A	2,434 (1)	3,250 (2)	3,250 (2)	3,250 (2)	-	-

BATIMENT EN BETON ARME - classe C16/25

BT11_R+1							BATIMENT EN BETON ARME - classe C25/30					
ETAGE	1	3	5	7	9	12	1	3	5	7	9	12
Niveau faible												
Lambda	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	-
Se (T ₁) Cl A	1,428 (1)	1,787 (1)	2,187 (1)	2,250 (2)	2,250 (2)	2,250 (2)	1,428 (1)	1,787 (1)	2,187 (1)	2,250 (2)	2,250 (2)	-
Niveau moyen												
Lambda	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	-
Se (T ₁) Cl A	1,745 (1)	2,744 (1)	2,750 (2)	2,750 (2)	2,154 (3)	1,506 (3)	1,994 (1)	2,744 (1)	2,750 (2)	2,750 (2)	2,154 (3)	-
Niveau élevé												
Lambda	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	1,00	1,00	0,85	0,85	0,85	0,85	-
Se (T ₁) Cl A	2,651 (1)	3,250 (2)	3,250 (2)	2,343 (3)	1,907 (3)	1,398 (3)	2,651 (1)	3,250 (2)	3,250 (2)	2,343 (3)	1,705 (3)	-

Source : [EC8.1 – Art. 3.2.2.2(1)P Equations 3.2 à 3.5 + Figure 3.1 Forme du spectre de réponse élastique, p 25]

Principe de calcul de l'effort sismique à la base des ouvrages

BATIMENT n° 3_RDCH - 1 ETAGE													
CALCUL DES FORCES SISMIQUES													
NB etage	NIVEAU	Faible				Moyen				Élevé			
		1	G	T/m	Q	1	G	T/m	Q	1	G	T/m	Q
Murs	G	39,66		T/m		48,42		T/m		57,18		T/m	
Plancher	G	32,99		T		42,35		T		51,71		T	
Plancher	Q	13,28		T		17,05		T		20,82		T	
Toiture	G	15,23		T		19,55		T		23,87		T	
Lambda		1,00				1,00				1,00			
Se (Tx ₁) Sol classe A		1,399		(1)		1,855		(1)		2,363		(1)	
		G		Q	G		Q	G		Q	G		Q
ETAGE avec toiture													
Toiture		15,23		0		19,55		0		23,87		0	
Plancher		32,99		13,28		42,35		17,05		51,71		20,82	
Murs		0,00		0		0,00		0		0,00		0	
ETAGE COURANT													
Plancher		0,00		0		0,00		0		0,00		0	
Murs		0,00		0		0,00		0		0,00		0	
RDCH													
Plancher		0,00		0		0,00		0		0,00		0	
Murs		138,80		0		169,47		0		200,14		0	
Masse	T	187,02		13,28		231,37		17,05		275,72		20,82	
Masse Sismique	Kg	187 016,03		3 187,67		231 370,00		4 092,00		275 723,97		4 996,33	
TOTAL MASSE SISMIQUE =		190,20 T				235,46 T				280,72 T			
FORCE SISMIQUE [F _s]													
F _b = Se(T ₁) * m * λ : F _B =													
Classe A		266,13 KN				436,73 KN				663,35 KN			
Classe B		359,27 KN				589,59 KN				895,52 KN			
Classe C		399,19 KN				655,10 KN				995,02 KN			
Classe D		479,03 KN				786,12 KN				1 194,03 KN			

Nota : Effort tranchant selon la direction X

Ce modèle de calcul est répété pour chaque type de bâtiment

Résultats globaux des efforts sismiques à la base des bâtiments

BT3_RDCH		BATIMENT EN MACONNERIE CONSTRUIT DE PIERRE NATURELLES (Action sismique selon X)																	
Nb ETAGES		1	3	5	7	9	12	1	3	5	7	9	12	1	3	5	7	9	12
Sol classe A		NIVEAU FAIBLE						NIVEAU MOYEN						NIVEAU ELEVE					
F _{BX} (KN) =		266,1	696,7	1 347,2	-	-	-	436,7	1 226,8	2 116,4	-	-	-	663,3	1 878,6	2 981,8	-	-	-
M _{BV} (KN) =		931,5	4 544,3	13 394,2	-	-	-	1 528,6	8 004,2	21 055,9	-	-	-	2 321,7	12 259,9	29 678,1	-	-	-
BT11_R+1		BATIMENT EN MACONNERIE CONSTRUIT DE BLOCS DE BETON DE TERRE CUITE (Action sismique selon X)																	
Sol classe A		NIVEAU FAIBLE						NIVEAU MOYEN						NIVEAU ELEVE					
F _{BX} (KN) =		374,8	955,4	2 001,2	3 030,8	-	-	752,6	2 095,5	3 825,9	5 272,7	-	-	1 307,3	3 650,0	5 867,4	8 084,8	-	-
M _{BV} (KN) =		1 311,9	6 314,5	19 804,4	40 564,6	-	-	2 634,3	14 631,0	39 044,5	74 449,3	-	-	4 575,4	23 988,5	57 872,7	108 301,3	-	-
BT9_RDCH		BATIMENT EN MACONNERIE CONSTRUIT DE BLOCS DE BETON DE GRANULATS (Action sismique selon X)																	
Sol classe A		NIVEAU FAIBLE						NIVEAU MOYEN						NIVEAU ELEVE					
F _{BX} (KN) =		414,0	1 040,6	2 172,1	3 284,4	-	-	838,2	2 301,8	4 188,3	5 763,3	-	-	1 462,1	4 027,6	6 452,9	8 878,3	-	-
M _{BV} (KN) =		1 449,2	6 861,5	21 465,7	43 938,1	-	-	2 933,6	15 159,9	41 363,7	77 013,0	-	-	5 117,4	26 510,2	63 705,2	118 564,4	-	-
BT11_R+1		BATIMENT EN BETON ARME - CLASSE C16/20 (Action sismique selon X)																	
Sol classe A		NIVEAU FAIBLE						NIVEAU MOYEN						NIVEAU ELEVE					
F _{BX} (KN) =		358,5	985,5	1 903,3	2 747,1	3 500,0	4 629,2	782,8	2 367,4	3 811,6	5 248,9	5 859,1	5 640,4	1 414,2	3 818,5	6 128,5	6 481,7	6 307,4	7 192,5
M _{BV} (KN) =		1 254,8	6 515,4	18 838,5	36 294,5	57 870,6	100 671,4	2 739,9	15 631,6	37 698,7	69 316,0	96 846,8	122 572,3	4 949,7	25 198,1	60 594,0	85 576,5	104 241,4	156 247,9
BT12_R+1		BATIMENT EN BETON ARME - CLASSE C25/30 (Action sismique selon X)																	
Sol classe A		NIVEAU FAIBLE						NIVEAU MOYEN						NIVEAU ELEVE					
F _{BX} (KN) =		296,9	818,4	1 581,5	2 283,4	2 909,6	-	647,7	1 963,7	3 163,6	4 357,9	4 865,3	-	1 169,5	3 165,7	5 084,0	5 378,5	5 234,7	-
M _{BV} (KN) =		1 039,2	5 411,8	15 656,3	30 170,8	48 709,4	-	2 266,8	12 966,1	31 290,3	57 549,4	81 381,7	-	4 093,1	20 896,4	50 275,2	71 019,0	87 513,0	-
BT3_RDCH		BATIMENT EN MACONNERIE CONSTRUIT DE PIERRE NATURELLES (Action sismique selon Y)																	
Nb ETAGES		1	3	5	7	9	12	1	3	5	7	9	12	1	3	5	7	9	12
Sol classe A		NIVEAU FAIBLE						NIVEAU MOYEN						NIVEAU ELEVE					
F _{BY} (KN) =		268,0	702,1	1 357,4	-	-	-	440,2	1 237,6	2 116,4	-	-	-	669,2	1 878,6	2 981,8	-	-	-
M _{BX} (KN) =		938,0	4 579,2	13 496,1	-	-	-	1 540,8	8 074,4	21 055,9	-	-	-	2 342,3	12 259,9	29 678,1	-	-	-
BT11_R+1		BATIMENT EN MACONNERIE CONSTRUIT DE BLOCS DE BETON DE TERRE CUITE (Action sismique selon Y)																	
Sol classe A		NIVEAU FAIBLE						NIVEAU MOYEN						NIVEAU ELEVE					
F _{BY} (KN) =		366,1	942,1	1 857,2	2 921,2	-	-	730,4	2 058,3	3 825,9	5 272,7	-	-	1 262,4	3 650,0	5 867,4	8 084,8	-	-
M _{BX} (KN) =		1 281,2	6 226,6	18 379,6	39 097,2	-	-	2 556,4	14 371,2	39 044,5	74 449,3	-	-	4 418,2	23 988,5	57 872,7	108 301,3	-	-
BT9_RDCH		BATIMENT EN MACONNERIE CONSTRUIT DE BLOCS DE BETON DE GRANULATS (Action sismique selon Y)																	
Sol classe A		NIVEAU FAIBLE						NIVEAU MOYEN						NIVEAU ELEVE					
F _{BY} (KN) =		404,4	1 040,6	2 015,8	3 165,6	-	-	813,4	2 301,8	4 188,3	5 763,3	-	-	1 411,9	4 027,6	6 452,9	8 878,3	-	-
M _{BX} (KN) =		1 415,3	6 861,5	19 921,5	42 348,6	-	-	2 846,8	15 159,9	41 363,7	77 013,0	-	-	4 941,6	26 510,2	63 705,2	118 564,4	-	-
BT11_R+1		BATIMENT EN BETON ARME - CLASSE C16/20 (Action sismique selon Y)																	
Sol classe A		NIVEAU FAIBLE						NIVEAU MOYEN						NIVEAU ELEVE					
F _{BY} (KN) =		364,7	986,1	1 938,5	2 747,1	3 500,0	4 629,2	699,2	2 368,9	3 811,6	5 248,9	5 236,7	4 841,1	1 447,9	3 818,5	6 128,5	6 083,5	6 307,4	7 192,5
M _{BX} (KN) =		1 276,4	6 518,9	19 187,7	36 294,5	57 870,6	100 671,4	2 447,3	15 641,7	37 698,7	69 316,0	86 559,0	105 202,0	5 067,5	25 198,1	60 594,0	80 319,4	104 241,4	156 247,9
BT12_R+1		BATIMENT EN BETON ARME - CLASSE C25/30 (Action sismique selon Y)																	
Sol classe A		NIVEAU FAIBLE						NIVEAU MOYEN						NIVEAU ELEVE					
F _{BY} (KN) =		302,0	818,8	1 610,8	2 283,4	2 909,6	-	661,2	1 965,0	3 163,6	4 357,9	4 348,4	-	1 197,3	3 165,7	5 084,0	5 048,1	4 679,5	-
M _{BX} (KN) =		1 057,0	5 414,7	15 946,5	30 170,8	48 709,4	-	2 314,2	12 974,5	31 290,3	57 549,4	72 736,7	-	4 190,6	20 896,4	50 275,2	66 656,2	78 231,5	-

Nota : Il est présenté uniquement les résultats ayant permis de vérifier la résistance au cisaillement qui est prédominant.

Annexe 5.E – Répartition en élévation des forces sismiques horizontales

Principe de calcul

ACTION SISMIQUE SELON X - X OU Y - Y - SOL DE CLASSE A

BATIMENT n° 3_RDCH - NIVEAU FAIBLE - MACONNERIE EN PIERRES NATURELLES

DONNEES :		Nb Etage = 1 étage		3 étages		5 étages		7 étages		9 étages	
Nb Etages =		1 à 5		F _{B,min} (KN) = 266,1		696,7		1 347,2		-	
Etages	H _i ^t (m)	m (KN)	1 étage				3 étages				
			Z _i (m)	m * Z _i (KN.m)	F _i (KN)	M _i (KN.m)	Z _i (m)	m * Z _i (KN.m)	F _i (KN)	M _i (KN.m)	
R ₊₁ (1étage)	3,5	1749,7	3,5	6 124,1	266,1	931,5	3,5	6 124,1	165,7	580,1	
R ₊₂	2,5	1353,2	-	-	-	-	6,0	8 119,1	219,7	1 318,4	
R ₊₃ (3étages)	2,5	1353,2	-	-	-	-	8,5	11 502,1	311,3	2 645,9	
R ₊₄	2,5	1353,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
R ₊₅ (5étages)	2,5	1505,5	-	-	-	-	-	-	-	-	
		7314,8		6 124,1	266,1	931,5		25 745,2	696,7	4 544,3	

Annexe 5.F – Distribution des forces sismiques sur les murs porteurs

Principe de calcul

		436,7 (KN)	1 540,8 (KN.m)	I _{XG} 0,0%	440,2 (KN)	1 528,6 (KN.m)	I _{YG} 0,0%							
BATIMENT n° 3_RDCH - 1 ETAGE - NIVEAU MOYEN - SEISME SELON X-X ou Y-Y														
ELEMENTS VERTICAUX		Dimensions			Caractéristiques				Coef torsion		Résultats (Translation)+(Torsion)			
		L (m)	I _g (m)	Ht (m)	I _{Xi} (m ⁴)	I _{Yi} (m ⁴)	I _{Xxi} (m ⁴)	I _{Yyi} (m ⁴)	δ _{Xi}	δ _{Yi}	F _{xi} KN	M _{Yi} KN.m	F _{Yi} KN	M _{Xi} KN.m
Mur 1	Selon X	3,35	0,60	3,50	1,880	-	1,65	1,1	-	101,57	355,51	-	-	
Mur 1	Selon X	2,45	0,60	3,50	0,735	-	0,68	1,1	-	42,08	147,27	-	-	
Mur 1	Selon X	2,30	0,60	3,50	0,608	-	0,57	1,1	-	35,09	122,82	-	-	
Mur 1	Selon X	2,25	0,60	3,50	0,570	-	0,54	1,1	-	32,98	115,44	-	-	
Mur 1	Selon X	1,20	0,60	3,50	0,086	-	0,08	1,1	-	5,194	18,18	-	-	
Mur 1	Selon X	1,05	0,60	3,50	0,058	-	0,06	1,1	-	3,52	12,31	-	-	
Mur 2	Selon X	1,95	0,45	3,50	0,278	-	0,27	1,0	-	14,84	51,94	-	-	
Mur 2	Selon X	1,10	0,45	3,50	0,050	-	0,05	1,0	-	2,753	9,63	-	-	
Mur 2	Selon X	2,00	0,45	3,50	0,300	-	0,29	1,0	-	15,978	55,92	-	-	
Mur 2	Selon X	1,05	0,45	3,50	0,043	-	0,04	1,0	-	2,37	8,30	-	-	
Mur 3	Selon X	3,35	0,60	3,50	1,880	-	1,65	1,1	-	101,57	355,51	-	-	
Mur 4	Selon X	2,45	0,60	3,50	0,735	-	0,68	1,1	-	42,08	147,27	-	-	
Mur 4	Selon X	2,30	0,60	3,50	0,608	-	0,57	1,1	-	35,09	122,82	-	-	
Mur 4	Selon X	2,25	0,60	3,50	0,570	-	0,54	1,1	-	32,98	115,44	-	-	
Mur 4	Selon X	1,20	0,60	3,50	0,086	-	0,08	1,1	-	5,19	18,18	-	-	
Mur 4	Selon X	1,05	0,60	3,50	0,058	-	0,06	1,1	-	3,52	12,31	-	-	
Mur 5	Selon Y	8,30	0,60	3,50	28,589	15,51	-	-	1,4	-	-	200,96	703,36	
Mur 6	Selon Y	3,05	0,60	3,50	1,419	1,27	-	-	1,2	-	-	14,15	49,52	
Mur 7	Selon X	4,45	0,45	3,50	3,305	2,66	-	-	1,2	-	-	29,55	103,41	
Mur 7	Selon X	5,80	0,45	3,50	7,317	5,18	-	-	1,2	-	-	57,56	201,47	
Mur 8	Selon Y	1,05	0,52	3,50	0,050	0,05	-	-	1,2	-	-	0,55	1,92	
Mur 8	Selon Y	2,60	0,52	3,50	0,762	0,70	-	-	1,2	-	-	7,82	27,36	
Mur 8	Selon Y	4,05	0,52	3,50	2,879	2,40	-	-	1,2	-	-	26,63	93,20	
Mur 8	Selon Y	0,95	0,52	3,50	0,037	0,04	-	-	1,2	-	-	0,41	1,42	
Mur 9	Selon Y	9,35	0,60	3,50	40,870	19,74	-	-	1,5	-	-	274,07	959,24	
Mur 9	Selon Y	0,60	0,60	3,50	0,011	0,01	-	-	1,5	-	-	0,15	0,53	

Annexe 5.G– Distribution des charges gravitaires sur les murs porteurs

Principe de calcul

CALCUL DE $P_{inf,j}$

$$P_{inf,j} = K_{G,j} * P_{inf,j}$$

$$\psi_{2i} = 0,30$$

		BATIMENT n° 3_RDCH (NIVEAU MOYEN)													
		MURS DANS LA DIRECTION X - Y													
$P_{inf,j}$	MN	$K_{G,j}$	$K_{Q,j}$	1		3		5		7		9		12	
				G	$\psi_{2i} * Q$	G	$\psi_{2i} * Q$	G	$\psi_{2i} * Q$	G	$\psi_{2i} * Q$	G	$\psi_{2i} * Q$	G	$\psi_{2i} * Q$
				2,314	0,051	5,582	0,153	8,850	0,256	-	-	-	-	-	-
1	Mur X	0,045	0,027	0,104	0,001	0,251	0,004	0,398	0,007	-	-	-	-	-	-
1	Mur X	0,035	0,032	0,081	0,002	0,195	0,005	0,310	0,008	-	-	-	-	-	-
1	Mur X	0,034	0,035	0,079	0,002	0,190	0,005	0,301	0,009	-	-	-	-	-	-
1	Mur X	0,034	0,035	0,079	0,002	0,190	0,005	0,301	0,009	-	-	-	-	-	-
1	Mur X	0,018	0,022	0,042	0,001	0,100	0,003	0,159	0,006	-	-	-	-	-	-
1	Mur X	0,016	0,020	0,037	0,001	0,089	0,003	0,142	0,005	-	-	-	-	-	-
2	Mur X	0,027	0,048	0,062	0,002	0,151	0,007	0,239	0,012	-	-	-	-	-	-
2	Mur X	0,015	0,027	0,035	0,001	0,084	0,004	0,133	0,007	-	-	-	-	-	-
2	Mur X	0,028	0,049	0,065	0,003	0,156	0,008	0,248	0,013	-	-	-	-	-	-
2	Mur X	0,014	0,025	0,032	0,001	0,078	0,004	0,124	0,006	-	-	-	-	-	-
3	Mur X	0,045	0,027	0,104	0,001	0,251	0,004	0,398	0,007	-	-	-	-	-	-
4	Mur X	0,035	0,032	0,081	0,002	0,195	0,005	0,310	0,008	-	-	-	-	-	-
4	Mur X	0,034	0,035	0,079	0,002	0,190	0,005	0,301	0,009	-	-	-	-	-	-
4	Mur X	0,034	0,035	0,079	0,002	0,190	0,005	0,301	0,009	-	-	-	-	-	-
4	Mur X	0,018	0,022	0,042	0,001	0,100	0,003	0,159	0,006	-	-	-	-	-	-
4	Mur X	0,016	0,020	0,037	0,001	0,089	0,003	0,142	0,005	-	-	-	-	-	-
5	Mur X	0,106	0,045	0,245	0,002	0,592	0,007	0,938	0,012	-	-	-	-	-	-
6	Mur X	0,060	0,118	0,139	0,006	0,335	0,018	0,531	0,030	-	-	-	-	-	-
7	Mur Y	0,043	0,018	0,099	0,001	0,240	0,003	0,381	0,005	-	-	-	-	-	-
7	Mur Y	0,056	0,023	0,130	0,001	0,313	0,004	0,496	0,006	-	-	-	-	-	-
8	Mur Y	0,015	0,020	0,035	0,001	0,084	0,003	0,133	0,005	-	-	-	-	-	-
8	Mur Y	0,037	0,051	0,086	0,003	0,207	0,008	0,327	0,013	-	-	-	-	-	-
8	Mur Y	0,057	0,079	0,132	0,004	0,318	0,012	0,504	0,020	-	-	-	-	-	-
8	Mur Y	0,042	0,058	0,097	0,003	0,234	0,009	0,372	0,015	-	-	-	-	-	-
9	Mur Y	0,128	0,093	0,296	0,005	0,714	0,014	1,133	0,024	-	-	-	-	-	-
9	Mur Y	0,008	0,006	0,019	0,000	0,045	0,001	0,071	0,002	-	-	-	-	-	-

Nota : $P_{inf,j}$ = Cumul des charges gravitaires du bâtiment à l'étage j (j : Rez de chaussé)

Annexe 5. H – Étapes successives de la détermination du modèle d'évaluation

Etape 1 : Etude mécanique déterministe

 : Données
 : Résultats

DONNEES MECANIQUES DETERMINISTE - MURS DIRECTION Y RESISTANCE AU CISAILLEMENT (Demande et Capacité sismique)

Phénomène physique	Accélération de sol
Bâtiments	Caractéristiques géométriques Caractéristiques mécaniques des matériaux Etc.

RESULTATS MECANIQUES DETERMINISTE - MURS DIRECTION Y RESISTANCE AU CISAILLEMENT (Demande et Capacité sismique)

Deande et Capacité		NOMBRE ETAGE											
		1		3		5		7		9		12	
		D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C
BT3_RDCH	Faible	0,374	0,282	0,980	0,646	1,895	0,975	-	-	-	-	-	-
Antérieur à	Moyen	0,612	0,384	1,720	0,868	2,941	1,324	-	-	-	-	-	-
(Pierres nature	Elevé	0,927	0,475	2,602	1,090	4,129	1,686	-	-	-	-	-	-
BT11_R+1	Faible	0,393	0,365	1,012	0,936	1,995	1,329	3,139	1,691	-	-	-	-
Années 195	Moyen	0,785	0,597	2,213	1,282	4,113	1,873	5,668	2,485	-	-	-	-
(Blocs de terre	Elevé	1,358	0,716	3,926	1,598	6,311	2,449	8,696	3,285	-	-	-	-
BT11_R+1	Faible	0,392	10,813	1,059	10,824	2,082	10,826	2,951	10,822	3,760	10,824	4,973	10,826
Années 195	Moyen	0,752	12,040	2,547	12,040	4,097	12,045	5,643	12,041	5,629	12,030	5,204	12,030
(B.A. - Classe I	Elevé	1,557	12,143	4,107	12,151	6,592	12,149	6,544	12,153	6,785	12,156	7,737	12,156
BT9_RDCH	Faible	0,579	4,161	1,411	3,300	2,889	2,849	4,536	3,198	-	-	-	-
Années 197	Moyen	1,159	5,311	3,278	4,324	5,965	3,522	8,209	4,331	-	-	-	-
(Blocs de béto	Elevé	0,013	0,295	0,038	0,248	0,061	0,192	0,084	0,208	-	-	-	-
BT12_R+1	Faible	0,503	10,516	1,363	10,538	2,681	10,544	3,800	10,551	4,842	10,541	-	-
Années 199	Moyen	1,093	10,570	3,248	10,579	5,230	10,574	7,204	10,555	7,188	10,546	-	-
(B.A. - Classe I	Elevé	1,968	12,032	5,203	12,057	5,642	12,072	8,297	12,063	7,691	12,046	-	-

Etape 2 : Etude mécanique statistique déterministe

DONNEES STATISTIQUES DETERMINISTE - MURS DIRECTION Y RESISTANCE AU CISAILLEMENT (Demande et Capacité sismique)

Deande et Capacité		NOMBRE ETAGE											
		1		3		5		7		9		12	
		D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C
BT3_RDCH	Faible	0,374	0,282	0,980	0,646	1,895	0,975	-	-	-	-	-	-
Antérieur à	Moyen	0,612	0,384	1,720	0,868	2,941	1,324	-	-	-	-	-	-
(Pierres nature	Elevé	0,927	0,475	2,602	1,090	4,129	1,686	-	-	-	-	-	-
BT11_R+1	Faible	0,393	0,365	1,012	0,936	1,995	1,329	3,139	1,691	-	-	-	-
Années 195	Moyen	0,785	0,597	2,213	1,282	4,113	1,873	5,668	2,485	-	-	-	-
(Blocs de terre	Elevé	1,358	0,716	3,926	1,598	6,311	2,449	8,696	3,285	-	-	-	-
BT11_R+1	Faible	0,392	10,813	1,059	10,824	2,082	10,826	2,951	10,822	3,760	10,824	4,973	10,826
Années 195	Moyen	0,752	12,040	2,547	12,040	4,097	12,045	5,643	12,041	5,629	12,030	5,204	12,030
(B.A. - Classe I	Elevé	1,557	12,143	4,107	12,151	6,592	12,149	6,544	12,153	6,785	12,156	7,737	12,156
BT9_RDCH	Faible	0,579	4,161	1,411	3,300	2,889	2,849	4,536	3,198	-	-	-	-
Années 197	Moyen	1,159	5,311	3,278	4,324	5,965	3,522	8,209	4,331	-	-	-	-
(Blocs de béto	Elevé	0,013	0,295	0,038	0,248	0,061	0,192	0,084	0,208	-	-	-	-
BT12_R+1	Faible	0,503	10,516	1,363	10,538	2,681	10,544	3,800	10,551	4,842	10,541	-	-
Années 199	Moyen	1,093	10,570	3,248	10,579	5,230	10,574	7,204	10,555	7,188	10,546	-	-
(B.A. - Classe I	Elevé	1,968	12,032	5,203	12,057	5,642	12,072	8,297	12,063	7,691	12,046	-	-

RESULTATS STATISTIQUES DETERMINISTE - MURS DIRECTION Y RESISTANCE AU CISAILEMENT (Demande et Capacité sismique)

Demande et Capacité		NOMBRE ETAGE											
		1		3		5		7		9		12	
		D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C
BT3_ROCH	μ_i	0,478	0,314	1,346	0,735	2,205	1,217	-	-	-	-	-	-
Antérieur à	σ_s	0,241	0,075	0,726	0,170	0,966	0,268	-	-	-	-	-	-
(Pierres nature	$\sigma_x/2$	0,121	0,038	0,363	0,085	0,483	0,134	-	-	-	-	-	-
BT11_R+1	μ_i	1,019	0,768	2,501	1,943	4,001	2,853	5,785	3,624	-	-	-	-
Années 195	σ_s	0,518	0,288	1,513	0,513	2,340	0,893	3,045	1,233	-	-	-	-
(Blocs de terre	$\sigma_x/2$	0,259	0,144	0,757	0,257	1,170	0,447	1,523	0,617	-	-	-	-
BT11_R+1	μ_i	0,949	6,845	2,762	6,895	4,545	6,829	5,019	6,917	5,133	6,812	6,270	6,868
Années 195	σ_s	0,549	0,477	1,685	0,469	2,555	0,446	2,295	0,499	1,772	0,447	1,667	0,439
(B.A. - Classe I	$\sigma_x/2$	0,275	0,239	0,843	0,235	1,278	0,223	1,148	0,250	0,886	0,224	0,834	0,220
BT9_ROCH	μ_i	1,055	9,743	2,868	8,184	4,794	6,028	6,370	7,023	-	-	-	-
Années 197	σ_s	0,636	2,830	1,688	2,132	2,562	1,810	5,255	2,171	-	-	-	-
(Blocs de béton	$\sigma_x/2$	0,318	1,415	0,844	1,066	1,281	0,905	2,628	1,086	-	-	-	-
BT12_R+1	μ_i	0,921	14,301	2,286	14,256	3,574	14,025	4,019	14,277	4,529	14,265	-	-
Années 199	σ_s	0,461	0,964	1,341	1,023	2,151	1,005	1,809	0,981	1,393	1,036	-	-
(B.A. - Classe I	$\sigma_x/2$	0,231	0,482	0,671	0,512	1,076	0,503	0,905	0,491	0,697	0,518	-	-

Etape 3 : Etude mécanique probabiliste**DONNEES PROBABILISTE - MURS DIRECTION Y** RESISTANCE AU CISAILEMENT (Demande et Capacité sismique)

Demande et Capacité		NOMBRE ETAGE											
		1		3		5		7		9		12	
		D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C
BT3_ROCH	μ_i	0,478	0,314	1,346	0,735	2,205	1,217	-	-	-	-	-	-
Antérieur à	σ_s	0,241	0,075	0,726	0,170	0,966	0,268	-	-	-	-	-	-
BT11_R+1	μ_i	1,019	0,768	2,501	1,943	4,001	2,853	5,785	3,624	-	-	-	-
Années 195	σ_s	0,518	0,288	1,513	0,513	2,340	0,893	3,045	1,233	-	-	-	-
BT11_R+1	μ_i	0,949	6,845	2,762	6,895	4,545	6,829	5,019	6,917	5,133	6,812	6,270	6,868
Années 195	σ_s	0,549	0,477	1,685	0,469	2,555	0,446	2,295	0,499	1,772	0,447	1,667	0,439
BT9_ROCH	μ_i	1,055	9,743	2,868	8,184	4,794	6,028	6,370	7,023	-	-	-	-
Années 197	σ_s	0,636	2,830	1,688	2,132	2,562	1,810	5,255	2,171	-	-	-	-
BT12_R+1	μ_i	0,921	14,301	2,286	14,256	3,574	14,025	4,019	14,277	4,529	14,265	-	-
Années 199	σ_s	0,461	0,964	1,341	1,023	2,151	1,005	1,809	0,981	1,393	1,036	-	-

RESULTATS PROBABILISTE - MURS DIRECTION Y RESISTANCE AU CISAILEMENT (Demande et Capacité sismique)

	Nb ETAGE	PROBABILITE DE DEFAILLANCE / RESISTANCE					
		Murs direction Y					
		1	3	5	7	9	12
BT3_ROCH BATIMENTS (antérieur 1900) Maçonnerie (Pierres naturelles)	$P_f^{(2000)}$	61,4%	80,3%	84,0%	-	-	-
BT11_R+1 BATIMENTS (années 1950 - 1970) Maçonnerie (Blocs de terre cuite)	$P_f^{(2000)}$	58,3%	74,1%	66,8%	70,1%	-	-
BT11_R+1 BATIMENTS (années 1950 - 1970) Béton armé - Classe C16/20)	$P_f^{(2000)}$	0,000%	0,34%	14,6%	18,6%	19,0%	43,1%
BT9_ROCH BATIMENTS (années 1970 - 1990) Maçonnerie (Blocs de béton)	$P_f^{(2000)}$	0,4%	2,6%	27,9%	45,4%	-	-
BT12_R+1 BATIMENTS (années 1990 - 2000) Béton armé - Classe C25/30)	$P_f^{(2000)}$	0,003%	0,00%	0,48%	0,01%	0,003%	-

Annexe 5.I – Analyse mécanique déterministe

Règlementations utilisées dans les calculs de la résistance sismique du bâti en maçonnerie et en béton armé

Principe de calcul

BATIMENT EN MAÇONNERIE DE PIERRES NATURELLES (Non armée non chaînée)

Données

Normes utilisées

- ECO : EUROCODE 0 - Mars 2003 - NF EN 1990.1.1 - P 06-100-1 - "Bases de calcul des structures"
 EC2 : EUROCODE 2 - Partie 1-1 - Octobre 2005 - NF EN 1992.1.1 - P 18-711-1 - "Règles générales et Règles pour les bâtiments"
 EC6.1 : EUROCODE 6 - Partie 1.1 - Mars 2006 - NF EN 1996.1.1 - P 10-611-1 "Règles générales pour ouvrages en maçonnerie armée et non armée"
 EC6.1 : EUROCODE 6 - Partie 1.1 - Décembre 2009 - NF EN 1996.1.1/NA - P 10-611-1/NA "Annexe nationale à la NF EN 1996-1-1 : 2006"
 EC8.1 : EUROCODE 8 - Partie 1 - Septembre 2005 - NF EN 1998.1 - P 06-030-1 - "Règles générales, Actions sismiques et Règles pour les bâtiments"
 EC8.3 : EUROCODE 8 - Partie 3 - Décembre 2005 - NF EN 1998.3 - P 06-033-1 "Evaluation et Renforcement des bâtiments"

Coefficients

- $\gamma_{M(ELU)}$ = 2,70 Coefficient partiel des matériaux (niveau de contrôle II1) EC6.1 - NF EN 1996.1/NA, déc 2009 - Clause 2.4.3 (1)P
 $C_{F_{KL1}}$ = 1,35 Coefficient de confiance du niveau de connaissance EC8.3 - NF EN 1998-3, déc 2005 - Art. 3.3.1(4) - Tab 3.1
 K = 0,45 Valeurs de K à utiliser avec des mortiers d'usage courant EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art. 3.6.1.2 - Tableau 3.3
 ρ = 1,00 Coefficient de hauteur effective des murs [EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art 5.5.1.2 - § ii]
 H_t étage = 3,50

Cisaillement

- f_{v0} (Mpa) = 0,15 Résistance caractéristique au cisaillement de la maçonnerie EC6.1 - NF EN 1996.1.1/NA, déc 2009 - Clause 3.6.2 (3) + Tab. 3.4
 f_{v0} (Mpa) = 0,11 Résistance de calcul au cisaillement des ouvrages EC8.3 - NF EN 1998-3, déc 2005 - Art. 2.2.1 (5)P

Compression

Niveau	Faible			Moyen			Elevé			
	1	3	5	1	3	5	1	3	5	
Nb Etage	1	3	5	1	3	5	1	3	5	
f_m (Mpa) =	2,50	2,50	2,50	5,00	5,00	5,00	10,00	10,00	10,00	EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art 3.2.3.1 (2)
f_b (Mpa) =	2,00	5,00	8,00	3,00	7,00	11,00	4,00	9,00	15,00	Contrainte mini en situation hors sismique
f_k (Mpa) =	0,962	1,828	2,540	1,574	2,848	3,907	2,369	4,180	5,977	
f_d (Mpa) =	0,26	0,50	0,70	0,43	0,78	1,07	0,65	1,15	1,64	

- f_m (Mpa) : Résistance à la compression du mortier (Type M2,5 - M5 - M10)
 f_b (Mpa) = Résistance moyenne normalisée à la compression (blocs de pierre: EC6 - NF EN 1996-1-1/NA, déc 2009 - Clause 3.6.1.2 (1))
 f_k (Mpa) = Résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art. 3.6.1.2 (2)
 f_d (Mpa) = Résistance de calcul à la compression de la maçonnerie EC8.3 - NF EN 1998-3, déc 2005 - Art 2.2.1 (5)P - Art 2.2.1 (7)P Art. C4.2.1 (3)

Nota

- A : Capacité de résistance au cisaillement contrôlée par la flexion
 B : Capacité de résistance au cisaillement contrôlée par l'effort tranchant

BATIMENT EN MACONNERIE DE PIERRES NATURELLES (Non armée non chaînée)

BT3_RDCH	Données			VERIFICATION DE LA RESISTANCE AU CISAILEMENT										VERIFICATION DE LA RESISTANCE A LA COMPRESSION											
	NIVEAU MOYEN (Avec 1 Etage)	Longueur	Epaisseur	Hauteur	Séisme direction V)	Séisme direction X	ANALYSE SISMIQUE				SOLICITATION	RESISTANCE	CAPACITE	VERIFICATION AU CISAILEMENT	Charges permanentes	Charges exploitation	Charges permanentes	SOLICITATION				RESISTANCE			
							Effort de translation + Torsion	Htx	Hty	Hx								Hy	Ved, m	fvd	VRd, m	pi	-	G	ψ2l * Q
VERTICAUX	L	lg	Ht	Htx	Hty	Hx	Hy	Ved, m	fvd	VRd, m	pi	-	G	ψ2l * Q	Ned, m	φ	IX ou IY	NRd, m	-	IC	ρi	-			
	(m)	(m)	(m)	(MN)	(MN)	(MN)	(MN)	(MN)	MPa	(MN)	-	-	(MN)	(MN)	(MN)	-	m4	(MN)	-	(m)	-	-			
Mur 1 (Rive)	3,35	0,60	3,50	0,102	-	0,102	0,030	0,102	0,05	A	0,048	2,122	NON OK	0,104	0,001	0,105	0,90	1,653	0,447	lc < l	1,92	4,241 OK			
Mur 1 (Rive)	2,45	0,60	3,50	0,042	-	0,042	0,013	0,042	0,05	A	0,027	1,541	NON OK	0,081	0,002	0,083	0,90	0,685	0,346	lc < l	1,49	4,194 OK			
Mur 1 (Rive)	2,30	0,60	3,50	0,035	-	0,035	0,011	0,035	0,05	A	0,025	1,408	NON OK	0,079	0,002	0,080	0,90	0,571	0,331	lc < l	1,42	4,118 OK			

Nota

A : Capacité de résistance au cisaillement contrôlée par la flexion

B : Capacité de résistance au cisaillement contrôlée par l'effort tranchant

$$H_t = H * \rho \text{ (hauteur effective des murs)}$$

$$f_{vd} = \min [f_{vk0} + 0,4 * \sigma_d ; 0,065 * f_b \text{ (Joint remplis)}]$$

$$\text{Avec : } \sigma_d = N_{ed} / [l_c / l_g]$$

$$l_c = L - [0,5L - [(N/M) * (I/S)]]$$

$$V_{Rd,m} = \min [V_f = \frac{DN}{2H_0} (1 - 1,15 v_d) ; V_f = f_{vd} D' t]$$

$$V_{ed,m} = \max [F_{xi} ; 0,3 \text{ Pour la direction X}]$$

$$N_{Rd,m} = \phi * l_g * l_c * f_d \text{ Avec } f_d = f_{vk} / \gamma_{M(ELU)}$$

$$\phi_i = 1 - 2 \frac{\sigma_i}{f} \quad \sigma_i = \frac{M_{ed,m}}{N_{ed,m}}$$

$$N_{ed,m} = G + \psi_{2l} * Q$$

$$\rho_{global} = D_{global} / \text{Cisaillement}$$

$$\rho_{global} = D_{global} / \text{Compression}$$

CISAILEMENT

MIRS DE DIRECTION X : $\rho_{global} = D_{global} / C_{global} = 1,500$ NON OK

MIRS DE DIRECTION Y : $\rho_{global} = D_{global} / C_{global} = 0,880$ <1 : OK

COMPRESSION

MIRS DE DIRECTION X : $F_{Rglobal} = C_{global} / D_{global} = 4,223$ >=1 : OK

MIRS DE DIRECTION Y : $F_{Rglobal} = C_{global} / D_{global} = 4,943$ >=1 : OK

Calcul en flexion composée

EC8.3 - Art. C.4.2.1 (1) - Eq° C.1 ; EC8.3 - Art. 4.3.1 (3) - Eq° C.2

EC8.1 - Art 4.3.3.5.1 (3) - Eq. 4.18 et 4.19

EC6.1 - Art. 6.1.2.1(2) - Eq° 6.2

EC6 - Art 6.1.2.2 - Eq. 6.4

EC0.1 - Art. 6.4.3.4 (1)P - Eq. 6.12(a)

EC8.3 - Art. 4.5.1 (1)P (Eléments fragiles)

EC8.1 - Art. 9.6 (2) ; EC 6.1 - Art 6.1.2.1(1)P

BATIMENT EN MACONNERIE DE BLOCS DE TERRE CUITE (Armée)**Données****Normes utilisées**

EC0	: EUROCODE 0 - Mars 2003 - NF EN 1990.1.1 - P 06-100-1 - "Bases de calcul des structures"
EC2	: EUROCODE 2 - Partie 1-1 - Octobre 2005 - NF EN 1992.1.1 - P 18-711-1 - "Règles générales et Règles pour les bâtiments"
EC6.1	: EUROCODE 6 - Partie 1.1 - Mars 2006 - NF EN 1996.1.1 - P 10-611-1 "Règles générales pour ouvrages en maçonnerie armée et non armée"
EC6.1	: EUROCODE 6 - Partie 1.1 - Décembre 2009 - NF EN 1996.1.1/NA - P 10-611-1/NA "Annexe nationale à la NF EN 1996-1-1 : 2006"
EC8.1	: EUROCODE 8 - Partie 1 - Septembre 2005 - NF EN 1998.1 - P 06-030-1 - "Règles générales, Actions sismiques et Règles pour les bâtiments"
EC8.3	: EUROCODE 8 - Partie 3 - Décembre 2005 - NF EN 1998.3 - P 06-033-1 "Evaluation et Renforcement des bâtiments"

Coefficients

$\gamma_{M(EU)}$ =	2,70 Coefficient partiel des matériaux (niveau de contrôle IL1)	EC6.1 - NF EN 1996.1/NA, déc 2009 - Clause 2.4.3 (1)P
CF_{KL1} =	1,35 Coefficient de confiance du niveau de connaissance	EC8.3 - NF EN 1998-3, déc 2005 - Art. 3.3.1(4) - Tab 3.1
K =	0,45 Valeurs de K à utiliser avec des mortiers d'usage courant	EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art. 3.6.1.2 - Tableau 3.3
ρ =	0,75 Coefficient de hauteur effective des murs	[EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art 5.5.1.2 - § i]
Ht étage =	3,50	

Cisaillement

f_{v0} (Mpa) =	0,20 Résistance caractéristique au cisaillement de la maçonnerie	EC6.1 - NF EN 1996.1.1/NA, déc 2009 - Clause 3.6.2 (3) + Tab. 3.4
f_{v0} (Mpa) =	0,15 Résistance de calcul au cisaillement des ouvrages	EC8.3 - NF EN 1998-3, déc 2005 - Art. 2.2.1 (5)P

Compression

Niveau	Faible				Moyen				Elevé				
	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7	
Nb Etage													
f_m (Mpa) =	2,50	2,50	2,50	2,50	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00	10,00	10,00	10,00	EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art 3.2.3.1 (2)
f_b (Mpa) =	3,00	8,00	12,00	16,00	5,00	11,00	17,00	23,00	6,00	14,00	22,00	30,00	Contrainte mini en situation hors sismique
f_k (Mpa) =	1,278	2,540	3,373	4,126	2,250	3,907	5,299	6,548	3,147	5,695	7,815	9,710	
f_d (Mpa) =	0,35	0,70	0,93	1,13	0,62	1,07	1,45	1,80	0,86	1,56	2,14	2,66	

f_m (Mpa) :	Résistance à la compression du mortier (Type M2,5 - M5 - M10)	
f_b (Mpa) =	Résistance moyenne normalisée à la compression (blocs de pierr	EC6 - NF EN 1996-1-1/NA, déc 2009 - Clause 3.6.1.2 (1)
f_k (Mpa) =	Résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie	EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art. 3.6.1.2 (2)
f_d (Mpa) =	Résistance de calcul à la compression de la maçonnerie	EC8.3 - NF EN 1998-3, déc 2005 - Art 2.2.1 (5)P - Art 2.2.1 (7)P Art. C4.2.1 (3)

Nota

- A : Capacité de résistance au cisaillement contrôlée par la flexion
 B : Capacité de résistance au cisaillement contrôlée par l'effort tranchant

BATIMENT_11_R+1 - MACONNERIE ARMEE - BLOCS DE T.C.

BT_11_R+1	Données			VERIFICATION DE LA RESISTANCE AU CISAILEMENT										VERIFICATION DE LA RESISTANCE A LA COMPRESSION									
	Longueur	Epaisseur	Hauteur	ANALYSE SISMIQUE		COMBINAISONS D'ACTION		SOLICITATION		DEMANDE		RESISTANCE		VERIFICATION AU CISAILEMENT		SOLICITATION		DEMANDE		RESISTANCE		VERIFICATION A LA COMPRESSION	
				H _x	H _y	H _x	H _y	V _{ed,m}	f _{vd}	V _{rd,m}	ρ _i	G	ψ _{2i} * Q	N _{ed,m}	φ	I _x ou I _y	N _{rd,m}	l _c	ρ _i				
ELEMENTS VERTICAUX				(MN)	(MN)	(MN)	(MN)	(MN)	MPa	(MN)	-	(MN)	(MN)	(MN)	-	m ⁴	(MN)	(m)	-				
Mur 1 (Rive)	Selon X	7,00	0,20	2,63	0,111	-	0,111	0,033	0,111	0,09	B	0,086	1,291	NON OK	0,144	0,004	0,148	0,90	3,574	0,534	l _c < l	4,80	3,607 OK
Mur 1 (Rive)	Selon X	7,00	0,20	2,63	0,111	-	0,111	0,033	0,111	0,09	B	0,086	1,291	NON OK	0,144	0,004	0,148	0,90	3,574	0,534	l _c < l	4,80	3,607 OK
Mur 2 (Int.)	Selon X	1,90	0,20	2,63	0,003	-	0,003	0,001	0,003	0,09	A	0,025	0,101	OK	0,036	0,001	0,037	0,90	0,106	0,211	l _c = l	1,90	5,724 OK

Nota

- A : Capacité de résistance au cisaillement contrôlée par la flexion
- B : Capacité de résistance au cisaillement contrôlée par l'effort tranchant

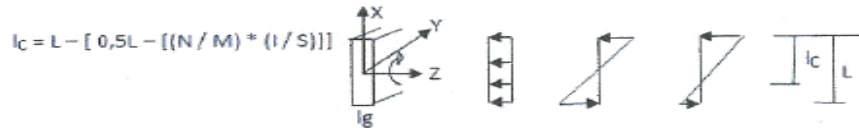
CISAILEMENT

MIRS DE DIRECTION X : ρ_{global} = D_{global} / C_{global} = 0,912 <= 1 : OK
 MIRS DE DIRECTION Y : ρ_{global} = D_{global} / C_{global} = 1,315 NON OK

COMPRESSION

MIRS DE DIRECTION X : F_{Rglobal} = C_{global} / D_{global} = 3,238 >= 1 : OK
 MIRS DE DIRECTION Y : F_{Rglobal} = C_{global} / D_{global} = 2,392 >= 1 : OK

H_t = H * ρ (hauteur effective des murs)
 f_{vd} : min [f_{vk0} + 0,4 * σ_d ; 0,065 * f_b (Joint remplis)]
 Avec : σ_d = N_{ed} / [I_c / I_g]



V_{rd,m} = min [V_f = $\frac{DN}{2H_0} (1 - 1,15 v_d)$; V_f = f_{vd} D' t]

V_{ed,m} = max [F_{x1} ; 0,3 Pour la direction X]

N_{rd,m} = φ * I_g * I_c * f_d Avec f_d = f_{vk} / γ_{M(ELU)}

φ_i = 1 - 2 * $\frac{e_i}{t}$ e_i = $\frac{M_{ed,m}}{N_{ed,m}}$

N_{ed,m} = G + ψ_{2i} * Q

ρ_{global} = D_{global} / Cisaillement

ρ_{global} = D_{global} / Compression

Calcul en flexion composée

EC8.3 - Art. C.4.2.1 (1) - Eq° C.1 ; EC8.3 - Art. 4.3.1 (3) - Eq° C.2

EC8.1 - Art 4.3.3.5.1 (3) - Eq. 4.18 et 4.19

EC6.1 - Art. 6.1.2.1(2) - Eq° 6.2

EC6 - Art 6.1.2.2 - Eq. 6.4

EC0.1 - Art. 6.4.3.4 (1)P - Eq. 6.12(a)

EC8.3 - Art. 4.5.1 (1)P (Eléments fragiles)

EC8.1 - Art. 9.6 (2) ; EC 6.1 - Art 6.1.2.1(1)P

BATIMENT EN MACONNERIE DE BLOCS BETON (Chaînée)**Données****Normes utilisées**

- EC0 : EUROCODE 0 - Mars 2003 - NF EN 1990.1.1 - P 06-100-1 - "Bases de calcul des structures"
 EC2 : EUROCODE 2 - Partie 1-1 - Octobre 2005 - NF EN 1992.1.1 - P 18-711-1 - "Règles générales et Règles pour les bâtiments"
 EC6.1 : EUROCODE 6 - Partie 1.1 - Mars 2006 - NF EN 1996.1.1 - P 10-611-1 "Règles générales pour ouvrages en maçonnerie armée et non armée"
 EC6.1 : EUROCODE 6 - Partie 1.1 - Décembre 2009 - NF EN 1996.1.1/NA - P 10-611-1/NA "Annexe nationale à la NF EN 1996-1-1 : 2006"
 EC8.1 : EUROCODE 8 - Partie 1 - Septembre 2005 - NF EN 1998.1 - P 06-030-1 - "Règles générales, Actions sismiques et Règles pour les bâtiments"
 EC8.3 : EUROCODE 8 - Partie 3 - Décembre 2005 - NF EN 1998.3 - P 06-033-1 "Evaluation et Renforcement des bâtiments"

Coefficients

- $\gamma_{M(EU)}$ = 1,80 Maçonnerie - Coefficient partiel des matériaux (niveau de contrôle IL1) EC6.1 - NF EN 1996.1/NA, déc 2009 - Clause 2.4.3 (1)P + EC8.1 - NF EN 1998-1, sept
 $\gamma_{c(EU)}$ = 1,50 Béton - Coefficient partiel des matériaux (niveau de contrôle IL1)
 $C_{F_{KL1}}$ = 1,35 Coefficient de confiance du niveau de connaissance EC8.3 - NF EN 1998-3, déc 2005 - Art. 3.3.1(4) - Tab 3.1
 ρ = 0,75 Coefficient de hauteur effective des murs [EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art 5.5.1.2 - § i]
 Ht étage 3,50

Cisaillement

- f_{vd} (Mpa) 0,20 Résistance caractéristique au cisaillement de la maçonnerie EC6.1 - NF EN 1996.1.1/NA, déc 2009 - Clause 3.6.2 (3) + Tab. 3.4
 f_{vd} (Mpa) 0,15 Résistance de calcul au cisaillement des ouvrages EC8.3 - NF EN 1998-3, déc 2005 - Art. 2.2.1 (5)P

Compression

Niveau	Faible				Moyen				Elevé				
	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7	
Nb Etage	1	3	5	7	1	3	5	7	1	3	5	7	
f_m (Mpa)	2,50	2,50	2,50	2,50	5,00	5,00	5,00	5,00	10,00	10,00	10,00	10,00	EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art 3.2.3.1 (2)
f_b (Mpa)	3,00	7,00	13,00	18,00	4,00	10,00	18,00	25,00	5,00	13,00	23,00	32,00	Contrainte mini en situation hors sismique
f_k (Mpa)	3,83	6,94	10,70	13,44	5,77	10,97	16,55	20,82	8,31	16,22	24,18	30,47	
f_d (Mpa)	1,42	2,57	3,96	4,98	2,14	4,06	6,13	7,71	3,08	6,01	8,96	11,29	
f_m (Mpa) :	Résistance à la compression du mortier (Type M2,5 - M5 - M10)												EC6 - NF EN 1996-1-1/NA, déc 2009 - Clause 3.6.1.2 (1)
f_b (Mpa) =	Résistance moyenne normalisée à la compression (blocs de pierres naturelle)												EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art. 3.6.1.2 (2)
f_k (Mpa) =	Résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie												EC8.3 - NF EN 1998-3, déc 2005 - Art 2.2.1 (5)P - Art 2.2.1 (7)P Art. C4.2.1 (3)
f_d (Mpa) =	Résistance de calcul à la compression de la maçonnerie												

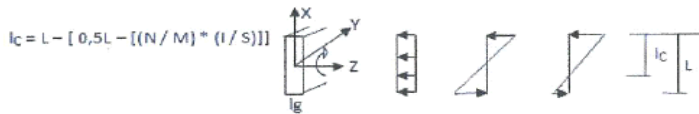
Béton Cl: C12/16 C16/20

- f_{ctk} (Mpa) 0,27 0,33 EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art. 3.3.3(2) + Tab 3.2
 f_{vd} (Mpa) 0,18 0,22 EC8.3 - NF EN 1998-3, déc 2005 - Art. 2.2.1 (5)P
 f_{ct} (Mpa) 12,00 16,00 EC6 - NF EN 1996-1-1 - Art. 3.3.3(2) + Tab 3.2
 f_{vd} (Mpa) 8,00 10,67
 f_{ctk} (Mpa) Résistance caractéristique au cisaillement
 f_{vd} (Mpa) Résistance de calcul au cisaillement
 f_{ct} (Mpa) Résistance caractéristique à la compression
 f_{vd} (Mpa) Résistance de calcul à la compression

BATIMENT_9_RDCH - MACONNERIE ARMEE - BLOCS BETON

Données		VERIFICATION DE LA RESISTANCE AU CISAILLEMENT										VERIFICATION DE LA RESISTANCE A LA COMPRESSION												
NIVEAU MOYEN (Avec 1 Etage)	Longueur	Epaisseur	Hauteur	ANALYSE SISMIQUE		COMBINAISSONS D'ACTION		SOLlicitation		Résistance		SOLlicitation		Résistance		Longueur de contrainte comprimée (Calcul en flexion composée)		VERIFICATION A LA COMPRESSION						
				H _{tx}	H _{ty}	H _x	H _y	V _{ed,m}	f _{vd}	V _{ed,m}	F _R	G	ψ _{2i} * Q	N _{ed,m}	φ	I _x ou I _y	N _{rd,m}	l _c	F _R					
ELEMENS VERTICAUX		L (m)	Ig (m)	Ht (m)	(MN)	(MN)	(MN)	(MN)	MPa	Uté	(MN)	(MN)	(MN)	(MN)	m ⁴	(MN)	(m)	(MN)						
Mur 1 (Rive)	Selon X	2,20	0,20	2,63	0,014	-	0,014	0,004	0,006	1,03	2	0,455	31,562	OK	0,130	0,005	0,135	0,70	0,167	0,648	l _c < l	0,28	4,805	OK
Mur 1 (Rive)	Selon X	1,60	0,20	2,63	0,006	-	0,006	0,002	0,006	1,08	2	0,277	48,785	OK	0,095	0,004	0,099	0,70	0,066	0,432	l _c < l	0,20	4,366	OK
Mur 1 (Rive)	Selon X	1,60	0,20	2,63	0,006	-	0,006	0,002	0,006	1,08	2	0,347	60,969	OK	0,095	0,004	0,099	0,70	0,066	0,432	l _c < l	0,20	4,366	OK

Ht = H * ρ (hauteur effective des murs)
 f_{vd} : min [fvk0 + 0,4*σ_d ; 0,065*fb (Joint remplis)]
 Avec : σ_d = N_{ed} / [l_c / I_g]



$$V_{Rd} = f_{vd} \cdot t \cdot l_{maç} + \sum A_c \cdot (\sigma_{ck} / \gamma_c)$$

f_{vd} est la résistance de calcul au cisaillement de la maçonnerie
 t est l'épaisseur du mur
 l_{maç} est la longueur maçonnerie du mur
 ∑A_c est la somme des sections de béton des chaînages verticaux
 γ_c est le coefficient partiel de sécurité du béton = 1,5 à l'ELU fondamental et 1,2 en situation accidentelle
 f_{ck} est la résistance caractéristique au cisaillement du béton, donnée dans le tableau suivant, en fonction de la classe de résistance du béton.

V_{ed,m} = max [F_{xi} ; 0,3 * F_{yi}]
 N_{rd,m} = φ * I_g * I_c * f_d

$$\phi_i = 1 - 2 \frac{\sigma_i}{f}$$

 N_{ed,m} = G + ψ_{2i} * Q
 FR_{global} = V_{Rdglobal} / V_{edglobal}
 FR_{global} = C_{global} / D_{global}

Pour la direction X
 Avec fd = fvk / γ_{M(ELU)}

$$\sigma_i = \frac{M_{ed,m}}{N_{ed,m}}$$

 Cisaillement
 Compression

Calcul en flexion composée

EC6 - Art 6.7..2 (1) - Eq. 6.34
 Avec intégration des chaînages verticaux

EC8.1 - Art 4.3.3.5.1 (3) - Eq. 4.18 et 4.19
 EC6.1 - Art. 6.1.2.1(2) - Eq* 6.2
 EC6 - Art 6.1.2.2 - Eq. 6.4
 EC0.1 - Art. 6.4.3.4 (1)P - Eq. 6.12(a)
 EC6 - Art 6.7..2 (1) - Eq. 6.33
 EC8.1 - NF EN 1998-1, sept 2005 - Art. 9.6 (2)

CISAILLEMENT	MIRS DE DIRECTION X : ρ _{global} = D _{global} / C _{global} = 0,095 <= 1 : OK
	MIRS DE DIRECTION Y : ρ _{global} = D _{global} / C _{global} = 0,218 >= 1 : OK
COMPRESSION	MIRS DE DIRECTION X : F _{Rglobal} = C _{global} / D _{global} = 5,803 >= 1 : OK
	MIRS DE DIRECTION Y : F _{Rglobal} = C _{global} / D _{global} = 5,870 >= 1 : OK

BATIMENT 11 R+1 - BETON ARME - CLASSE C16/20

Normes utilisées

EC8 - Partie 3 - NF EN 1998-3, décembre 2005 - P 06-033-1 Eurocode 8.3 - Séismes Bâtiements existants
 EC8 - ANNEXE A - (Informative), décembre 2005 - P-033-1 Eurocode 8.3 - Annexe - Béton armé
 ECO - NF EN 1990-1, mars 2003 Eurocode 0 - Base de calcul des structures

Normes utilisées

EC8 - Partie 3 - NF EN 1998-3, décembre 2005 - P 06-033-1 Eurocode 8.3 - Séismes Bâtiements existants
 EC8 - ANNEXE A - (Informative), décembre 2005 - P-033-1 Eurocode 8.3 - Annexe - Béton armé
 ECO - NF EN 1990-1, mars 2003 Eurocode 0 - Base de calcul des structures

DOONNEES POUR NIVEAU FAIBLE

Coefficients

$\gamma_{W(su)}$ = 2,70 Coefficient partiel des matériaux (niveau de contrôle II1)
 $C_{F_{(u)}}$ = 1,35 Coefficient de confiance du niveau de connaissance
 Coef = 0,825 Coefficient de dispositions constructives
 γ_e = 1,50 Coefficient ultime pour éléments primaires (Rotation de corde ultime)
 Coef = 1,60 Coefficient ultime pour éléments murs
 $\gamma_{p_e}^1$ = 1,80 Coefficient plastique pour éléments primaires (Rotation de corde plastique)
 Coef = 0,60 Coefficient plastique pour éléments murs
 γ_e = 1,15 Coefficient pour éléments primaires (Effort tranchant)

Béton

$f_{c,k}$ (Mpa) = 16,00 (Béton de Classe C16/20)
 γ_c = 1,50 Coefficient partiel du matériaux EC8 NF EN1998.1 - Art. 5.2.4 (3) A/N
 f_c (Mpa) = 7,90 Résistance de calcul à la compression des ouvrages

Acier

f_t (Mpa) = 400 (Acier de classe FE400)
 γ_s = 1,00 Coefficient partiel du matériaux
 f_{tk} (Mpa) = 296,3

SELON EC2-1-1

Pourcentage mécanique d'armatures longitudinales

$\max(0,01; 0,01 \cdot \omega / \omega') = 1,00$ Car section symétrique

Pourcentage total d'armatures longitudinales

ρ_{min} = 0,0050 Sans unité

Pourcentage d'armatures transversales

$\rho_{st} = [ASX / (b \cdot h)]$

$\rho_{st} = 7,8500E-04$ Acier TS + aciers de confinement

Pourcentage d'armatures diagonales

$\rho_d = 0,00$ Car pas d'armature diagonale

Coefficient d'efficacité de confinement

$\alpha = [1 - (S_x / 2b_x) \cdot [1 - (S_h / 2h_o)] \cdot [1 - (2b_x^2 / 6h_o \cdot b_o)]]$

$\alpha = 0,3394$ Sans unité

Bras de levier

$Z = hC$ - enrobage (2fois 3 cm)

Z (m) = 0,14

Section A_c

$L = 0,14$

lg mur = 0,14

$AC = L \cdot \lg(\text{mur}) = 0,020$

DOONNEES POUR NIVEAU MOYEN

Coefficients

$\gamma_{W(su)}$ = 2,70 Coefficient partiel des matériaux (niveau de contrôle II1)
 $C_{F_{(u)}}$ = 1,35 Coefficient de confiance du niveau de connaissance
 Coef = 0,825 Coefficient de dispositions constructives
 γ_e = 1,50 Coefficient ultime pour éléments primaires (Rotation de corde ultime)
 Coef = 1,60 Coefficient ultime pour éléments murs
 $\gamma_{p_e}^1$ = 1,80 Coefficient plastique pour éléments primaires (Rotation de corde plastique)
 Coef = 0,60 Coefficient plastique pour éléments murs
 γ_e = 1,15 Coefficient pour éléments primaires (Effort tranchant)

Béton

$f_{c,k}$ (Mpa) = 20,00 (Béton de Classe C20/25)
 γ_c = 1,50 Coefficient partiel du matériaux EC8 NF EN1998.1 - Art. 5.2.4 (3) A/N
 f_c (Mpa) = 9,88 Résistance de calcul à la compression des ouvrages

Acier

f_t (Mpa) = 400 (Acier de classe FE400)
 γ_s = 1,00 Coefficient partiel du matériaux
 f_{tk} (Mpa) = 296,3

SELON EC2-1-1

Pourcentage mécanique d'armatures longitudinales

$\max(0,01; 0,01 \cdot \omega / \omega') = 1,00$ Car section symétrique

Pourcentage total d'armatures longitudinales

ρ_{min} = 0,0050 Sans unité

Pourcentage d'armatures transversales

$\rho_{st} = [ASX / (b \cdot h)]$

$\rho_{st} = 7,8500E-04$ Acier TS + aciers de confinement

Pourcentage d'armatures diagonales

$\rho_d = 0,00$ Car pas d'armature diagonale

Coefficient d'efficacité de confinement

$\alpha = [1 - (S_x / 2b_x) \cdot [1 - (S_h / 2h_o)] \cdot [1 - (2b_x^2 / 6h_o \cdot b_o)]]$

$\alpha = 0,3394$ Sans unité

Bras de levier

$Z = hC$ - enrobage (2fois 3 cm)

Z (m) = 0,14

Section A_c

$L = 0,14$

lg mur = 0,14

$AC = L \cdot \lg(\text{mur}) = 0,020$

DOONNEES POUR NIVEAU ELEVE

Coefficients

$\gamma_{W(su)}$ = 2,70 Coefficient partiel des matériaux (niveau de contrôle II1)
 $C_{F_{(u)}}$ = 1,35 Coefficient de confiance du niveau de connaissance
 Coef = 0,825 Coefficient de dispositions constructives
 γ_e = 1,50 Coefficient ultime pour éléments primaires (Rotation de corde ultime)
 Coef = 1,60 Coefficient ultime pour éléments murs
 $\gamma_{p_e}^1$ = 1,80 Coefficient plastique pour éléments primaires (Rotation de corde plastique)
 Coef = 0,60 Coefficient plastique pour éléments murs
 γ_e = 1,15 Coefficient pour éléments primaires (Effort tranchant)

Béton

$f_{c,k}$ (Mpa) = 20,00 (Béton de Classe C20/25)
 γ_c = 1,50 Coefficient partiel du matériaux EC8 NF EN1998.1 - Art. 5.2.4 (3) A/N
 f_c (Mpa) = 9,88 Résistance de calcul à la compression des ouvrages

Acier

f_t (Mpa) = 500 (Acier de classe FE500)
 γ_s = 1,00 Coefficient partiel du matériaux
 f_{tk} (Mpa) = 370,4

SELON PS92

Pourcentage mécanique d'armatures longitudinales

$\max(0,01; 0,01 \cdot \omega / \omega') = 1,00$ Car section symétrique

Pourcentage total d'armatures longitudinales

ρ_{min} = 0,00385 Sans unité

Pourcentage d'armatures transversales

$\rho_{st} = [ASX / (b \cdot h)]$

$\rho_{st} = 8,8800E-04$ Acier TS + aciers de confinement

Pourcentage d'armatures diagonales

$\rho_d = 0,00$ Car pas d'armature diagonale

Coefficient d'efficacité de confinement

$\alpha = [1 - (S_x / 2b_x) \cdot [1 - (S_h / 2h_o)] \cdot [1 - (2b_x^2 / 6h_o \cdot b_o)]]$

$\alpha = 0,1355$ Sans unité

Bras de levier

$Z = hC$ - enrobage (2fois 3 cm)

Z (m) = 0,14

Section A_c

$L = 0,14$

lg mur = 0,14

$AC = L \cdot \lg(\text{mur}) = 0,020$

Annexe – Chapitre 5

BATIMENT_11_R+1 - BETON ARME - CLASSE C 16/20

BT 11 R+1	Données		Charges sismiques - gravitaires				VERIFICATION DE LA RESISTANCE A LA FLEXION														VERIFICATION DE LA RESISTANCE AU CISAILLEMENT						
	Longueur	Epaisseur	Hauteur	H _x	H _y	M _x	M _y	Sollicitations		Résistance		Résultats		Résistance		Résultats											
NIVEAU MOYEN (Avec 1 Etage)								Combinaison d'action Moment fléchissant	EC8.3 - Art. 4.2. (1)P	Force de calcul de flexion	D ₁	θ _{UM}	θ _{UM} ^{pl}	μ _s ^{pl}	H _s	C _i	ρ _i	V _R	V _{R,max}	Ci = V _R OU	Contrôlé par	ρ _i					
								Combinaison d'action Efforts tranchant	EC8.1 - Art. 4.3.3.5.1(3) - Eq. 4.18 et 4.19	Force de calcul au cisaillement	D ₁	θ _{UM}	θ _{UM} ^{pl}	μ _s ^{pl}	H _s	C _i	ρ _i	V _R	V _{R,max}	Ci = V _R OU	Contrôlé par	ρ _i					
								Force de calcul en compression	EC8.1 - Art. 3.2.4 (1)P	V _{ed,m}	D ₁	θ _{UM}	θ _{UM} ^{pl}	μ _s ^{pl}	H _s	C _i	ρ _i	V _R	V _{R,max}	Ci = V _R OU	Contrôlé par	ρ _i					
								Force de calcul au cisaillement	EC8.1 - Art. 3.2.4 (1)P et Art. 4.3.3.5.1(3) - Eq. 4.18 et 4.19	V _{ed,m}	D ₁	θ _{UM}	θ _{UM} ^{pl}	μ _s ^{pl}	H _s	C _i	ρ _i	V _R	V _{R,max}	Ci = V _R OU	Contrôlé par	ρ _i					
								Combinaison d'action	EC8.1 - Art. 3.2.4 (1)P	V _{ed,m}	D ₁	θ _{UM}	θ _{UM} ^{pl}	μ _s ^{pl}	H _s	C _i	ρ _i	V _R	V _{R,max}	Ci = V _R OU	Contrôlé par	ρ _i					
ELEMENTS VERTICAUX	L	lg	Ht	H _x	H _y	M _x	M _y	N _{ed,m}	V _{ed,m}	D ₁	θ _{UM}	θ _{UM} ^{pl}	μ _s ^{pl}	H _s	C _i	ρ _i	V _R	V _{R,max}	Ci = V _R OU	Contrôlé par	ρ _i						
Mur 1 (Rive)	Selon X	7,00	0,20	3,50	0,116	0,035	0,405	0,121	0,175	0,116	0,006	0,405	0,0063	0,022	0,015	2,155	3,155	78,274	FRAGILE	0,00008	OK	0,599	0,371	0,599	Effort tran	0,193	OK
Mur 1 (Rive)	Selon X	7,00	0,20	3,50	0,116	0,035	0,405	0,121	0,175	0,116	0,006	0,405	0,0063	0,022	0,015	2,155	3,155	78,274	FRAGILE	0,00008	OK	0,601	0,371	0,601	Effort tran	0,192	OK
Mur 2 (Int.)	Selon X	1,90	0,20	3,50	0,003	0,001	0,009	0,003	0,044	0,003	0,006	0,009	0,0063	0,022	0,015	2,157	3,157	78,371	FRAGILE	0,00008	OK	0,571	0,350	0,571	Effort tran	0,005	OK

DEMANDE

N_{ed,m} = G + Ψ_{2i} * Q
V_{ed,m} = max [F_{xi} / 0,3 * F_{yi}] Pour la direction X
M_{ed,m} = G + Ψ_{2i} * Q
D : Déplacement relatif imposé par les planchers

EC0.1 - Art. 6.4.3.4 (1)P - Eq. 6.12(a)
EC8.1 - Art 4.3.3.5.1 (3) - Eq. 4.18 et 4.19
Calculs selon répartition des forces sismiques
Calcul de la déformation des bâtiments

FLEXION

MIRS DE DIRECTION X : ρ_{global} = D_{global} / C_{global} = **0,0001 OK**
MIRS DE DIRECTION Y : ρ_{global} = D_{global} / C_{global} = **0,0001 OK**

CISAILLEMENT

MIRS DE DIRECTION X : ρ_{global} = D_{global} / C_{global} = **0,120 OK**
MIRS DE DIRECTION Y : ρ_{global} = D_{global} / C_{global} = **0,062 OK**

Rotation de corde ultime

$$\theta_{UM} = \frac{1}{\gamma_{ef}} 0,016 \cdot (0,3)^{0,2} \left[\frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} \right] f_c^{0,225} \left(\frac{L_V}{H} \right)^{0,35} \frac{1}{25} \left(\frac{M_{ed,m}}{f_c} \right)^{0,35} (1,25^{100, \mu_s})$$

EC8.3 - Art 3.2.2 (1) et Art 3.2.2 (3) - Eq. A1 - Annexe A (informative) Structure béton armé
EC8.3 - Art. 3.2.2 (1)P
EC8.3 - Art. 3.2.2 (1)P

Rotation de corde plastique

$$\theta_{UM}^{pl} = \theta_{UM} - \theta_V = \frac{1}{\gamma_{ef}} 0,0145 \cdot (0,25)^{0,3} \left[\frac{\max(0,01; \omega')}{\max(0,01; \omega)} \right] f_c^{0,2} \left(\frac{L_V}{H} \right)^{0,35} \frac{1}{25} \left(\frac{M_{ed,m}}{f_c} \right)^{0,35} (1,275^{100, \mu_s})$$

EC8.3 - Art 3.2.2 (1) et Art 3.2.2 (3) - Eq. A1 - Annexe A (informative) Structure béton armé
Capacité en rotation de corde

C = θ_{um} * H²

Résistance à l'effort tranchant cyclique

$$V^1_{Rd} = \frac{1}{\gamma_{ef}} \left[\frac{h-x}{2L_V} \min(N; 0,55 A_c f_c) + \left(1 - 0,05 \min(5; \mu_s^{pl}) \right) \cdot \left[0,6 \max(0,5; 100, \mu_{ot}) \left(1 - 0,16 \min(5; \frac{L_V}{H}) \right) \sqrt{f_c} A_c + V_w \right] \right]$$

EC8.3 - Art. A.3.3.1 (1)

Résistance à l'effort tranchant par écrasement des âmes

$$V^2_{Rd} = 0,85 \left(\frac{1 - 0,06 \min(5; \mu_s^{pl})}{\gamma_{ef}} \right) \left(1 + 1,9 \min(0,15; \frac{N}{A_c f_c}) \right) \left(1 + 0,25 \max(1,75; 100, \mu_{ot}) \right) \left(1 - 0,2 \min(2; \frac{L_V}{H}) \right) \sqrt{f_c} b_w z$$

EC8.3 - Art. A.3.3.1 (2)

RESISTANCE

ρ_{global} = D_{global} / C_{global} Cisaillement
ρ_{global} = D_{global} / C_{global} Flexion
EC8.3 - Art. 4.4.2 (1)P

BATIMENT_12_R+1 - BETON ARME - CLASSE C 25/30**Normes utilisées**

EC8 - Partie 3 - NF EN 1998-3, décembre 2005 - P-06-033-1	Eurocode 8.3 - Séismes Bâtiments existants
EC8 - ANNEXE A - (Informative), décembre 2005 - P-033-1	Eurocode 8.3 - Annexe - Béton armé
ECO - NF EN 1990-1, mars 2003	Eurocode 0 - Base de calcul des structures

DONNEES POUR NIVEAU FAIBLE**Coefficients**

$\gamma_{M(EU)}$ =	2,70	Coefficient partiel des matériaux (niveau de contrôle IL1)
CF_{KLL} =	1,35	Coefficient de confiance du niveau de connaissance
Coef =	0,825	Coefficient de dispositions constructives
γ_{el} =	1,50	Coefficient ultime pour éléments primaires (Rotation de corde ultime)
Coef =	1,60	Coefficient ultime pour éléments murs
γ_{el}^{PI} =	1,80	Coefficient plastique pour éléments primaires (Rotation de corde plastique)
Coef =	0,60	Coefficient plastifiée pour éléments murs
γ_{el} =	1,15	Coefficient pour éléments primaires (Effort tranchant)

Béton

f_{ck} (Mpa) =	20,00	(Béton de Classe C20/25)
γ_c =	1,50	Coefficient partiel du matériaux EC8 NF EN1998.1 - Art. 5.2.4 (3) A/N
f_c (Mpa) =	9,88	Résistance de calcul à la compression des ouvrages

Acier

f_y (Mpa) =	500	(Acier de classe FE500)
γ_s =	1,00	Coefficient partiel du matériaux
f_{yk} (Mpa) =	370,37	

SELON PS92**Pourcentage mécanique d'armatures longitudinales**

$\max(0,01/0,01; \omega / \omega') =$	1,00	Car section symétrique
---------------------------------------	------	------------------------

Pourcentage total d'armatures longitudinales

$\rho_{total} =$	0,0039	Sans unité
------------------	--------	------------

Pourcentage d'armatures transversales

$\rho_{St} = [ASX / (b \cdot h)]$		
$\rho_{St} =$	8,8800E-04	Acier TS + aciers de confinement

Pourcentage d'armatures diagonales

$\rho_d =$	0,00	Car pas d'armature diagonale
------------	------	------------------------------

Coefficient d'efficacité de confinement

Coefficient d'efficacité de confinement	Bras de levier	Section A_c
$\alpha = [1 - (S_y / 2b_o)] * [1 - (Sh / 2ho)] * [1 - (2b_o^2 / 6h_o * b_o)]$	$Z = hC$ - enrobage (2fois 3 cm)	$L =$ 0,14
$\alpha =$ 0,1355	$Z (m) =$ 0,14	$lg \text{ mur} =$ 0,14
		$AC = L * lg (\text{mur}) = 0,020$

Normes utilisées

EC8 - Partie 3 - NF EN 1998-3, décembre 2005 - P-06-033-1	Eurocode 8.3 - Séismes Bâtiments existants
EC8 - ANNEXE A - (Informative), décembre 2005 - P-033-1	Eurocode 8.3 - Annexe - Béton armé
ECO - NF EN 1990-1, mars 2003	Eurocode 0 - Base de calcul des structures

DONNEES POUR NIVEAU MOYEN et NIVEAU ELEVE**Coefficients**

$\gamma_{M(EU)}$ =	2,70	Coefficient partiel des matériaux (niveau de contrôle IL1)
CF_{KLL} =	1,35	Coefficient de confiance du niveau de connaissance
Coef =	0,825	Coefficient de dispositions constructives
γ_{el} =	1,50	Coefficient ultime pour éléments primaires (Rotation de corde ultime)
Coef =	1,60	Coefficient ultime pour éléments murs
γ_{el}^{PI} =	1,80	Coefficient plastique pour éléments primaires (Rotation de corde plastique)
Coef =	0,60	Coefficient plastifiée pour éléments murs
γ_{el} =	1,15	Coefficient pour éléments primaires (Effort tranchant)

Béton

f_{ck} (Mpa) =	25,00	(Béton de Classe C25/30)
γ_c =	1,50	Coefficient partiel du matériaux EC8 NF EN1998.1 - Art. 5.2.4 (3) A/N
f_c (Mpa) =	12,35	Résistance de calcul à la compression des ouvrages

Acier

f_y (Mpa) =	500	(Acier de classe FE500)
γ_s =	1,00	Coefficient partiel du matériaux
f_{yk} (Mpa) =	370,4	

Eurocode 8**Pourcentage mécanique d'armatures longitudinales**

$\max(0,01/0,01; \omega / \omega') =$	1,00	Car section symétrique
---------------------------------------	------	------------------------

Pourcentage total d'armatures longitudinales

$\rho_{total} =$	0,0055	Sans unité
------------------	--------	------------

Pourcentage d'armatures transversales

$\rho_{St} = [ASX / (b \cdot h)]$		
$\rho_{St} =$	1,5700E-03	Acier TS + aciers de confinement

Pourcentage d'armatures diagonales

$\rho_d =$	0,00	Car pas d'armature diagonale
------------	------	------------------------------

Coefficient d'efficacité de confinement

Coefficient d'efficacité de confinement	Bras de levier	Section A_c
$\alpha = [1 - (S_y / 2b_o)] * [1 - (Sh / 2ho)] * [1 - (2b_o^2 / 6h_o * b_o)]$	$Z = hC$ - enrobage (2fois 3 cm)	$L =$ 0,14
$\alpha =$ 1,1094	$Z (m) =$ 0,14	$lg \text{ mur} =$ 0,14
		$AC = L * lg (\text{mur}) = 0,020$

Annexe – Chapitre 5

BATIMENT_12_R+1 - BETON ARME - CLASSE C 25/30

BT_12_R+1	Données			Charges sismiques - gravitaires				VERIFICATION DE LA RESISTANCE A LA FLEXION													VERIFICATION DE LA RESISTANCE AU CISAILLEMENT						
	NIVEAU MOYEN (Avec 1 Etage)			Combinaison d'action Efforts tranchant EC8.1 - Art.4.3.3.5.1 (3) - Eq. 4.18 et 4.19				Combinaison d'action Moment fléchissant EC8.3 - Art. 4.2 (1)P				Sollicitations		Résistance		Ductilité ultime		Ductilité plastique		CAPACITE (Endommagement)		Résultats		Résistance		Résultats	
			L (m)	Ig (m)	Ht (m)	Hx (MN)	Hy (MN)	Mx (MN.m)	My (MN.m)	Ned,m (MN)	Ved,m (MN)	Med,m (MN.m)	Di (mm)	θUM (m.rd)	θUM^pl (m.rd)	μΔ^ult	μΔ^pl	Cl (mm)	ρi	ρi	Vr	Vr,max (MN)	Vr,max (MN)	OU (MN)	Contrôlé par	ρi	ρi
ELEMENTS VERTICAUX																											
Mur 1 (Rive)	Selon X	1,55	0,20	3,50	0,008	0,002	0,029	0,009	0,074	0,008	0,029	0,005	0,023	0,015	2,121	3,121	78,992	FRAGILE	0,0006 OK		0,612	0,399	0,612	Effort tran	0,013 OK		
Mur 1 (Rive)	Selon X	1,55	0,20	3,50	0,008	0,002	0,028	0,008	0,087	0,008	0,028	0,005	0,022	0,015	2,117	3,117	78,646	FRAGILE	0,0006 OK		0,614	0,399	0,614	Effort tran	0,013 OK		
Mur 1 (Rive)	Selon X	1,55	0,20	3,50	0,009	0,003	0,032	0,010	0,090	0,009	0,032	0,005	0,022	0,015	2,116	3,116	78,557	FRAGILE	0,0006 OK		0,614	0,399	0,614	Effort tran	0,015 OK		

DEMANDE

$N_{ed,m} = G + \Psi_{2i} * Q$
 $V_{ed,m} = \max [F_{xi} ; 0,3 * F_{vi}]$ Pour la direction X
 $M_{ed,m} = G + \Psi_{2i} * Q$
 D : Déplacement relatif imposé par les planchers

ECO.1 - Art. 6.4.3.4 (1)P - Eq. 6.12(a)
 EC8.1 - Art 4.3.3.5.1 (3) - Eq. 4.18 et 4.19
 Calculs selon répartition des forces sismiques
 Calcul de la déformée des bâtiments

FLEXION

MIRS DE DIRECTION X : $\rho_{global} = D_{global} / C_{global} = 0,0006$ OK
 MIRS DE DIRECTION Y : $\rho_{global} = D_{global} / C_{global} = 0,0006$ OK

CAPACITE

Rotation de corde ultime
 $\theta_{UM} = \frac{1}{\gamma_{el}} * 0,016 * (0,3)^{1,5} * \left[\frac{\max(0,01; \rho_{el}^p)}{\max(0,01; \rho_{el})} \right]^{0,225} * \left(\frac{L_v}{h} \right)^{0,35} * 25 * \left(\frac{\rho_{el}^p}{\rho_{el}} \right)^{0,35} * (1,25 * 100 / \rho_{el})$
 $L_v = M_{ed} / V_{ed}$
 $V = N_{ed} / [L * I_g * f_c]$

EC8.3 - Art 3.2.2 (1) et Art 3.2.2 (3) - Eq. A1 - Annexe A (informative) Structure béton armé
 EC8.3 - Art. 3.2.2 (1)P
 EC8.3 - Art. 3.2.2 (1)P

CISAILLEMENT

MIRS DE DIRECTION X : $\rho_{global} = D_{global} / C_{global} = 0,053$ OK
 MIRS DE DIRECTION Y : $\rho_{global} = D_{global} / C_{global} = 0,103$ OK

Rotation de corde plastique
 $\theta_{UM}^{pl} = \theta_{UM} - \theta_v = \frac{1}{\gamma_{el}} * 0,0145 * (0,25)^{1,5} * \left[\frac{\max(0,01; \rho_{el}^p)}{\max(0,01; \rho_{el})} \right]^{0,3} * f_c^{0,2} * \left(\frac{L_v}{h} \right)^{0,35} * 25 * \left(\frac{\rho_{el}^p}{\rho_{el}} \right)^{0,35} * (1,275 * 100 / \rho_{el})$
 $C = \theta_{UM} * H^2$

EC8.3 - Art 3.2.2 (1) et Art 3.2.2 (3) - Eq. A1 - Annexe A (informative) Structure béton armé
 Capacité en rotation de corde

Résistance à l'effort tranchant cyclique

$$V_{Rd}^1 = \frac{1}{\gamma_{el}} * \left[\frac{h-x}{2L_v} * \min(N; 0,55A_v f_c) + \left(1 - 0,05 \min(5; \mu_{\Delta}^p) \right) * \left(0,6 \max(0,5; 100 / \rho_{el}) * \left(1 - 0,16 \min(5; \frac{L_v}{h}) \right) * \sqrt{f_c} \rho_o + V_w \right) \right]$$

EC8.3 - Art. A.3.3.1 (1)

Résistance à l'effort tranchant par écrasement des âmes

$$V_{Rd}^2 = 0,85 * \left(\frac{1 - 0,06 \min(5; \mu_{\Delta}^p)}{\gamma_{el}} \right) * \left(1 + 1,0 \min(0,15; \frac{N}{A_c f_c}) \right) * \left(1 + 0,25 \max(1,75; 100 / \rho_{tot}) \right) * \left(1 - 0,2 \min(2; \frac{L_v}{h}) \right) * \sqrt{f_c} b_w z$$

EC8.3 - Art. A.3.3.1 (2)

RESISTANCE

$\rho_{global} = D_{global} / C_{global}$ Cisaillement
 $\rho_{global} = D_{global} / C_{global}$ Flexion

EC8.3 - Art. 4.4.2 (1)P

Annexe 5.J – Analyse statistique déterministe

Principe de calcul de la Capacité – Demande sismique (Campagnes de collecte d’information par simulations de Monte Carlo)

DONNEES

BATIMENT 3_RDCH - 1 ETAGE - CAPACITE DE RESISTANCE SISMIQUE - SELON DIRECTION X

Données	
Données (Capacité sismique)	= 0,3860
Différence [Max - Min]	= 0,1855
Modèle architectural de niveau :	Faible = 0,2820
	Moyen = 0,3840
	Elevé = 0,4750
	Elevé + 1/2 (élevé-faible) = 0,5715
Nombre de Subdivision totale	= 30
Subdivision unitaire	= 0,0129

Capacité de résistance sismique									
Rangs	0	1	2	10	20	29	30		
Bornes des centres	Inf	-∞	0,1855	0,1988	0,3053	0,425	0,5582	0,5715	
de classes	Sup	0,1855	0,1988	0,2121	0,3186	0,438	0,5715	+∞	

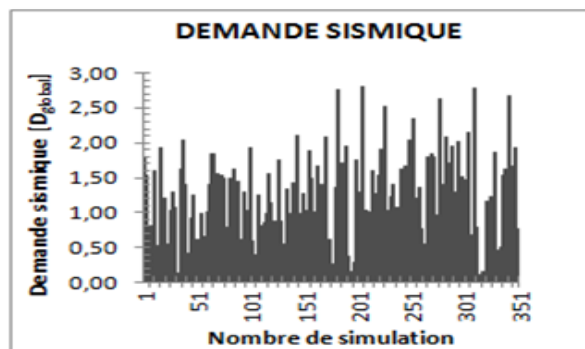
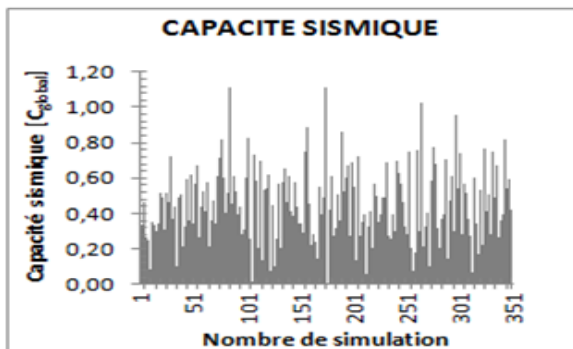
Classement par centre de classe										
Répartition des 350 bâtiments de la campagne de mesure (Nb Sim)										
	350	92	8	1	3	6	6	107		
% Sim [Max - Min]	= 0,478 : simulation dans plage de l'intervalle du rang 1 au rang 30						= 0,314			
% Sim [Max - Min]	= 0,241 : simulation hors plage de l'intervalle de rang -∞ au rang 1						= 0,075			
% Sim [Max - Min]							: simulation hors plage de l'intervalle de rang 30 à +∞			

Calcul de la moyenne et écart type									
Rangs	0	1	2	10	20	29	30		
Capacité sismique	Ci =	Ci =	Ci =	Ci =	Ci =	Ci =	Ci =		
	f(x) _{classe}	f(x) _{classe}	f(x) _{classe}	f(x) _{classe}	f(x) _{classe}	f(x) _{classe}	f(x) _{classe}		
Tirages aléatoires	-∞	0,1855	0,1988	0,3053	0,4251	0,5582	0,5715		
	<= x _i <	<= x _i <	<= x _i <	<= x _i <	<= x _i <	<= x _i <	<= x _i <		
	0,1855	0,1988	0,2121	0,3186	0,4384	0,5715	+∞		
t.	0,98980	2,32000	0,93369					0,934	1
Φ ⁻¹ (t _i)	0,85140	1,04000	0,59397					0,594	2
X	0,07460	-1,44000	-0,06423	0,000					3
	0,793	0,820	1,188						350

RESULTATS

BATIMENT N° 3 - 1 ETAGE - SELON DIRECTION X

CAMPAGNE DE MESURE



Moyenne	$\mu_C = 0,314$
Ecart type	$\sigma_C = 0,075$

Moyenne	$\mu_D = 0,478$
Ecart type	$\sigma_D = 0,241$

Le principe de calcul de la demande sismique est identique au calcul de la capacité sismique détaillé précédemment.

Annexe 5.K – Analyse mécanique probabiliste – Principe de calcul

COMPTAGE DIRECT – BT3 RDCH – 1 ETAGE (SELON DIRECTION X – X)

	μ	σ
R	0,478	0,241
S	0,314	0,075

$Pf_{(20\,000)}$	30,8%	Probabilité de Défaillance
$Pf_{(20\,000)}$	69,2%	Probabilité de Résistance

$tr =$	\tilde{u}_r	$r =$	$ts =$	\tilde{u}_s	$s =$	$e = r - s$	$Pf =$	N_{sim}	$Nb\ Pfi =$	$Pfi =$
0,34180	-0,408	0,449	0,31257	-0,489	0,014	0,435	0	1	0	0,00000
0,97699	1,995	0,631	0,05926	-1,561	-0,487	1,118	0	2	0	0,00000
0,20582	-0,821	0,417	0,10470	-1,255	-0,344	0,761	0	3	0	0,00000
0,32931	-0,442	0,446	0,05948	-1,559	-0,486	0,932	0	4	0	0,00000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0,84322	1,008	0,556	0,27693	-0,592	-0,035	0,591	1	19998	6160	0,30810
0,16318	-0,981	0,405	0,07880	-1,413	-0,418	0,823	0	19999	6160	0,30810
0,22879	-0,743	0,423	0,70663	0,544	0,495	-0,072	1	20000	6161	0,30810
0,74035	0,644	0,528	0,71707	0,574	0,509	0,019	1	20001	6161	0,30810

Moyennes écarts types

$\mu_r ; \mu_s$: Moyenne de la Demande et Capacité (Solicitation et résistance sismique)

σ : Ecart type de la Demande et Capacité (Solicitation et résistance sismique)

Simulations

$tr ; ts$: Variables aléatoires simulées, distribution $\phi(u)$ obtenue par Tirages aléatoires de nombres sur support compact $[0, 1]$ de la capacité et demande sismique

$\tilde{u}_r ; \tilde{u}_s$: Fonction réciproque de la distribution $\phi(u)$ de la capacité et de la demande sismique
Abscisse de la fonction de distribution $\phi(u)$

$$r, s = [ur * \sigma_r] + \mu_r ; s = [us * \sigma_s] + \mu_s$$

Fonction d'état limite

$e = R - S$ (Fonction d'état limite)

N_{sim} : Nombre de simulation

Probabilité de défaillance globale de la structure

$Nb\ Pfi$: Nombre de probabilité dont la fonction d'état limite est supérieur à zéro

$$Pf(i) = \frac{\sum 1e^{(k)} \leq 0}{N_{sim}} = \frac{Nb\ Pf(i)}{N_{sim}} \text{ Probabilité de défaillance globale de la structure à la } i \text{ ème simulation}$$

SEPARATION DE VARIABLES ALEATOIRES – BT3 RDCH – 1 ETAGE (SELON DIRECTION X – X)

	μ	σ
R	0,478	0,241
S	0,314	0,075

$Pf_{(20\,000)} =$	30,9%	Probabilité de Défaillance
$Pf_{(20\,000)} =$	69,1%	Probabilité de Résistance

$t_s =$	\tilde{u}_s	$s =$	$u_r =$	$F_r(s) =$	N_{sim}	$P_{fi} =$	$\sum P_{fi} =$	$P_f =$
0,31257	-0,489	0,014	-6,119	0,000	1	0,0001	0,0000	0,00010
0,05926	-1,561	-0,487	-12,711	0,000	2	0,0001	0,0001	0,00010
0,10470	-1,255	-0,344	-10,829	0,000	3	0,0001	0,0002	0,00010
0,05948	-1,559	-0,486	-12,698	0,000	4	0,0001	0,0003	0,00010
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0,27693	-0,592	-0,035	-6,764	0,000	19998	0,0001	6184,77	0,30930
0,07880	-1,413	-0,418	-11,803	0,000	19999	0,0001	6184,77	0,30930
0,70663	0,544	0,495	0,211	0,584	20000	0,5836	6185,35	0,30930
0,71707	0,574	0,509	0,395	0,654	20001	0,6536	6186,01	0,30930

Moyennes écarts types

$\mu_r; \mu_s$: Moyenne de la Demande et Capacité (Sollicitation et Résistance sismique)

$\sigma_r; \sigma_s$: Ecart type de la Demande et Capacité (Sollicitation et Résistance sismique)

Simulations

t_s : Variables aléatoires simulées, distribution $\phi(u)$ obtenue par Tirages aléatoires de nombre sur support compact $[0, 1]$ de la demande sismique

\tilde{u}_s : Fonction réciproque de la de distribution $\phi(u)$ de la demande sismique
Abscisse de la fonction de distribution $\phi(u)$

$$s = [u_s * \sigma_s] + \mu_s$$

$$u_r = [s - \mu_s] / \sigma_r$$

Distribution de la capacité sismique

$F_r(s)$: Distribution de la variable simulée de la demande sismique

N_{sim} : Nombre de simulation

Probabilité de défaillance globale de la structure

$$P_f(i) = \frac{\sum [F_r(s)]}{N_{sim}} = \frac{1}{N_{sim}} \text{ Probabilité de défaillance globale de la structure à la } i \text{ ème simulation}$$

$$\sum P_f(i) = \sum P_{f(i-1)} + P_{f(i)} \text{ Probabilité cumulée de défaillance globale de la structure à la } i \text{ ème simulation}$$

P_f : Probabilité de défaillance globale de la structure avec n simulation

COMPTAGE DIRECT + TIRAGES CONDITIONNES – BT3 RDCH – 1 ETAGE (SELON DIRECTION X – X)

	μ	σ	β_e	α	u^*	x^*		μ^*	σ^*		Probabilité de Défaillance	$Pf_{(20000)}$	31,4%
R	0,478	0,241	0,650	0,9548	0,620	0,328		0,33	0,241		Probabilité de Résistance	$Pf_{(20000)}$	68,6%
S	0,314	0,075		0,297	0,193	0,300		0,30	0,075				

Avec R* et S*								Avec Ret S								Nsim	Pf =	Σ Pf _i =	Pf =
R	S	E	R	S				R	S										
tr =	Ūr =	r* =	ts =	Ūs =	s* =	err* - s*	1 à *σ	hr (r)	ur	fr (r)	hs (s)	us =	fs (s) =						
0,34180	-0,408	0,442	0,31257	-0,489	-0,219	0,661	0	4,831	-0,487	4,663	0,760	-0,988	0,526	1	0,000	0,000	0,00000		
0,97699	1,995	0,625	0,05926	-1,561	-0,719	1,344	0	0,718	1,922	0,828	0,254	-2,061	0,103	2	0,000	0,000	0,00000		
0,20582	-0,821	0,411	0,10470	-1,255	-0,576	0,987	0	3,748	-0,895	3,517	0,390	-1,754	0,184	3	0,000	0,000	0,00000		
0,32931	-0,442	0,440	0,05948	-1,559	-0,718	1,158	0	4,762	-0,514	4,600	0,254	-2,058	0,103	4	0,000	0,000	0,00000		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
0,84322	1,008	0,550	0,27693	-0,592	-0,267	0,817	0	3,160	0,935	3,391	0,719	-1,091	0,473	19998	0,000	6 275,26	0,31380		
0,16318	-0,981	0,399	0,07880	-1,413	-0,650	1,049	0	3,243	-1,053	3,016	0,316	-1,913	0,138	19999	0,000	6 275,26	0,31380		
0,22879	-0,743	0,417	0,70663	0,544	0,263	0,154	0	3,984	-0,816	3,763	0,739	0,048	0,856	20000	0,000	6 275,26	0,31380		
0,74035	0,644	0,522	0,71707	0,574	0,277	0,245	0	4,265	0,566	4,473	0,727	0,078	0,854	20001	0,000	6 275,26	0,31380		

Moyennes écarts types

μ_r ; μ_s : Moyenne de la Demande et Capacité (Sollicitation et résistance sismique)

σ_r ; σ_s : Ecart type de la Demande et Capacité (Sollicitation et résistance sismique)

Indice de fiabilité

$$\beta_e = (\mu_r - \mu_s) / [\sqrt{(\sigma_r^2 + \sigma_s^2)}]$$

$$\alpha_r = \sigma_r / [\sqrt{(\sigma_r^2 + \sigma_s^2)}]$$

$$\alpha_s = \sigma_s / [\sqrt{(\sigma_r^2 + \sigma_s^2)}]$$

Coordonnées du point P* dans l'espace standardisé

$$u_r^* = \alpha_r * \beta_e$$

$$u_s^* = \alpha_s * \beta_e$$

Coordonnées du point P* dans l'espace physique

$$r^* = [\mu_r (1 - \alpha_r * \beta_e * Cr)] ; \text{ avec } Cr = \sigma_r / \mu_r$$

$$s^* = [\mu_s (1 - \alpha_s * \beta_e * Cs)] ; \text{ avec } Cs = \sigma_s / \mu_s$$

Simulations

tr; ts : Variables aléatoires simulées, distribution $\phi(u)$ obtenue par Tirages aléatoires conditionnés de nombres sur support compact [0, 1] de la capacité et demande sismique

Ūr; Ūs : Fonction réciproque de la distribution $\phi(u)$ de la capacité et de la demande sismique

$$r^* = [\bar{u}_r * C = [\bar{u}_s * \sigma_s] + \mu^* s$$

Fonction d'état limite

$$e = r^* - s^* \text{ (Fonction d'état limite)}$$

Distribution de la capacité et de la demande sismique qui possède son mode au point P*

$$hr(r) = 1 / [\sigma_r^{-1} * \sqrt{2\pi} * e^{-(1/2)*(u_r)^2}] ; \quad hs(s) = 1 / [\sigma_s^{-1} * \sqrt{2\pi} * e^{-(1/2)*(u_s)^2}]$$

$$U_r = [r^* - \mu_r] / \sigma_r$$

Distribution de la capacité et de la demande sismique

$$fr(r) = \sigma_r^{-1} * \sqrt{2\pi} * e^{-(1/2)*(u_r)^2} ; \quad fs(s) = \sigma_s^{-1} * \sqrt{2\pi} * e^{-(1/2)*(u_s)^2}$$

Nsim : Nombre de simulation

$$Pf(i) = \frac{\sum [fr(r)] * [fs(s)]}{hr(r) * hs(s)} * \frac{1}{Nsim}$$

$$\Sigma Pf(i) = \Sigma Pf_{(i-1)} + Pf(i)$$

Probabilité cumulée de défaillance globale de la structure à la i^{ème} simulation

Pf : Probabilité de défaillance globale de la structure avec n simulation

Détails des résultats de la probabilité de ruine du bâti (mécanique probabiliste)

METHODE DE CALCUL PAR COMPTAGE DIRECT

Défaillance - Résistance		RESISTANCE AU CISAILLEMENT					
		NOMBRE ETAGE					
		1	3	5	7	9	12
BT3_RDCH	$P_{f(2000)}$	31,2%	80,6%	87,3%	-	-	-
BATIMENTS (antérieur 1900)	$1 - P_{f(2000)}$	68,8%	19,4%	12,7%	-	-	-
Maçonnerie (Pierres naturelles)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	-	-	-
BT11_R+I	$P_{f(2000)}$	63,1%	69,4%	64,2%	74,4%	-	-
BATIMENTS (années 1950 - 1970)	$1 - P_{f(2000)}$	36,9%	30,6%	35,8%	25,6%	-	-
Maçonnerie (Blocs de terre cuite)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	-	-
BT11_R+I	$P_{f(2000)}$	0,000%	1,14%	19,85%	19,5%	23,5%	36,3%
BATIMENTS (années 1950 - 1970)	$1 - P_{f(2000)}$	100,0%	98,9%	80,2%	80,5%	76,5%	63,7%
(B.A. - Classe C 16/20)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
BT9_RDCH	$P_{f(2000)}$	0,4%	2,6%	27,7%	41,9%	-	-
BATIMENTS (années 1970 - 1990)	$1 - P_{f(2000)}$	99,6%	97,5%	72,3%	58,1%	-	-
Maçonnerie (Blocs de béton)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	-	-
BT12_R+I	$P_{f(2000)}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
BATIMENTS (années 1990 - 2000)	$1 - P_{f(2000)}$	100,0%	100%	100,0%	100,0%	100,0%	-
(B.A. - Classe C 25/30)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	-

METHODE DE CALCUL PAR COMPTAGE DIRECT

Défaillance - Résistance		RESISTANCE AU CISAILLEMENT					
		NOMBRE ETAGE					
		1	3	5	7	9	12
BT3_RDCH	$P_{f(2000)}$	76,7%	80,3%	84,2%	-	-	-
BATIMENTS (antérieur 1900)	$1 - P_{f(2000)}$	23,3%	19,7%	15,8%	-	-	-
Maçonnerie (Pierres naturelles)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	-	-	-
BT11_R+I	$P_{f(2000)}$	58,4%	74,1%	66,8%	70,2%	-	-
BATIMENTS (années 1950 - 1970)	$1 - P_{f(2000)}$	41,6%	25,9%	33,2%	29,8%	-	-
Maçonnerie (Blocs de terre cuite)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	-	-
BT11_R+I	$P_{f(2000)}$	0,000%	0,51%	16,33%	19,2%	19,5%	43,1%
BATIMENTS (années 1950 - 1970)	$1 - P_{f(2000)}$	100,0%	99,5%	84,7%	80,8%	80,5%	56,9%
(B.A. - Classe C 16/20)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
BT9_RDCH	$P_{f(2000)}$	0,1%	2,7%	27,9%	45,5%	-	-
BATIMENTS (années 1970 - 1990)	$1 - P_{f(2000)}$	99,9%	97,3%	72,1%	54,5%	-	-
Maçonnerie (Blocs de béton)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	-	-
BT12_R+I	$P_{f(2000)}$	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-
BATIMENTS (années 1990 - 2000)	$1 - P_{f(2000)}$	100,0%	100%	100,0%	100,0%	100,0%	-
(B.A. - Classe C 25/30)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	-

METHODE DE CALCUL PAR SEPARATION DE Y.A.

Défaillance - Résistance		RESISTANCE AU CISAILLEMENT					
		NOMBRE ETAGE					
		1	3	5	7	9	12
BT3_RDCH	$P_{f(2000)}$	31,1%	80,6%	87,2%	-	-	-
BATIMENTS (antérieur 1900)	$1 - P_{f(2000)}$	68,9%	19,4%	12,8%	-	-	-
Maçonnerie (Pierres naturelles)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	-	-	-
BT11_R+I	$P_{f(2000)}$	62,9%	69,5%	64,4%	74,2%	-	-
BATIMENTS (années 1950 - 1970)	$1 - P_{f(2000)}$	37,1%	30,5%	35,6%	25,8%	-	-
Maçonnerie (Blocs de terre cuite)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	-	-
BT11_R+I	$P_{f(2000)}$	0,01%	1,07%	19,81%	19,5%	23,4%	36,4%
BATIMENTS (années 1950 - 1970)	$1 - P_{f(2000)}$	99,99%	98,9%	80,2%	80,5%	76,6%	63,6%
(B.A. - Classe C 16/20)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
BT9_RDCH	$P_{f(2000)}$	0,4%	2,5%	28,0%	41,9%	-	-
BATIMENTS (années 1970 - 1990)	$1 - P_{f(2000)}$	99,6%	97,5%	72,0%	58,1%	-	-
Maçonnerie (Blocs de béton)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	-	-
BT12_R+I	$P_{f(2000)}$	0,01%	0,0%	1,3%	0,0%	0,0%	-
BATIMENTS (années 1990 - 2000)	$1 - P_{f(2000)}$	99,99%	100%	98,7%	100,0%	100,0%	-
(B.A. - Classe C 25/30)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	-

METHODE DE CALCUL PAR SEPARATION DE Y.A.

Défaillance - Résistance		RESISTANCE AU CISAILLEMENT					
		NOMBRE ETAGE					
		1	3	5	7	9	12
BT3_RDCH	$P_{f(2000)}$	31,1%	80,3%	84,0%	-	-	-
BATIMENTS (antérieur 1900)	$1 - P_{f(2000)}$	68,9%	19,7%	16,0%	-	-	-
Maçonnerie (Pierres naturelles)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	-	-	-
BT11_R+I	$P_{f(2000)}$	58,0%	74,2%	67,0%	70,0%	-	-
BATIMENTS (années 1950 - 1970)	$1 - P_{f(2000)}$	42,1%	25,8%	33,0%	30,0%	-	-
Maçonnerie (Blocs de terre cuite)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	-	-
BT11_R+I	$P_{f(2000)}$	0,01%	0,51%	16,32%	19,2%	19,3%	43,2%
BATIMENTS (années 1950 - 1970)	$1 - P_{f(2000)}$	99,99%	99,5%	84,7%	80,8%	80,7%	56,8%
(B.A. - Classe C 16/20)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
BT9_RDCH	$P_{f(2000)}$	0,2%	2,7%	28,1%	45,5%	-	-
BATIMENTS (années 1970 - 1990)	$1 - P_{f(2000)}$	99,8%	97,3%	71,9%	54,5%	-	-
Maçonnerie (Blocs de béton)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	-	-
BT12_R+I	$P_{f(2000)}$	0,01%	0,0%	1,3%	0,0%	0,0%	-
BATIMENTS (années 1990 - 2000)	$1 - P_{f(2000)}$	99,99%	100%	98,7%	100,0%	100,0%	-
(B.A. - Classe C 25/30)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	-

METHODE DE CALCUL PAR COMPTAGE DIRECT • TIRAGES CONDITIONNES

Défaillance - Résistance		RESISTANCE AU CISAILLEMENT					
		NOMBRE ETAGE					
		1	3	5	7	9	12
BT3_RDCH	$P_{f(2000)}$	31,4%	80,7%	86,7%	-	-	-
BATIMENTS (antérieur 1900)	$1 - P_{f(2000)}$	68,6%	19,3%	13,3%	-	-	-
Maçonnerie (Pierres naturelles)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	-	-	-
BT11_R+I	$P_{f(2000)}$	63,3%	69,4%	64,2%	73,8%	-	-
BATIMENTS (années 1950 - 1970)	$1 - P_{f(2000)}$	36,7%	30,6%	35,8%	26,3%	-	-
Maçonnerie (Blocs de terre cuite)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	-	-
BT11_R+I	$P_{f(2000)}$	0,00%	0,00%	18,40%	17,7%	36,5%	36,5%
BATIMENTS (années 1950 - 1970)	$1 - P_{f(2000)}$	100,00%	100,0%	81,6%	82,3%	63,5%	63,5%
(B.A. - Classe C 16/20)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
BT9_RDCH	$P_{f(2000)}$	1,3%	2,2%	27,8%	41,8%	-	-
BATIMENTS (années 1970 - 1990)	$1 - P_{f(2000)}$	98,8%	97,8%	72,2%	58,2%	-	-
Maçonnerie (Blocs de béton)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	-	-
BT12_R+I	$P_{f(2000)}$	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	-
BATIMENTS (années 1990 - 2000)	$1 - P_{f(2000)}$	100,0%	100%	99,9%	100,0%	100,0%	-
(B.A. - Classe C 25/30)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	-

METHODE DE CALCUL PAR COMPTAGE DIRECT • TIRAGES CONDITIONNES

Défaillance - Résistance		RESISTANCE AU CISAILLEMENT					
		NOMBRE ETAGE					
		1	3	5	7	9	12
BT3_RDCH	$P_{f(2000)}$	76,4%	80,4%	83,9%	-	-	-
BATIMENTS (antérieur 1900)	$1 - P_{f(2000)}$	23,6%	19,6%	16,2%	-	-	-
Maçonnerie (Pierres naturelles)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	-	-	-
BT11_R+I	$P_{f(2000)}$	58,5%	74,0%	66,5%	69,9%	-	-
BATIMENTS (années 1950 - 1970)	$1 - P_{f(2000)}$	41,5%	26,0%	33,5%	30,1%	-	-
Maçonnerie (Blocs de terre cuite)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	-	-
BT11_R+I	$P_{f(2000)}$	0,00%	0,00%	13,16%	17,4%	18,2%	43,1%
BATIMENTS (années 1950 - 1970)	$1 - P_{f(2000)}$	100,00%	100,0%	86,8%	82,6%	81,8%	56,9%
(B.A. - Classe C 16/20)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
BT9_RDCH	$P_{f(2000)}$	1,0%	2,5%	27,8%	45,4%	-	-
BATIMENTS (années 1970 - 1990)	$1 - P_{f(2000)}$	99,0%	97,5%	72,2%	54,6%	-	-
Maçonnerie (Blocs de béton)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	-	-
BT12_R+I	$P_{f(2000)}$	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	-
BATIMENTS (années 1990 - 2000)	$1 - P_{f(2000)}$	100,0%	100%	99,9%	100,0%	100,0%	-
(B.A. - Classe C 25/30)	Nb Sim	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	-

ANNEXE – CHAPITRE 6

















Classes de sol		MULHOUSE : Répartition du bâti					
		 1 à 2 étages	 3 étages	 5 étages	 7 étages	 9 étages	 > 9 étages
Sol de classe B		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
		NON	NON	NON	NON	OUI	OUI
		NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI
		NON	NON	NON	NON	NON	NON
Sol de classe C		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
		NON	NON	OUI	OUI	OUI	OUI
		NON	NON	OUI	OUI	OUI	OUI
		NON	NON	NON	NON	NON	NON
OUI : Le bâti s'effondre au séisme de référence préconisé par l'Eurocode							
NON : Le bâti ne s'effondre pas au séisme de référence préconisé par l'Eurocode							

Tableau n° A 12 : Bâtiments qui s'effondrent identifiés à partir du modèle d'évaluation de la vulnérabilité du bâti établi au chapitre n° 5

Source : [Modèle d'évaluation de la vulnérabilité du bâti établi au chapitre n° 5]

CAS DU CENTRE – VILLE DE MULHOUSE

	Résultats quantitatifs réels	Résultats quantitatifs normalisés Indices (Application de la figure n° 93)	Niveaux Qualitatifs
Aléa	Accélération de sol = 1,485 m/s ²	$I_A = \frac{1,485 - 1,100}{1,980 - 1,100} = 0,438$	Niveau Modéré
Vulnérabilité (Population)	Densité de Population = 14215 hab/Km ²	$I_{Vh} = \frac{14\,215 - 5\,942}{30\,729 - 5\,942} = 0,346$	Niveau Faible
Vulnérabilité (Bâti)	Densité du bâti = 19,10 %	$I_{Vb} = \frac{0,191 - 0,000}{0,430 - 0,000} = 0,443$	Niveau Modéré
Risque (Population)	Risque = $\frac{1,485 * 14215}{10\,000} = 2,111$	$I_{RH} = \frac{2,111 - 0,906}{6,768 - 0,906} = 0,206$	Niveau Faible
Risque (Bâti)	Risque = 1,485 * 0,191 = 0,283	$I_{Rb} = \frac{0,191 - 0,000}{0,430 - 0,000} = 0,374$	Niveau Faible
<p>Aléa : Ymin = 1,10 m/s² Ymax = 1,980 m/s²</p> <p>Vulnérabilité (Population) : Ymin = 5 942 hab/Km² (Population) Ymax = 30 729 hab/Km² (Population)</p> <p>Risque (Population) : Ymin = 0,906 (Indice de Population) Ymax = 2,111 (Indice de Population)</p> <p>Vulnérabilité (Bâti) : Ymin = 0,00% (de bâtiment qui s'effondre) Ymax = 43,0% (de bâtiment qui s'effondre)</p> <p>Risque (Bâti) : Ymin = 0,000 (Indice de bâtiment qui s'effondre) Ymax = 0,430 (Indice de bâtiment qui s'effondre)</p>			

Tableau n° A 13 : Détail de calcul de la mise en application du modèle d'évaluation à la cartographie du risque sismique

Jean Lemaire

RESULTATS QUANTITATIFS NORMALISES – RESULTATS QUALITATIFS

MULHOUSE	ALEA SISMIQUE		VULNERABILITE SISMIQUE				RISQUE SISMIQUE			
	Indice aléa		Indice pertes en vie humaines		Indice effondrement du bâti		Indice pertes en vie humaines		Indice effondrement du bâti	
Secteurs	I _A	Niveau	I _{vh}	Niveau	I _{vb}	Niveau	I _{Rh}	Niveau	I _{rb}	Niveau
Centre ville	0,438	3 : MODERE	0,483	3 : MODERE	0,443	3 : MODERE	0,491	3 : MODERE	0,453	2 : FAIBLE
1: Nord	0,438	3 : MODERE	0,188	1 : TRES FAIBLE	0,184	1 : TRES FAIBLE	0,154	1 : TRES FAIBLE	0,168	1 : TRES FAIBLE
2: Est	0,438	3 : MODERE	0,621	4 : MOYEN	0,368	2 : FAIBLE	0,649	4 : MOYEN	0,371	2 : FAIBLE
3: Sud	0,625	4 : MOYEN	0,025	1 : TRES FAIBLE	0,061	1 : TRES FAIBLE	0,002	1 : TRES FAIBLE	0,040	1 : TRES FAIBLE
4: Sud-ouest	0,625	4 : MOYEN	0,477	3 : MODERE	0,998	5 : FORT	0,576	3 : MODERE	1,186	5 : FORT
5: Ouest	0,438	3 : MODERE	0,495	3 : MODERE	0,184	1 : TRES FAIBLE	0,505	3 : MODERE	0,168	1 : TRES FAIBLE

I_A : Indice d'aléa ; I_V : Indice de vulnérabilité ; I_{Rh} : Indice de risque de perte en vie humaine dû à l'effondrement du bâti ; I_{Rb} : Indice de risque d'effondrement du bâti

BÂLE	ALEA SISMIQUE		VULNERABILITE SISMIQUE				RISQUE SISMIQUE			
	Indice aléa		Indice pertes en vie humaines		Indice effondrement du bâti		Indice pertes en vie humaines		Indice effondrement du bâti	
Secteurs	I _A	Niveau	I _{vh}	Niveau	I _{vb}	Niveau	I _{Rh}	Niveau	I _{rb}	Niveau
Centre ville	0,625	4 : MOYEN	0,460	3 : MODERE	0,634	4 : MOYEN	0,555	3 : MODERE	0,453	4 : MOYEN
1: Nord	0,438	3 : MODERE	2,029	5 : FORT	0,184	1 : TRES FAIBLE	2,257	5 : FORT	0,168	1 : TRES FAIBLE
2: Est	0,438	3 : MODERE	0,554	3 : MODERE	0,368	1 : TRES FAIBLE	0,573	3 : MODERE	0,371	1 : TRES FAIBLE
3: Sud	0,625	4 : MOYEN	0,578	3 : MODERE	0,061	2 : FAIBLE	0,705	4 : MOYEN	0,040	2 : FAIBLE
4: Sud-ouest	0,625	4 : MOYEN	0,557	3 : MODERE	0,998	3 : MODERE	0,679	4 : MOYEN	1,186	3 : MODERE
5: Ouest	0,625	4 : MOYEN	1,286	5 : FORT	0,184	3 : MODERE	1,604	5 : FORT	0,168	3 : MODERE

I_A : Indice d'aléa ; I_V : Indice de vulnérabilité ; I_{Rh} : Indice de risque de perte en vie humaine dû à l'effondrement du bâti ; I_{Rb} : Indice de risque d'effondrement du bâti

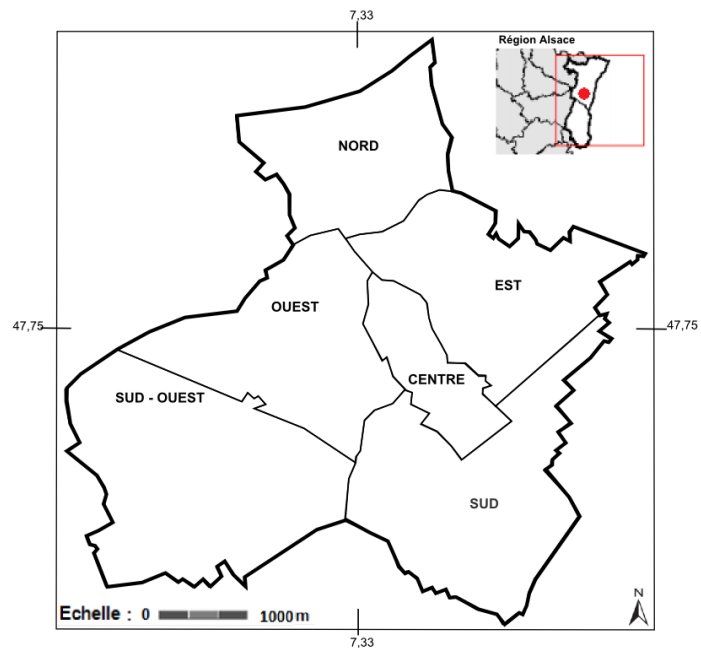
Tableau n° A 14 : Indices de l'aléa, de la vulnérabilité et du risque sismique à l'échelle des territoires mulhousien et Bâlois

Source : [BD Carto, IGN, Carte géologique de France à 1/50 000 – BRGM 2001- Autorisation n° 2004/039 ; ROULLÉ A., BITRI A., MATHIEU F., RICHALET G., 2007 ; E. BECK, 2006 ; WITTMANN O. et al., 1969 ; Eurocode 8.1 – Article 3.2.2.2]

MULHOUSE : Risque d'effondrement du bâti (RESULTATS QUANTITATIFS)**CARTOGRAPHIE****LEGENDE**

— : Limites Administratives

— : Limites des secteurs
historico-géographiques



SECTEURS	(*)	Effondrement	Quantité moyenne des bâtiments effondrés
TERRITOIRE GLOBAL	90,4%	OUI	15,1% Quantité moyenne des bâtiments Effondrés tous secteurs confondus
	9,6%	NON	
CENTRE VILLE	19,1%	OUI	
	1,6%	NON	
1 : NORD	7,9%	OUI	
	0,9%	NON	
2 : EST	15,8%	OUI	
	0,9%	NON	
3 : SUD	2,4%	OUI	
	0,4%	NON	
4 : SUD-OUEST	37,3%	OUI	
	1,6%	NON	
5 : OUEST	7,9%	OUI	
	0,2%	NON	

LEGENDE

(*) : Quantité de bâtiments effondrés ou non effondrés par secteur par rapport au nombre total de bâtiments contenus dans le territoire

— : Limites Administratives — : Limites des secteurs historico-géographiques

Figure n° A 10 : Risque d'effondrement du bâti à l'échelle du territoire mulhousien selon

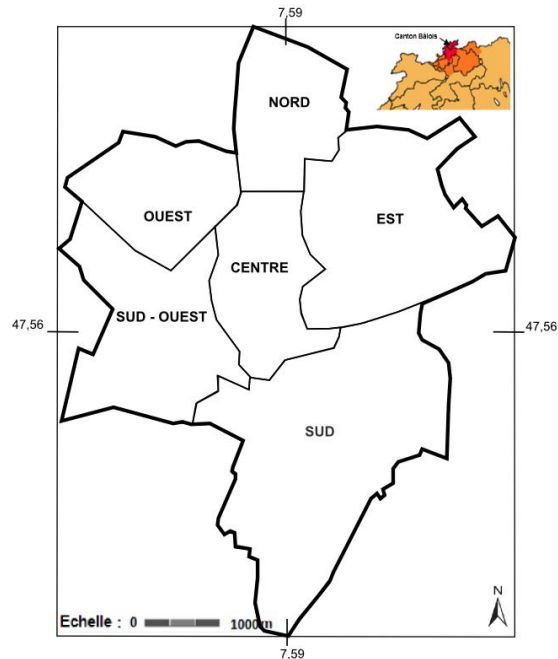
les critères de l'âge, des matériaux et de la hauteur des constructions

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire

BÂLE : Risque d'effondrement du bâti (RESULTATS QUANTITATIFS)**CARTOGRAPHIE****LEGENDE**

- : Limites Administratives
 : Limites des secteurs historico-géographiques



SECTEURS	(*)	Effondrement	Quantité moyenne des bâtiments effondrés
TERRITOIRE GLOBAL	75,1% 24,9%	OUI NON	12,5% Quantité moyenne des bâtiments Effondrés tous secteurs confondus
CENTRE VILLE	22,9% 5,8%	OUI NON	
1 : NORD	3,4% 2,0%	OUI NON	
2 : EST	2,0% 3,5%	OUI NON	
3 : SUD	11,7% 4,3%	OUI NON	
4 : SUD-OUEST	18,9% 4,7%	OUI NON	
5 : OUEST	16,3% 4,6%	OUI NON	
LEGENDE			
(*) : Quantité de bâtiments effondrés ou non effondrés par secteur par rapport au nombre total de bâtiments contenus dans le territoire			
 : Limites Administratives : Limites des secteurs historico-géographiques			

Figure n° A 11 : Risque d'effondrement du bâti à l'échelle du territoire bâlois selon les critères de l'âge, des matériaux et de la hauteur des constructions

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire

**CAS D'INTERVENTION DE REDUCTION DE RISQUE DE PERTE EN VIE HUMAINE ET DE
RISQUE D'EFFONDREMENT DU BATI**

POPULATION	Centre-ville		Nord		Est		Sud		Sud-ouest		Ouest	
	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti
Centre-ville	R=3	R=2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nord	-	-	R=1	R=1	-	-	-	-	-	-	-	-
Est	-	-	-	-	R=4	R=2	-	-	-	-	-	-
Sud	-	-	-	-	-	-	R=1	R=1	-	-	-	-
Sud-ouest	-	-	-	-	-	-	-	-	R=3	R=5	-	-
Ouest	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R=3	R=1

A : Aléa V : Vulnérabilité R : Risque Pop : Population
— : Cas n° 1 — : Cas n° 2 — : Cas n° 3

Tableau n° A 15 : Matrice des niveaux de risque de perte en vie humaine et de niveaux de risque d'effondrement du bâti à l'échelle du territoire Mulhousien

J. Lemaire

**CAS D'INTERVENTION DE REDUCTION DE RISQUE DE PERTE EN VIE HUMAINE ET DE
RISQUE D'EFFONDREMENT DU BATI**

Bâti	Centre-ville		Nord		Est		Sud		Sud-ouest		Ouest	
	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti
Centre-ville	R=3	R=4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nord	-	-	R=5	R=1	-	-	-	-	-	-	-	-
Est	-	-	-	-	R=3	R=1	-	-	-	-	-	-
Sud	-	-	-	-	-	-	R=4	R=2	-	-	-	-
Sud-ouest	-	-	-	-	-	-	-	-	R=4	R=3	-	-
Ouest	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R=5	R=3

A : Aléa V : Vulnérabilité R : Risque Pop : Population
— : Cas n° 1 — : Cas n° 2 — : Cas n° 3

Tableau n° A 16 : Matrice des niveaux de risque de perte en vie humaine et de niveaux de risque d'effondrement du bâti à l'échelle du territoire bâlois

J. Lemaire

RESULTATS QUANTITATIFS NORMALISES – RESULTATS QUALITATIFS

MULHOUSE		ALEA SISMIQUE		VULNERABILITE SISMIQUE				RISQUE SISMIQUE			
		Indice aléa		Indice pertes en vie humaines		Indice effondrement du bâti		Indice pertes en vie humaines		Indice effondrement du bâti	
Secteurs	Quartiers	I _A	Niveau	I _{vh}	Niveau	I _{vb}	Niveau	I _{rh}	Niveau	I _{rb}	Niveau
Centre ville	Au Nord du secteur	0,438	3 : MODERE	0,370	2 : FAIBLE	0,338	2 : FAIBLE	0,362	2 : FAIBLE	0,628	4 : MOYEN
	Au Sud du secteur	0,625	4 : MOYEN	0,523	3 : MODERE	0,433	3 : MODERE	0,635	4 : MOYEN	0,893	5 : FORT
1 : Nord	Dans l'ensemble du secteur	0,438	3 : MODERE	0,175	1 : TRES FAIBLE	0,317	2 : FAIBLE	0,139	1 : TRES FAIBLE	0,588	2 : FAIBLE
2 : Est	Au Nord du secteur	0,438	3 : MODERE	0,675	4 : MOYEN	0,202	2 : FAIBLE	0,710	4 : MOYEN	0,375	2 : FAIBLE
	Au Sud du secteur	0,625	4 : MOYEN	0,561	3 : MODERE	0,437	3 : MODERE	0,683	4 : MOYEN	0,901	5 : FORT
3 : Sud	Au Nord du secteur	0,625	4 : MOYEN	0,176	1 : TRES FAIBLE	0,104	4 : MOYEN	0,194	1 : TRES FAIBLE	0,215	2 : FAIBLE
4 : Sud-ouest	Au Nord du secteur	0,625	4 : MOYEN	0,157	1 : TRES FAIBLE	0,661	4 : MOYEN	0,170	1 : TRES FAIBLE	1,363	5 : FORT
	Au Sud-ouest du secteur	0,625	4 : MOYEN	0,221	2 : FAIBLE	0,180	1 : TRES FAIBLE	0,251	2 : FAIBLE	0,371	2 : FAIBLE
	Au Sud-est du secteur	0,625	4 : MOYEN	2,825	5 : FORT	0,876	5 : FORT	3,557	5 : FORT	1,807	5 : FORT
5 : Ouest	Au Nord du secteur	0,438	3 : MODERE	0,487	3 : MODERE	0,073	1 : TRES FAIBLE	0,496	3 : MODERE	0,135	1 : TRES FAIBLE
	Au Sud-ouest du secteur	0,438	3 : MODERE	0,971	5 : FORT	0,010	1 : TRES FAIBLE	1,049	5 : FORT	0,019	1 : TRES FAIBLE
	Au Sud-est du secteur	0,438	3 : MODERE	0,101	1 : TRES FAIBLE	0,233	2 : FAIBLE	0,055	1 : TRES FAIBLE	0,433	3 : MODERE

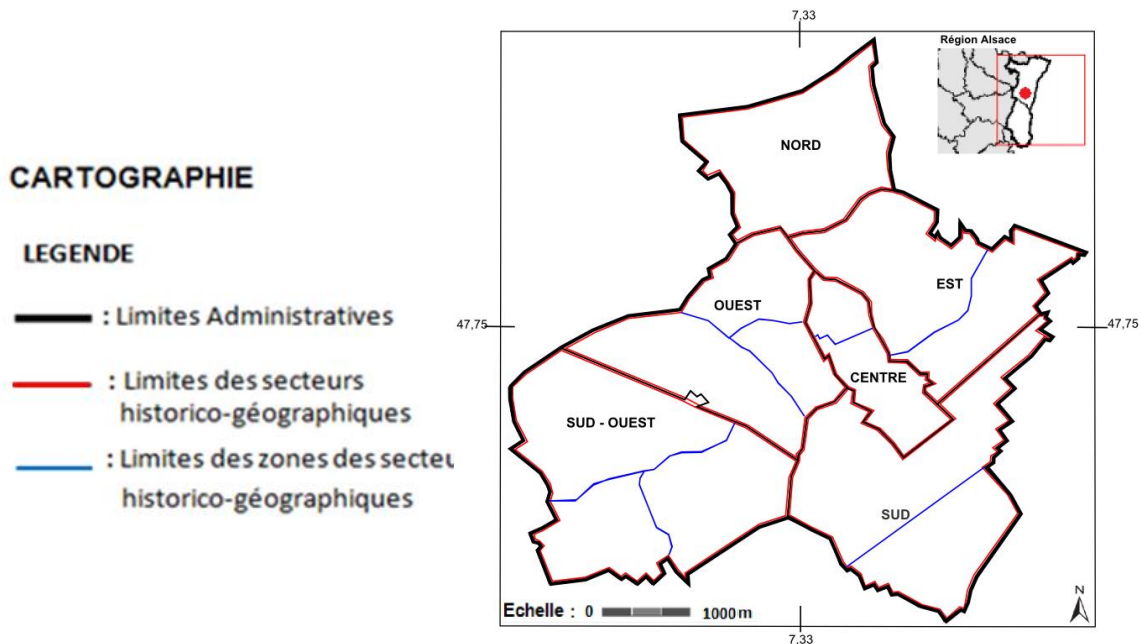
I_A : Indice d'aléa ; I_v : Indice de vulnérabilité ; I_{rh} : Indice de risque de perte en vie humaine dû à l'effondrement du bâti ; I_{rb} : Indice de risque d'effondrement du bâti

BÂLE		ALEA SISMIQUE		VULNERABILITE SISMIQUE				RISQUE SISMIQUE			
		Indice aléa		Indice pertes en vie humaines		Indice effondrement du bâti		Indice pertes en vie humaines		Indice effondrement du bâti	
Secteurs	Quartiers	I _A	Niveau	I _{vh}	Niveau	I _{vb}	Niveau	I _{rh}	Niveau	I _{rb}	Niveau
Centre ville	Au Nord-est du secteur	0,438	3 : MODERE	1,596	5 : FORT	0,141	1 : TRES FAIBLE	1,762	5 : FORT	0,262	2 : FAIBLE
	Au Sud-ouest du sec	0,625	4 : MOYEN	0,460	3 : MODERE	0,875	5 : FORT	0,555	3 : MODERE	1,805	5 : FORT
1 : Nord	Au Nord-est du secteur	0,438	3 : MODERE	2,376	5 : FORT	0,096	1 : TRES FAIBLE	2,654	5 : FORT	0,177	1 : TRES FAIBLE
	Au Sud-ouest du secteur	0,438	3 : MODERE	2,153	5 : FORT	0,021	1 : TRES FAIBLE	2,398	5 : FORT	0,039	1 : TRES FAIBLE
2 : Est	Au Nord-est du secteur	0,438	3 : MODERE	0,476	3 : MODERE	0,059	1 : TRES FAIBLE	0,483	3 : MODERE	0,110	1 : TRES FAIBLE
	Au Sud-ouest du secteur	0,438	3 : MODERE	1,047	5 : FORT	0,041	1 : TRES FAIBLE	1,136	5 : FORT	0,076	1 : TRES FAIBLE
3 : Sud	Au Nord-est du secteur	0,438	3 : MODERE	1,128	5 : FORT	0,382	2 : FAIBLE	1,228	5 : FORT	0,709	4 : MOYEN
	Au Sud-ouest du secteur	0,625	4 : MOYEN	0,068	1 : TRES FAIBLE	0,082	1 : TRES FAIBLE	0,057	1 : TRES FAIBLE	0,168	1 : TRES FAIBLE
4 : Sud-ouest	Au Nord du secteur	0,536	4 : MOYEN	0,536	3 : MODERE	0,502	3 : MODERE	0,651	4 : MOYEN	1,036	5 : FORT
	Au Sud du secteur	0,577	4 : MOYEN	0,577	3 : MODERE	0,388	2 : FAIBLE	0,704	4 : MOYEN	0,800	5 : FORT
5 : Ouest	Dans l'ensemble du secteur	1,029	4 : MOYEN	1,029	5 : FORT	0,790	4 : MOYEN	1,277	5 : FORT	1,629	5 : FORT

I_A : Indice d'aléa ; I_v : Indice de vulnérabilité ; I_{rh} : Indice de risque de perte en vie humaine dû à l'effondrement du bâti ; I_{rb} : Indice de risque d'effondrement du bâti

Tableau n° A 17 : Indices de l'aléa, de la vulnérabilité et du risque sismique à l'échelle des secteurs historico-géographiques mulhousien et Bâlois

Source : [BD Carto, IGN, Carte géologique de France à 1/50 000 – BRGM 2001- Autorisation n° 2004/039 ; ROULLÉ A., BITRI A., MATHIEU F., RICHALET G., 2007, E. BECK, 2006 ; WITTMANN O. et al., 1969 ; Eurocode 8.1 – Article 3.2.2.2]

MULHOUSE : Risque d’effondrement du bâti (RESULTATS QUANTITATIFS)

SECTEURS	ZONES DES SECTEURS	(1)	(2)	Effondrement		Quantité moyenne de bâtiments effondrés
				OUI	NON	
CENTRE VILLE	Au Nord du centre-ville	8,5%	1,0%	OUI	NON	7,5% Quantité moyenne des bâtiments effondrés tous secteurs confondus
	Au Sud du centre-ville	10,6%	0,6%	OUI	NON	
1 : NORD	Ensemble du secteur	7,9%	0,9%	OUI	NON	
2 : EST	Au Nord du secteur	5,0%	0,5%	OUI	NON	
	Au Sud du secteur	10,9%	0,4%	OUI	NON	
3 : SUD	Au Nord du secteur	2,4%	0,4%	OUI	NON	
	Au Sud du secteur	-	-	OUI	NON	
4 : SUD-OUEST	Au Nord du secteur	16,2%	0,3%	OUI	NON	
	Au Sud-ouest du secteur	0,0%	4,5%	OUI	NON	
	Au Sud-est du secteur	21,1%	0,8%	OUI	NON	
5 : OUEST	Au Nord du secteur	1,8%	0,0%	OUI	NON	
	Au Sud-ouest du secteur	0,3%	0,0%	OUI	NON	
	Au Sud-est du secteur	5,8%	0,2%	OUI	NON	

LEGENDE

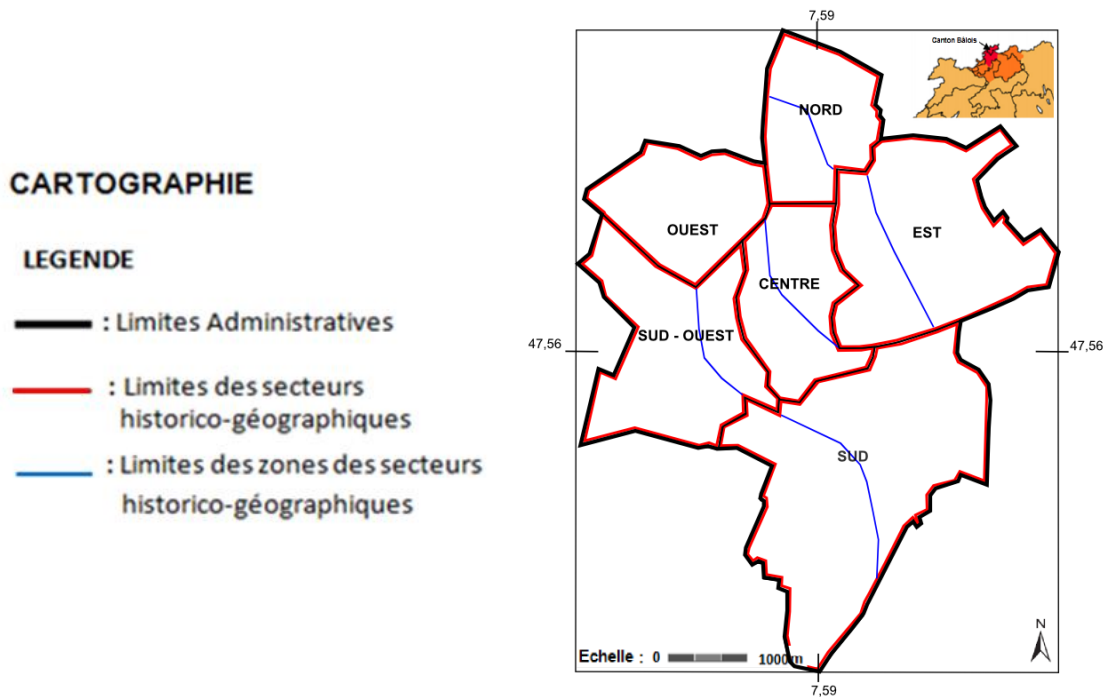
(1) : Quantité de bâtiments effondrés par zone de chacun des secteurs historico-géographiques
(2) : Quantité de bâtiments non effondrés par zone de chacun des secteurs historico-géographiques

: Limites Administratives : Limites des secteurs historico-géographiques

Figure n° A 12 : Risque d’effondrement du bâti à l’échelle des secteurs historico-géographiques du territoire mulhousien selon les critères de l’âge, des matériaux et de la hauteur des constructions

Source : Données collectées sur le terrain

BÂLE : Risque d'effondrement du bâti (RESULTATS QUANTITATIFS)



SECTEURS	ZONES DES SECTEURS	(*)		Effondrement		Quantité moyenne de bâtiments effondrés
		(1)	(2)	OUI	NON	
CENTRE VILLE	Au Nord-est du centre-ville	3,7%	1,8%	OUI	NON	6,8% Quantité moyenne des bâtiments effondrés tous secteurs confondus
	Au Sud-ouest du centre-ville	19,2%	4,0%	OUI	NON	
1 : NORD	Au Nord-est du secteur	2,4%	0,5%	OUI	NON	
	Au Sud-ouest du secteur	1,0%	1,5%	OUI	NON	
2 : EST	Au Nord-est du secteur	1,5%	2,6%	OUI	NON	
	Au Sud-ouest du secteur	0,5%	1,0%	OUI	NON	
3 : SUD	Au Nord-est du secteur	9,7%	3,9%	OUI	NON	
	Au Sud-ouest du secteur	1,9%	0,4%	OUI	NON	
4 : SUD-OUEST	Au Nord-est du secteur	10,0%	3,4%	OUI	NON	
	Au Sud-ouest du secteur	8,9%	1,3%	OUI	NON	
5 : OUEST	Ensemble du secteur	16,3%	1,6%	OUI	NON	

LEGENDE

(1) : Quantité de bâtiments effondrés par zone de chacun des secteurs historico-géographiques

(2) : Quantité de bâtiments non effondrés par zone de chacun des secteurs historico-géographiques

— : Limites Administratives — : Limites des secteurs historico-géographiques

Figure n° A 13 : Risque d'effondrement du bâti à l'échelle des secteurs historico-géographiques du territoire bâlois selon les critères de l'âge, des matériaux et de la hauteur des constructions sien selon les critères de l'âge, des matériaux et de la hauteur des constructions

Source : Données collectées sur le terrain

**CAS D'INTERVENTION DE REDUCTION DE RISQUE DE PERTE EN VIE HUMAINE ET DE
RISQUE D'EFFONDREMENT DU BATI**

POPULATION	Centre-ville		Nord		Est		Sud		Sud-ouest		Ouest	
	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti
Centre-ville (Zone Nord)	R=2	R=4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centre-ville (Zone Sud)	R=4	R=5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nord (Ensemble secteur)	-	-	R=1	R=2	-	-	-	-	-	-	-	-
Est (Zone Nord)	-	-	-	-	R=4	R=1	-	-	-	-	-	-
Est (Zone Sud)	-	-	-	-	R=4	R=5	-	-	-	-	-	-
Sud (Zone Nord)	-	-	-	-	-	-	R=1	R=2	-	-	-	-
Sud (Zone Sud)	-	-	-	-	-	-	R=1	R=2	-	-	-	-
Sud-ouest (Zone Nord)	-	-	-	-	-	-	-	-	R=1	R=5	-	-
Sud-ouest (Zone S-O)	-	-	-	-	-	-	-	-	R=2	R=2	-	-
Sud-ouest (Zone S-E)	-	-	-	-	-	-	-	-	R=5	R=5	-	-
Ouest (Zone Nord)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R=2	R=1
Ouest (Zone S-O)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R=3	R=1
Ouest (Zone S-E)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R=1	R=3

R : Niveau qualitatif de Risque Pop : Population
— : Cas n° 1 — : Cas n° 2 — : Cas n° 3

Tableau n° A 18 : Matrice des niveaux de risque de perte en vie humaine et de niveaux de risque d'effondrement du bâti à l'échelle des secteurs historico-géographiques mulhousien

J. Lemaire

**CAS D'INTERVENTION DE REDUCTION DE RISQUE DE PERTE EN VIE HUMAINE ET DE
RISQUE D'EFFONDREMENT DU BATI**

POPULATION	Centre-ville		Nord		Est		Sud		Sud-ouest		Ouest	
	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti	Pop.	Bâti
Centre-ville (Zone N-E)	R=5	R=2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centre-ville (Zone S-O)	R=3	R=5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nord (Zone N-E)	-	-	R=5	R=1	-	-	-	-	-	-	-	-
Nord (Zone S-O)	-	-	R=5	R=1	-	-	-	-	-	-	-	-
Est (Zone N-E)	-	-	-	-	R=3	R=1	-	-	-	-	-	-
Est (Zone S-O)	-	-	-	-	R=5	R=1	-	-	-	-	-	-
Sud (Zone N-E)	-	-	-	-	-	-	R=5	R=4	-	-	-	-
Sud (Zone S-O)	-	-	-	-	-	-	R=1	R=1	-	-	-	-
Sud-ouest (Zone Nord)	-	-	-	-	-	-	-	-	R=4	R=5	-	-
Sud-ouest (Zone Sud)	-	-	-	-	-	-	-	-	R=4	R=5	-	-
Ouest (Ensemble secteur)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R=5	R=5

R : Niveau qualitatif de Risque Pop : Population
— : Cas n° 1 — : Cas n° 2 — : Cas n° 3

Tableau n° A 19 : Matrice des niveaux de risque de perte en vie humaine et de niveaux de risque d'effondrement du bâti à l'échelle des secteurs historico-géographiques bâlois

J. Lemaire

MULHOUSE : Phénomènes de résonance																						
SECTEURS	Localisation des zones	(1)	(2)	CARTOGRAPHIE																		
CENTRE VILLE	Dans la partie Nord du centre ville	2,2%	Non	<p>MULHOUSE</p> <p>CARTOGRAPHIE</p> <p>LEGENDE</p> <p> : Limites Administratives</p> <p> : Limites des secteurs historico-géographiques</p> <p> : Limites des zones des secteurs historico-géographiques</p>																		
		5,6%	Non																			
	Dans la partie Sud du centre ville	0,8%	Non																			
		6,9%	Non																			
		2,3%	Non																			
	1 : NORD	Dans l'ensemble du secteur historico-géographique	2,2%		Non																	
3,4%			Non																			
2,1%			Non																			
2 : EST	Dans la partie Nord du secteur historico-géographique	0,1%	Non																			
		0,2%	Non																			
		3,9%	Non																			
		0,4%	Non																			
	Dans la partie Sud du secteur historico-géographique	1,2%	Non																			
		6,9%	Non																			
3 : SUD	Dans la partie Nord du secteur historico-géographique	0,5%	Non																			
		1,3%	Oui																			
		0,5%	Oui																			
<p>LEGENDE</p> <table border="0"> <tr> <td> : Type 1</td> <td>T1 < 1900 Constructions en pierres naturelles</td> <td> : Bâtiment de 1 à 2 étages</td> </tr> <tr> <td> : Type 2</td> <td>1950 < T2 < 1970 Constructions en blocs de T.C</td> <td> : Bâtiment de 3 étages</td> </tr> <tr> <td> : Type 3</td> <td>1950 < T3 < 1970 Constructions en béton armé</td> <td> : Bâtiment de 4 à 5 étages</td> </tr> <tr> <td> : Type 4</td> <td>1970 < T4 < 1990 Constructions en blocs béton</td> <td> : Bâtiment de 6 à 7 étages</td> </tr> <tr> <td> : Type 5</td> <td>1990 < T5 < 2000 Constructions en béton armé</td> <td> : Bâtiment de 8 à 9 étages</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> : > 9 étages</td> </tr> </table> <p>(1) : Répartition des différents types de bâtiments dominant dans les quartiers</p> <p>(2) : Phénomène de résonance</p> <p> : Limites Administratives : Limites des quartiers</p>					: Type 1	T1 < 1900 Constructions en pierres naturelles	: Bâtiment de 1 à 2 étages	: Type 2	1950 < T2 < 1970 Constructions en blocs de T.C	: Bâtiment de 3 étages	: Type 3	1950 < T3 < 1970 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 4 à 5 étages	: Type 4	1970 < T4 < 1990 Constructions en blocs béton	: Bâtiment de 6 à 7 étages	: Type 5	1990 < T5 < 2000 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 8 à 9 étages			: > 9 étages
: Type 1	T1 < 1900 Constructions en pierres naturelles	: Bâtiment de 1 à 2 étages																				
: Type 2	1950 < T2 < 1970 Constructions en blocs de T.C	: Bâtiment de 3 étages																				
: Type 3	1950 < T3 < 1970 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 4 à 5 étages																				
: Type 4	1970 < T4 < 1990 Constructions en blocs béton	: Bâtiment de 6 à 7 étages																				
: Type 5	1990 < T5 < 2000 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 8 à 9 étages																				
		: > 9 étages																				

Tableau n° A 20 : Identification du bâti et localisation des zones susceptibles de phénomènes de résonance à l'échelle des secteurs historico-géographiques mulhousiens

Source : Données collectées sur le terrain

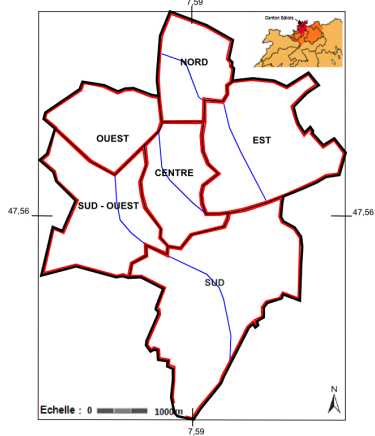
J. Lemaire

MULHOUSE : Phénomènes de résonance				
SECTEURS	Localisation des zones	(1)	(2)	CARTOGRAPHIE
4 : SUD-OUEST	Dans la partie Nord du secteur historico-géographique	3,3% 12,8%	Non Non	<p>MULHOUSE</p> <p>CARTOGRAPHIE</p> <p>LEGENDE</p> <p> : Limites Administratives</p> <p> : Limites des secteurs historico-géographiques</p> <p> : Limites des zones des secteurs historico-géographiques</p>
	Dans la partie Sud-ouest du Secteur historico-géographique	4,5% 4,5%	Oui	
	Dans la partie Sud-est du secteur historico-géographique	6,5% 14,6%	Non Non	
5 : OUEST	Dans la partie Nord du secteur historico-géographique	0,2% 1,1% 1,1% 0,4% 0,4%	Non Non Non Non	
	Dans la partie Sud-ouest du secteur historico-géographique	0,1% 0,1%	Non Non	
	Dans la partie Sud-est du secteur historico-géographique	3,4% 0,8% 1,3% 1,3%	Non Non Non Non	
	LEGENDE			
	: Type 1 : Type 2 : Type 3 : Type 4 : Type 5	T1 < 1900 Constructions en pierres naturelles 1950 < T2 < 1970 Constructions en blocs de T.C 1950 < T3 < 1970 Constructions en béton armé 1970 < T4 < 1990 Constructions en blocs béton 1990 < T5 < 2000 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 1 à 2 étages : Bâtiment de 3 étages : Bâtiment de 4 à 5 étages : Bâtiment de 6 à 7 étages : Bâtiment de 8 à 9 étages : > 9 étages	
(3) : Répartition des différents types de bâtiments dominant dans les quartiers	(4) : Phénomène de résonance	: Limites Administratives	: Limites des quartiers	

Tableau n° A 20 : Identification du bâti et localisation des zones susceptibles de phénomènes de résonance à l'échelle des secteurs historico-géographiques mulhousiens

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire

BALE : Phénomènes de résonance					
SECTEURS	Localisation des zones	(1)	(2)	CARTOGRAPHIE	
CENTRE VILLE	Dans la partie Nord-est du centre ville	● 1,9% ■ 0,8% ● 1,2%	Non Non Non	<p style="text-align: center;">BALE</p>  <p>CARTOGRAPHIE</p> <p>LEGENDE</p> <p>— : Limites Administratives</p> <p>— : Limites des secteurs historico-géographiques</p> <p>— : Limites des zones des secteurs historico-géographiques</p>	
	Dans la partie Sud-ouest du centre ville	● 19,1% ■ 1,1% ● 2,0%	Non Oui Oui		
1 : NORD	Dans la partie Nord-est du secteur historico-géographique	● 0,7% ■ 1,6% ● 0,4%	Non Non Non		
	Dans la partie Sud-ouest du secteur historico-géographique	● 0,2% ■ 0,2% ● 0,3% ■ 0,1% ● 0,6%	Non Non Non Non Non		
2 : EST	Dans la partie Nord-est du secteur historico-géographique	■ 1,0% ● 0,5% ■ 2,4%	Non Non Non		

LEGENDE		
● : Type 1	T1< 1900 Constructions en pierres naturelles	■ : Bâtiment de 1 à 2 étages
● : Type 2	1950<T2<1970 Constructions en blocs de T.C	■ : Bâtiment de 3 étages
● : Type 3	1950<T3<1970 Constructions en béton armé	■ : Bâtiment de 4 à 5 étages
● : Type 4	1970<T4<1990 Constructions en blocs béton	■ : Bâtiment de 6 à 7 étages
● : Type 5	1990<T5<2000 Constructions en béton armé	■ : Bâtiment de 8 à 9 étages
		■ : > 9 étages
(5) :	Répartition des différents types de bâtiments dominant dans les quartiers	
(6) :	Phénomène de résonance	
—	Limites Administratives	—
		—
		—

Tableau n° A 21 : Identification du bâti et localisation des zones susceptibles de phénomènes de résonance à l'échelle des secteurs historico-géographiques bâlois

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire


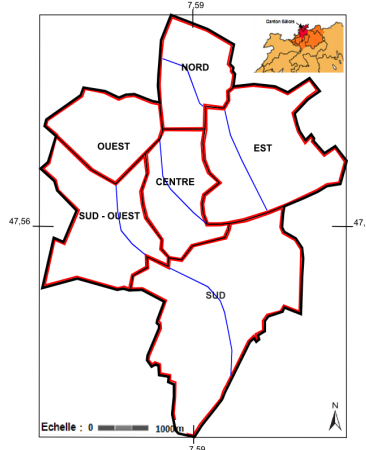


























































BALE : Phénomènes de résonance																							
SECTEURS	Localisation des zones	(1)		(2)	CARTOGRAPHIE																		
2 : EST (suite)	Dans la partie Sud-ouest du secteur historico-géographique		0,5%	Non	<p>BALE</p>  <p>CARTOGRAPHIE</p> <p>LEGENDE</p> <p> : Limites Administratives</p> <p> : Limites des secteurs historico-géographiques</p> <p> : Limites des zones des secteurs historico-géographiques</p>																		
			0,6%	Non																			
			0,6%	Non																			
			0,3%	Non																			
3 : SUD	Dans la partie Nord-est du secteur historico-géographique		7,7%	Non																			
			1,0%	Non																			
			0,2%	Non																			
			1,3%	Non																			
			0,5%	Oui																			
			0,5%	Non																			
			1,0%	Oui																			
																							
																							
																							
4 : SUD-OUEST	Dans la partie Sud-ouest du secteur historico-géographique		1,6%	Non																			
			0,2%	Oui																			
4 : SUD-OUEST	Dans la partie Nord-est du secteur historico-géographique		1,0%	Non																			
			3,1%	Non																			
			0,9%	Non																			
			4,9%	Non																			
			2,1%	Oui																			
<p>LEGENDE</p> <table border="0"> <tr> <td> : Type 1</td> <td>T1 < 1900 Constructions en pierres naturelles</td> <td> : Bâtiment de 1 à 2 étages</td> </tr> <tr> <td> : Type 2</td> <td>1950 < T2 < 1970 Constructions en blocs de T.C</td> <td> : Bâtiment de 3 étages</td> </tr> <tr> <td> : Type 3</td> <td>1950 < T3 < 1970 Constructions en béton armé</td> <td> : Bâtiment de 4 à 5 étages</td> </tr> <tr> <td> : Type 4</td> <td>1970 < T4 < 1990 Constructions en blocs béton</td> <td> : Bâtiment de 6 à 7 étages</td> </tr> <tr> <td> : Type 5</td> <td>1990 < T5 < 2000 Constructions en béton armé</td> <td> : Bâtiment de 8 à 9 étages</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td> : > 9 étages</td> </tr> </table> <p>(7) : Répartition des différents types de bâtiments dominant dans les quartiers</p> <p>(8) : Phénomène de résonance</p> <p> : Limites Administratives  : Limites des quartiers</p>						 : Type 1	T1 < 1900 Constructions en pierres naturelles	 : Bâtiment de 1 à 2 étages	 : Type 2	1950 < T2 < 1970 Constructions en blocs de T.C	 : Bâtiment de 3 étages	 : Type 3	1950 < T3 < 1970 Constructions en béton armé	 : Bâtiment de 4 à 5 étages	 : Type 4	1970 < T4 < 1990 Constructions en blocs béton	 : Bâtiment de 6 à 7 étages	 : Type 5	1990 < T5 < 2000 Constructions en béton armé	 : Bâtiment de 8 à 9 étages			 : > 9 étages
 : Type 1	T1 < 1900 Constructions en pierres naturelles	 : Bâtiment de 1 à 2 étages																					
 : Type 2	1950 < T2 < 1970 Constructions en blocs de T.C	 : Bâtiment de 3 étages																					
 : Type 3	1950 < T3 < 1970 Constructions en béton armé	 : Bâtiment de 4 à 5 étages																					
 : Type 4	1970 < T4 < 1990 Constructions en blocs béton	 : Bâtiment de 6 à 7 étages																					
 : Type 5	1990 < T5 < 2000 Constructions en béton armé	 : Bâtiment de 8 à 9 étages																					
		 : > 9 étages																					

Tableau n° A 21 : Identification du bâti et localisation des zones susceptibles de phénomènes de résonance à l'échelle des secteurs historico-géographiques bâlois

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire

BALE : Phénomènes de résonance				
SECTEURS	Localisation des zones	(1)	(2)	CARTOGRAPHIE
4 : SUD-OUEST (suite)	Dans la partie Sud-ouest du secteur historico-géographique	5,1%	Non	<p>BALE</p> <p>CARTOGRAPHIE</p> <p>LEGENDE</p> <p>— : Limites Administratives</p> <p>— : Limites des secteurs historico-géographiques</p> <p>— : Limites des zones des secteurs historico-géographiques</p>
		3,3%	Non	
5 : OUEST	Dans l'ensemble du secteur historico-géographique	1,2%	Non	
		15,0%	Non	
		3,0%	Oui	
		1,0%	Oui	

LEGENDE		
: Type 1	T1 < 1900 Constructions en pierres naturelles	: Bâtiment de 1 à 2 étages
: Type 2	1950 < T2 < 1970 Constructions en blocs de T.C	: Bâtiment de 3 étages
: Type 3	1950 < T3 < 1970 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 4 à 5 étages
: Type 4	1970 < T4 < 1990 Constructions en blocs béton	: Bâtiment de 6 à 7 étages
: Type 5	1990 < T5 < 2000 Constructions en béton armé	: Bâtiment de 8 à 9 étages
		: > 9 étages
(9) : Répartition des différents types de bâtiments dominant dans les quartiers		
(10) : Phénomène de résonance		
: Limites Administratives	: Limites des quartiers	

Tableau n° A 21 : Identification du bâti et localisation des zones susceptibles de phénomènes de résonance à l'échelle des secteurs historico-géographiques bâlois

Source : Données collectées sur le terrain

J. Lemaire