



---

**Non-aggravation de la vulnérabilité des  
bâtiments existants**

# **Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants**

27/11/2014

**Pierre-Eric Thévenin**

---



## **Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants**

- Article 4 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié :

Les travaux, de quelque nature qu'ils soient, réalisés sur des bâtiments existants ne doivent pas aggraver la vulnérabilité de ceux-ci au séisme.

- Les questions posées :
  - Comment interpréter cette clause ?
  - Quels sont les critères ?
  - Des calculs sont-ils indispensables ?



## **Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants**

- Composition du groupe de travail :

Andrei BALGIU

Mathieu BLAS

Ménad CHENAF

Lucie CHEVER

Bernard DUHEM

Wolfgang JALIL

Sandrine JUSTER-LERMITTE

Pierre-Olivier MARTIN

Wilfried PILLARD

Seddik SAKJI

Pierre-Eric THEVENIN

Christian THIBAUT

Didier VALEM

Qualiconsult

MEDDTL/DGALN/DHUP/QC1

CSTB

CETE Méditerranée

Maisons Paysannes de France

Amadeus Consult

Arcadis

CTICM

UMGO

CSTB

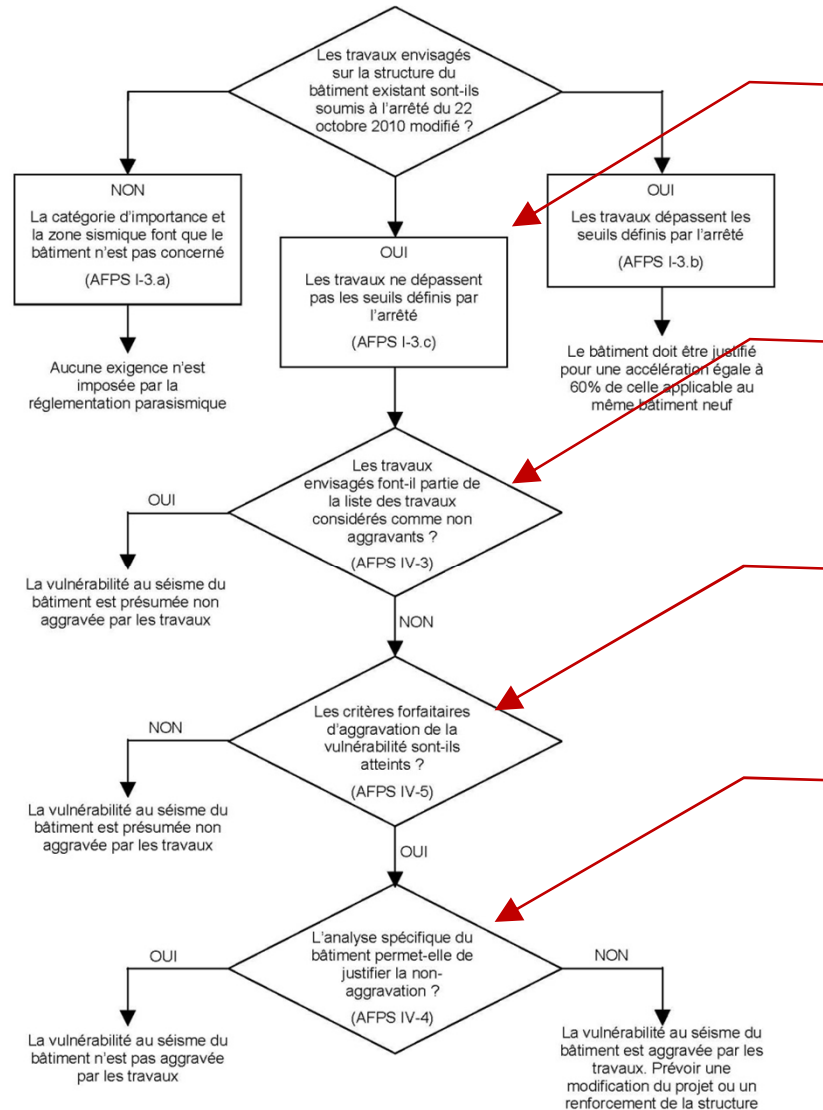
Bureau Veritas – Animateur du GT

CETE Méditerranée

FFB DAT



# Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants



1 – exigence réglementaire ?

2 – travaux à incidence locale ?

3 – critères forfaitaires atteints ?

4 – critères spécifiques atteints ?



## **Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants**

- Décodage de l'arrêté par le GT AFPS :
  - On applique cette clause dans les mêmes conditions de zone et de catégorie d'importance que pour les bâtiments neufs
  - Si les critères des travaux lourds, application des règles PS avec un minimum de 60% de l'accélération imposée pour le neuf
  - En dessous des seuils, aucun minimum imposé mais la vulnérabilité ne doit pas augmenter



## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

Bâtiments existants		Catégorie de bâtiment			
		I	II	III	IV
Zone sismique	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

### GT AFPS



Les travaux ne doivent pas aggraver la vulnérabilité au séisme de l'existant



Si les travaux dépassent les critères définis par l'arrêté, les règles PS sont applicables avec niveau d'accélération imposé par l'arrêté (60% du neuf)





## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

### 5. Cas particulier d'une aggravation du risque sismique en l'absence de travaux

Cette configuration peut arriver lorsque la destination des locaux existants change (par exemple : un ancien hangar est transformé en bureaux ou en centre d'exposition). Si les travaux ou aménagements n'entrent pas dans les critères de l'arrêté, aucune exigence réglementaire peut n'être imposée (voir art. I.3).

Une analyse de l'éventuelle aggravation du risque sous séisme peut toutefois être conduite à la demande du maître d'ouvrage pour évaluer les éventuelles mesures à prendre.

Cet accroissement du risque découle soit d'une aggravation de la vulnérabilité, soit d'une augmentation de l'enjeu (nombre de personnes potentiellement touchées) :

- en l'absence de travaux, l'aggravation de la vulnérabilité ne peut être due qu'à l'augmentation des charges d'exploitation découlant du changement de destination du bâtiment. Il est très peu probable que les critères d'aggravation de la vulnérabilité décrits en IV-4 soient atteints ;
- le fait d'augmenter le nombre d'occupants dans le bâtiment ou leur vulnérabilité (personnes âgées, enfants) augmente le risque.

La limitation de ce risque peut être décidée par le maître d'ouvrage. Elle consistera à renforcer la structure existante ou éliminer les principaux facteurs de vulnérabilité identifiés.

Il s'agit d'une démarche volontaire, relevant du dernier alinéa de l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 :

En cas de travaux visant uniquement à renforcer le niveau parasismique d'un bâtiment, le niveau de dimensionnement de ce renforcement au sens de la norme NF-EN 1998-3 décembre 2005 « évaluation et renforcement des bâtiments » à savoir quasi-effondrement, dommage significatif ou limitation des dommages relève du choix du maître d'ouvrage.



## **Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants**

### **6. Cas particulier d'une construction dans une autre**

Le cas de la création d'une structure neuve à l'intérieur d'une construction existante (sans connexion entre les 2 structures) n'est pas expressément couvert par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

La réflexion à suivre pour analyser cette configuration de « boîte dans la boîte » est la suivante.

Pour la structure existante :

- si la surface créée dépasse le seuil de travaux lourds défini dans l'arrêté pour les bâtiments de cette catégorie dans la zone (voir I.3b), on applique les dispositions de l'arrêté : la structure existante doit être vérifiée et le cas échéant renforcée pour pouvoir supporter une action sismique correspondant à 60% de celle imposée à un bâtiment neuf ;
- si la surface créée ne dépasse pas ce seuil (ou que ce seuil n'existe pas), aucune exigence réglementaire n'est due. Dans ce cas, une analyse du risque peut être conduite. Ce risque est uniquement dû à la présence d'un plus grand nombre de personnes (vulnérables ou non) dans le bâtiment, susceptibles d'être touchées en cas d'effondrement partiel ou total de la structure existante sur la structure nouvelle. La limitation du risque pourra être décidée par le maître d'ouvrage. Elle consistera à renforcer la structure existante ou éliminer les principaux facteurs de vulnérabilité identifiés sur celle-ci. Il s'agit d'une démarche volontaire, relevant du dernier alinéa de l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 (voir III.5).





## **Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants**

Pour la structure nouvelle :

- si la surface créée dépasse le seuil de travaux lourds défini dans l'arrêté pour les bâtiments de cette catégorie dans cette zone (voir I.3b), la structure neuve doit être conçue pour supporter une action sismique correspondant à 60% de celle imposée à un bâtiment neuf ;
- si la surface créée ne dépasse pas ce seuil (ou que ce seuil n'existe pas), il n'y a aucune exigence réglementaire. Le maître d'ouvrage peut toutefois fixer un niveau minimal de résistance au séisme ; il s'agit alors d'une démarche volontaire.

*Remarque : cet arbitrage rendu récemment par le ministère de l'écologie (voir art. I.1d - FAQ du ministère de l'écologie) « adoucit » la jurisprudence qui s'était dégagée jusque-là lorsque le cas se présentait. En effet, la réponse était généralement de traiter la structure intérieure comme une construction nouvelle.*



## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

	travaux < travaux lourds		travaux > travaux lourds	
	structure neuve	structure existante	structure neuve	structure existante
ajout par juxtaposition avec désolidarisation	N	-	N	-
ajout par juxtaposition sans désolidarisation	-	- (V)	E	E
boite dans la boite	-(N)	-(V)	E (N)	E

- : aucune exigence parasismique

N : traitement d'un bâtiment neuf (100%)

E : traitement d'un bâtiment existant (60% du niveau demandé pour un bâtiment neuf)

(N) : traitement volontaire du bâtiment au niveau demandé pour un bâtiment neuf

(V) : démarche volontaire – traitement à un niveau déterminé par le maître d'ouvrage



## **Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants**

- Les travaux sont non aggravants si :
  - leur incidence est locale
  - leur influence sur le comportement global est limitée



## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

- **2 - Les travaux ont-ils juste une incidence locale ?**
  - a - Entretien/réparation/remplacement
    - remplacement à l'identique d'éléments existants
  - b - Interventions dans les murs en maçonnerie ou en béton
    - déplacement ou rebouchage d'une ouverture,
    - création d'une ouverture dans un mur secondaire
  - c - Interventions dans les planchers
    - rebouchage d'ouvertures
    - création d'ouverture de taille limitée
  - d - Création de balcons et autres éléments en porte-à-faux
    - longueur du porte-à-faux  $\leq 1,40$  m et  $S_{\text{balcon}}/S_{\text{plancher}} \leq 5\%$
  - e - Création d'une véranda
  - f - Allègement réparti du bâtiment



## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

- **Les conditions de la non aggravation**
  - modification des paramètres liés au comportement **global**  $\leq 10\%$ 
    - poids total, effort tranchant, moment de renversement, déformations
  - modification des paramètres liés au comportement **local**  $\leq 25\%$ 
    - effort sismique du niveau, déformation inter-étage





## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

- **Les conditions de la non aggravation**
  - un grand nombre de simulations ont été effectuées
    - modification des masses, des raideurs
    - bâtiments réguliers, irréguliers
  - on en tire des valeurs seuils de modification
    - ce sont celles qui rendent les travaux aggravants

Travaux sur le niveau 2								
$\Delta m/m$	$\Delta m_{tot}/m$	$\Delta F_b/F_b$	$\Delta F_i/F_i$	$\Delta M_i/M_i$	$\Delta U_i/U_i$	$\Delta \delta U/\delta U$	$\Delta F_{ti}/F_{ti}$	$\Delta M_b/M_b$
-30%	-10.00	-10.00	-30.00	-8.57	-8.33	-8.33	-12.00	-8.57
-20%	-6.67	-6.67	-20.00	-5.71	-5.56	-5.56	-8.00	-5.71
-10%	-3.33	-3.33	-10.00	-2.86	-2.78	-2.78	-4.00	-2.86
10%	3.33	3.33	10.00	2.86	2.78	2.78	2.86	2.86
20%	6.67	6.67	20.00	5.71	5.56	5.56	5.71	5.71
30%	10.00	10.00	30.00	8.57	8.33	8.33	12.00	8.57

Tableau A2-6. : Résultats de calcul de la variation des variables d'intérêt en fonction de la variation de la masse effectuée dans le cadre d'éventuel travaux au deuxième niveau du bâtiment



## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

- **3 - Les critères forfaitaires sont-ils atteints ?**
  - Augmentation de la masse à un niveau
    - Bâtiment R+0 :  $\Delta M_0^+ = 10\%$
    - Bâtiment R+1 :  $\Delta M_1^+ = 10\%$ ;  $\Delta M_0^+ = 20\%$
    - Bâtiment R+n  $\geq$  R+2 :  $\Delta M_n^+ = 10\%$ ;  $\Delta M_{(n-1)}^+ = 25\%$ , autres  $\Delta M^+ = 30\%$
  - Ajout d'un étage intermédiaire ou en surélévation
    - $\Delta M^+ = 10\%$
  - Diminution de la raideur d'un niveau
    - Bâtiment R+0 :  $\Delta K_0^- = 5\%$
    - Bâtiment R+1 :  $\Delta K_0^- = 5\%$ ;  $\Delta K_1^- = 33\%$
    - Bâtiment R+n  $\geq$  R+2 :  $\Delta K_0^- = 5\%$ ;  $\Delta K_1^- = 25\%$ , autres  $\Delta K^- = 33\%$
  - Augmentation de la raideur d'un niveau
    - Aggravation si écart avec les raideurs adjacentes  $\geq 20\%$



## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

- Les masses sont définies de manière conventionnelle

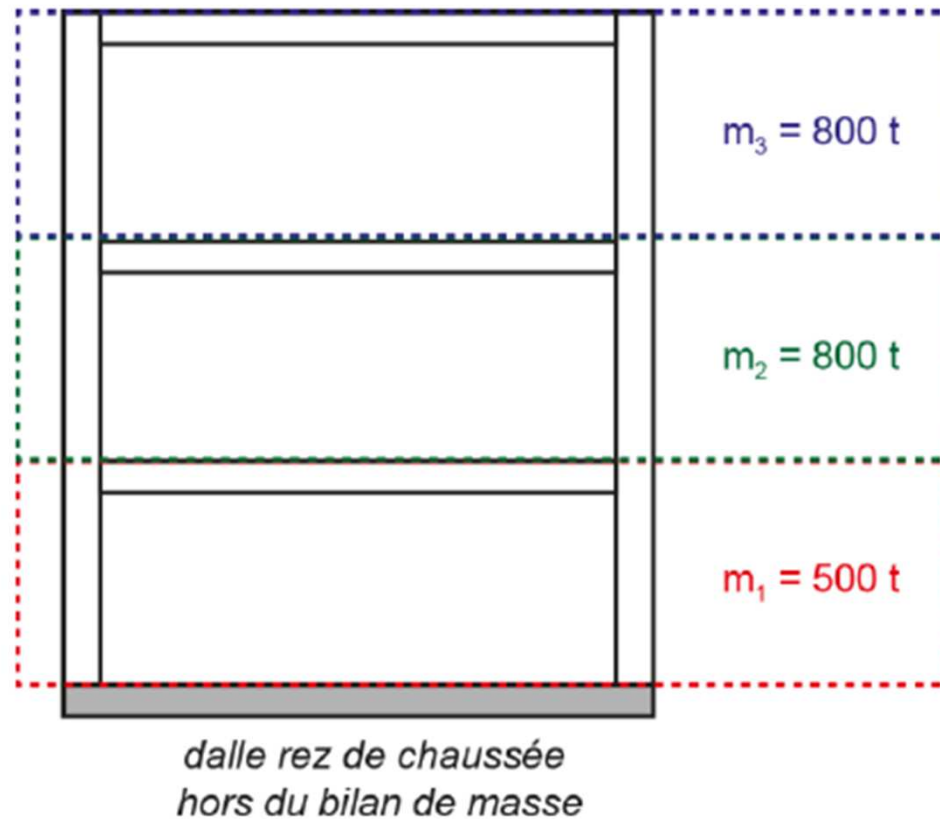


Figure IV-3 : Evaluation de la masse de chaque niveau pour un bâtiment R+2 (3 niveaux)



## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

- 3 - Critères forfaitaires de non-aggravation

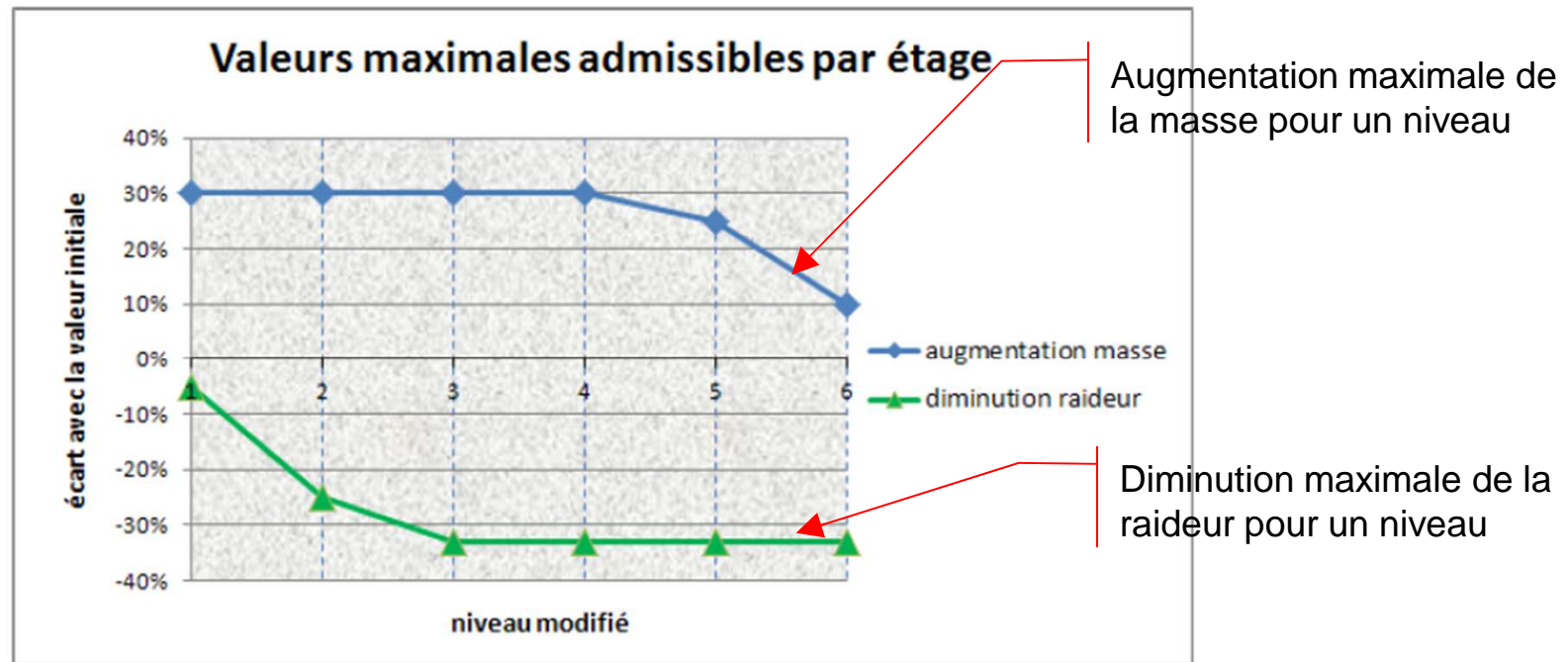
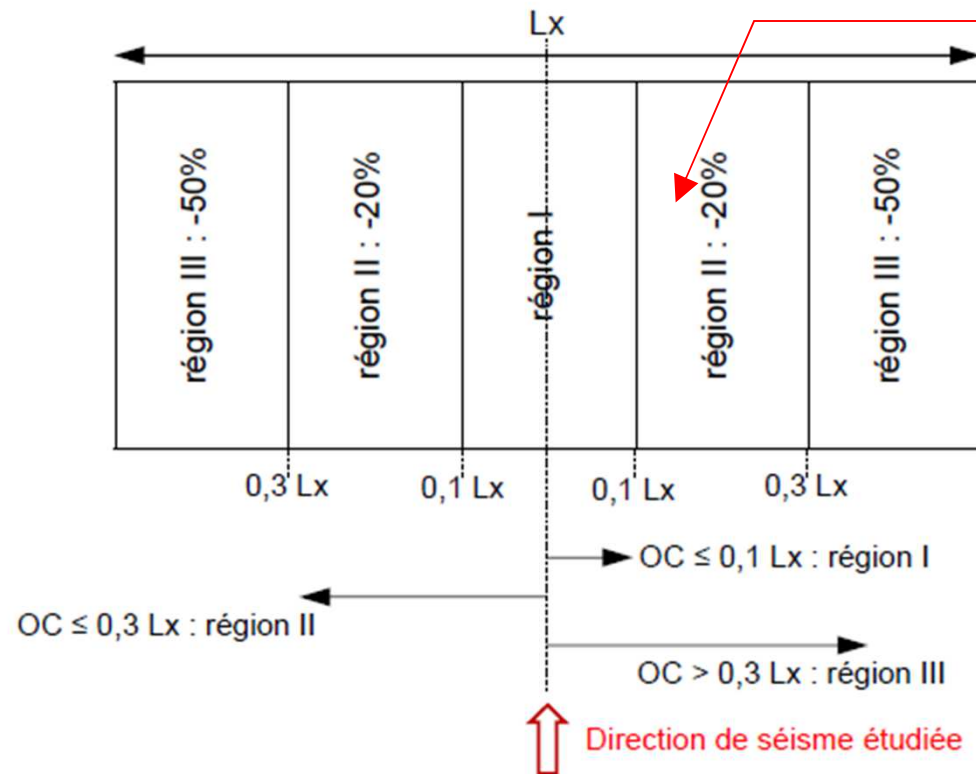


Figure IV-2 : Diagramme des modifications admissibles pour un bâtiment R+5

- Corrections à apporter aux valeurs admissibles :
  - valeurs à diviser par  $n$  si  $n$  paramètres modifiés simultanément
  - pénalité si sensibilité à la torsion après travaux



## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants



Si la position du centre de torsion après travaux est dans la région II, les valeurs forfaitaires admissibles doivent être diminuées de 20%

Figure IV-3 : Décomposition du plancher en zones pour la prise en compte de la torsion

- OC : distance entre le centre des masses (pris au centre de gravité du plancher rectangulaire) et le centre de torsion C
- C : position du centre de torsion calculé dans la configuration après travaux





## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

### • 4 - Les critères généraux sont-ils dépassés ?

Le principe des vérifications consiste à s'assurer que l'influence des travaux conduit à des écarts limités sur les paramètres censés représenter le comportement du bâtiment sous séisme :

- l'écart avant et après travaux doit rester limité à **10%** pour les grandeurs représentatives du **comportement global** du bâtiment : période fondamentale de vibration, efforts à la base du bâtiment (poids propre, effort tranchant, moment fléchissant) et déplacements à chaque niveau,
- l'écart avant et après travaux doit rester limité à **25%** pour les grandeurs représentatives du **comportement local** du bâtiment : déplacements inter-étages.

- Le calcul tient compte des caractéristiques réelles du bâtiment
  - calcul des efforts à chaque niveau par la méthode appropriée
  - vérification de chaque critère



## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

- Des exemples illustrent la méthode forfaitaire
  - Suppression d'un mur
  - Création d'une mezzanine dans un bâtiment industriel

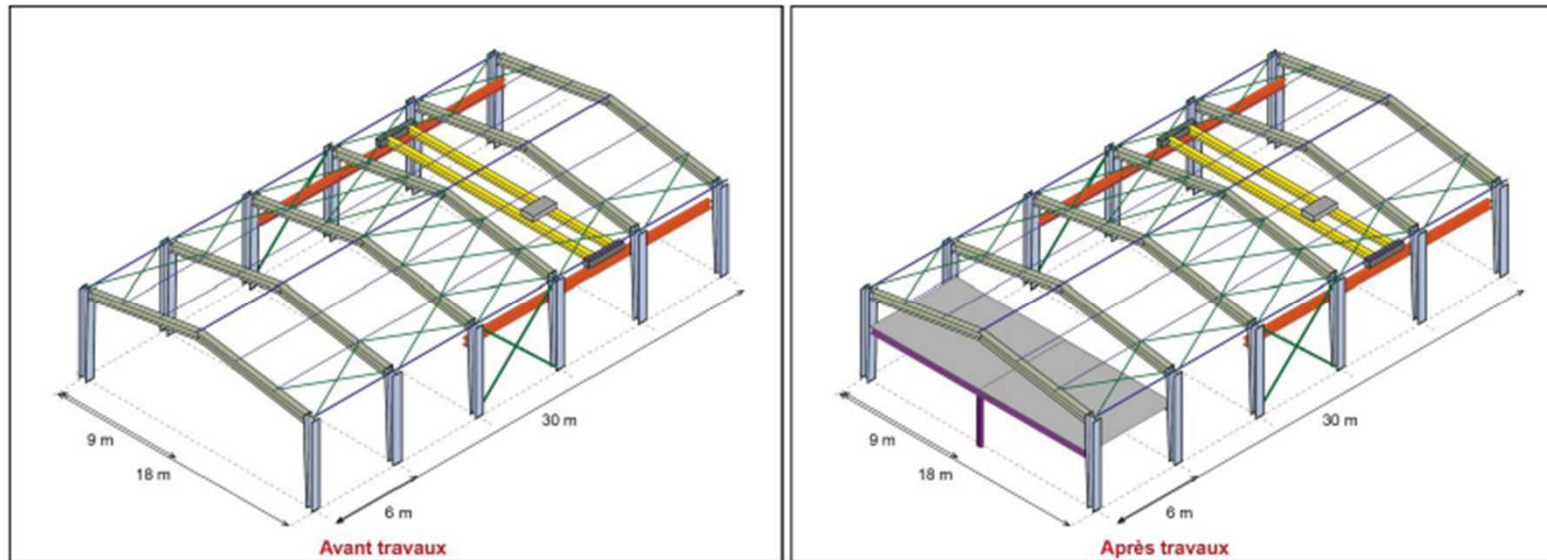


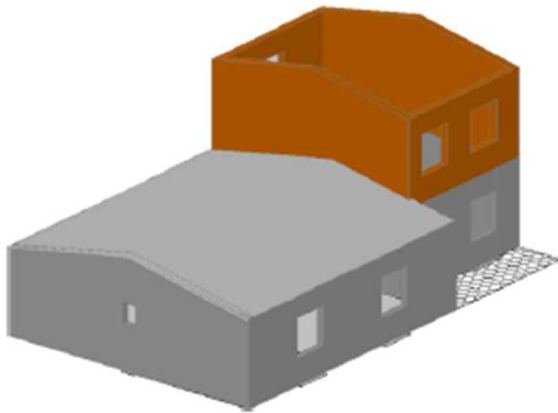
Figure A4-3 : Création d'une mezzanine dans un bâtiment industriel existant

- Surélévation d'une maison individuelle



## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

- Exemple : surélévation d'une maison individuelle



	Surface (m <sup>2</sup> )	Masse forfaitaire (kg/m <sup>2</sup> )	Masse (kg)
Bâtiment avant travaux			
Maçonnerie	76.2	800	60 960
Surélévation			
Maçonnerie	21.9	800	17 520

Tableau A4-1 : Evaluation des masses du bâtiment avant et après travaux

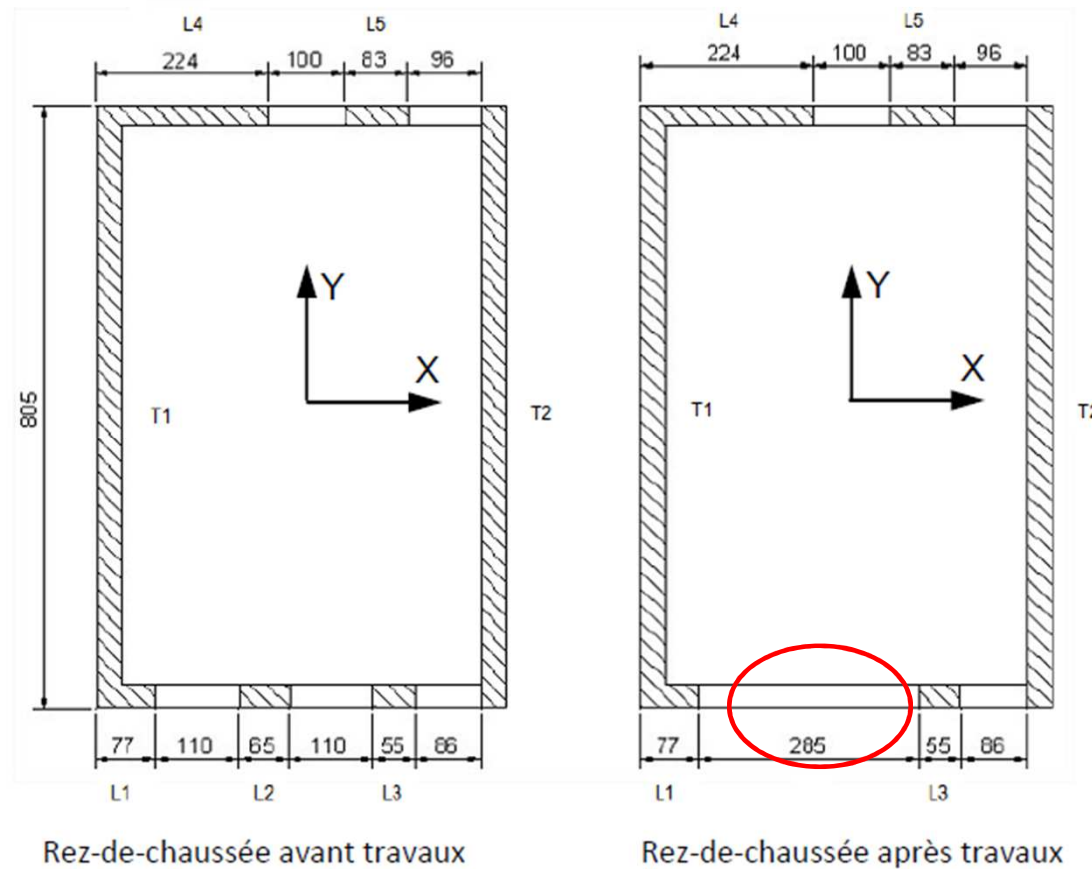
L'augmentation de masse atteint  $17\,520/60\,960 = 29\% > 10\%$ .

**Les travaux entrepris sont de nature à aggraver la vulnérabilité du bâtiment.**



## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

- Exemple : suppression d'un mur en rez-de-chaussée







## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

### – Vérification de la torsion

Avant travaux	$d_{Li}$ (m)	$d_{Ti}$ (m)	$X_i$ (m)	$Y_i$ (m)	$d_{Ti} \cdot X_i$	$d_{Li} \cdot Y_i$
L1	0.77	-		-3.86		-2.972
L2	0.65	-		-3.86		-2.509
L3	0.55	-		-3.86		-2.123
L4	2.24	-		3.86		8.646
L5	0.83	-		3.86		3.204
T1	-	8.05	-2.515		-20.246	
T2	-	8.05	2.515		20,246	
Somme	5.04	16.10			0	4.246

Tableau A3.3 : Calcul de la raideur et de l'excentricité du bâtiment dans la configuration initiale

Après travaux	$d_{Li}$ (m)	$d_{Ti}$ (m)	$X_i$ (m)	$Y_i$ (m)	$d_{Ti} \cdot X_i$	$d_{Li} \cdot Y_i$
L1	0.77	-		-3.86		-2.972
L3	0.55	-		-3.86		-2.123
L4	2.24	-		3.86		8.646
L5	0.83	-		3.86		3.204
T1	-	8.05	-2.515		-20,246	
T2	-	8.05	2.515		20,246	
Somme	4,39	16,10			0	6,755

Tableau A3.4 : Calcul de la raideur et de l'excentricité du bâtiment dans la configuration modifiée

Ordonnée  $y_c$  du centre de torsion avant travaux :

$$y_c = \frac{\sum d_{Li} \cdot Y_i}{\sum d_{Li}} = \frac{4.246}{5.04} = 0,84 \text{ m}$$

Les travaux amplifient la torsion. Un abattement de 20% est à faire

Ordonnée  $y_c$  du centre de torsion après travaux :

$$y_c = \frac{\sum d_{Li} \cdot Y_i}{\sum d_{Li}} = \frac{6.755}{4.39} = 1,54 \text{ m}$$





## Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants

### – Evaluation de la diminution de raideur

Avant travaux	$d_{L_i}$ (m)	$d_{T_i}$ (m)	$X_i$ (m)	$Y_i$ (m)	$d_{T_i} \cdot X_i$	$d_{L_i} \cdot Y_i$
L1	0.77	-		-3.86		-2.972
L2	0.65	-		-3.86		-2.509
L3	0.55	-		-3.86		-2.123
L4	2.24	-		3.86		8.646
L5	0.83	-		3.86		3.204
T1	-	8.05	-2.515		-20.246	
T2	-	8.05	2.515		20.246	
Somme	5.04	16.10			0	4.246

Tableau A3.3 : Calcul de la raideur et de l'excentricité du bâtiment dans la configuration initiale

Raideur considérée proportionnelle à la longueur des murs

$$(4,39 - 5,04)/5,04 = 13\%$$

4% admissibles

Après travaux	$d_{L_i}$ (m)	$d_{T_i}$ (m)	$X_i$ (m)	$Y_i$ (m)	$d_{T_i} \cdot X_i$	$d_{L_i} \cdot Y_i$
L1	0.77	-		-3.86		-2.972
L3	0.55	-		-3.86		-2.123
L4	2.24	-		3.86		8.646
L5	0.83	-		3.86		3.204
T1	-	8.05	-2.515		-20,246	
T2	-	8.05	2.515		20,246	
Somme	4,39	16,10			0	6,755

Tableau A3.4 : Calcul de la raideur et de l'excentricité du bâtiment dans la configuration modifiée

Les travaux aggravent la vulnérabilité du bâtiment



## **Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants**

- En conclusion :
  - Ce texte donne les clés pour appliquer cette clause réglementaire de non aggravation de la vulnérabilité
  - La méthode simplifiée permet de traiter un grand nombre de cas courants sans calcul
  - Les critères généraux sont applicables dans tous les cas pour justifier les cas plus complexes



---

## **Non-aggravation de la vulnérabilité des bâtiments existants**

**Merci pour votre attention**

[pe.thevenin@oxand.com](mailto:pe.thevenin@oxand.com)

---