



Renforcement parasismique

Structures en béton armé ou maçonnerie

Les techniques envisageables

Lourdes – 29 septembre 2017



FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

F.Teply

Directeur Technique National

Les techniques envisageables

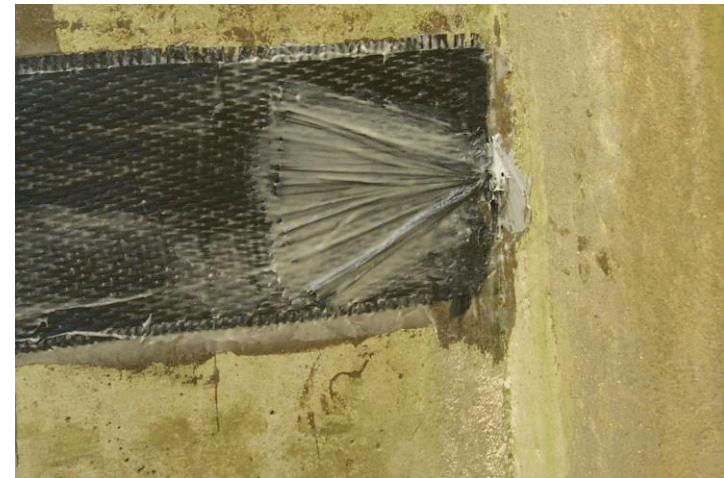
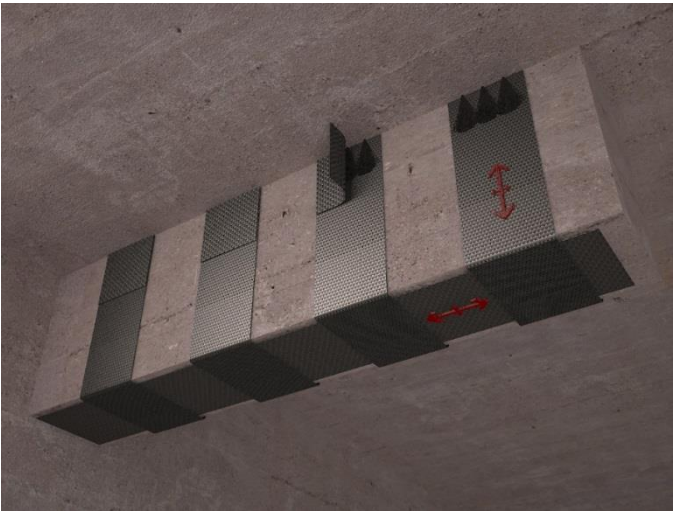
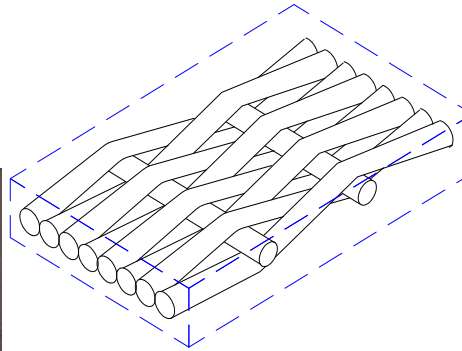
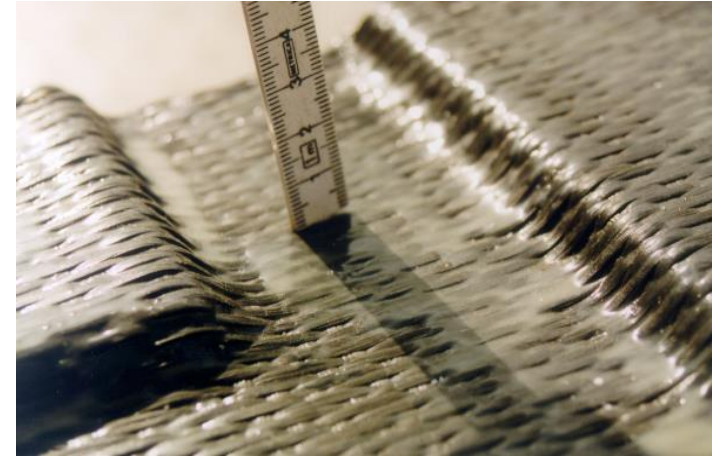
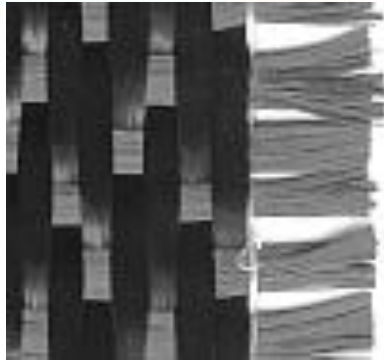
Le collage de fibres de carbone

Les voiles additionnels

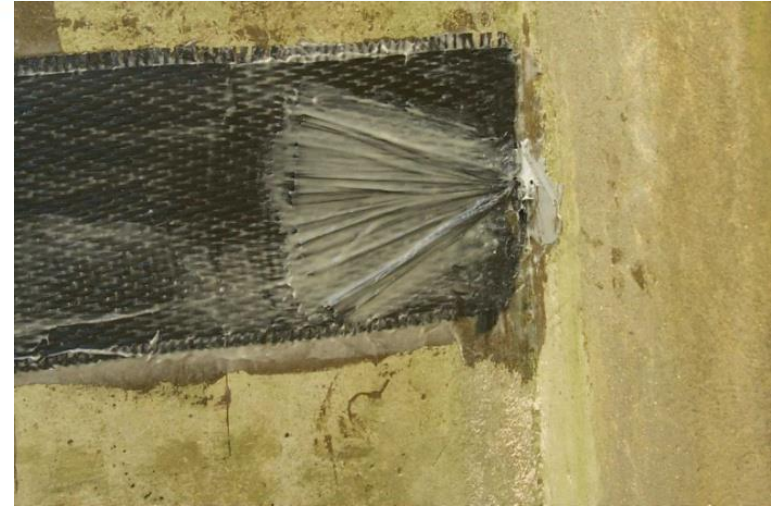
La précontrainte additionnelle

Les appuis parasismiques

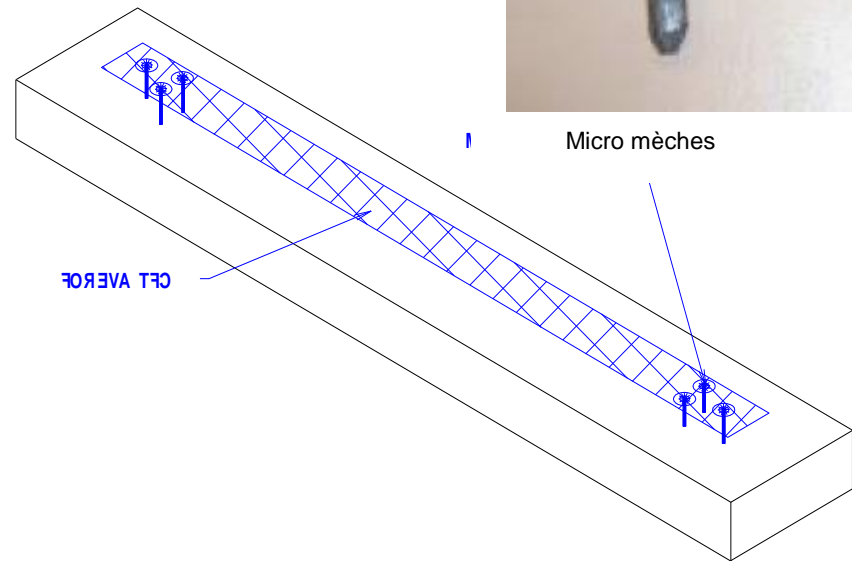
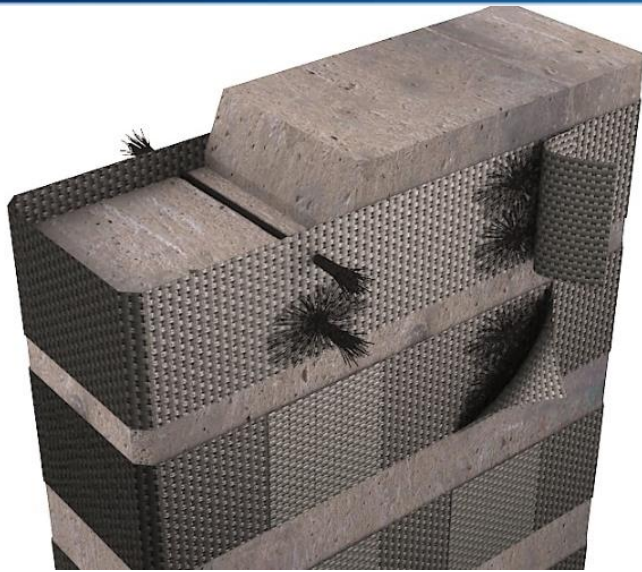
Le collage de fibres de carbone



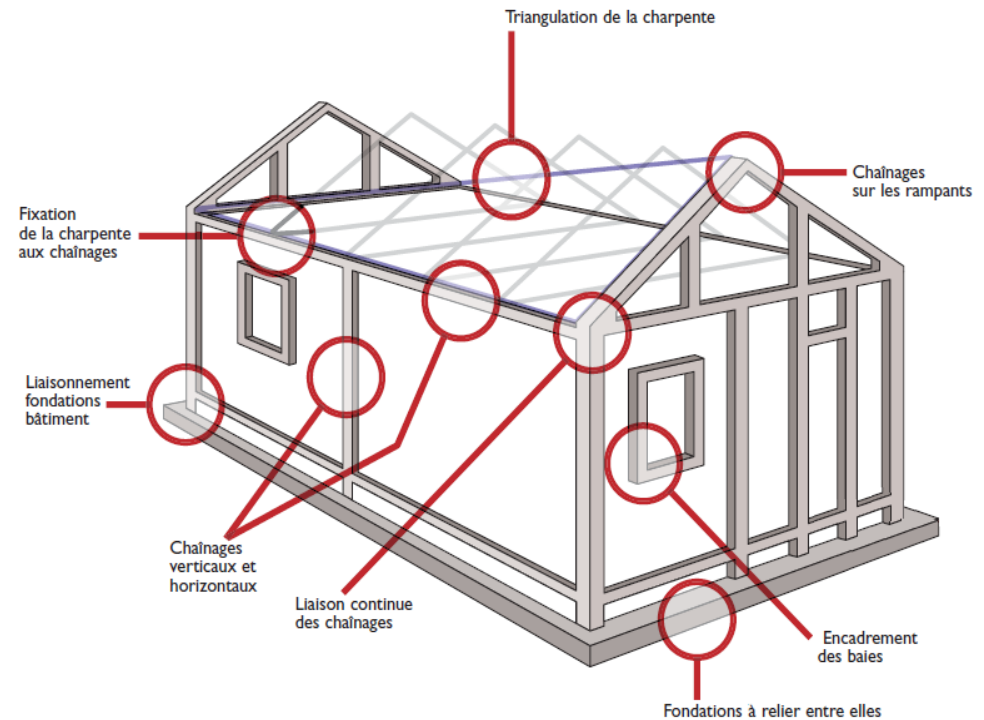
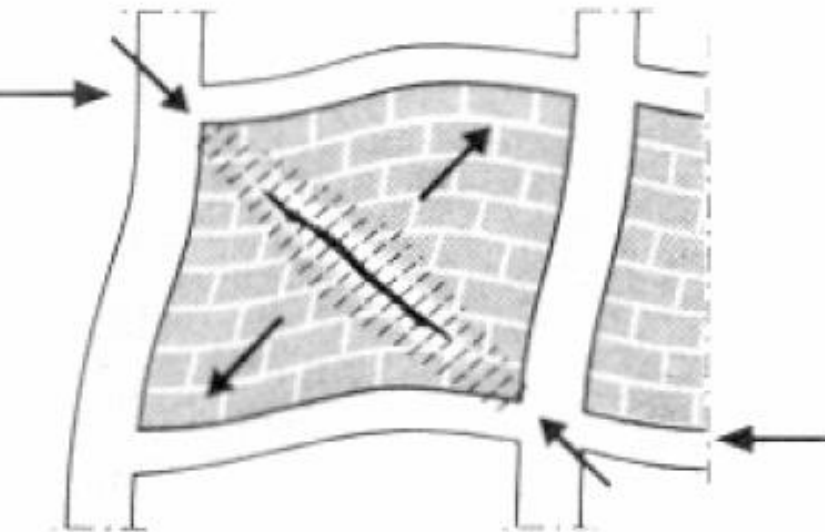
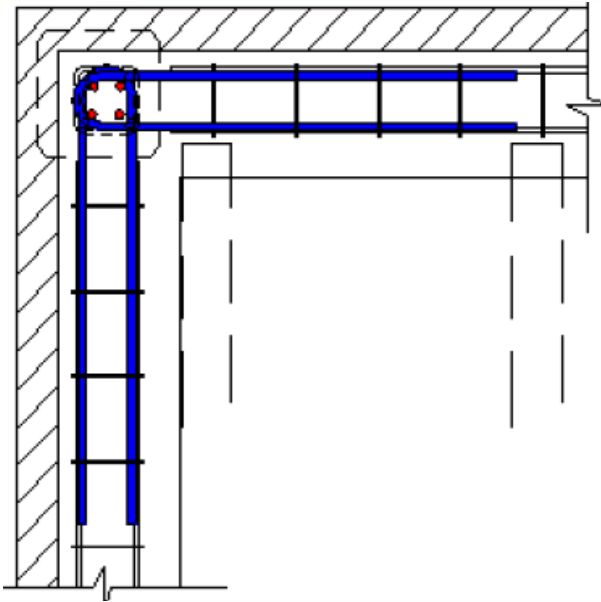
Le collage de fibres de carbone



Le collage de fibres de carbone



Le collage de fibres de carbone

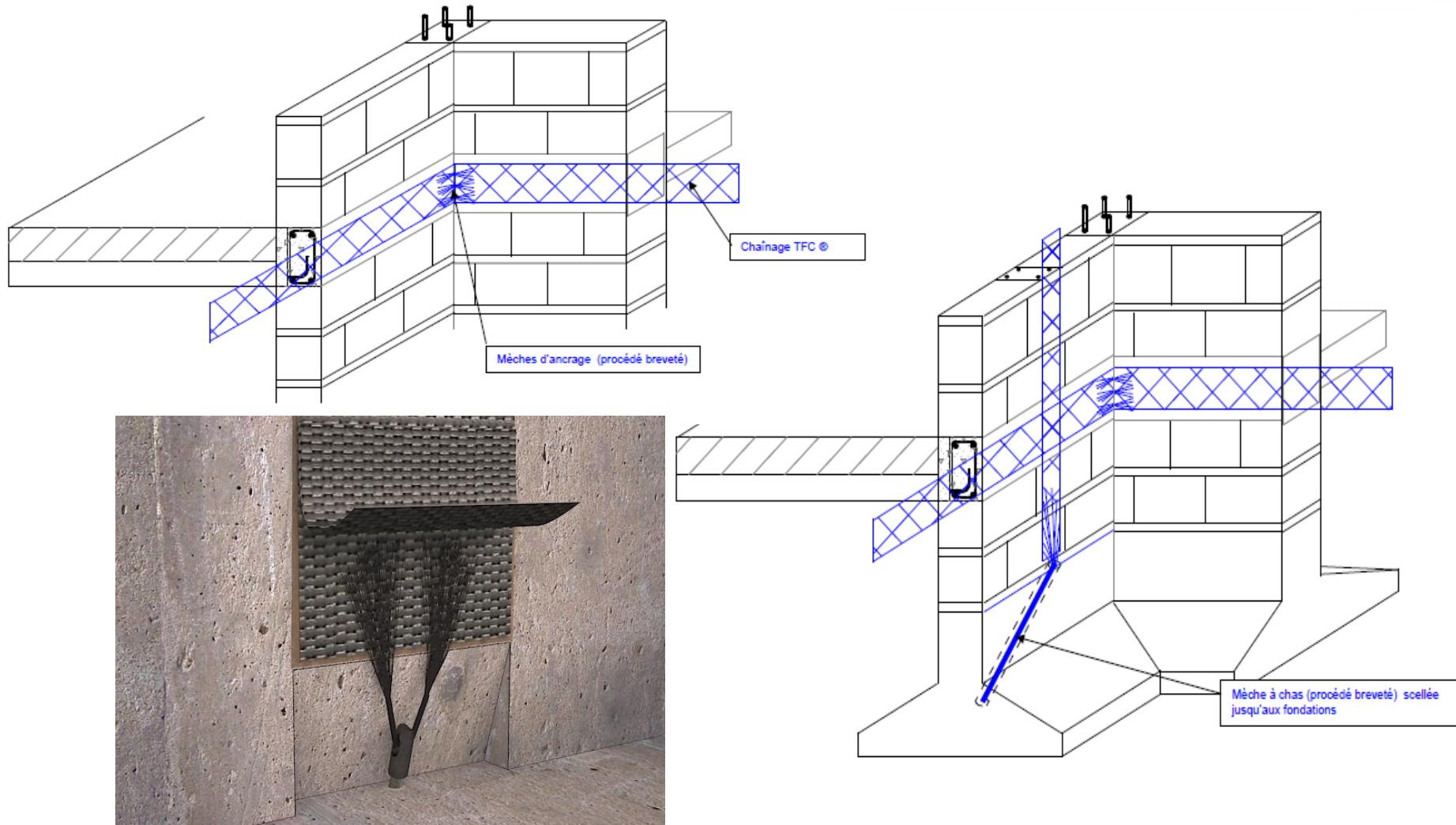


Le collage de fibres de carbone

Solutions
Foreva



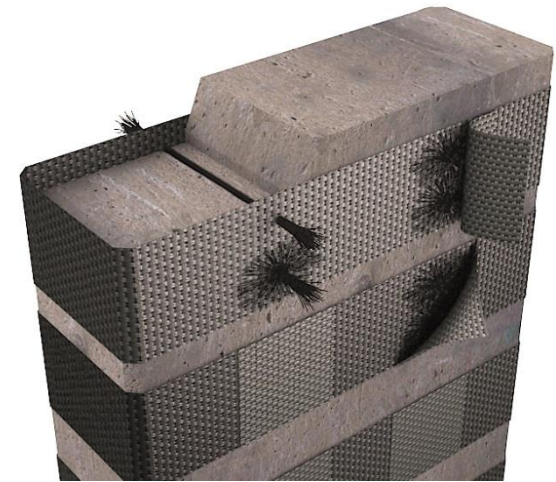
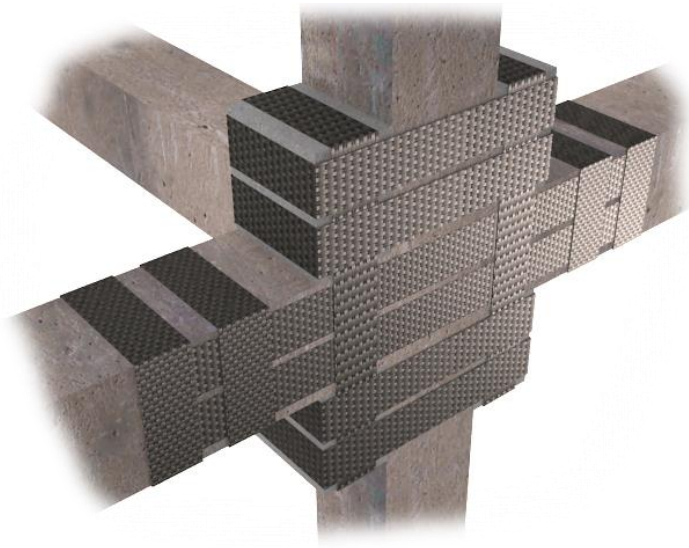
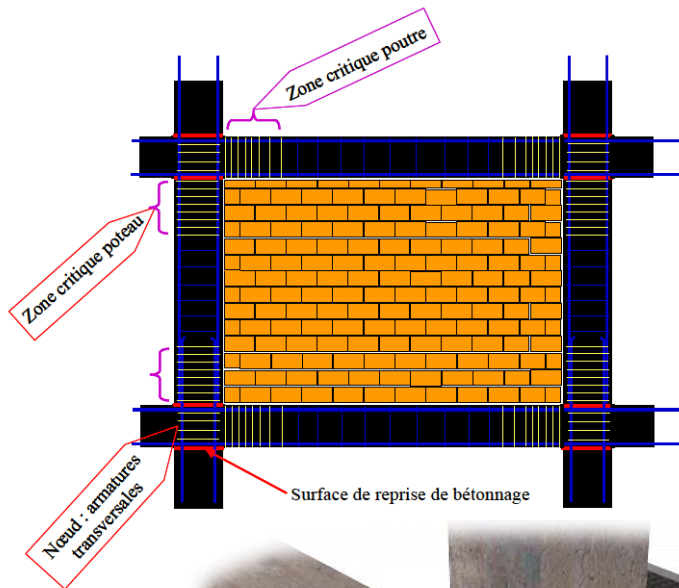
Le collage de fibres de carbone



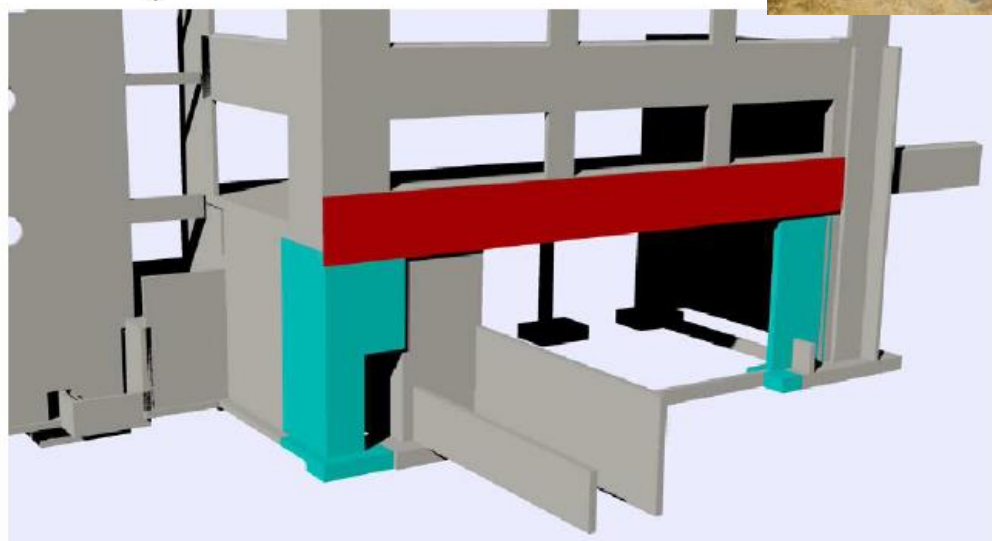
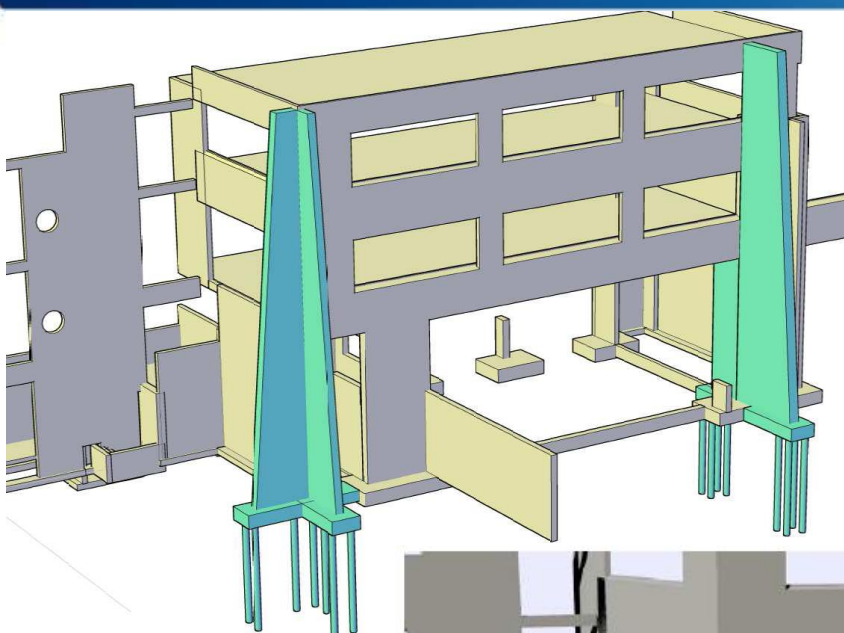
Le collage de fibres de carbone



Le collage de fibres de carbone



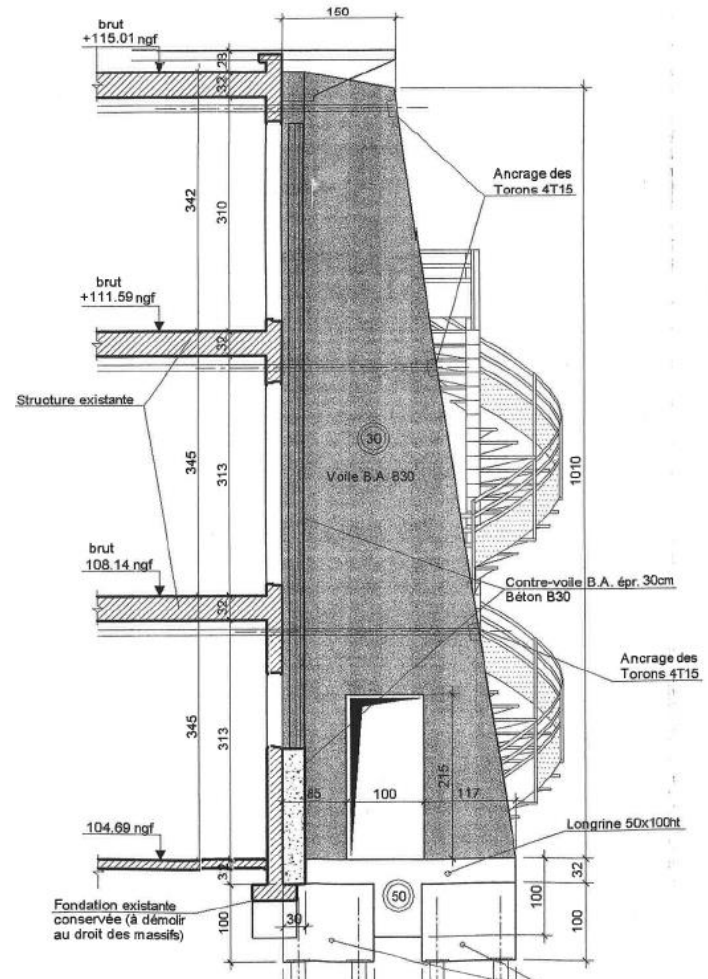
Les voiles additionnels



Les voiles additionnelles



Élévation suivant C-C



Les voiles additionnels



Les voiles additionnelles

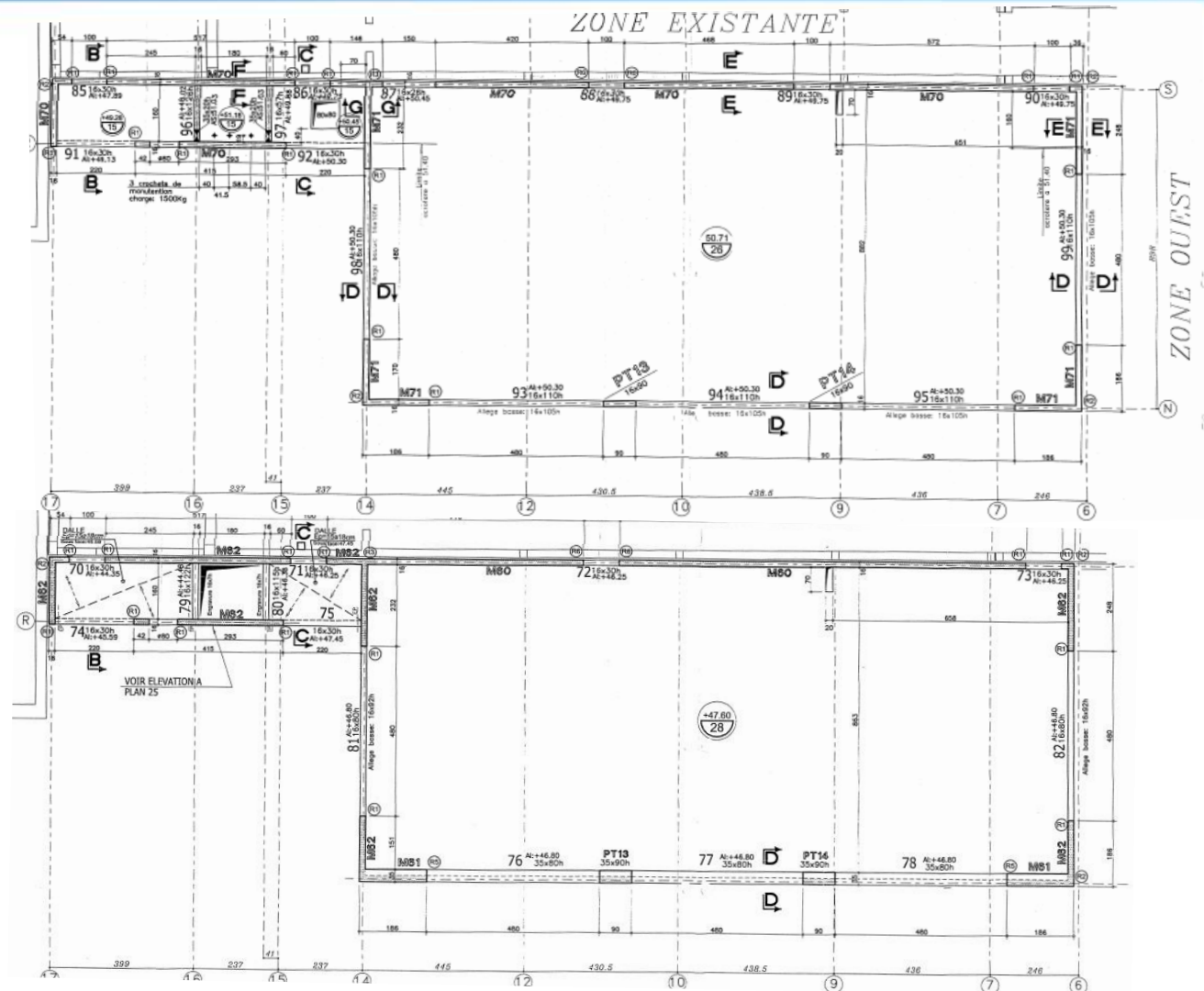
Solutions
Foreva



Les voiles additionnels

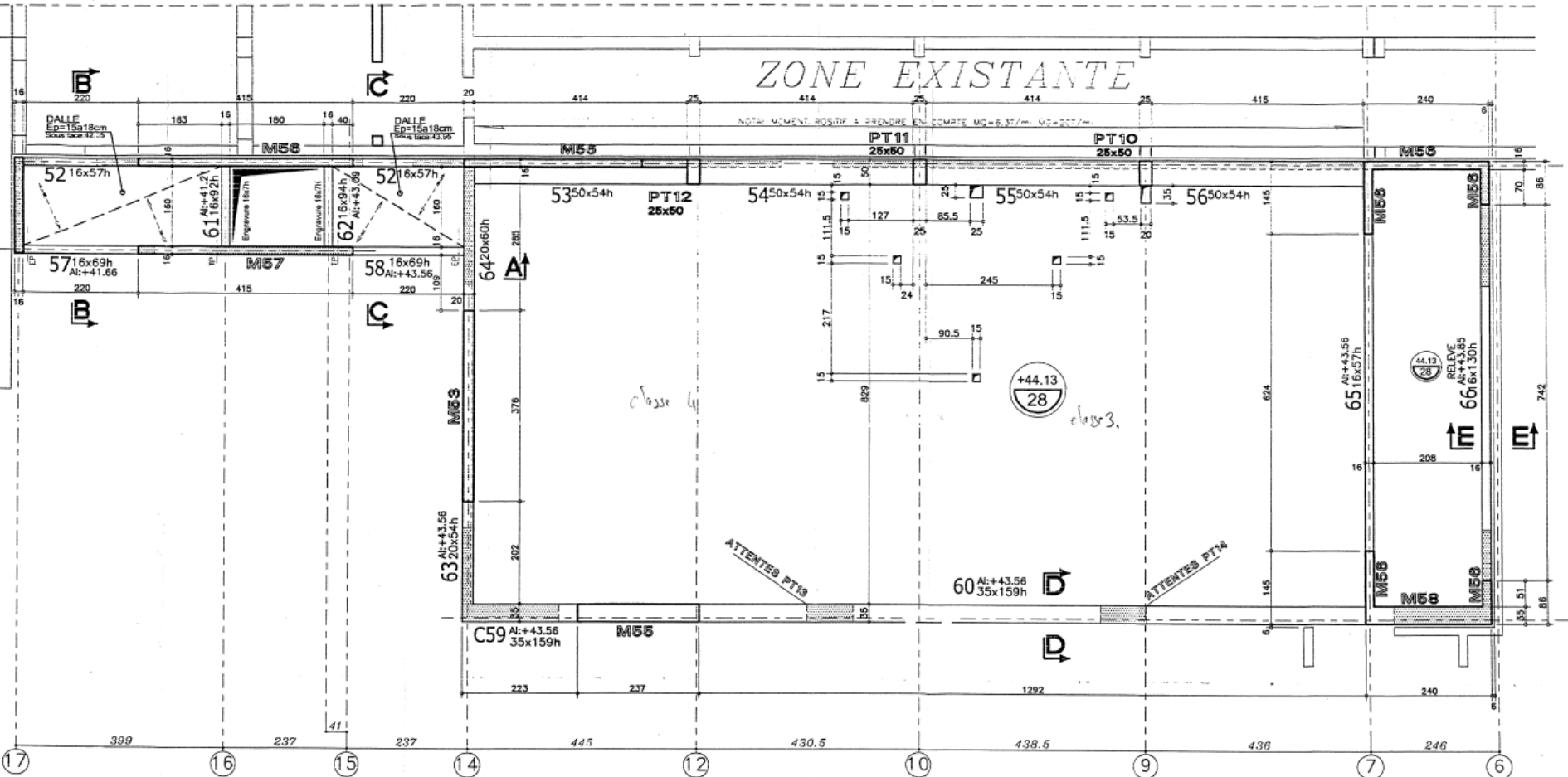
p.h. R+2

p.h. R+1



Les voiles additionnels

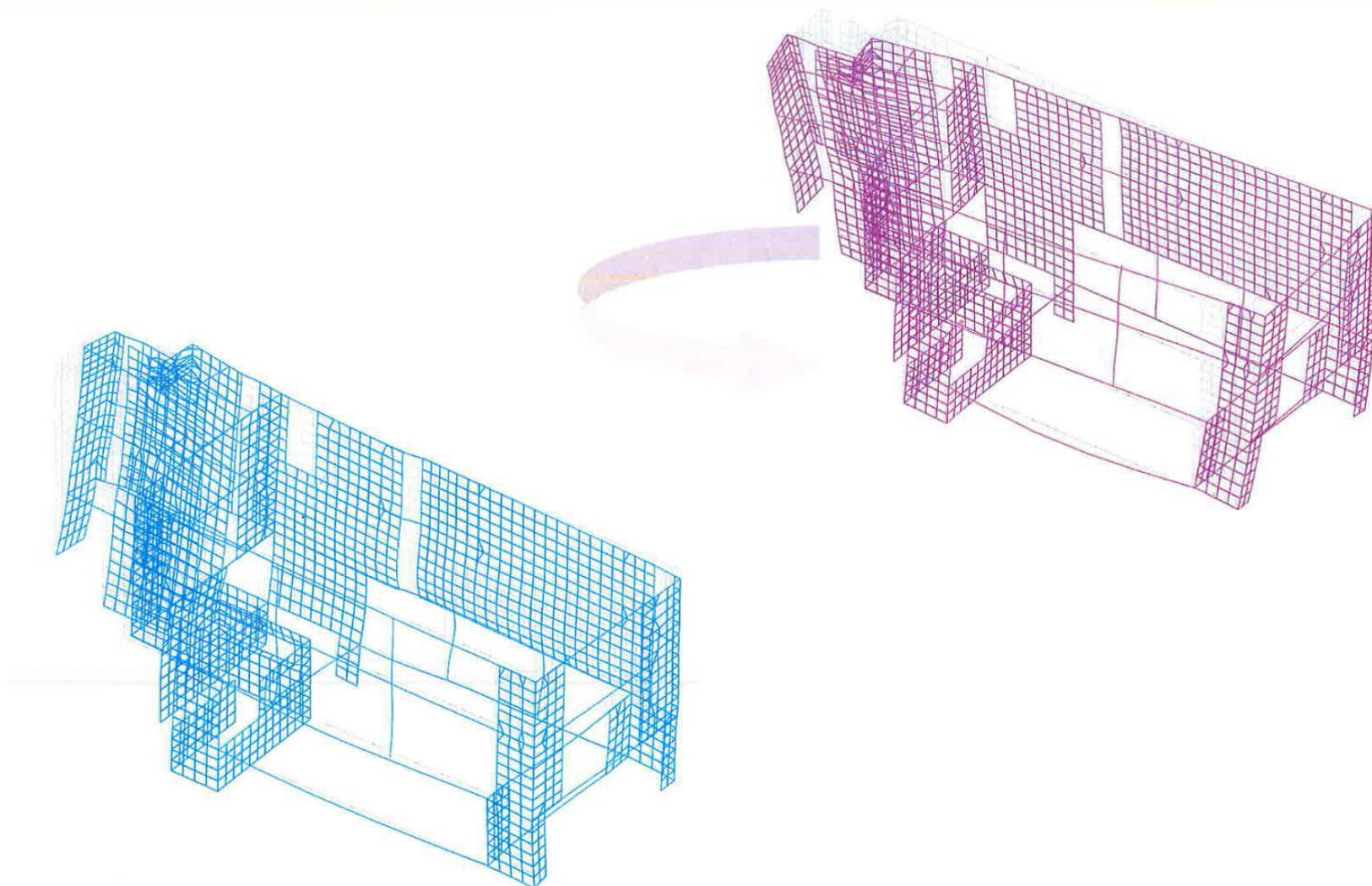
p.h. RDC



Les voiles additionnelles

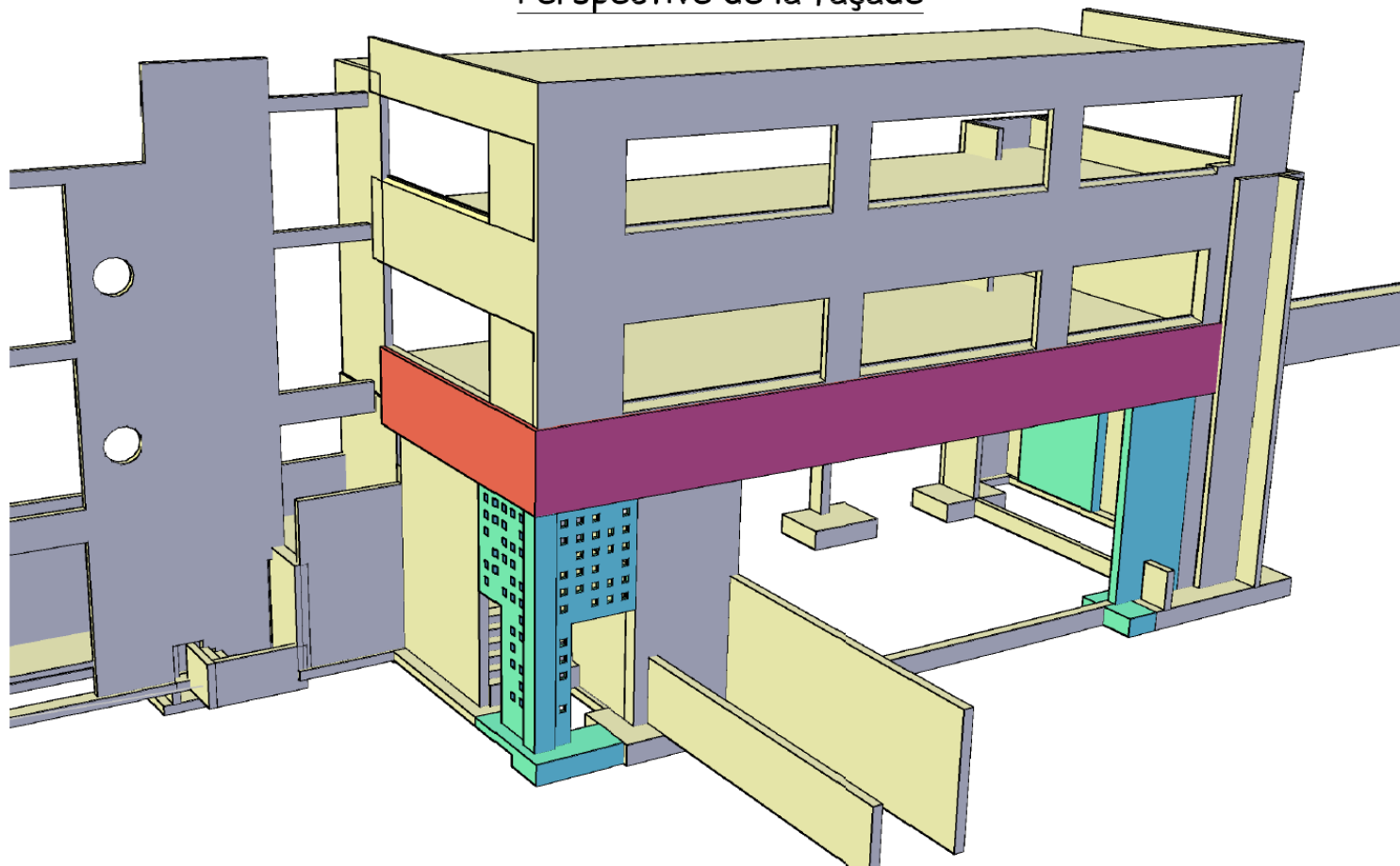


Les voiles additionnelles

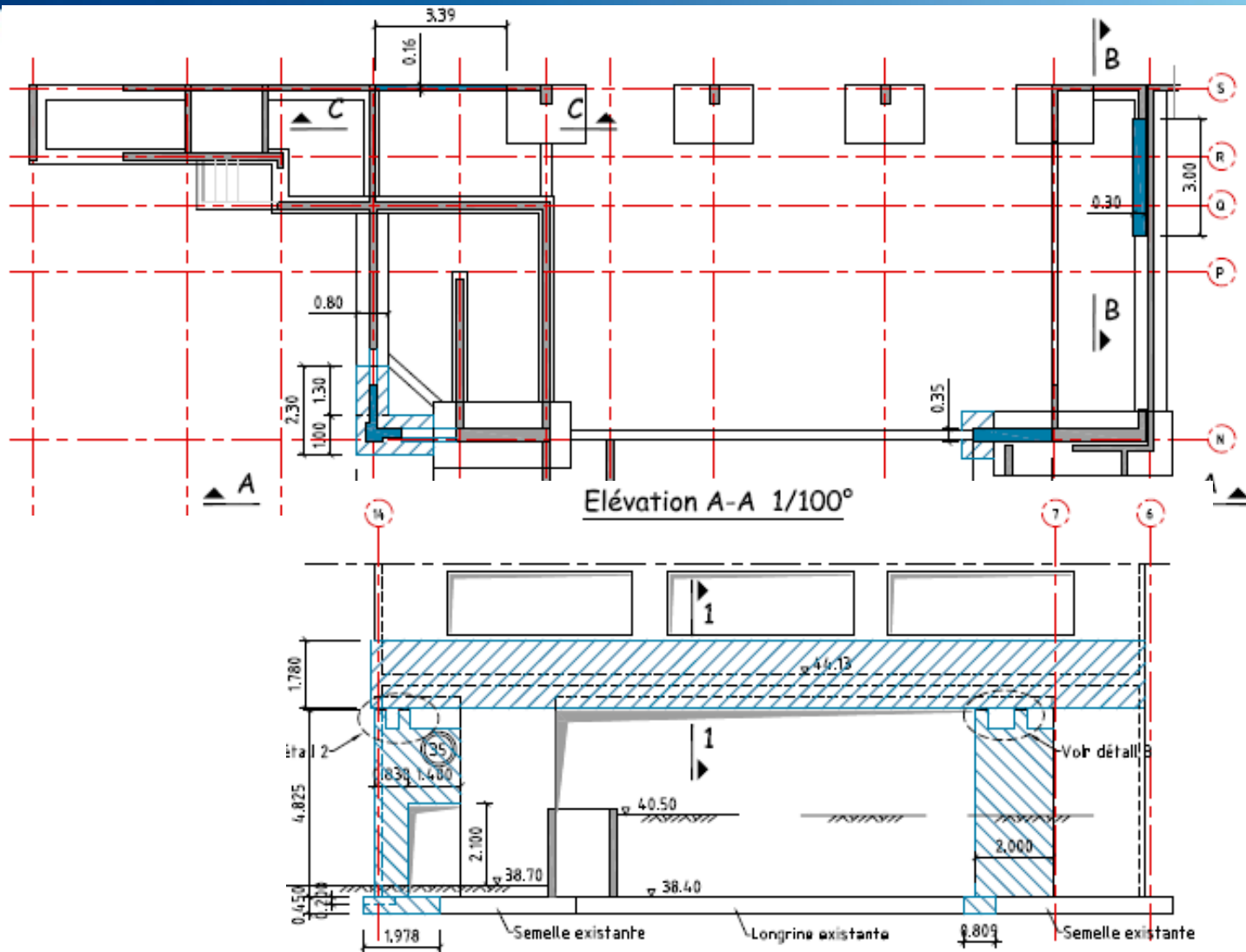


Les voiles additionnels

Perspective de la façade

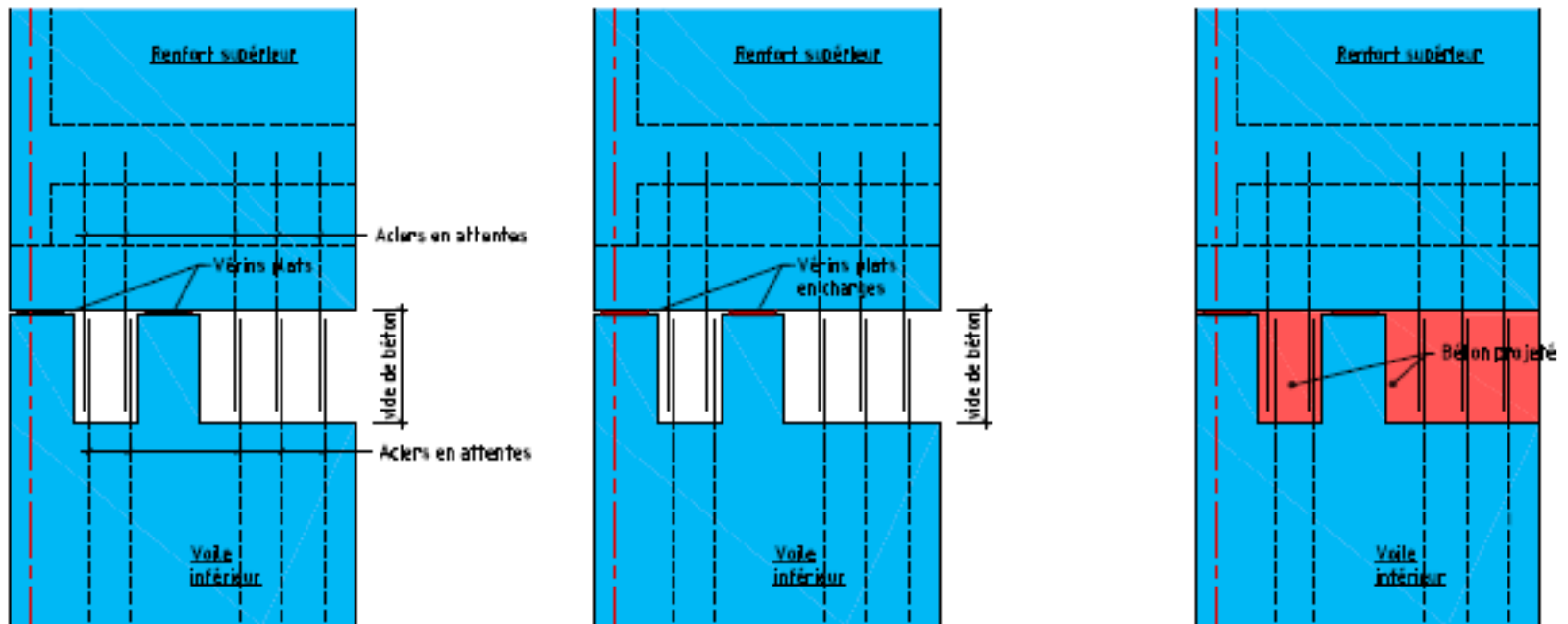


Les voiles additionnelles

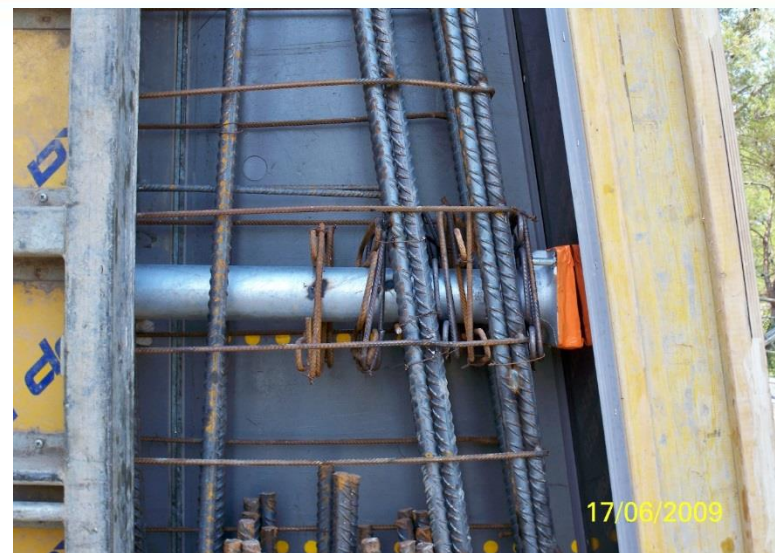


Les voiles additionnels

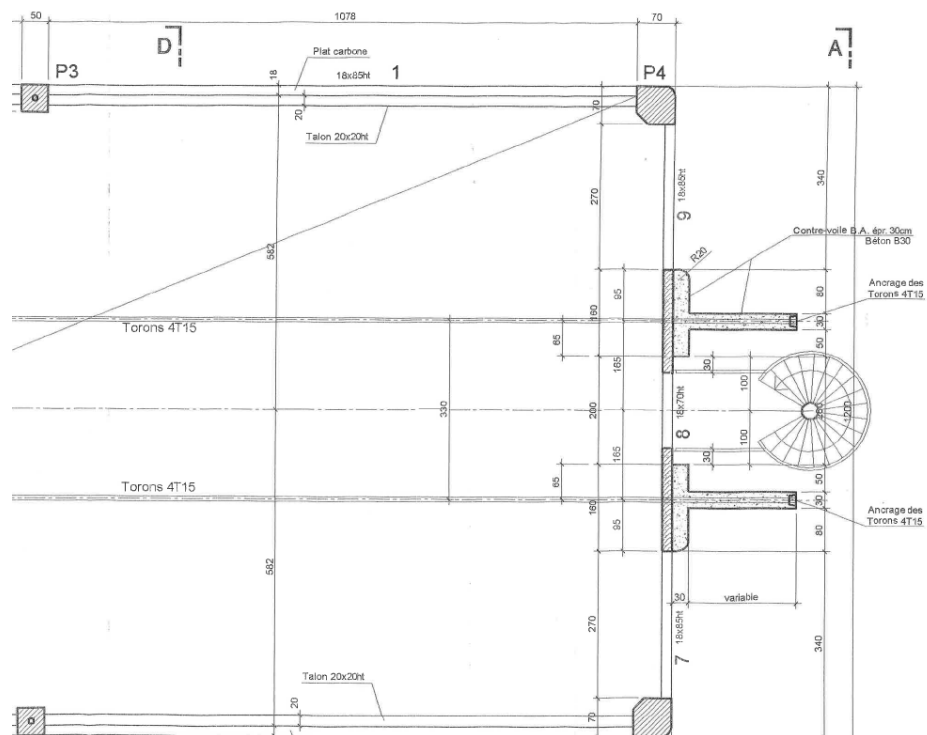
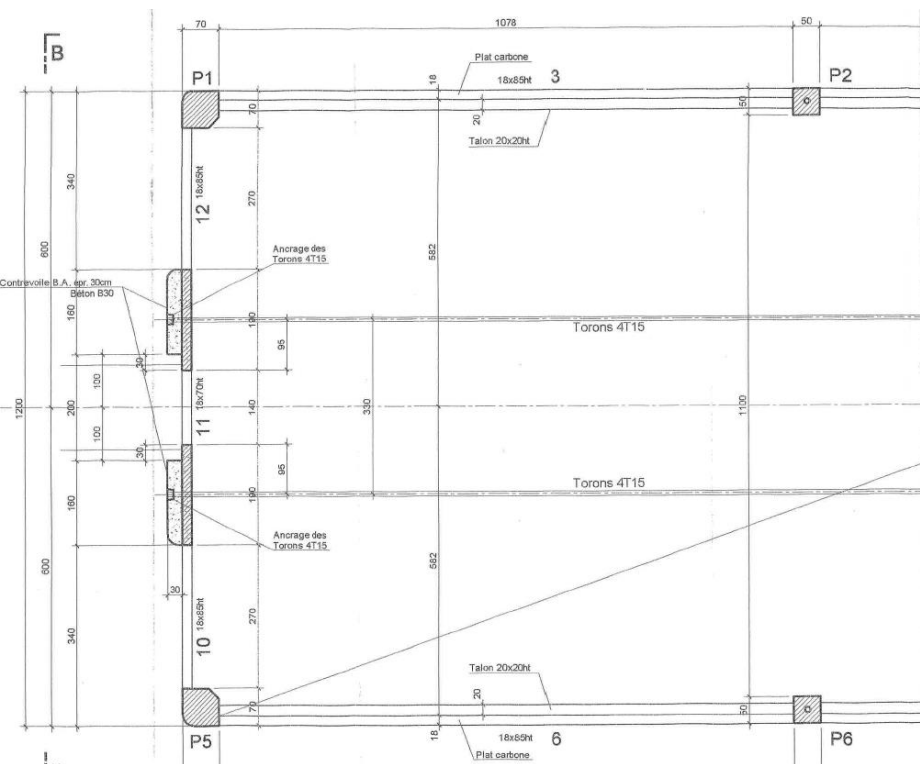
Vérinage des voiles créés



La précontrainte additionnelle

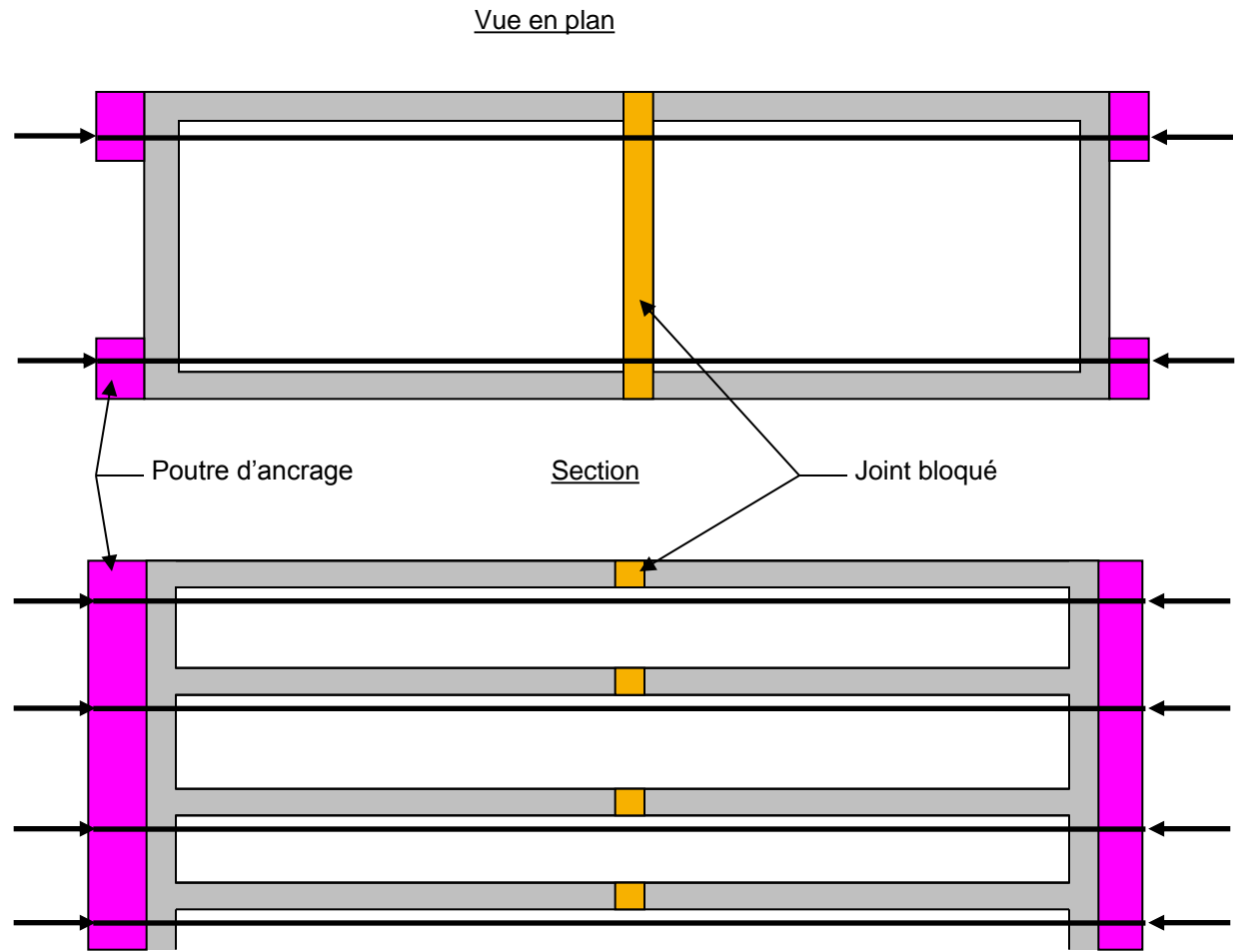


Niveau courant



La précontrainte additionnelle

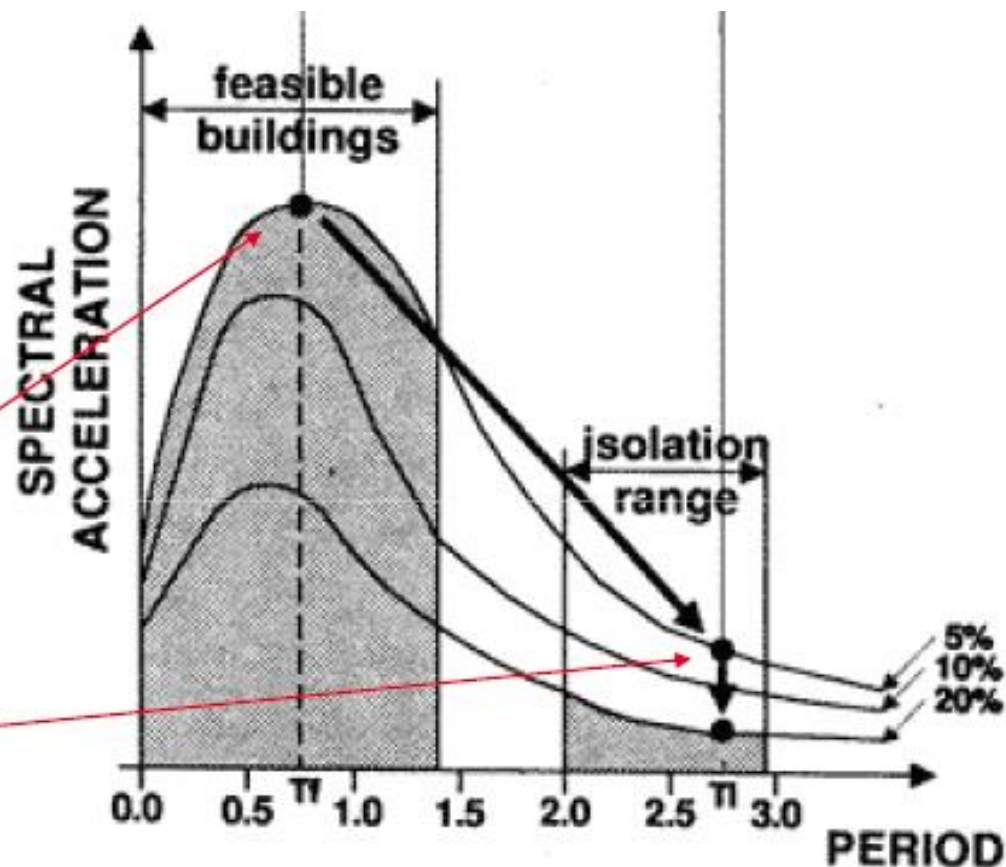
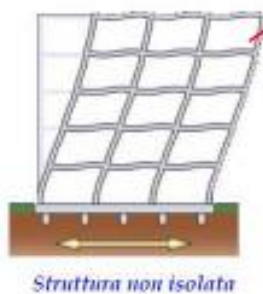
Blocage de joints de dilatation de bâtiments



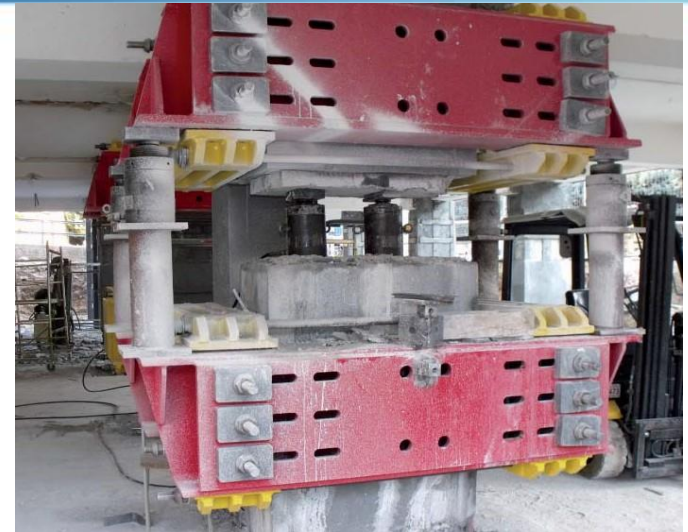
Les appuis parasismiques

Objectif:

- Augmenter la période naturelle de la structure
- Augmenter l'énergie dissipée



Les appuis parasismiques

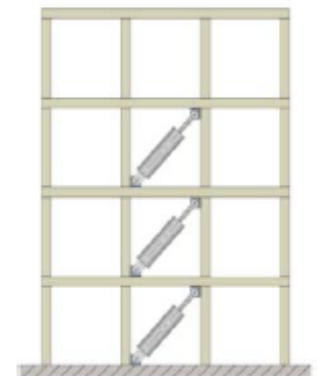
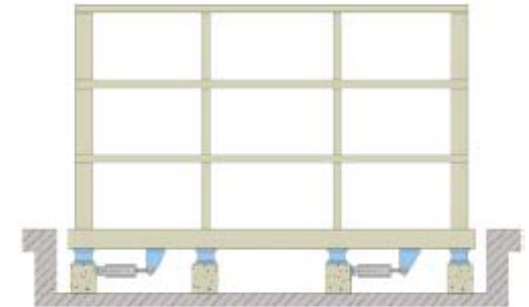


- **Isolateurs**

- Fonctions principales : appui, isolateur (horizontal)
- Fonction secondaire : amortissement (5 à 35 %)

- **Amortisseurs**

- Fonction principale : amortissement
- Fonctions secondaires : blocage en service, ressort



Les appuis parasismiques



Appareils d'appui à pot glissants

Effort
horizontal

$$H = \mu V$$

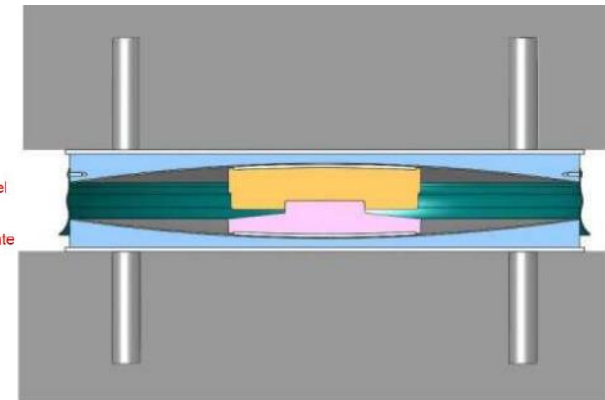
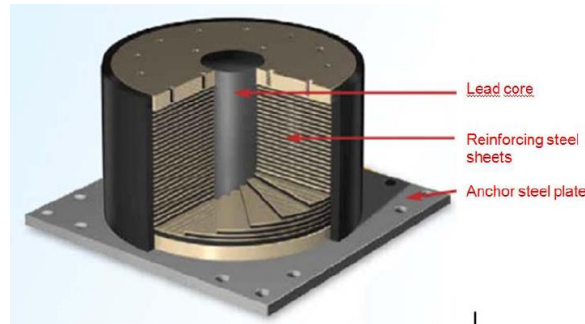
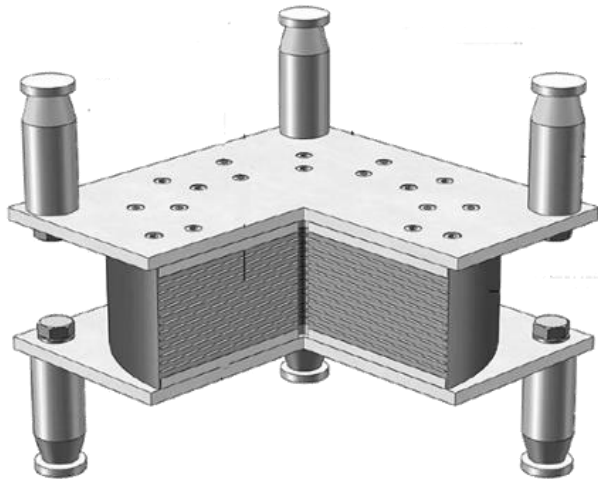
H

- L'effort transmis aux piles est limité aux frottements
- déplacements importants et en service pas de reprise d'effort => associés à des piles fixes et/ou butées transversales et amortisseurs sur culée

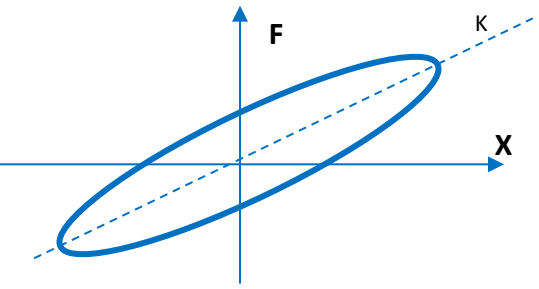
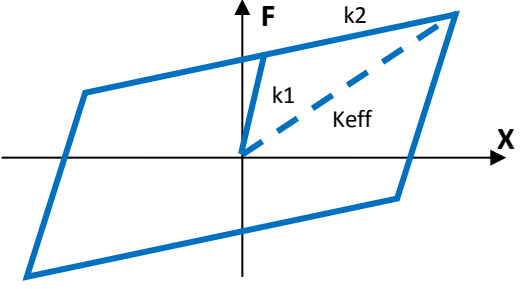
Isolation: appuis en élastomère et appuis pendulaires

Les isolateurs apportent un certain amortissement

- Appui en élastomère → 10 %
- HDRB (High Damping Rubber Bearing) → 16 %
- LRB (Lead Rubber Bearing) Appui à cœur de plomb → 35 %
- APS Appui pendulaire → 35 %



Les appuis parasismiques

Appuis en élastomère	Appuis à cœur de plomb	Appuis à friction pendulaire
		
<p>Effet de rappel (ressort) : élasticité de l'élastomère</p> <p>Dissipation d'énergie : viscosité de l'élastomère</p> <p>Fonction double : isolateur latéral et appui vertical</p>	<p>Ressort : élasticité de l'élastomère</p> <p>Dissipation d'énergie : ductilité du plomb</p> <p>Fonction triple : isolateur latéral, amortisseur et appui vertical</p>	<p>Ressort : rayon du pendule</p> <p>Dissipation d'énergie : coefficient de frottement</p>
<p>LDRB (Low Damping Rubber Bearing)</p> <p>HDRB (High Damping Rubber Bearing)</p>	<p>LRB (Lead Rubber Bearing)</p>	<p>PS (Pendulum System)</p>

Les appuis parasismiques

Tableau 1 — Types de dispositifs antisismiques les plus courants

Description du dispositif			Paragraphe applicable	Représentation graphique			Notes
				Vue en plan	Vue en élévation		
Dispositifs de liaison rigide (RGD)	Dispositifs de liaison permanente (PCD)	Fixes	5.1				Ce type de dispositifs correspond au type 8.1 (appareils d'appui bloqués) du tableau 1 de la norme EN 1337-1:2000 (*)
		Mobiles	5.1				Ce type de dispositif correspond au type 8.2 (appareils d'appui guidés) du tableau 1 de la norme EN 1337-1:2000 (*)
	Butées fusibles	Butées fusibles mécaniques (MFR)	5.2			—	
		Butées fusibles hydrauliques (HFR)	5.2			—	
	Dispositifs de liaison temporaire (TCD)	5.3			—	Ce type de dispositif est en général appelé Unité de Transmission de Chocs (STU)	
Dispositifs dépendant du déplacement (DDD)	Dispositifs linéaires (LD)	6.1			—		
	Dispositifs non linéaires (NLD)	6.2			—		
Dispositifs dépendant de la vitesse (VDD)	Amortisseurs à fluide visqueux (FVD)	7.1			—	Cette représentation graphique s'applique également aux amortisseurs à deux arbres	
	Amortisseurs à ressort fluide (FSD)	7.1			—		
Isolateurs sismiques	En élastomère	8.2				Les isolateurs sont représentés dans leur position déformée afin de souligner leur souplesse latérale	
	Appareil d'appui en élastomère et noyau de plomb	8.2					
	Éléments de glissement à surface courbe	8.3				Ces symboles s'appliquent à la fois aux éléments à simple surface et double surface courbe	
	Éléments de glissement à surface plane	8.4				Ces symboles s'appliquent au type 2.3 (appareils d'appui glissant à pot) et au type 3.5 (appareils d'appui sphériques glissant) du tableau 1 de la norme EN 1337-1:2000 (■)	
Note 1 (*)	Ce type de dispositif correspond au type F.0 (appareil d'appui bloqué) du tableau 1 de la norme EN 1337-1 révisée.						
Note 2 (°)	Ce type de dispositif correspond au type G.1 (appareil d'appui bloqué) du tableau 1 de la norme EN 1337-1 révisée.						
Note 3 (■)	Ce type de dispositif correspond au type P.2 et S.2, respectivement, du tableau 1 de la norme EN 1337-1 révisée.						

Amortisseurs

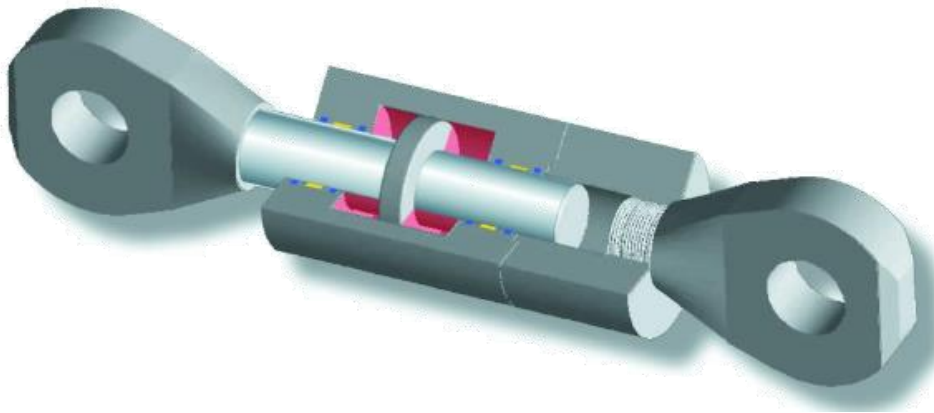
FVD

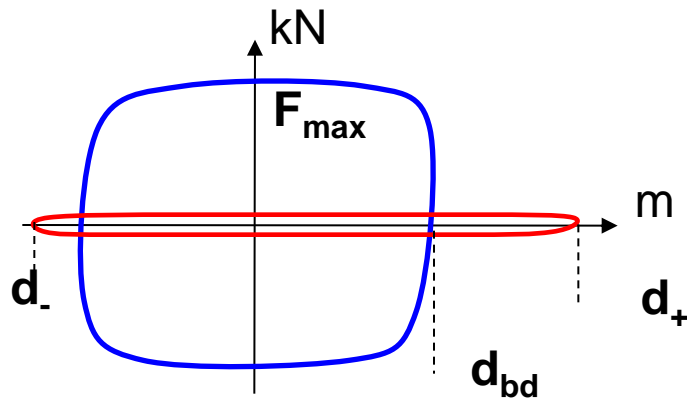
FSD (ou PDS – pour éviter une confusion à une lettre près !)

(Norme NF EN 15129)

Amortisseurs élastoplastiques et amortisseurs visqueux

- Amortissement $> 50 \%$
- Elastoplastique: l'amortissement dépend du déplacement
- Visqueux (FVD) : l'amortissement dépend de la vitesse
- Options aux amortisseurs visqueux: précontrainte et fonction ressort (PDS)





— Vitesse lente
— Vitesse rapide

$$F = C.V^\alpha$$

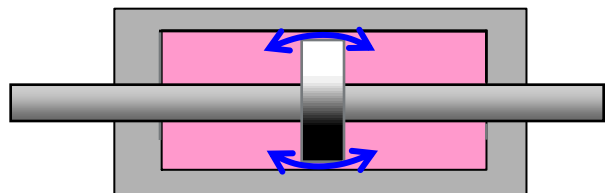
Caractéristiques principales

- C (kN/(m/s) $^\alpha$)
- Coefficient alpha (-)
- Raideur (kN/m)
- Déplacement sous vitesse rapide (mm) d_{bd}
- Force F_{max} (kN)
- Vitesse max de fonctionnement (m/s)
- Déplacement sous vitesse lente (mm) d_{th} , d_{lt}
- Structure (acier ou béton, quel béton?)
- Avec ou sans chape?
- Préréglage?

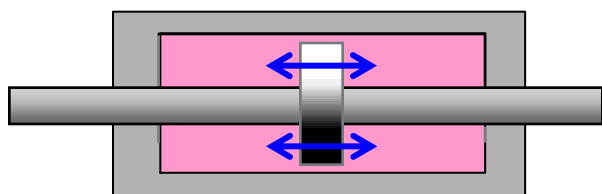
Les appuis parasismiques

3 technologies

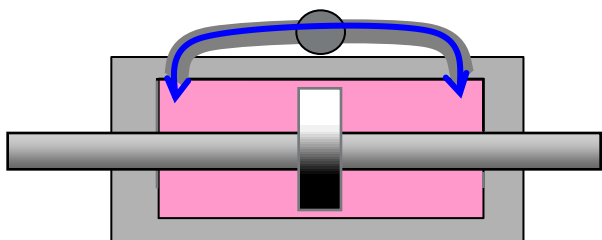
Laminage du fluide entre le piston et le corps



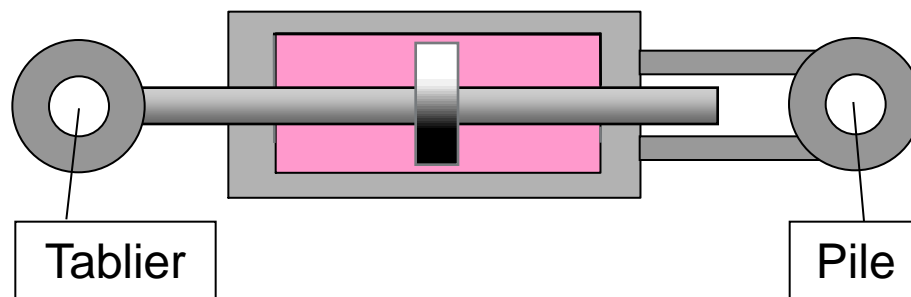
Laminage du fluide à travers des trous calibrés ou des valves



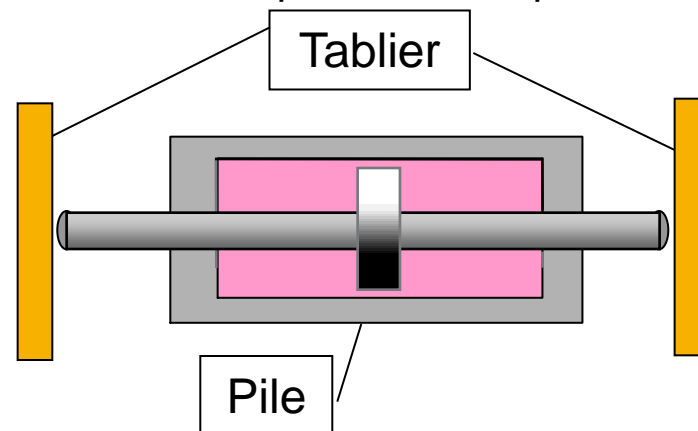
Régulateur extérieur



Modèle traction-compression



Modèle compression-compression

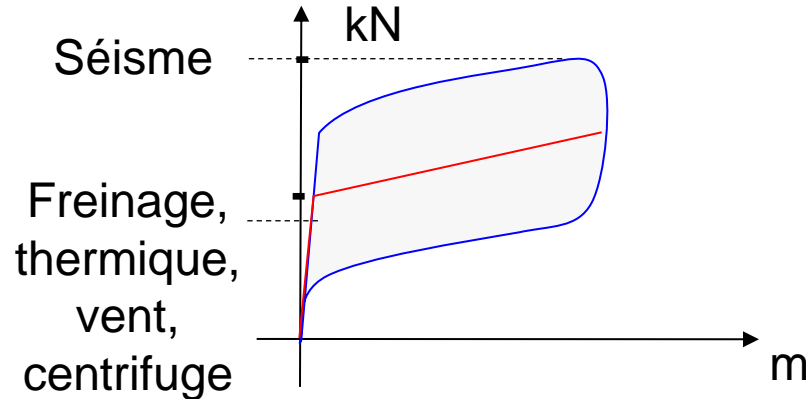


Les appuis parasismiques

PDS : Prestressed damping spring

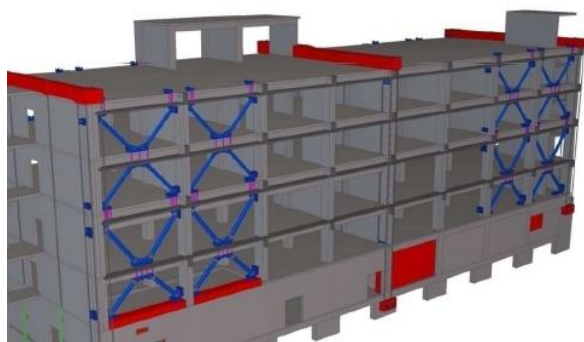
En plus de l'amortissement visqueux:

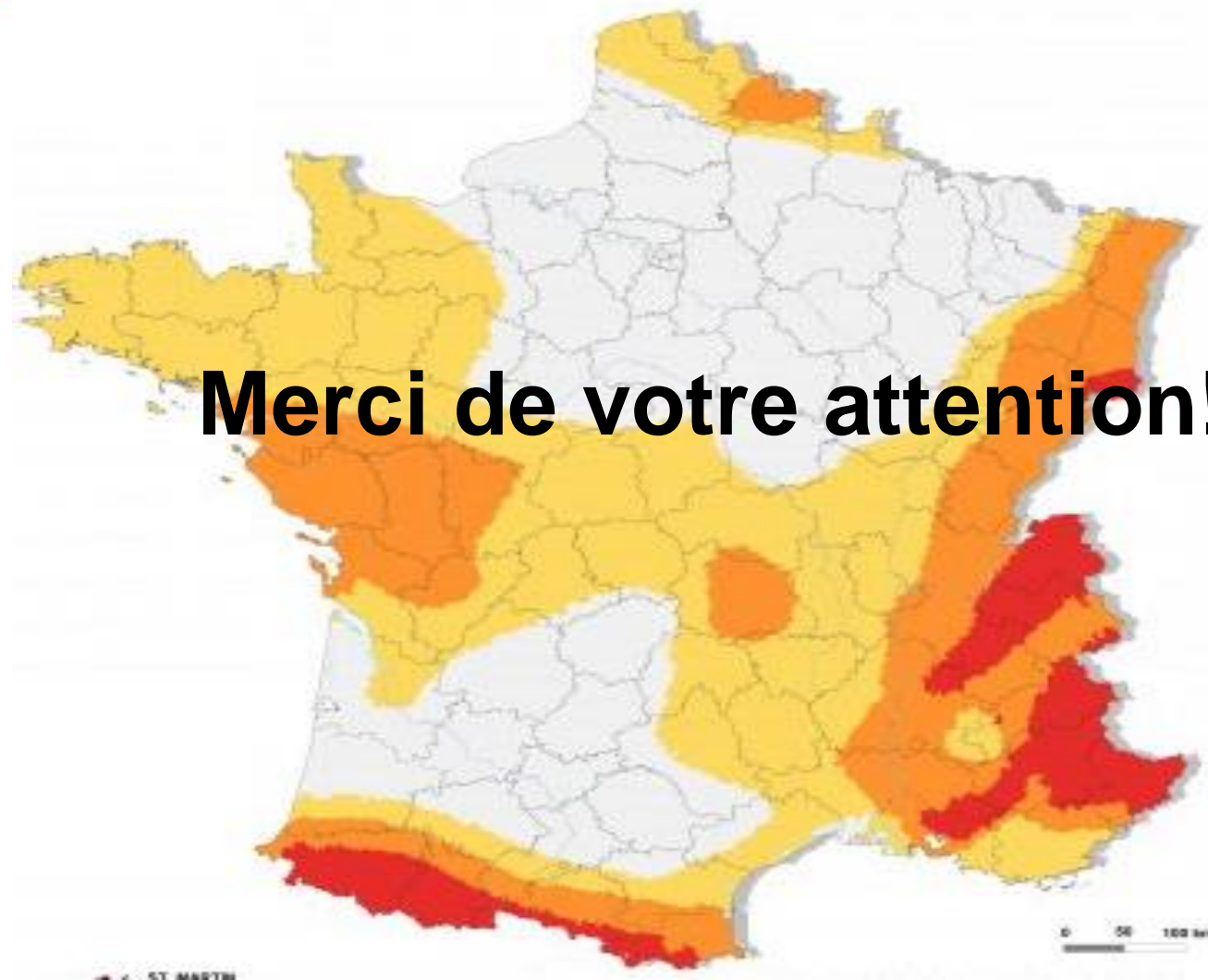
1. Précontrainte: pas de déclenchement de l'appareil sous effort de freinage (point fixe)
2. Fonction ressort : ramener la structure à sa position d'origine après séisme



Les appuis parasismiques

Solutions
Foreva





Merci de votre attention!