

# LA RÉGLEMENTATION MÉCANIQUE

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

### RISQUE SISMIQUE

**En Europe, comparée à la Grèce ou à la Turquie, la France métropolitaine est une région à sismicité moyenne.**

Les séismes y sont essentiellement superficiels, leur foyer se situe dans la croûte terrestre. Ils résultent du rapprochement lent entre la plaque africaine et la plaque eurasiennne et sont répartis le long des zones de failles et de plissements souvent anciennes.

On dénombre en moyenne chaque année une vingtaine de séismes de magnitude supérieure à 3.5 alors que plusieurs milliers sont ressentis dans l'ensemble du bassin méditerranéen. Néanmoins, la France a subi dans le passé des séismes destructeurs qui se sont produits sur le territoire national ou dans des régions frontalières.



### LE PARTICULIER SOUHAITE UNE MAISON QUI A LA FORME DEMANDÉE

Il faut savoir que la maison peut avoir toute forme ou architecture souhaitée par le client à partir du moment où les consignes et réglementations sont respectées telles que joints de dilatation, encadrements d'ouvertures et ceinture périphérique par les aciers.



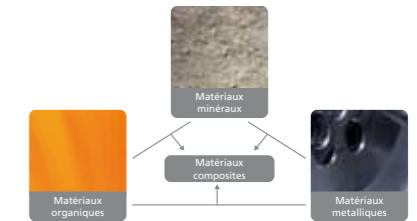
## NOTIONS DE RÉSISTANCE MÉCANIQUE

### LES MATÉRIAUX

**Un matériau** est une matière servant à réaliser des objets. Il est possible de définir quatre grandes familles de matériaux en fonction de la structure moléculaire et des conditions liées à l'environnement (température, humidité...).

Les principales caractéristiques d'un matériau sont :

- la **masse volumique**
- le **module de Young**
- la **limite élastique**
- le **coefficient de poisson**

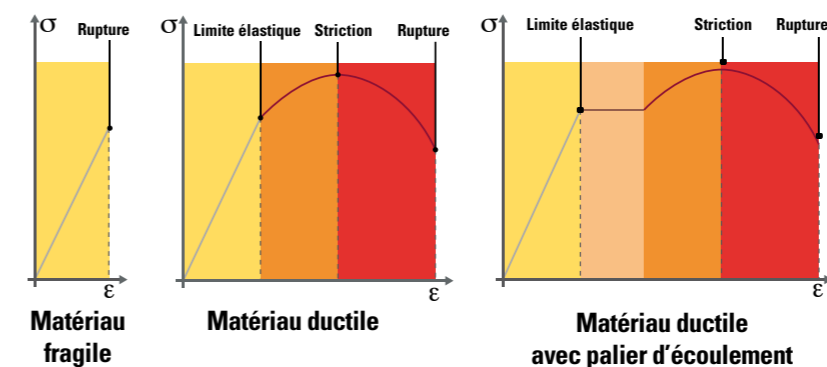


### DÉFORMABILITÉ

Lorsqu'une contrainte est appliquée sur un matériau ses trois principales réactions peuvent être de types :

- **élastique** (déformation réversible)
- **plastique** (déformation permanente)
- **visqueux** (déformation s'étalant dans le temps)

La réalisation d'un essai (de traction dans le cas présenté) permet de déterminer la loi de comportement qu'il sera nécessaire d'utiliser pour prévoir la réaction d'un matériau sous une contrainte appliquée.



**Domaine élastique** : la déformation augmente et diminue proportionnellement à la contrainte appliquée. Si la contrainte redevient nulle le matériau reprend ses dimensions initiales.

**Palier d'écoulement** (plastique) : augmentation de la déformation même si la contrainte n'évolue pas.

**Phase plastique** : la déformation n'est plus proportionnelle à la contrainte lorsque cette dernière augmente. Si elle diminue la décharge est "élastique" (proportionnelle à la diminution de la contrainte). Une déformation irréversible demeure néanmoins même si la contrainte redevient nulle.

**Zone d'instabilité géométrique** (plastique) : la déformation se concentre dans la zone de striction. La contrainte semble diminuer car l'axe représente la force appliquée sur la section initiale.

### LES LOIS DE COMPORTEMENT

Des lois de comportements ont donc été élaborées (élastoplastique, viscoélastique...).

La plus simple et la plus utilisée d'entre-elles est la loi élastique dite :

**LOI DE HOOKE** "Ut tensio sic vis" (l'allongement suit la force)

$$\sigma = F/s \quad \sigma = E \epsilon \quad \epsilon = \Delta L / L_0$$

E : Module d'Young

- Φ : contrainte normale
- F : force normale appliquée
- S : surface d'application
- ε : déformation
- ΔL : écart entre la longueur finale et initiale
- L<sub>0</sub> : longueur initiale

# LA RÉGLEMENTATION MÉCANIQUE

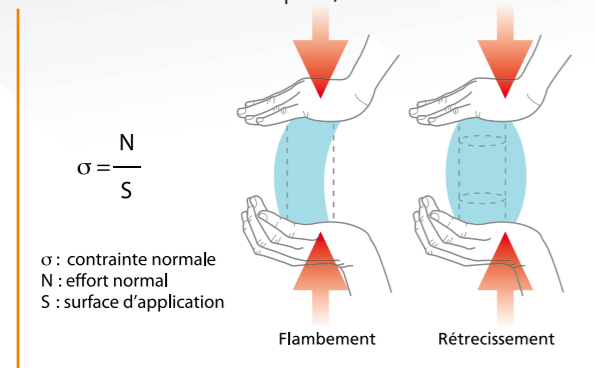
## NOTIONS DE RÉSISTANCE MÉCANIQUE

### LES PRINCIPALES SOLLICITATIONS

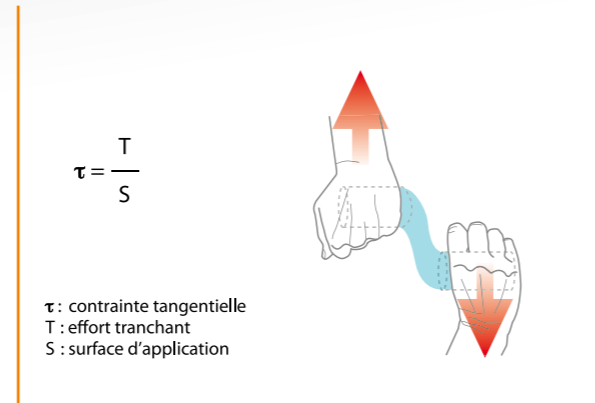
Les schémas de principe qui suivent montrent les principales sollicitations applicables à un échantillon de matériau (ici cylindrique) :

#### LA COMPRESSION

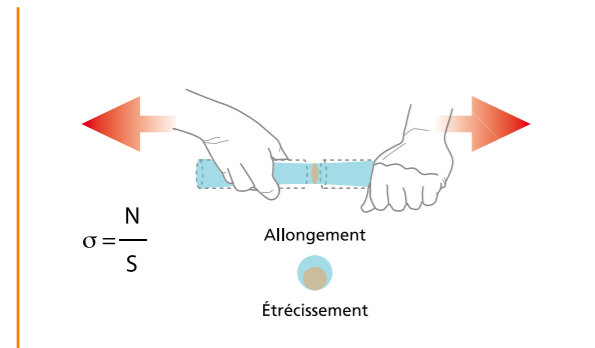
Suivant les dimensions de la pièce, cette contrainte aboutie à :



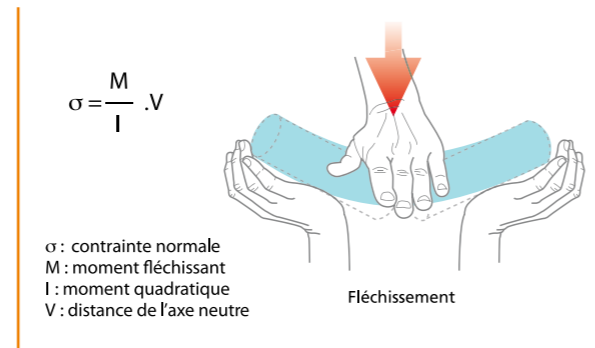
#### LE CISAILLEMENT



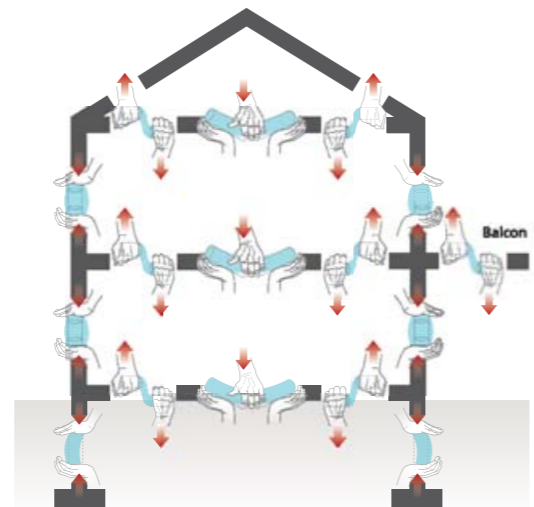
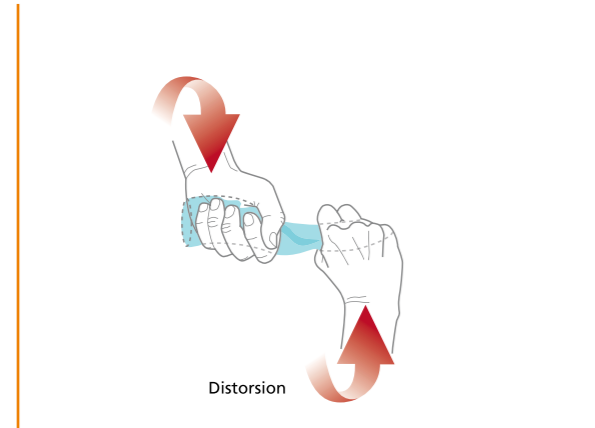
#### LA TRACTION



#### LA FLEXION SIMPLE



#### LA TORSION



Exemple des principales sollicitations appliquées à un bâtiment

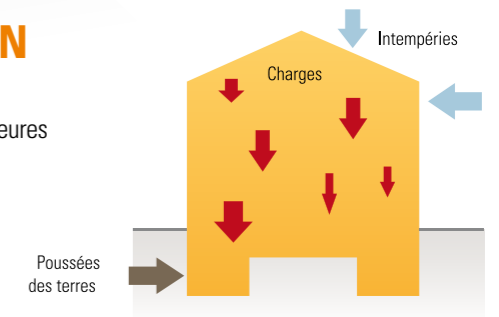
## RÉSISTANCE MÉCANIQUE APPLIQUÉE A LA CONSTRUCTION

### LES CONTRAINTES DE LA CONSTRUCTION

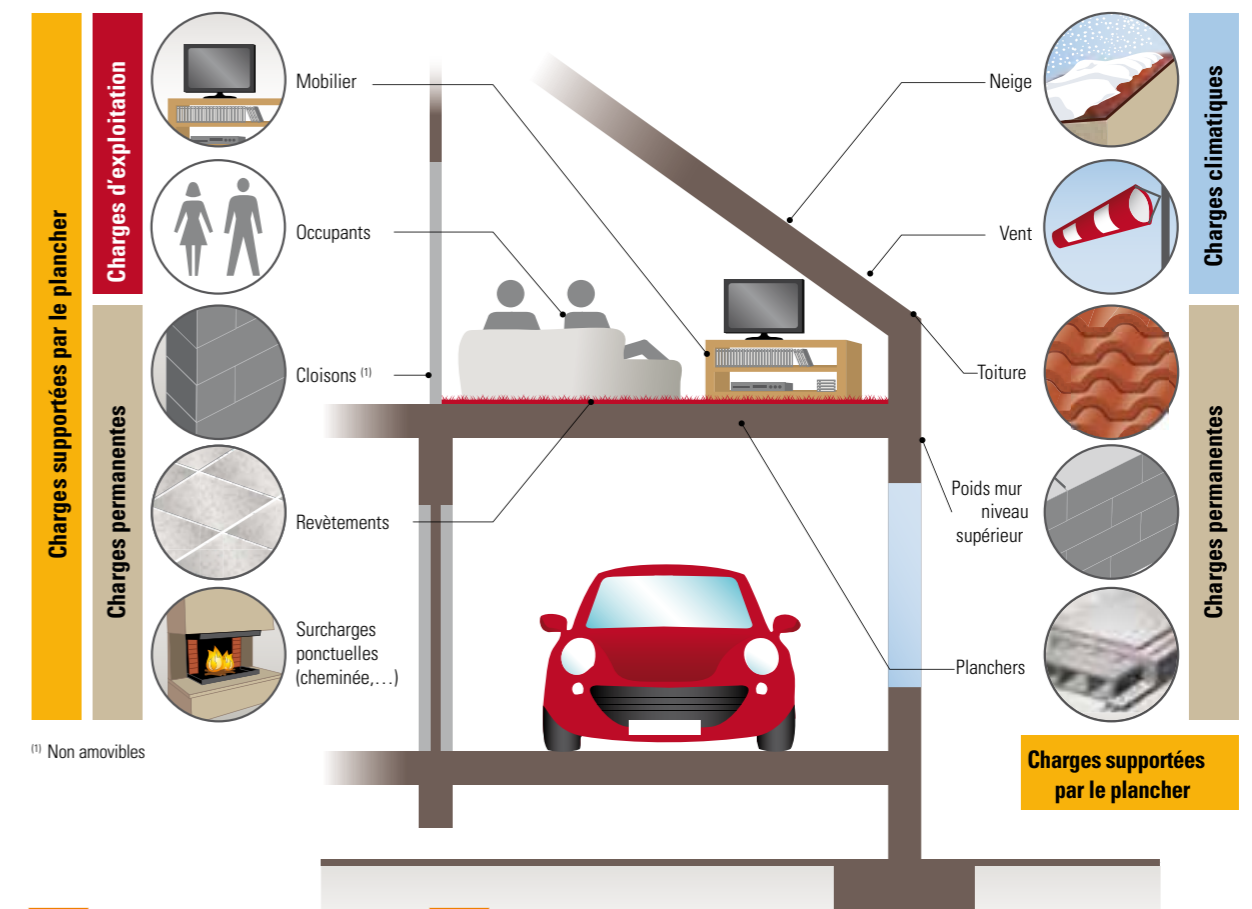
Les constructions doivent résister à un certain nombre de contraintes extérieures (intempéries, poussées des terres) et intérieures (charges).

Pour cela les éléments la constituant sont classés dans deux catégories :

- porteurs (refends, poteaux, poutres, planchers...)
- et non porteurs (cloisons, murs de remplissage...)



### SUR LES ÉLÉMENTS HORIZONTAUX    SUR LES ÉLÉMENTS VERTICAUX



#### Charges permanentes (G)

**Définition.** Il s'agit des charges qui ne varient pas dans le temps (poids propre des murs, planchers...).

**Prise en compte.** Elles sont majorées de 35% dans les calculs (coefficient de sécurité de 1,35).

#### Charges d'exploitation (Q)

**Définition.** Il s'agit des charges qui varient dans le temps (meubler, occupants...).

**Prise en compte.** Elles sont majorées de 50% dans les calculs (coefficient Wde sécurité de 1,5).

**Valeurs usuelles.**  
Habitation : 150 daN/m<sup>2</sup> (garage : 250 daN/m<sup>2</sup>).  
Bureaux : 250 daN/m<sup>2</sup>.

# LA RÉGLEMENTATION MÉCANIQUE

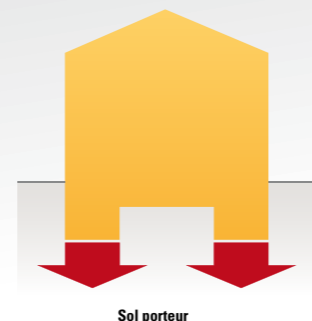
## RÉSISTANCE MÉCANIQUE APPLIQUÉE A LA CONSTRUCTION

### LA DESCENTE DE CHARGE

La descente de charge permet :

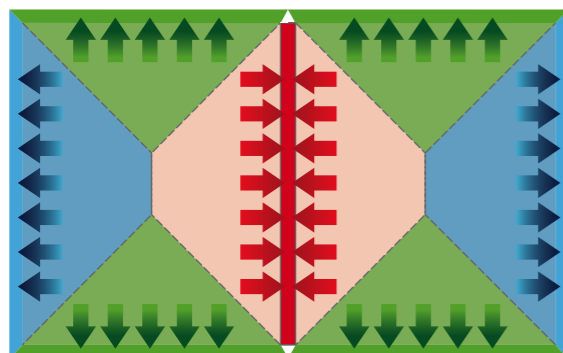
- de déterminer la sollicitation verticale de chaque élément porteur et pouvoir ainsi effectuer leur dimensionnement
- d'évaluer la pression exercée sur le sol situé sous la fondation et donc choisir le type de fondation suivant la portance du dit sol

**Le principe** est d'évaluer pour une bande d'un mètre "de bâtiment" les charges qui sollicitent les éléments porteurs et le sol situé sous la "tranche" de fondation

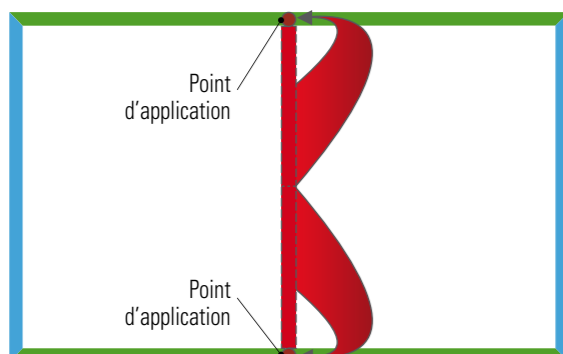


### TRANSMISSION DES CHARGES AUX ELEMENTS VERTICAUX

La surface à reprendre (planchers chargés) est découpée puis répartie sur les éléments porteurs verticaux :

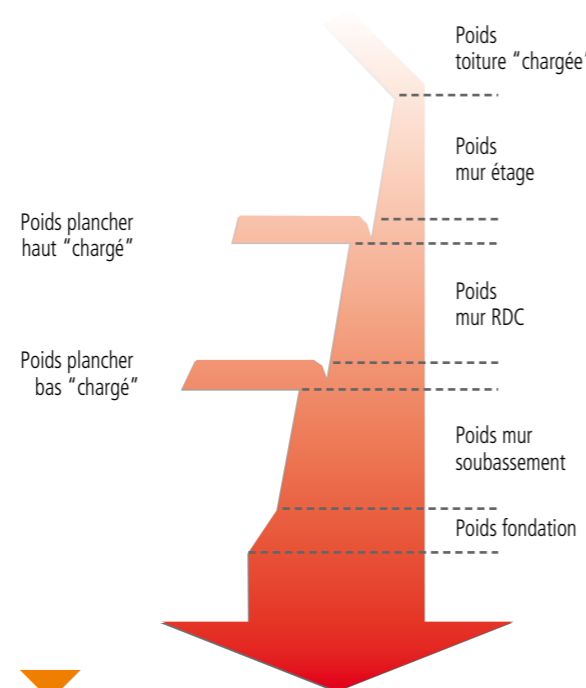


Un deuxième report de charge peut être nécessaire dans le cas d'éléments porteurs reposant sur d'autres éléments porteurs (ex : poutre reposant sur murs).



### TRANSMISSION DES CHARGES AU SOL PORTEUR

Les charges se cumulent et atteignent leur maximum au bas de la construction. L'exemple qui suit montre l'accumulation des charges (excentrées en raison des planchers présents d'un seul côté de la façade) s'appliquant verticalement sur la façade :



#### Remarque

les éléments de refend intérieurs présentent, quant à eux, un chargement centré (planchers des deux côtés du refend).

## LA RÉGLEMENTATION

### LES CHARGES PERMANENTES (G)

#### REVÊTEMENTS

Type de charges	Valeur (daN/m <sup>2</sup> )
Sol mince ou plastique	8
Parquet 23 mm (+ lambourdes)	20
Carrelages collés /cm d'épaisseur	20
Dalle flottante /cm d'épaisseur	20

#### PLANCHERS<sup>(1)</sup>

Type de charges	Valeur (daN/m <sup>2</sup> )	
Plancher béton "entrevous léger"	12 + 5	170
	12 + 5	191
	20 + 5	226
Plancher béton "entrevous bord droit"	12 + 4	218
	16 + 4	266
	20 + 4	308
Plancher béton "entrevous mixtes à bords évasés"	12 + 4	239
	16 + 4	292
	20 + 4	339
Plancher béton "loi de masse"	8 + 8	295
	8 + 10	341
	8 + 12	287

(1) Entraxe 60 cm. A noter qu'il existe certains montages en entraxe 63, 64 ou 70. Pour connaître les poids morts correspondants se rapprocher de nos bureaux d'études.  
(2) Avis technique Raid® 3/09-641 "Poutrelles treillis métallique RAID®"

#### MURS

Type de charges	Valeur (daN/m <sup>2</sup> )	Mur usuel <sup>(3)</sup> (daN/ml)
Béton banché / cm d'épaisseur	22	1100 <sup>(4)</sup>
Béton armé / cm d'épaisseur	25	1250 <sup>(4)</sup>
Enduit plâtre / cm d'épaisseur	10	25
Enduit au mortier / cm d'épaisseur	18	45
Bloc plein béton	10	210
	15	315
Bloc perforé béton	20	420
	15	244
Bloc creux béton "parois épaisses"	20	318
	10	135
Bloc creux béton "parois minces"	15	200
	20	270
Bloc creux béton "parois minces"	10	120
	15	164
	20	228

(3) Mur de 2,50 m de haut. (4) Pour une épaisseur de 20 cm. NB : il s'agit de valeurs indicatives.

#### Remarque

Les charges de toiture ne sont pas représentées.

# LA RÉGLEMENTATION MÉCANIQUE

## LA RÉGLEMENTATION

### LES CHARGES D'EXPLOITATION (Q)

#### BÂTIMENT À USAGE D'HABITATION

Type de charges	Valeur (daN/m <sup>2</sup> )
Habitation	150
Escalier et hall d'entrée	250
Balcon	350
Terrasse accessible privée	150
Terrasse non accessible	100
Grenier	250

#### BÂTIMENT SCOLAIRE

Type de charges	Valeur (daN/m <sup>2</sup> )
Salle de classe	
Atelier et laboratoire	250
Sanitaire collectif	
Amphithéâtre	350
Cantine	
Bibliothèque	
Salle polyvalente	400
Circulation et escalier	

#### BÂTIMENT DE BUREAUX

Type de charges	Valeur (daN/m <sup>2</sup> )
Bureau	
Circulation et escaliers	250
Hall de réception	
Cantine	250 à 350
Guichet	140

#### HÔPITAL ET DISPENSAIRE

Type de charges	Valeur (daN/m <sup>2</sup> )
Chambre	150
Circulation	250
Salle opération, travail	350
Hall et circulation générale	400
Cuisine	500

#### DIVERS

Type de charges	Valeur (daN/m <sup>2</sup> )
Parking voitures particulières	250
Salle danse et spectacles	500

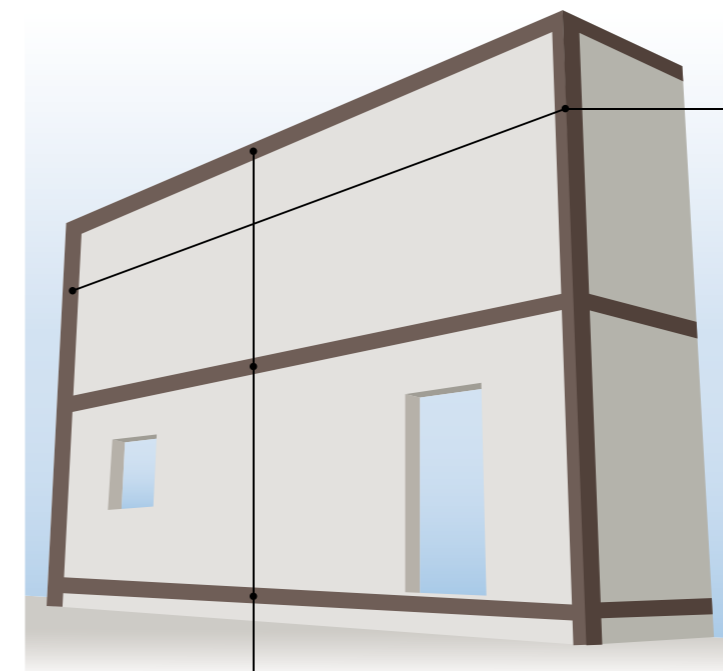
#### Loi des dégression des charges verticales

Lorsqu'un bâtiment à usage d'habitation ou d'hébergement possède plus de 2 étages, les charges d'exploitation sont minorées.

## LA RÉGLEMENTATION

### LES CHAÎNAGES

Le bâtiment est ceinturé horizontalement et verticalement à l'aide de tirants (béton armé) qui permettent de rigidifier l'ensemble : il s'agit des chaînages. Le schéma qui suit présente les endroits où sont disposés ces tirants.

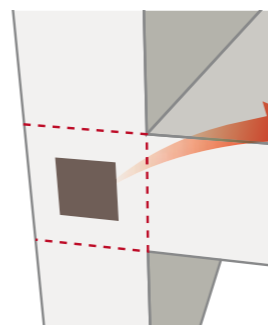


#### Chaînage horizontal

Il est en béton armé, continu et fermé.

Il est obligatoire :

- en couronnement de murs libres en tête
- à l'intersection des murs porteurs et des planchers



#### Section Béton

La section du chaînage doit permettre une mise en place correcte du béton (minimum 100x100 mm) en zones non sismiques et 150x150 mm en zones sismiques.

#### Section Acier

Elle doit représenter au moins 4‰ de la section béton du chaînage avec un minimum de 1,50 cm<sup>2</sup> représentant 2 HA10 (pour acier FeE500).

#### Chaînage vertical

Il est en béton armé et relie au moins deux chaînages horizontaux.

Il se trouve au moins :

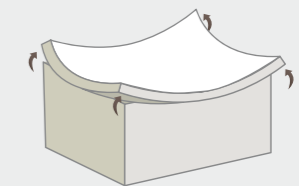
- aux angles rentrants des maçonneries
- aux angles saillants des maçonneries
- de part et d'autre des joints de fractionnement

#### Fonctionnement

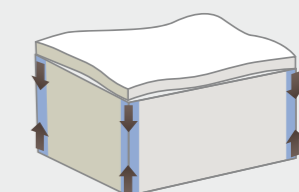
*“Ces chaînages verticaux constituent de simples liaisons et n'interviennent pas comme des poteaux d'ossatures”.*

**(DTU 20.1 P.4)**

Sous les contraintes mécaniques et/ou thermiques les angles du plancher peuvent avoir tendance à se soulever.



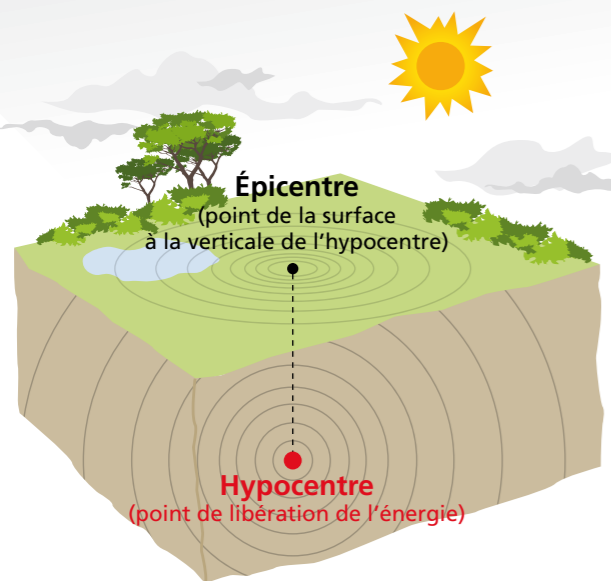
Les chaînages verticaux empêchent ce phénomène.



# LA RÉGLEMENTATION MÉCANIQUE

## LES SÉISMES

Les séismes résultent principalement de mouvements tectoniques (contraintes de frottement entre roches), d'activités volcaniques (remontées de gaz ou de magma), d'explosions ou d'effondrements de cavités (causes naturelles ou dues à l'activité humaine).



## LES ONDES SISMIQUES

### ONDES AGISSANT DANS LE SOL

Elles se propagent de l'hypocentre vers la surface à travers les différentes couches de sols qui les atténuent ou les amplifient.

**Ondes P (Primaires)** - Ces ondes se déplacent par compression et dilatation des sols. ce sont les plus rapides donc les premières ressenties.

**Ondes S (Secondaires)** - Ces ondes cisailent les sols qu'elles traversent. Elles sont donc arrêtées par les liquides notamment.

### ONDES AGISSANT À LA SURFACE

Elles résultent de l'interaction des deux ondes de volumes (P et S) et se propagent à la surface de la terre.

**Ondes L (Love)** - Ces ondes cisailent les plans parallèles à la surface. Elles sont particulièrement nuisibles aux constructions et se déplacent à une vitesse d'environ 4 km/s.

**Ondes R (Rayleigh)** - Ces ondes ont une influence complexe qui rappelle celui de la houle (déplacement qui comporte une composante horizontale et une composante verticale).

## PRINCIPE DE LA RÉGLEMENTATION

La réglementation sismique a été basée sur l'analyse historique des tremblements de terre recensés par le BCSF (environ 7600 séismes historiques et mesurés) et l'analyse sismotectonique (sources potentielles de tremblements de terre). Ces deux

approches ont permis d'établir une carte d'aléa sismique. Un équilibre a ensuite été trouvé entre les impératifs économiques et les données politiques pour définir le niveau de sécurité à atteindre pour chacune de ces zones sismiques.

## LA CLASSIFICATION DES OUVRAGES

Deux risques sont définis suivant que les conséquences d'un endommagement de l'ouvrage peuvent rester circonscrites à son voisinage direct (risque normal) ou pas (risque spécial).

### Ouvrages à "risque spécial"

Il s'agit d'ouvrages, tels que les barrages (recommandations spécifiques), centrales nucléaires, complexes pétroliers et gaziers (arrêté du 24 janvier 2011) concernant installations classées.

### Ouvrages à "risque normal"

Soumis à l'arrêté du 20 octobre 2010 ce type d'ouvrages comporte 4 classes :

<b>1</b>	Garages, granges, entrepôts, abris animaux...
<b>2</b>	Maisons individuelles, ERP catégories 4 et 5, parcs de stationnement, bureaux de moins de 300 personnes, établissement scolaire...
<b>3</b>	Salles de spectacle, stades, musées, ERP catégories 1, 2 et 3...
<b>4</b>	Hôpitaux, casernes, bâtiments contrôle aérien...

## LA RÉGLEMENTATION COMPLÉMENTAIRE

Les ouvrages à "risque normal" doivent être conçus suivant certaines règles et faire l'objet de calculs justificatifs plus ou moins contraignants suivant la zone de sismicité où ils sont construits.

## LES DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Les règles générales de conception sont axées sur :

### LE CHOIX DU SITE

Les constructions (sauf nécessité absolue) ne sont pas autorisées au voisinage immédiat de failles reconnues actives.

### RECONNAISSANCE ET ÉTUDE DE SOL

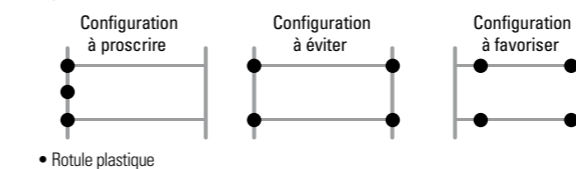
Elle doit être suffisamment précise pour permettre de détecter les sols potentiellement liquéfiables et classer le site suivant sa composition (A à E).

### LES FONDATIONS

Le système de fondation retenu doit être homogène sous toute la construction ou du moins sur chaque partie autonome (séparée du reste par un joint sismique).

### LA STRUCTURE

- Les éléments structuraux doivent justifier d'une ductilité suffisante (afin de pouvoir se déformer sous l'action sismique).
- Les structures doivent constituer des ensembles aussi monolithiques que possible.
- La structure doit être conçue pour que les zones critiques (rotules plastiques formées sous l'action sismique) ne se trouvent pas aux jonctions des éléments structuraux. Leur formation doit être favorisée dans les éléments horizontaux (poutres, linteaux...).

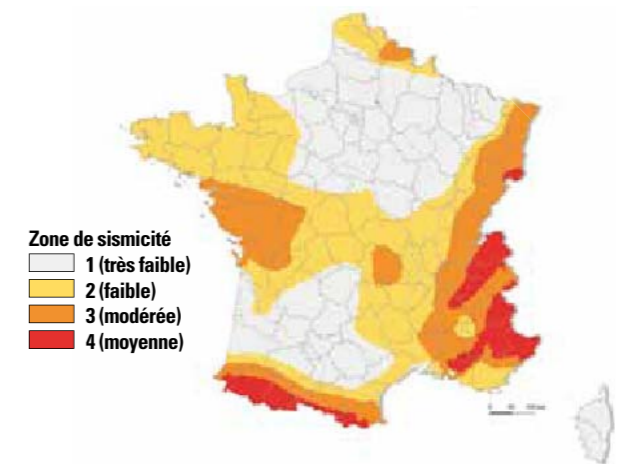


### Remarque

Les différentes justifications se font ensuite à l'aide de méthodes de calcul non exposées dans le présent document.

## LES ZONES SISMIQUES

Selon l'arrêté du 14 mai 1991 les différentes zones sismiques pour les ouvrages à "risque normal" sont :



## LES ACCÉLÉRATIONS

Cat. d'importance	Accélération par classe (m/s <sup>2</sup> )				
	I	II	III	IV	
Zone sismique	<b>1</b>	0,32	0,40	0,48	0,56
	<b>2</b>	0,56	0,70	0,84	0,98
	<b>3</b>	0,88	1,10	1,32	1,54
	<b>4</b>	1,28	1,60	1,92	2,24
	<b>5</b>	2,40	3,00	3,60	4,20

## RÉGLEMENTATIONS APPLICABLES

	Cat. I (hangars...)	Cat. II (maisons individuelles)	Cat. III (établissements)	Cat. IV (protection primordiales)
<b>Zone 1</b>	Aucune exigence			
<b>Zone 2</b>	Aucune exigence		<b>Eurocode 8</b>	
<b>Zone 3</b>	Aucune exigence	<b>Règles simplifiées PSMI (1)</b>	<b>Eurocode 8</b>	<b>Eurocode 8</b>
<b>Zone 4</b>	Aucune exigence	<b>Règles simplifiées PSMI (1)</b>	<b>Eurocode 8</b>	<b>Eurocode 8</b>

(1) Applicable dans l'attente de la mise à jour en accord avec l'EC8