
PRESENTATION DU CTMNC ROC



Le contexte économique

◆ Structurel :

- Une filière composée de petites entreprises réparties sur tout le territoire Français :
 - Plus des 1200 sociétés dont seulement 20 ont plus de 50 salariés
- Un chiffre d'affaire global très faible comparé à celui des autres matériaux de construction :
 - 760 M€

Le contexte économique

◆ Conjoncturel :

- Un recul important de l'industrie des roches ornementales et de construction en France
- Une concurrence croissante des autres matériaux de construction
- Des importations massives des pierres de Chine et d'Inde à très bas prix

Un nouveau centre technique ROC



◆ 2001-2007

- Mobilisation des organisations professionnelles pour relancer l'industrie de la pierre
- Négociations avec les élus et les pouvoirs publics pour doter la filière d'un **centre technique industriel (CTI)**
- 1^{er} janvier 2007 , création d'une taxe affectée aux entreprises de la filière pierre pour financer le nouveau CTI dédié aux roches ornementales et de construction.

Financement

- La nouvelle Taxe affectée concerne les entreprises :
 - d'extraction (les carriers),
 - de transformation et de fabrication des produits en pierre naturelle
- Les matériaux concernés :
 - Pierre calcaire, marbre, granit, grès, ardoise et lave
...

Financement

- Ressources des CTI = Taxe affectée :
 - 0,2 % du CA des entreprises pour le secteur pierre naturelle
 - 0,4 % du CA pour le secteur terre cuite

CTMNC = Tuiles & briques + ROC



- 2007 : Création du CTMNC qui regroupe :
 - le CTTB (centre technique des tuiles et briques) :
 - Budget: 6 M€ (Taxe : 4 M€ + Activités commerciales : 2M€)
 - 70 personnes
 - le nouveau CTI ROC :
 - Budget : 1,2 M€ (Taxe)
 - A terme: 10 personnes

La Gouvernance CTMNC



- ◆ Conseil d'administration composé de :
 - 30 membres répartis en 3 collèges :
 - "professionnels"
 - "personnels techniques"
 - "personnalités compétentes"
 - Activité pierre naturelle représentée au sein du collège « professionnels » par 5 membres

La représentation par activité

◆ Comité technique et scientifique (CTS)

- Distinct pour chaque département :

- CTS Tuiles et briques

- CTS ROC :

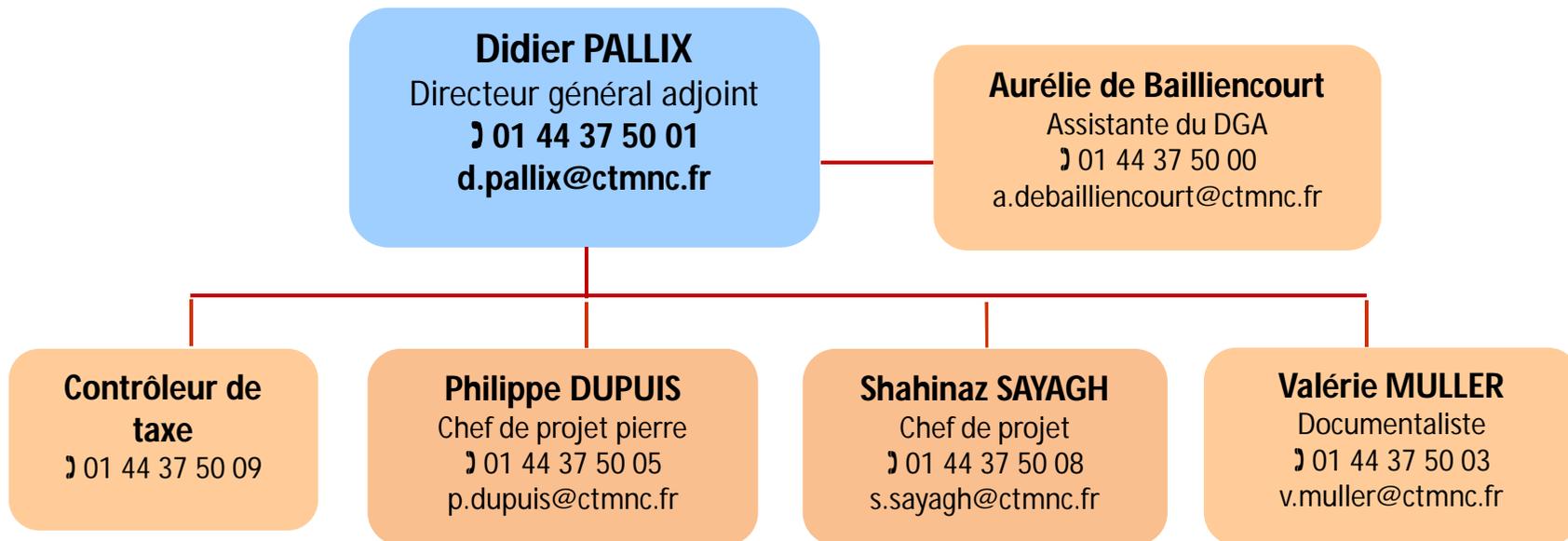
8 membres issus des professions relevant de la taxe affectée :

- SNROC
- Fédération des ardoisières de France
- UMGO/FFB
- Syndicat du Grès
- CAPEB /UNA des métiers de la pierre

- Missions du CTS :

- Définir un programme scientifique et d'investissements

L'équipe du département ROC



Expertise technique :

- Identification des besoins de la filière
- Normalisation française et européenne
- Marquage CE . Environnement
- Sismique . Produits de traitement

• Les autres services du CTMNC :

- Essais
- Calculs de structure
- Thermique
- Acoustique
- Chimie
- Environnement
- Formation

Autres compétences sur lesquelles s'appuie l'équipe ROC :

- Alain BOUINEAU, Consultant expert dans tous les domaines de la pierre

Le fonctionnement du dép. ROC

- ◆ Groupes de Travail (GTT) :
 - Composés d'experts de la pierre (organisations professionnelles, commerciaux, techniciens ,...)
 - Au total 22 membres répartis dans 15 GTT ; dont les principaux sont :
 - GTT marquage CE
 - GTT Lithothèque
 - GTT Maçonnerie
 - GTT environnement
 - GTT pilotés par des chefs de projets du CTMNC qui ont pour mission :
 - De mener les projets institutionnels en collaboration avec des experts du CTMNC ou d'organismes extérieurs.
 - De confronter les travaux du centre technique avec les contraintes du terrain

Les actions institutionnelles ROC

- ◆ Depuis septembre 2007
 - Environnement
 - Thermique
 - Sismique
 - Maçonnerie
 - Voirie
 - Marquage CE : Guide en cours d'édition
 - Essais
 - Communication :
 - Lettre d'information : "Blog de Pierre"
 - Site Web
 - Lithothèque

- ◆ UN CENTRE AU SERVICE DE LA PROFESSION:
ELLE INITIE SES ACTIONS ET VALIDE LES
RÉSULTATS DE SES TRAVAUX

LES TEXTES TECHNIQUES DE REFERENCE POUR LA CONSTRUCTION



PIERRE NATURELLE

OBLIGATOIRES

- ◆ Les règlements issus de lois, décrets, et arrêtés
- ◆ Les normes homologuées et DTU dans les marchés **publics**
- ◆ Le marquage CE

CONTRACTUELS

- ◆ Les normes homologuées et DTU dans les marchés **privés**
- ◆ Les normes expérimentales dans les marchés **publics et privés**
- ◆ Les CCTG et leurs fascicules
- ◆ Les Avis Techniques et DTA
- ◆ Les ATEX
- ◆ La certification

INFORMATIFS

- ◆ Les règles professionnelles
- ◆ Les guides
- ◆ Les études et recherches
- ◆ Les articles

OBLIGATOIRES

```
graph TD; A([OBLIGATOIRES]) --> B[Les règlements issus de lois, décrets, et arrêtés]; A --> C[Le marquage CE]; B --> D[Les normes homologuées et DTU dans les marchés publics]; C --> D;
```

Les règlements issus de lois,
décrets, et arrêtés

Le marquage CE

Les normes homologuées et DTU
dans les marchés **publics**

CONTRACTUELS

Les normes homologuées et DTU dans les marchés privés

Les Avis Techniques et DTA

Les normes expérimentales dans les marchés publics et privés

Les ATEX

Les CCTG et leurs fascicules

La certification



INFORMATIFS



Les règles professionnelles



Les études et recherches



Les guides



Les articles



◆ LOIS / DECRETS/ ARRETES / CIRCULAIRES

- ✓ Les **lois** et leurs textes d'application, **décrets** et **arrêtés**, et les textes réglementaires locaux, définissent des règles **obligatoires** pour tous.



◆ LOIS / DECRETS/ ARRETES / CIRCULAIRES

• QUI LES ELABORE ?

Les services de l'État avec les représentants des secteurs économiques concernés.

- Les **lois** sont votées par le parlement.
- Les **décrets** et les **arrêtés** élaborés par l'administration sont destinés à assurer l'exécution d'une loi.
- Les **circulaires** sont des textes informatifs qui commentent, précisent une loi et un règlement.



◆ LOIS / DECRETS/ ARRETES / CIRCULAIRES

• OU LES TROUVE-T-ON ?

Pour l'essentiel dans le code de la construction et de l'habitation :

- **acoustique,**
- **accessibilité,**
- **thermique,**
- **sismique,**
- **incendie...**

*www.legifrance.gouv.fr ;
REEF: www.cstb.fr ;
les sites ministériels*

◆ MARQUAGE CE

- CE est un marquage obligatoire permettant la mise sur le marché et la libre circulation des produits dans l'espace économique européen.
- ✓ Ce n'est pas une marque de qualité.
Il indique que les produits respectent les exigences essentielles de la directive (sécurité, santé publique et protection des consommateurs).



◆ MARQUAGE CE

- Le marquage CE concerne les produits conformes à une norme européenne **harmonisée** ou bénéficiant d'un Agrément Technique Européen (ATE).
- ✓ Attention, marquage CE ne garantit pas l'aptitude à l'emploi du produit.

www.dpcnet.org

◆ LES NORMES

- Les normes sont des documents de référence comportant des solutions à des problèmes techniques et commerciaux récurrents.
- ✓ Elles traitent des produits, des méthodes d'essai, des calculs et de la conception des ouvrages, de l'exécution des travaux.



◆ LES NORMES

- Les normes homologuées et les NF DTU sont d'application **obligatoire** dans les marchés publics.
- Les normes homologuées et les NF DTU sont d'application **contractuels** dans les marchés privés, s'il y est fait référence.
- Les normes expérimentales sont contractuelles dans les marchés privés, s'il y est fait référence.



◆ LES NORMES

- QUI LES ELABORE ?
 - au niveau européen au sein d'un comité technique CEN/TC
 - au niveau français par un comité miroir sous l'égide d'un bureau de normalisation (AFNOR, BNTEC ou BNSR).
 - Toute norme européenne est reprise en norme française (NF EN...).
- OU LES TROUVE-T-ON ?

AFNOR : www.afnor.fr



◆ LES DOCUMENTS TECHNIQUES UNIFIES

- Les NF DTU traitent de la conception et de l'exécution des ouvrages de bâtiment.
- ✓ Ils ne concernent que les techniques **traditionnelles**.



◆ LES NF DTU

- QUI LES ELABORE ?

Des professionnels au sein de bureaux de normalisation : le BNTEC pour le bâtiment.

- OU LES TROUVE-T-ON ?

*AFNOR : www.afnor.fr ;
REEF : www.cstb.fr*

◆ LE CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES GENERALES



- Le CCTG est composé de plusieurs fascicules qui fixent la liste des textes applicables aux marchés publics de travaux.
- Ils sont approuvés par arrêté, mais leur application est contractuelle.



◆ LE CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES GENERALES



- QUI LES ELABORE ?
 - ✓ Les comités techniques de l'administration.
- OU LES TROUVE-T-ON ?
 - ✓ Les fascicules du CCTG sont publiés dans les bulletins officiels du ministère en charge de l'Equipement.

www.journal-officiel.gouv.fr

- ✓ L'arrêté approuvant le CCTG est disponible sur :

www.legifrance.gouv.fr



◆ LES AVIS TECHNIQUES

- Un Avis Techniques (AT) fournit une opinion autorisée sur l'aptitude à l'emploi de produits ou procédés nouveaux ne bénéficiant pas d'une expérience suffisante pour être normalisée.
- L' Avis Technique est un document **d'information** mais qui sert de référence aux maîtres d'ouvrage et aux assureurs pour estimer le risque décennal.



◆ LES DOCUMENTS TECHNIQUES D'APPLICATION



- Le Document Technique d'Application (DTA) est un avis technique sur les ouvrages réalisés à l'aide de produits marqués CE, lorsque leur mise en œuvre n'est pas couverte par les NF DTU.



◆ LES AVIS TECHNIQUES ET LES DTA

- QUI LES ELABORE ?
 - ✓ L'un des 16 Groupes Spécialisés (GS) de la commission chargée de formuler les AT.
 - ✓ Le secrétariat est assuré par le CSTB.
 - ✓ Il ne faut pas confondre les Avis Techniques (AT) et les Agréments Techniques Européens (ATE).
- OU LES TROUVE-T-ON ?

CSTB : www.cstb.fr



◆ LES CAHIERS DE PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

- Documents présentant les dispositions de la mise en œuvre communes d'une famille d'Avis Techniques.
- QUI LES ELABORE ?
 - ✓ Un Comité d'experts issu du Groupe Spécialisé d'Avis Technique correspondant.
- OU LES TROUVE-T-ON ?

CSTB : www.cstb.fr

◆ LES ATE_x

- Une Appréciation Technique d'Expérimentation (ATE_x) est une procédure **rapide** d'évaluation technique valable pour une **seule** opération.
- ✓ Elle s'applique à tout produit ou procédé ne faisant pas encore l'objet d'une norme ou d'un Avis Technique.
- ✓ L' ATE_x est un document **d'information** mais qui sert de référence aux maîtres d'ouvrage et aux assureurs pour estimer le risque décennal.



◆ LES ATE_x

- QUI LES ELABORE ?
 - ✓ Un comité d'experts du sujet étudié, réunis sous l'égide du CSTB.
- OU LES TROUVE-T-ON ?
 - ✓ L'ATE_x appartient à son demandeur.
 - ✓ Il ne peut en faire état que pour l'opération visée.

◆ LES REGLES PROFESSIONNELLES

- Ces règles sont catégorielles et traitent d'ouvrages traditionnels non couverts par un DTU.
 - ✓ Elles peuvent servir de base à l'élaboration d'un futur DTU.
- QUI LES ELABORE ?
 - ✓ Des organismes professionnels du bâtiment qui s'entourent d'experts.
- OU LES TROUVE-T-ON ?
 - ✓ Auprès des organismes concernés.



La pierre naturelle: Les enjeux de la réglementation

24 juin 2008

Maçonnerie: Le nouveau DTU 20.1

-Olivier LEROY Responsable commercial C.B.P

-Alain BOUINEAU Consultant au CTMNC



Un peu d'histoire.....

- Juste après la deuxième guerre mondiale, la pierre naturelle a largement contribué à l'effort de reconstruction .
- Il a été construit de nombreux immeubles de 6 à 8 niveaux en pierres porteuses avec des matériaux de résistance à la compression comprise entre 5 et 40 MPa.



- On peut citer, à titre d'exemple, les nombreux immeubles de l'architecte Fernand POUILLON à Marseille, Aix en Provence, Algérie, Montrouge, Boulogne-Billancourt, Meudon, etc....



- A cette époque, on construisait avec des règles empiriques, mais déjà la règle du **dix centièmes** pour le calcul de la contrainte admissible, se généralise.



$$C=R/N$$

- C= Contrainte de compression admissible du mur
- R= Résistance à la compression de la pierre naturelle selon la norme
- N= Coefficient global de réduction

SUPPLÉMENT AUX
ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

JANVIER 1959

Douzième Année, N° 133

Série : MATÉRIAUX (17)

RÉSISTANCE A LA COMPRESSION
DE PILIERS EN PIERRE DE TAILLE

par

MM. L. VIRONNAUD, Chef de service, et **R. CHASSAING**, Ingénieur
au Centre Expérimental de Recherches et d'Études
du Bâtiment et des Travaux Publics

RÉSUMÉ

Le but de ces essais est la détermination de l'influence de différents types de joints et de cales sur les résistances à la compression de piliers en pierre de taille.

Les essais de compression sont réalisés sur des piliers de 1.50 m de hauteur, 0.25 × 0.70 m de base, appareillés

SUMMARY

The purpose of these tests is to determine the influence of different types of joints and wedges on the compressive strength of ashlar pillars.

The tests were carried out on pillars 5 ft. in height with a section of 1 ft. 2 in. × 2 ft. 4 in. drafted in three courses

I. — PROGRAMME DE L'ÉTUDE

La *Chambre Syndicale des Entrepreneurs de Maçonnerie* a demandé au *Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics* de réaliser des essais en vue de déterminer l'influence de différents types de joints et de cales sur les résistances à la compression de piliers en pierre de taille, de plusieurs provenances.

Le programme des essais a été arrêté en novembre 1955. Il comporte essentiellement :

- des essais de compression sur piliers de 1,50 m de hauteur, de 0,35 m × 0,70 m de base, appareillés en trois assises de 0,50 m de hauteur, comme on le voit sur la figure 1;
- des essais de compression normalisés sur cubes de pierre, extraits des piliers;
- des déterminations des principales caractéristiques des pierres et joints utilisés.

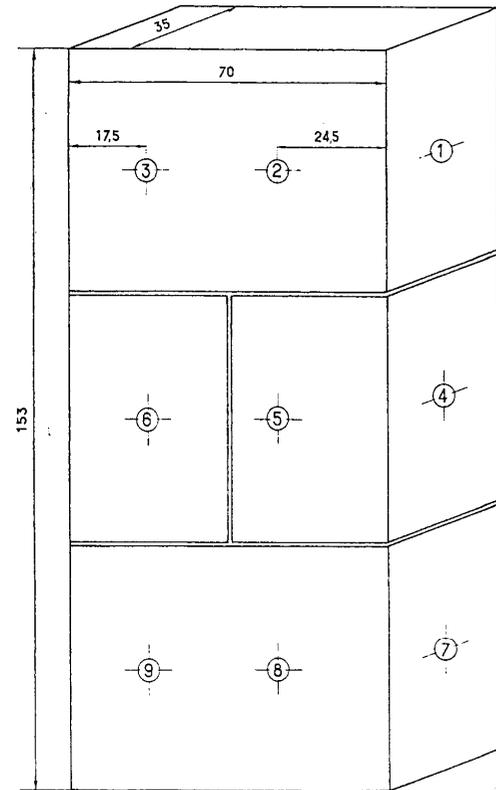


FIG. 1. — Schéma du pilier avec emplacements des points de mesures.

Trois origines de pierre cette étude :

- *Roche ferme de Saint-rières de Ouachée et Cor*
- *Roche douce de Noyant Charentes et du Poitou*
- *Pierre de Chauvigny Charentes et du Poitou*

Dix-huit piliers ont été du tableau I ci-après :

TABLEAU I
PILIER:

N° DES piliers	NATURE DE LA PIERRE
1	Chauvigny
2	
3	
4	
5	
6	
7	Saint-Maximin
8	
9	
10	Noyant
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	

Par suite des difficultés piliers par une main-d'œuvre restées entreposées dans au moins seize mois avant

II. — CONDITIONS

2.1 — Essais sur pilie

Les dix-huit piliers p ouvriers d'une entreprise dans la pose de la pierre

Les matériaux utilisés :

- *Cales* : pin ou orme,
- *Mortier de ciment* : ciment de fer 250/31; sable de Seine écrêté mélange en volume

VUE DES PILIERS APRÈS RUPTURE

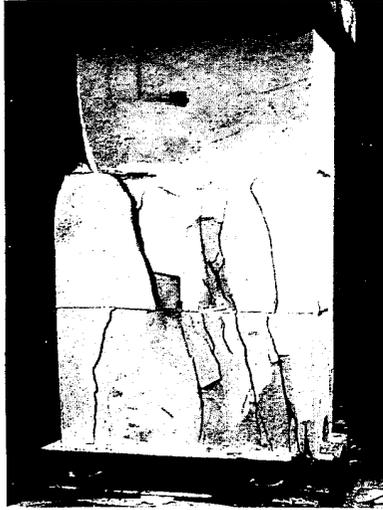


FIG. 9. — Pilier n° 4.

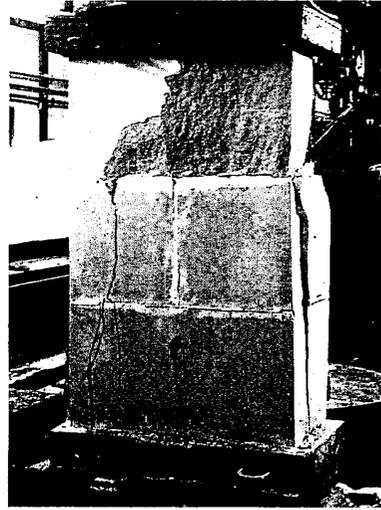


FIG. 10. — Pilier n° 4.

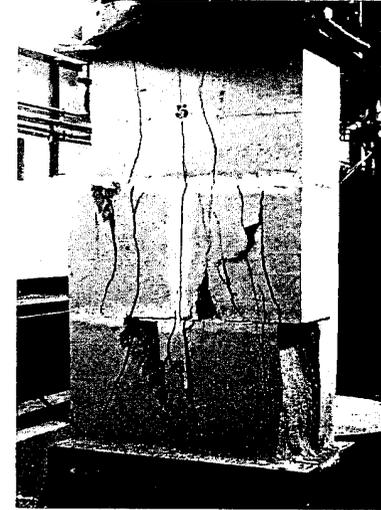


FIG. 11. — Pilier n° 5.



FIG. 12. — Pilier n° 5.

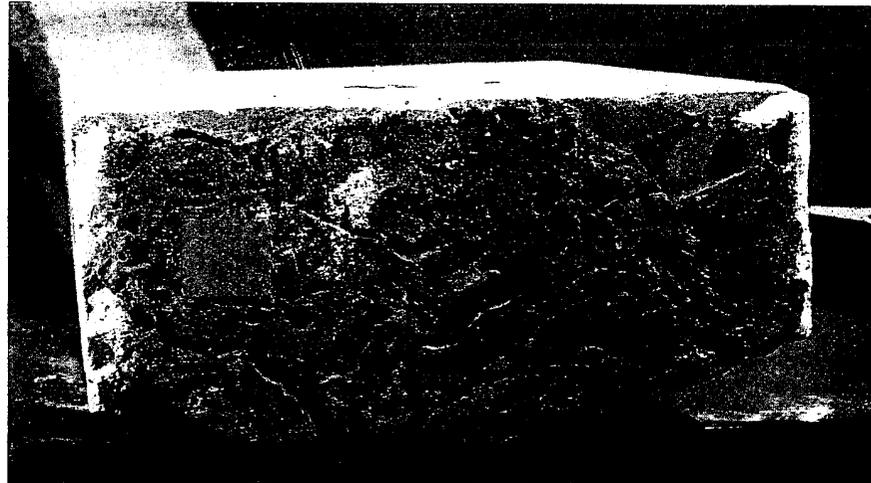


FIG. 13. — Pilier n° 5.



Création du DTU 20.1

- Il faut attendre 1961 et le DTU 20.1 pour officialiser cette règle du dixième pour la pierre naturelle, c'est-à-dire $N=10$ pour un chargement excentré



- Depuis cette période jusqu'à nos jours, de nombreux bâtiments ont été construits selon les règles du DTU 20.1 sans pathologie structurale.
- Cette longue et exceptionnelle expérience est la garantie que les coefficients globaux de réduction du DTU 20.1 sont parfaitement appropriés à la pierre naturelle.



le nouveau DTU 20.1 - 2008

Ouvrages en maçonnerie de petits éléments parois et murs

- Partie 1-1 : cahier des clauses techniques types
- Partie 1-2 : critères généraux de choix des matériaux
- Partie 2 : cahier des clauses spéciales
- Partie 3 : guide de choix des types des types de murs de façades en fonction du site
- Partie 4 : règles de calcul et disposition constructives minimales



DTU 20.1

Une norme qui traite de *la conception* et de *l'exécution* des parois et murs de bâtiment en maçonnerie **traditionnelle** de petits éléments.

Un DTU pluriel qui regroupe différents matériaux.

Il doit être un outil de prescriptions.

● Le vocabulaire de la pierre a été modernisé pour mieux définir notre matériau.

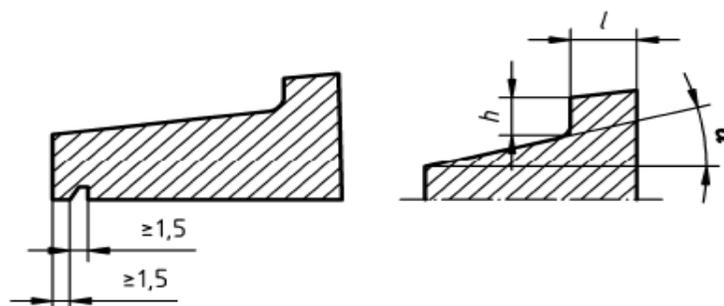
● Dans les schémas de principe, **la pierre naturelle** apparaît clairement à côté des autres matériaux.

Un rapide tour d'horizon sur ce que nous avons proposé

● APPUIS DE BAIE

6.4.5.1 Caractéristiques géométriques des appuis de baie

Ils doivent présenter un profil en pente vers l'extérieur, complété, côté intérieur, par un rejingot selon la description de la figure 27, faisant partie intégrante de l'appui, et non rapporté après coup, satisfaisant les exigences du tableau 1.



Légende

l = largeur

h = hauteur du rejingot

a = angle de pente de l'appui

Les dimensions réelles pour l, h et la pente minimale doivent être supérieures aux valeurs données dans le tableau 1.

Figure 27 — Coupe type d'un appui de baie

Tableau 1 — Caractéristiques géométriques des appuis de baies

Appui (cotes en mm)	Rejingot		
	Largeur minimale (l)	Hauteur minimale (h)	Pente minimale (%)
Coulé en place avant la pose de la menuiserie	40	25	10
Appui en pierre naturelle massive, mise en place avant la pose de la menuiserie		30	
Appui réalisé à l'aide de petits éléments de maçonnerie en briques		25	

Les appuis préfabriqués industriellement en béton doivent répondre aux exigences de la norme NF P 98-052.

● APPUIS DE BAIES

6.4.5.2 Débord du larmier par rapport à la maçonnerie

Côté extérieur, la partie débordante doit être munie d'un larmier longitudinal en sous-face (goutte d'eau) dimensionné comme indiqué sur la figure 27.

Le débord du larmier par rapport au nu brut du mur non encore enduit sera supérieur ou égal à 3 cm, soit au total un débord supérieur à 6 cm entre le nez de l'appui et le nu fini de la maçonnerie de l'allège (figure 28).

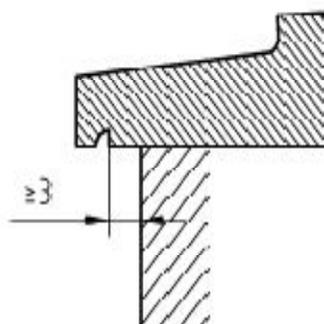


Figure 28 — Distance entre le nu brut du mur non encore enduit de l'allège et le débord du larmier

Partie 1-1 CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES TYPE



● Mur composite : un mur traditionnel sous haute surveillance

Figure 52 - Murs composites – Associations interdites

NOTE 1 Les éléments en pierre calcaire et de terres cuites sont particulièrement sensibles aux effets de la migration par capillarité de l'eau et des sels du béton banché. Les galets ne sont pas des pierres au sens du présent document.



NOTE 3 Cette disposition ne vise pas les chaînages, linteaux, entourages de baies, poteaux en béton armé dont la protection extérieure peut être assurée par des produits de terre cuite, des plaques de béton cellulaire ou des pierres naturelles.

Partie 1-1 CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES TYPE

● Mur composite : un mur traditionnel sous haute surveillance

7.1.4.1 Prescriptions générales

Les seules associations traditionnelles admissibles, utilisables en partie courante d'un mur sans autres précautions particulières que celles qui sont indiquées ci-après, sont les associations suivantes :

le bloc de béton destiné à rester apparent avec le bloc creux en béton ou la pierre naturelle ,

le béton banché avec la pierre naturelle ,





Partie 1-1 CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES TYPE

● Description plus détaillée de la pose au plâtre et apparition du montage à joint mince

8.4.2.2 Montage à joints épais de plâtre coulé

Dans le cas de pierres dimensionnées en calcaire tendre (tolérances D1 ou D2), la pose peut être effectuée au plâtre, suivant les habitudes locales. L'épaisseur des joints varie de 8 à 12 mm.

Le plâtre est coulé après obturation des contours extérieurs des lits et des joints, suivant la méthode dite "au godet". Après la prise, les joints vus sont ragrés, dégarnis et rejointoyés.

NOTE Le jointoiment après coup ne doit pas être réalisé à l'aide d'un mortier contenant du ciment.

8.4.2.3 Montages à joints minces (maçonnerie apparente)

Le mur en pierres dimensionnées sera toujours du type IIa au moins, avec les limitations d'emploi indiquées au FD DTU 20.1 P3 et au NF DTU 20.1 P4.

Le choix d'un mortier (T) pour le montage à joints minces des pierres dimensionnées, données à l'aide d'un outil particulier et dans des épaisseurs admissibles se fera selon un Atec ou un DTA¹⁾ statuant sur la compatibilité satisfaisante de ces divers paramètres, voir NF DTU 20.1 P1-2 (CGM).

NOTE L'outil généralement utilisé pour le montage à joints minces avec la pierre est la pelle crantée.



Partie 1-1 CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES TYPE

Dans le cas de simple entourage harpé de baies ou d'ouverture en pierre naturelle, la plus courte distance pourra être réduite pour être comprise entre 8 et 12 cm ou satisfaire à l'appareillage au tiers.





Partie 1-2 CRITERES GENERAUX DE CHOIX DES MATERIAUX

- Un choix de mortier de montage en fonction de la dureté de la pierre

Tableau 6 — Dosage des mortiers pour le montage de pierres naturelles dures $f_b > 40 \text{ MPa}$

	Ciments CEM I ou CEM II au calcaire	Ciment Prompt naturel	Chaux hydraulique NHL NHL-Z HL* Classe 3,5 ou 2	Chaux aérienne CL ou DL	Ciment à maçonner MC 12,5 à 22,5	Sable	Mortier G Classe M
Mortier de Liant pur	300 à 400		350 à 450		350 à 450	0/2 ou 0/4 mm ≤ 5% de fines	M 10
Mortier bâtard ** Dosage global 350 à 450 kg/m ³	100 à 150		250 à 300				
	150 à 250			150 à 250			
		150 à 250					

* Les chaux HL ne seront pas bâtardees.
 ** Les dosages bâtards ne pourront être réalisés qu'à partir de Ciments CEM I et CEM II.
 Les dosages en liant(s) sont en kg par m³ de sable sec.

Partie 1-2 CRITERES GENERAUX DE CHOIX DES MATERIAUX

Tableau 7 — Dosage des mortiers pour le montage de pierres naturelles fermes $10 < f_b(\text{MPa}) \leq 40$

	Ciments CEM I ou CEM II au calcaire	Ciment Prompt naturel	Chaux hydraulique NHL NHL-Z HL [*] Classe 5 ou 3,5	Chaux aérienne CL ou DL	Ciment à maçonner MC 12,5 à 22,5	Sable	Mortier G Classe M
Mortier de Liant pur	250 à 350		250 à 400		250 à 350		
Mortier bâtard **	50 à 100		200 à 250			0/2 ou 0/4 mm ≤ 5% de fines	M 5
Dosage global	150 à 200	50 à 100	200 à 250	100 à 200			
250 à 350 kg/m ³		50 à 100		250 à 300			
<p>* Les chaux HL ne seront pas bâtardees.</p> <p>** Les dosages bâtards ne pourront être réalisés qu'à partir de Ciments CEM I et CEM II. Les dosages en liant(s) sont en kg par m³ de sable sec.</p>							



Partie 1-2 CRITERES GENERAUX DE CHOIX DES MATERIAUX

Tableau 8 — Dosage des mortiers pour le montage de pierres naturelles tendres $f_b \leq 10$ MPa

	Ciments CEM I ou CEM II au calcaire	Ciment Prompt naturel	Chaux hydraulique NHL NHL 7 HL* Classe 5 ou 3,5	Chaux aérienne CL ou DL	Sable	Mortier G Classe M
Mortier de Liant pur	200 à 250		200 à 300		0/2 ou 0/4 mm $\leq 5\%$ de fines	M 2,5
Mortier bâtard **	100 à 125					
Dosage global 200 à 300 kg/m ³		50 à 100	100 à 200	100 à 200		

* Les chaux HL ne seront pas bâtardees.
 ** Les dosages bâtards ne pourront être réalisés qu'à partir de Ciments CEM I et CEM II.
 Les dosages en liant(s) sont en kg par m³ de sable sec.

Partie 1-2 CRITERES GENERAUX DE CHOIX DES MATERIAUX

● Mortier performantiel ou mortier de recette

3.6.6.1 Mortiers de recette

Tableau 9 — Dosage des mortiers pour le jointoiment après coup de maçonnerie apparente (rejointoiment).

	Ciments CEM I CEM II ou CEM III/A ou CEM V/A	Ciment Prompt naturel	Chaux hydraulique NHL, NHL-Z, HL*	Chaux aérienne CL ou DL	Ciment à maçonner MC 12,5 à 22,5	Sable
Mortier de liant pur			250 à 350		300 à 350	
Mortier bâtard** Dosage global 300 à 450 kg/m ³	50 à 100		250 à 300			0/2 ou 0/4 mm ≤ 5% de fines
		50 à 100	100 à 250			
		50 à 150		100 à 250		
	150 à 250			100 à 200		

* Les chaux HL ne seront pas bâtardees.

** Les dosages bâtards ne pourront être réalisés qu'à partir de Ciments CEM I et CEM II.

Les dosages en liant(s) sont en kg par m³ de sable sec.



Partie 1-2 CRITERES GENERAUX DE CHOIX DES MATERIAUX

● Tableau des épaisseurs de mur en fonction du type de mur et de sa capillarité

L'épaisseur des murs en élévation en partie courante sans possibilité de rejaillement dépend de l'absorption d'eau par capillarité. Cette épaisseur est donnée dans le tableau 10.

Tableau 10 — Epaisseur des murs en pierres naturelles en élévation

$C_{2w,s}$ parallèle au sens du lit NF EN 772-11 en $g/m^2 \cdot s^{0,5}$	Mur de type I (cm)	Murs de type IIa et IIb (cm)
≤ 260	30	20
520	30	22,5
780	30	25
1040	35	30
> 1300	40	30

Pour les murs de type I, IIa et IIb, lorsque les pierres naturelles utilisées ont des coefficients de capillarité $C_{2w,s}$ intermédiaires entre deux valeurs du tableau, l'épaisseur de la paroi s'obtient par interpolation linéaire.

L'épaisseur des murs de type III est au minimum de 20 cm quelque soit le coefficient de capillarité de la pierre naturelle, avec jointoiement après coup obligatoire.

Le jointoiement après coup est obligatoire seulement pour les murs de type IIb.



Partie 4 RÈGLES DE CALCUL ET DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES MINIMALES

● Tableau des épaisseurs de mur en fonction du type de mur et de sa capillarité sur les murs en moellons

Tableau 2 — Epaisseurs minimales des parois extérieures en moellons

C2 w,s parallèle au sens du lit NF EN 772-11 en $g/m^2 \cdot s^{0,5}$	Mur de type I (cm)	Murs de type IIa et IIb (cm)
≤ 260	35	35
520	35	35
780	35	35
1040	40	35
> 1300	45	35





CONCLUSION

- La remise en conformité du DTU avec les nouvelles références normatives était indispensable pour la bonne compréhension des différents acteurs de la construction.
- Le partage en 5 fascicules en fait un réel outil de prescription, en présentant un gage de respect des « règles de l'art ».
- Il s'adresse aussi bien aux maîtres d'ouvrage, aux maîtres d'œuvre, aux entreprises, qu'aux experts en cas de litige.
- Une meilleure visibilité de la pierre naturelle avec ce nouveau découpage.

Aperçus de la réglementation et de la normalisation dans le domaine de l'environnement

Journée Technique Pierre Naturelle
24 juin 2008



■ Présentation

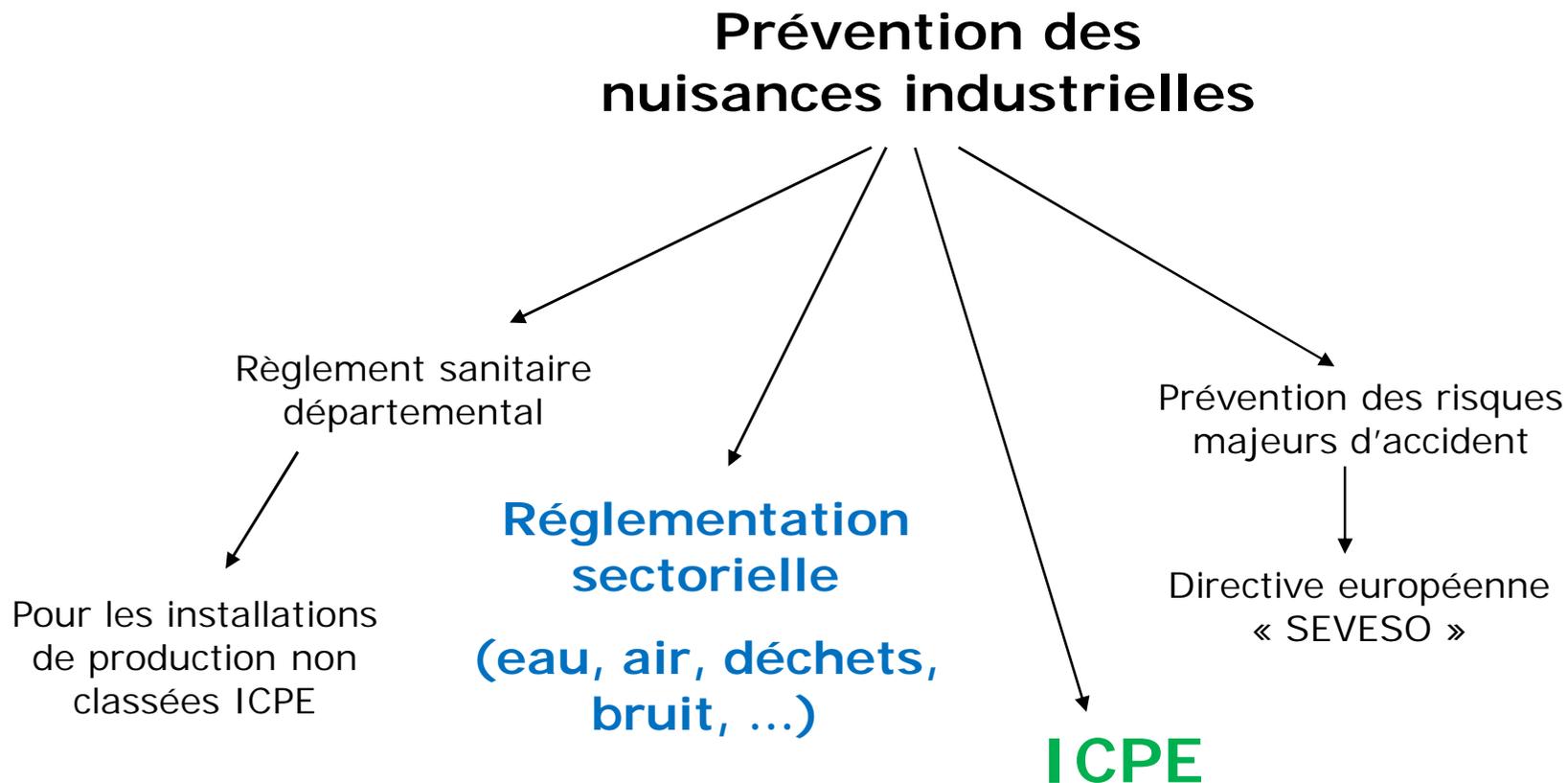
- La réglementation environnementale
 - Exemple des boues de sciage des pierres
- La normalisation environnementale
 - Exemple des ACV (Analyses de Cycle de Vie) et des FDES (Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire)
- La démarche HQE®

LA RÉGLEMENTATION ENVIRONNEMENTALE

▪ Règlementation environnementale



- Contexte juridique de l'environnement industriel



▪ La réglementation applicable au secteur de la pierre naturelle

- Réglementations sectorielles :
 - concernent une thématique environnementale spécifique
 - sont transverses à tous les secteurs (agriculture, industrie, ménages, etc.)
 - Eau
 - Déchets
 - Bruit
 - Air
- Réglementation spécifique aux sites industriels :
 - Régime des ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement)
 - Organise la contrôle des activités polluantes et dangereuses pour les activités industrielles

■ Exemple de réglementation sectorielle : Les déchets

- Un cas pratique issu du secteur de la pierre naturelle :
Les boues de sciage des pierres
- Définition réglementaire du déchet :
 - *Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau ou produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon*
- C'est le producteur ou le détenteur du déchet qui est responsable de son élimination

■ Exemple de réglementation sectorielle : Les déchets

- Traitement du déchet :
 - par l'entreprise ou par un tiers
 - Stockage : uniquement pour les déchets ultimes
 - Valorisation matière ou énergétique
- Avant tout traitement ou mise en centre de stockage, il faut définir le type de déchets :
 - dangereux,
 - non dangereux,
 - inerte
- *Selon classification française des déchets*
- Ensuite, selon le type de déchet, on devra adapter le traitement en respectant la réglementation

LA NORMALISATION ENVIRONNEMENTALE

▪ Aspects normatifs : ACV et FDES

- **Qu'est qu'une ACV** (ou Analyse de Cycle de Vie) ?
 - Compilation et évaluation des matières entrantes et des matières sortantes, ainsi que des impacts potentiels environnementaux d'un système de produits au cours de son cycle de vie (c'est à dire du berceau à la tombe)
- L'ACV est une **démarche volontaire**
- L'ACV n'est donc pas une obligation réglementaire

■ Aspects normatifs : ACV et FDES

- La méthodologie de réalisation des ACV est régie par deux normes :
 - **NF EN ISO 14040** – Management environnemental – ACV – Principes et cadres – Octobre 2006
 - **NF EN ISO 14044** – Management environnemental – ACV – Exigences et lignes directrices – Octobre 2006
- L'ACV est réalisé selon 4 phases :
 - Définition des objectifs et du champs de l'étude
 - Inventaire (compilation et quantification des entrants et des sortants)
 - Evaluation des impacts
 - Interprétation

▪ Aspects normatifs : ACV et FDES

- Elle prend en compte tout le cycle de vie du produit :
 - Extraction des matières premières
 - Fabrication
 - Transport et mise en œuvre
 - Vie en œuvre
 - Fin de vie



- **Aspects normatifs : ACV et FDES**

- **Qu'est ce qu'une FDES** (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire) ?
- Les FDES fournissent les caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction
- Elles sont établies conformément à **la norme NF P01-010**
 - Qualité environnementale des produits de construction – Déclaration environnementale et sanitaire des produits de construction – Décembre 2004

▪ Aspects normatifs : ACV et FDES

- Les FDES contiennent des indicateurs qui traduisent l'impact d'un produit sur son environnement extérieur tout au long de son cycle de vie
- Impacts environnementaux les plus représentatifs pour les produits de construction
 - Consommation des ressources énergétiques
 - Epuisement des ressources
 - Consommation d'eau
 - Déchets solides
 - Changement climatique
 - Acidification atmosphérique
 - Pollution de l'air
 - Pollution de l'eau
 - Destruction de la couche d'ozone stratosphérique
 - Formation d'ozone photochimique

▪ Aspects normatifs : ACV et FDES

- En terme d'impacts sanitaires, seront pris en compte :
 - L'évaluation des risques sanitaires
 - La contribution à la qualité sanitaire des espaces intérieurs
 - La contribution à la qualité sanitaire de l'eau
 - La contribution du produit au confort
 - Confort hygrothermique
 - Confort acoustique
 - Confort visuel
 - Confort olfactif

▪ Aspects normatifs : ACV et FDES

- Les FDES communiquent des informations multicritères objectives, quantitatives et qualitatives, relatives à une fonction et une durée de vie du produit dans le bâtiment
- Une FDES peut donc être utile pour :
 - le calcul du profil environnemental de l'ouvrage
 - répondre aux appels d'offre HQE®

LA DÉMARCHE HQE®

- **Démarche HQE[®]**

- *Qu'est ce que la démarche HQE[®]* (Haute Qualité Environnementale) ?

- Elle vise à réaliser des bâtiments sains et confortables dont les impacts environnementaux évalués sur l'ensemble du cycle de vie sont les plus maîtrisées possibles
- Ce n'est ni une norme, ni un label
- C'est **une démarche volontaire de management** de qualité environnementale des opérations de construction ou de réhabilitation des bâtiments

- **Démarche HQE®**

- Démarche générique, applicable à tous types de bâtiment
- Intègre toutes les phases du cycle de vie d'un bâtiment
 - Construction
 - Gestion et exploitation
 - Usage
 - Déconstruction
- Elle s'appuie sur 14 cibles, organisées en 4 sous-domaines
 - Eco-construction
 - Eco-gestion
 - Confort
 - Santé

■ Démarche HQE®

LES 14 CIBLES DE LA DÉMARCHE HQE®

**MAÎTRISER LES IMPACTS SUR
L'ENVIRONNEMENT EXTÉRIEUR**

ÉCO-CONSTRUCTION

1. Relation harmonieuse des bâtiments avec leur environnement immédiat
2. Choix intégré des procédés et produits de construction
3. Chantier à faibles nuisances

ÉCO-GESTION

4. Gestion de l'énergie
5. Gestion de l'eau
6. Gestion des déchets d'activité
7. Gestion de l'entretien et de la maintenance

**CRÉER UN ENVIRONNEMENT
INTÉRIEUR SAIN ET CONFORTABLE**

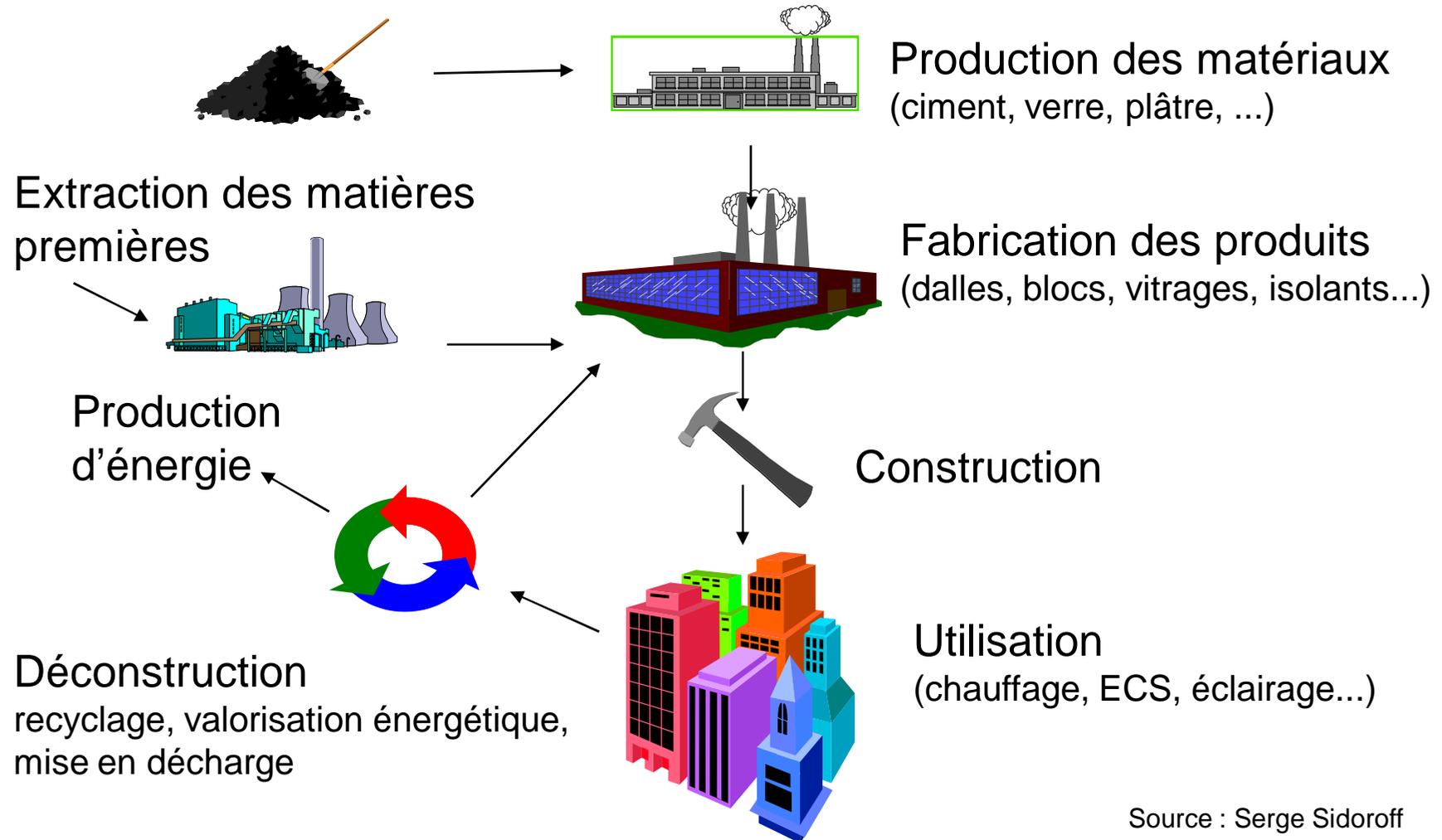
CONFORT

8. Confort hygrothermique
9. Confort acoustique
10. Confort visuel
11. Confort olfactif

SANTÉ

12. Qualité sanitaire des espaces
13. Qualité sanitaire de l'air
14. Qualité sanitaire de l'eau

▪ Démarche HQE® et cycle de vie d'un bâtiment



Source : Serge Sidoroff

Journée Technique Pierre

Application à la pierre des Eurocodes 6 et 8



Mardi 24 Juin 2008

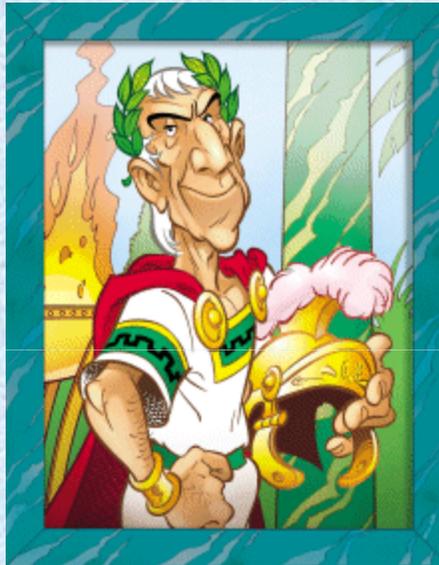
Présenté par S. Teboul
Chargé d'étude structure

Plan de la présentation

- Présentation des Eurocodes
- Eurocode 0 et Eurocode 1
- Eurocode 6
 - Paramètres de calcul des matériaux
 - Résistance en compression
 - Résistance au cisaillement
 - Résistance en flexion
 - Méthode simplifiée
 - Comparaison EC 6 & DTU 20.1
- Eurocode 8
 - Présentation générale
 - Comparaison EC 6 & 8 avec les PS92



Il était une fois...



Jules CEN commanda à ses
Centurions l'application des
10 Eurocodes

CEN = Comité Européen de Normalisation



Il était une fois...

UN VILLAGE D'IRRÉDUCTIBLES PIERREUX,
QUI NE JURAIENT QUE PAR LE DTU 20.1...



DTU 20.1 = Document Technique Unifié concernant les ouvrages en
maçonnerie de petits éléments





Ils adorent la pierre bien travaillée ,

Un grand bouleversement arrive pour eux de
Bruxelles :

L'application de l'Eurocode 6

Eurocode 6 = Calcul des ouvrages en maçonnerie

Structure des Eurocodes 1/2

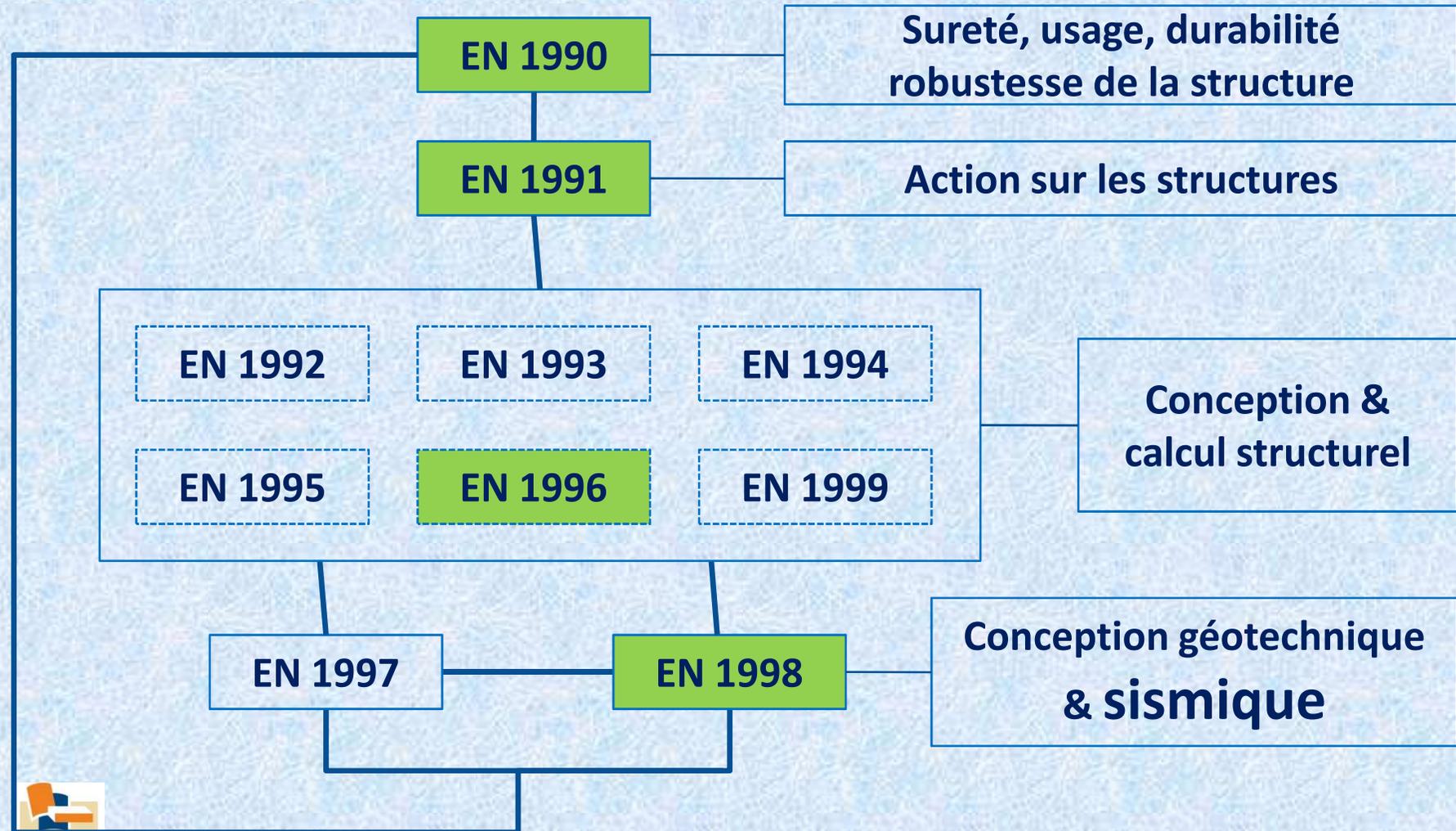
- Eurocode 0 (principes communs, EN 1990)
- Eurocode 1 (actions, EN 1991)
- Eurocode 2 (béton, EN 1992)
- Eurocode 3 (acier, EN 1993)
- Eurocode 4 (mixte, EN 1994)



Structure des Eurocodes 2/2

- Eurocode 5 (bois, EN 1995)
- Eurocode 6 (maçonnerie, EN 1996) - Non Réglementaire
- Eurocode 7 (géotechnique, EN 1997)
- Eurocode 8 (séisme, EN 1998) - Réglementaire
- Eurocode 9 (aluminium, EN 1999)

Présentation des Eurocodes



Durée d'utilisation de projet (de l'ouvrage)

Tableau 2.1 — Durée indicative d'utilisation de projet

Catégorie de durée d'utilisation de projet	Durée indicative d'utilisation de projet (années)	Exemples
1	10	Structures provisoires ^{a)}
2	10 à 25	Éléments structuraux remplaçables, par exemple poutres de roulement, appareils d'appui
3	15 à 30	Structures agricoles et similaires
4	50	Structures de bâtiments et autres structures courantes
5	100	Structures monumentales de bâtiments, ponts, et autres ouvrages de génie civil

a) Les structures ou parties de structures qui peuvent être démontées dans un but de réutilisation ne doivent normalement pas être considérées comme provisoires.

Eurocode 1: Actions

- Partie 1: Bases de calcul
- Partie 2.1: Densités, poids propres, charges d'exploitation
- Partie 2.2: Incendie
- Partie 2.3: Neige
- Partie 2.4: Vent
- Partie 2.5: Actions thermiques
- Partie 2.6: Actions pendant la construction
- Partie 2.7: Actions accidentelles
- Partie 3: Charges sur les ponts dues au trafic
- Partie 4: Silos et dépôts
- Partie 5: Grues et machines

Principe du calcul aux états-limites

- **États-limites de service - ELS**

- Doivent être classés comme états-limites de service ceux qui concernent:
 - le fonctionnement de la structure ou des éléments structuraux en utilisation normale ;
 - le confort des personnes ;
 - l'aspect de la construction.



Principe de dimensionnement à l'état limite de service :

- Etat limite de service (ELS)
- contraintes
- limitation des désordres
- durabilités des ouvrages (non corrosions des aciers)
ex : fissuration très préjudiciable (réservoir)

Principe du calcul aux états-limites

- **États-limites ultimes - ELU**

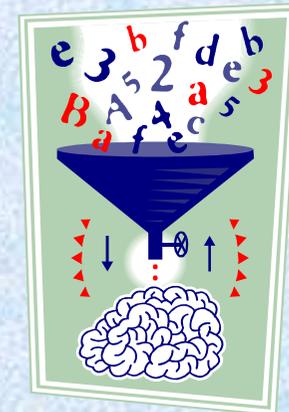
- Doivent être classés comme états-limites ultimes ceux qui concernent :
 - la sécurité des personnes ;
 - et/ou la sécurité de la structure.

Principes de dimensionnement à l'état limite ultime :

- stabilité des constructions (glissement, renversement)
- capacité portante
- stabilité de forme (flambement)
ex: Équilibre d'un mur de soutènement



Variables de base



Classification des actions

- les actions permanentes (G),
- les actions variables (Q),
- les actions accidentelles (A).

Etats limites

E. L. U. : Combinaison d'actions: $N_{ED} = 1.35 G + 1.5 Q$

E. L. S. : Combinaison d'actions: $N_{ED} = G + Q$

G : charges permanentes

Q : charges d'exploitation

But : $N_{\text{appliqué au mur}} < N_{\text{supportable par le mur}}$

$$N_{ED} < N_{RD}$$

Avec N_{RD} la résistance de calcul du mur

La résistance du mur dépend des coefficients de sécurité et des dimensions utiles du mur



Charges d'exploitation 1/2

	Usage	Tableau 6.2 (NF) — Charges d'exploitation sur les planchers, balcons et escaliers dans les bâtiments		
		Catégorie de la surface chargée	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
A	Habitation, résidentiel	Catégorie A :		
		— planchers	1,5	2,0
		— escaliers (1)	2,5	2,0
		— balcons	3,5	2,0
B	Bureaux	Catégorie B		
			2,5	4,0
C	Lieux de réunion	Catégorie C :		
		— C1	2,5	3,0
		— C2	4,0	4,0
		— C3	4,0	4,0
		— C4	5,0	7,0
		— C5	5,0	4,5
		Catégorie D :		
		— D1	5,0	5,0
		— D2	5,0	7,0
D	Commerces	(1) Sauf pour des marches indépendantes, qui relèvent d'une approche dynamique.		

Eurocode 6

- EN 1996-1-1 : Règles communes pour les ouvrages en maçonnerie armée et non armée
- EN 1996-1-2 : Règles générales – calcul de comportement au feu
- EN 1996-2 : Conception, choix de matériaux et mise en oeuvre des maçonneries
- EN 1996-3 : Méthodes de calcul simplifiées

EN 1996 est conçu pour être utilisé avec EN 1990, EN 1991

Domaine d'application

- Bâtiments et ouvrages de génie civil ou ses éléments constitutifs, en maçonnerie armée ou non armée précontrainte ou confinée.
- Ne traite pas des prescriptions relatives à l'isolation thermiques ou acoustiques.
- L'exécution des travaux est traitée dans la mesure où elle intervient dans la qualité.

Caractéristiques mécaniques du mur à obtenir



- **Résistance à la compression**
- Résistance au cisaillement et à la flexion

Définition des matériaux

Composants du mur :

- Eléments de maçonnerie : Groupe 1 plein
- Résistance à la compression: $f_b = 10 \text{ MPa}$



Mortier :

- Type de mortier: joint traditionnel
- Procédés de fabrication : fabrication sur chantier
- Conformité à la norme NF EN 998-2
- Résistance à la compression (ex : M5)



Résistance d'un mur complet

Dimensionnement sous le cas de charge ultime : $N_{Ed} < N_{Rd}$

La résistance à la compression N_{Rd} d'un mur est égale à :

$$N_{Rd} = \phi f_d A$$

ϕ : facteur de réduction prenant en compte l'élançement du mur et les excentricités de la charge.

f_d : la contrainte de dimensionnement de la maçonnerie = f_k / γ_M

A : Section du Mur = Longueur x épaisseur du mur

ELU

AN – EC6 – clause 2.4.3 (1) P

Matériau		γ_M		
		Niveaux de contrôle		
		IL3	IL2	IL1
	Maçonnerie constituée de :			
A	Unités de Catégorie I, mortier performant ^a	1,5	2,0	2,5
B	Unités de Catégorie I, mortier de recette ^b	1,7	2,2	2,7
C	Unités de Catégorie II, tout mortier ^{a, b, e}	2,5	3,0	3,5



IL1 → autocontrôle maçon

IL 2 → plan qualité + contrôle externe

IL 3 → plan qualité + contrôle externe permanent

Catégorie I : Marquage CE 2+ & 95 %

Catégorie II : Marquage CE 4

E. L. S. : $\gamma_M = 1$

Résultats de la descente de charge à l'ELU :

$$\Rightarrow N_{ED} = 1.35 * G + 1.50 * Q$$

f_d = résistance de calcul à la compression avec $N_{ED} < N_{RD}$

$$\Rightarrow f_d = N_{RD} / (\Phi_s * t)$$

Type de catégorie et de mortier et choix du niveau de contrôle. → Article 2.4.3(1)P de l'EC6-1-1(Voir l'Annexe Nationale).

→ IL3, IL2 ou IL1 - Catégorie I ou II ; Mortier de recette ou performantiel

Détermination du Gamma M : → Article 2.4.1(1)P

⇒ $\gamma_M = 3,00$ par exemple (Catégorie II – mortier courant – niveau de contrôle IL2)

Détermination de la résistance de calcul à la compression de la maçonnerie :

$$\Rightarrow f_k = f_d * \gamma_M$$

Résistance à la compression

$$f_k = K f_b^\alpha f_m^\beta$$

f_k résistance à la compression de l'ouvrage (en MPa ou N/mm²)

f_b résistance moyenne normalisée d'un éléments (E6 P 1-1partie 3.1.2)

f_m résistance à la compression du mortier

K , α , et β constantes qui dépendent du groupe et du mortier

Par ex. : mortier courant & matériau plein groupe 1 :

$$f_k = K f_b^{0.7} f_m^{0.3} \quad \text{d'où : } f_b = \left[\frac{f_k}{K^* f_m} \right]^{(1/0.7)}$$

Eurocode 6-1-1 tableau 3.3

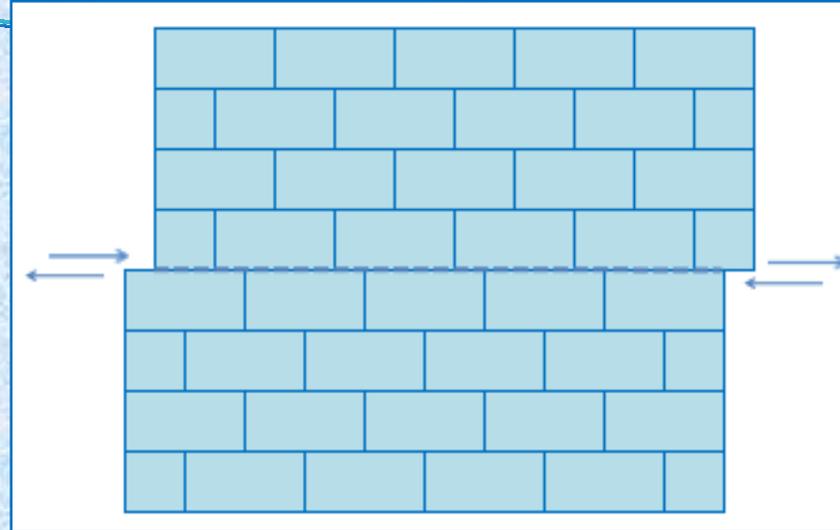
Tableau 3.3 — Valeurs de K à utiliser avec des mortiers d'usage courant, des mortiers de joints minces et allégés

Éléments de maçonnerie		Mortier d'usage courant	Mortier de joints minces (joint d'assise $\geq 0,5$ mm et ≤ 3 mm)	Mortier allégé de masse volumique	
				$600 \leq \rho \leq 800$ kg/m ³	$800 < \rho \leq 1\ 300$ kg/m ³
Terre cuite	Groupe 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	Groupe 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	Groupe 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	Groupe 4	0,35	0,35	0,20	0,25
Silico-calcaire	Groupe 1	0,55	0,80	‡	‡
	Groupe 2	0,45	0,65	‡	‡
Béton de granulats	Groupe 1	0,55	0,80	0,45	0,45
	Groupe 2	0,45	0,65	0,45	0,45
	Groupe 3	0,40	0,50	‡	‡
	Groupe 4	0,35	‡	‡	‡
Béton cellulaire autoclavé	Groupe 1	0,55	0,80	0,45	0,45
Pierre reconstituée	Groupe 1	0,45	0,75	‡	‡
Pierre naturelle dimensionnée	Groupe 1	0,45	‡	‡	‡

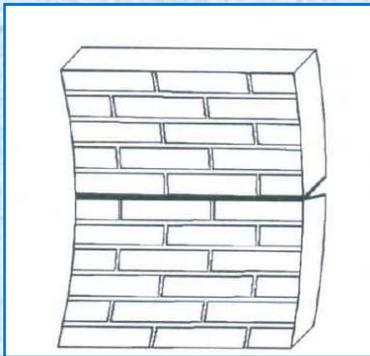
‡ La combinaison de mortier/élément n'étant généralement pas utilisée, aucune valeur n'est ainsi donnée.

3.6.1.3 Résistance caractéristique à la compression de la maçonnerie montée à joints interrompus

Résistance au cisaillement

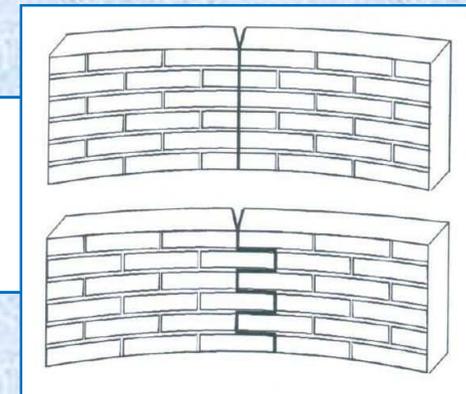


Résistances caractéristiques à la flexion



Plan de rupture parallèle
au lit de pose, f_{xk1}

Plan de rupture perpendiculaire
au lit de pose, f_{xk2}



Applications

Quelques exemples de calculs

Comparaisons DTU 20.1 & EC 6

Maison en pierre : R+1

Petit collectif : jusqu'à R+3

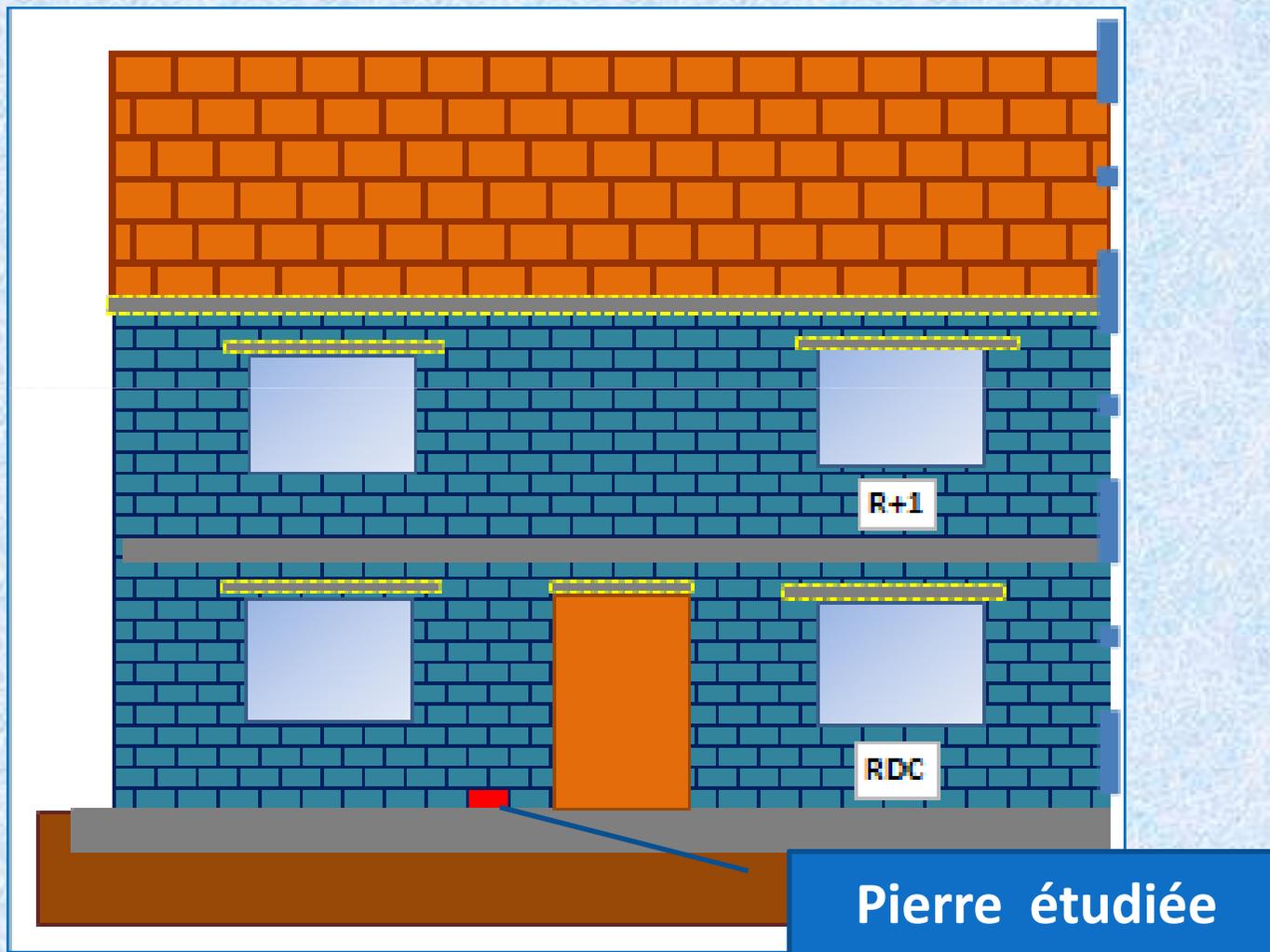
Cas trumeaux excentrés



Hypothèses maison indiv. R+1

- Masse volumique de la pierre : 1700 kg/m³
- Hauteur du niveau : 2.70 m
- Epaisseur de la pierre : 20 cm
- Portée du plancher : 5 m (2 travées)
- Epaisseur du plancher : 20 cm
- Plancher léger : 280 kg/m²
- Toiture tuile et charpente bois (évaluation : 150 kg/m²)
- Niveau de contrôle : IL1 (autocontrôle maçon)

Schéma maison R+1 - Façade



Coupe sur maison R+1

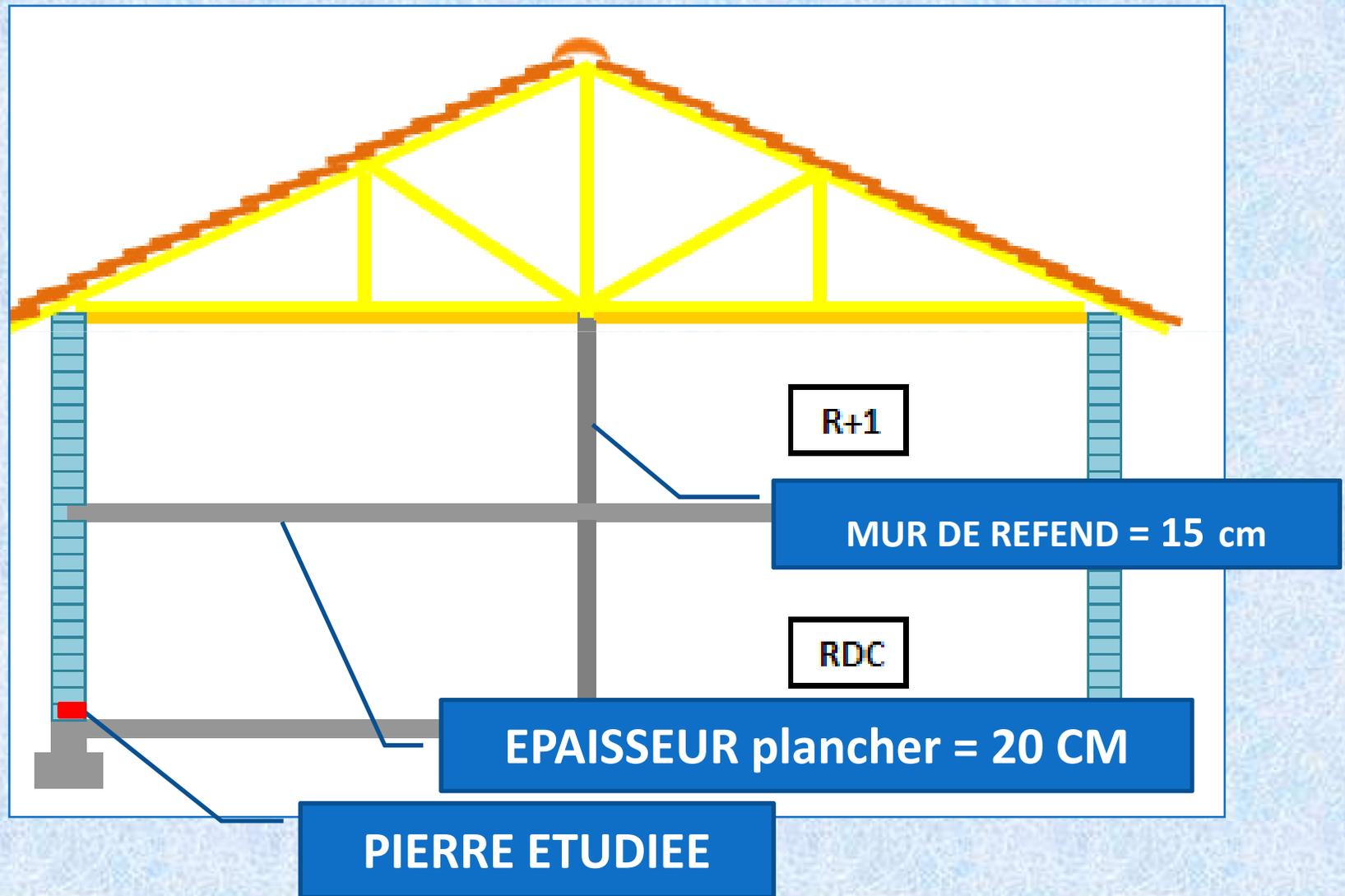
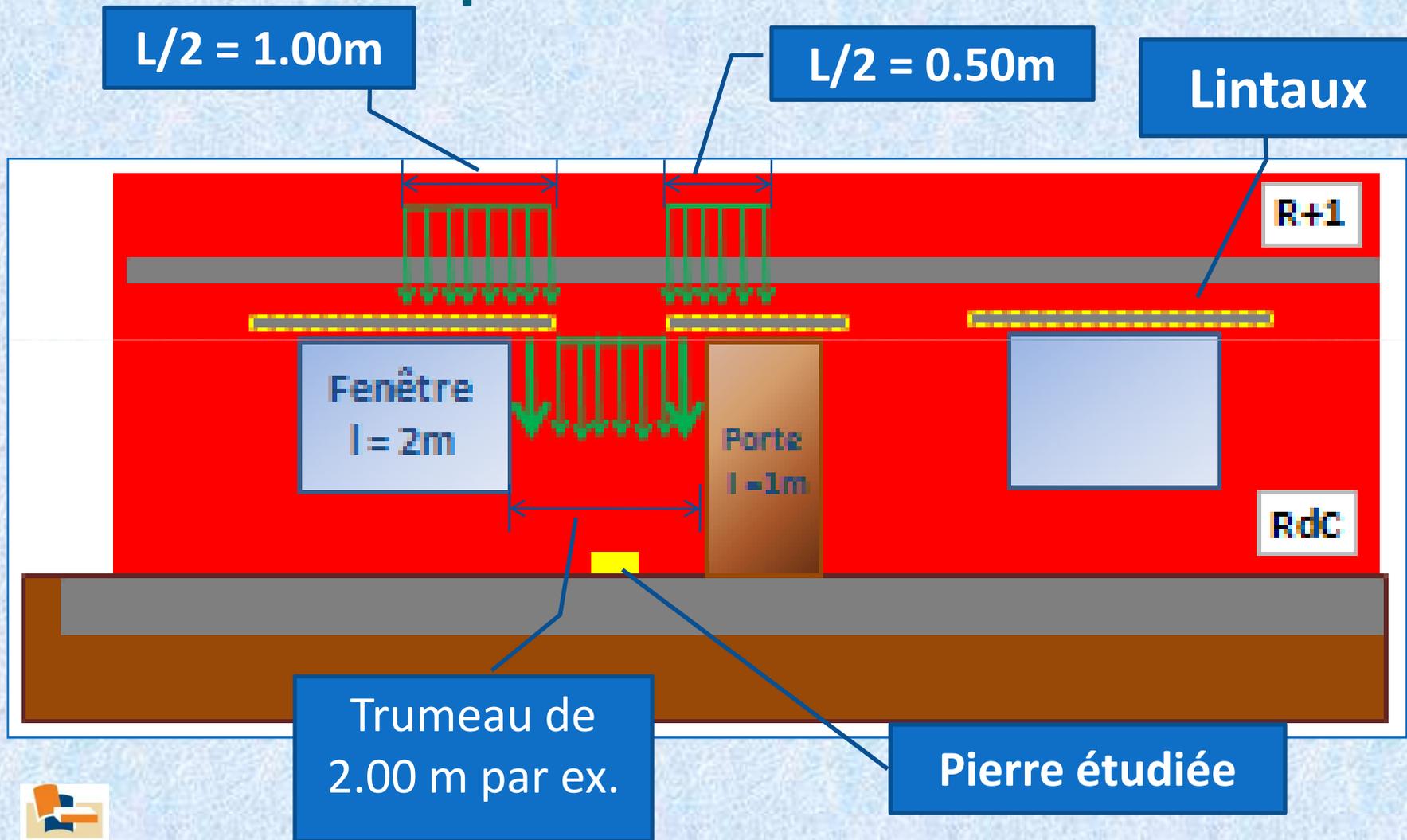
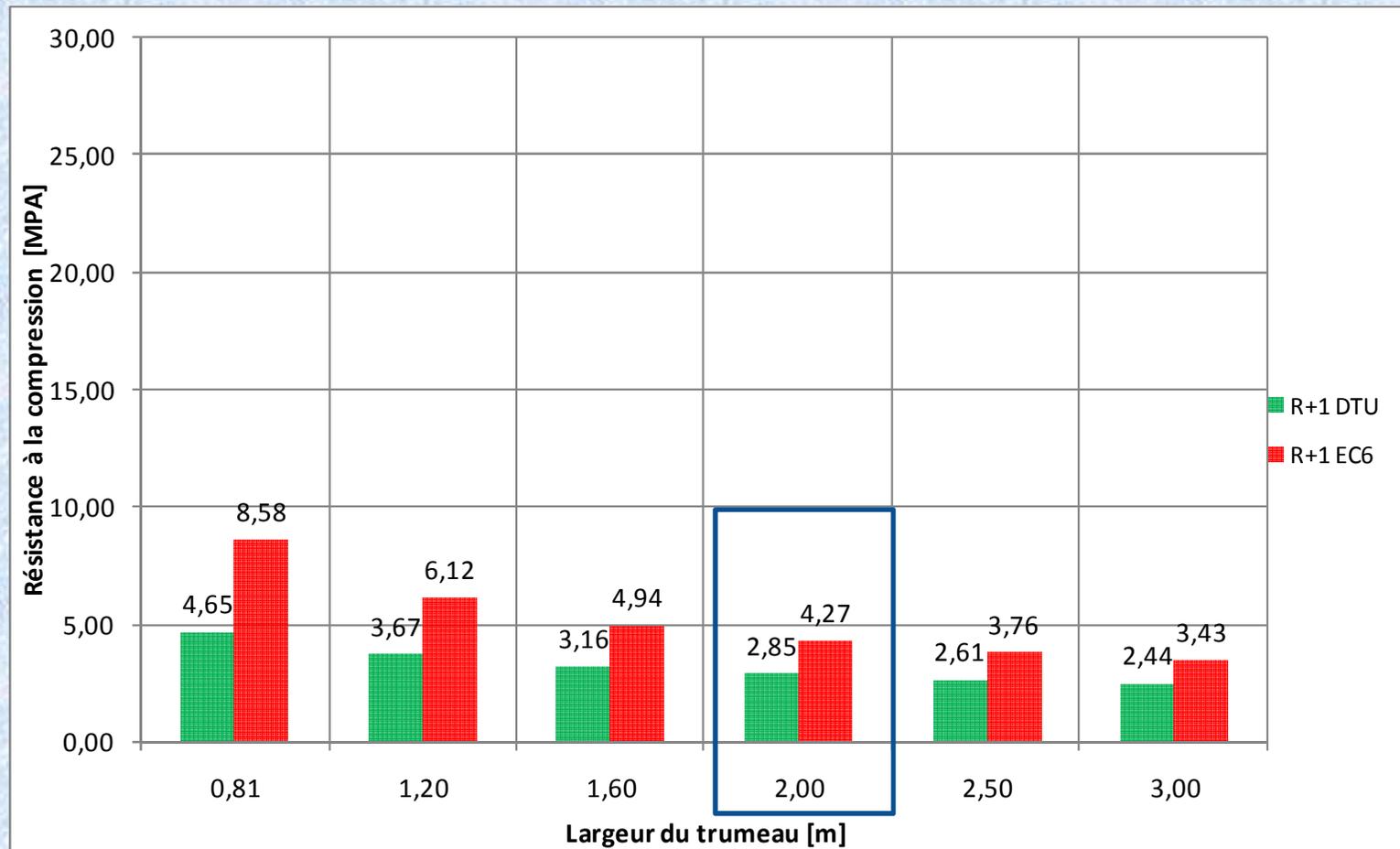


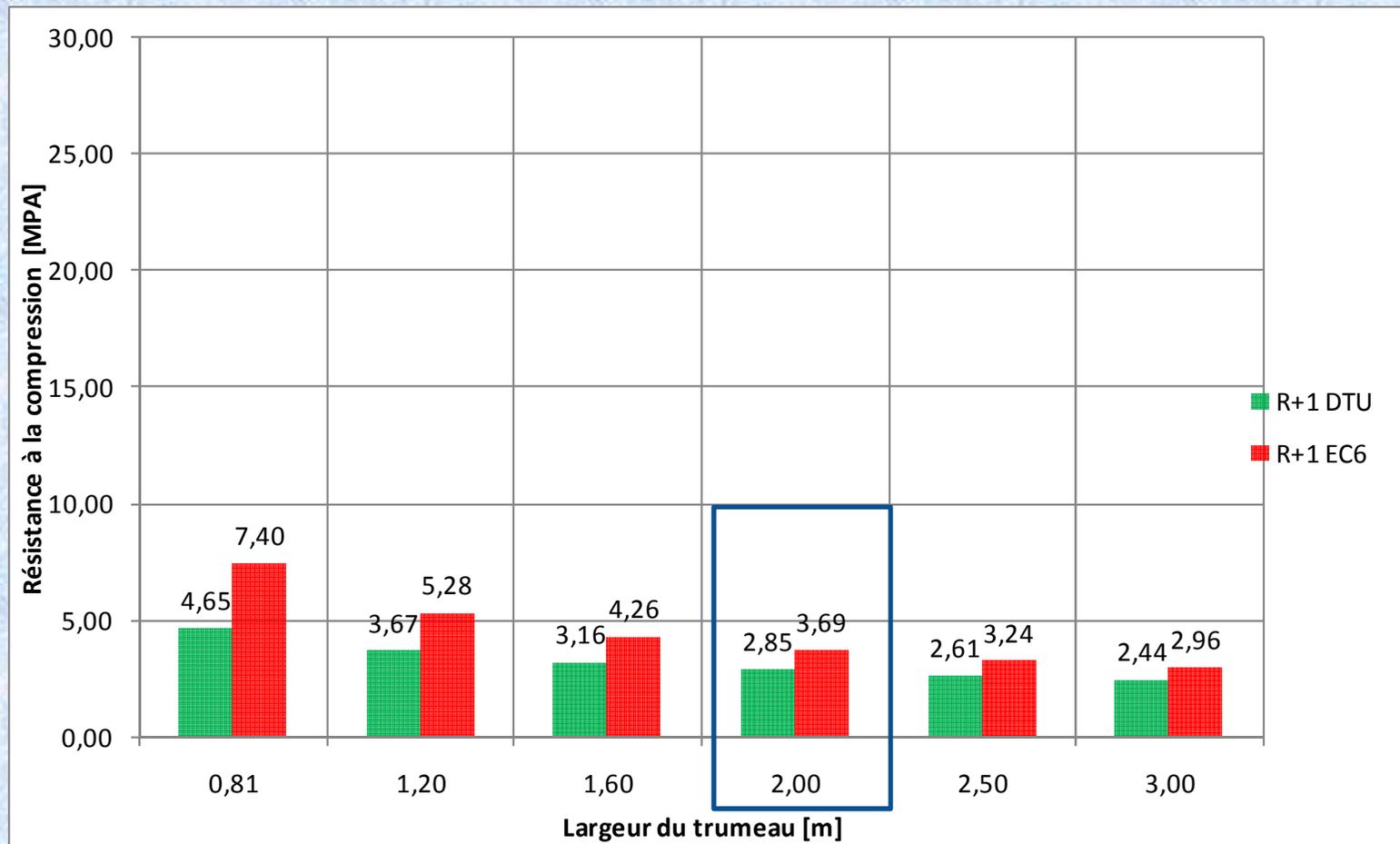
Schéma explicatifs des trumeaux



Maison R+1, cat. II , mortier courant : $\gamma_m = 3.5$



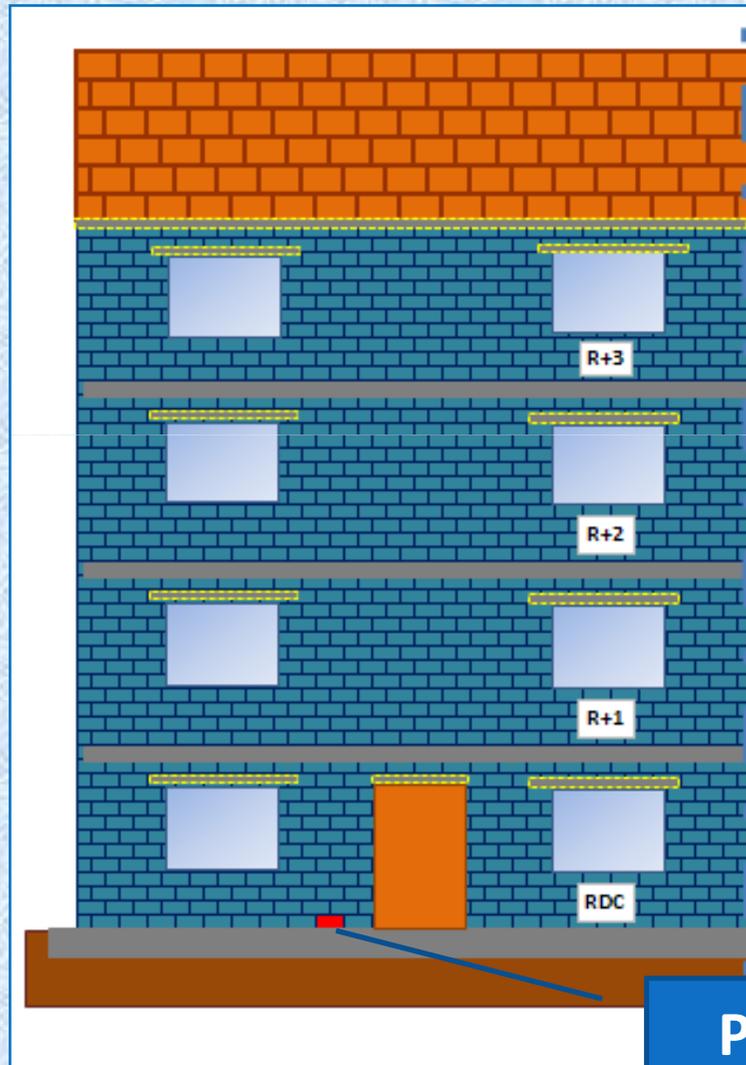
Maison R+1, cat. I, mortier courant : $\gamma_m = 2.7$



Hypothèses petit collectif R+3

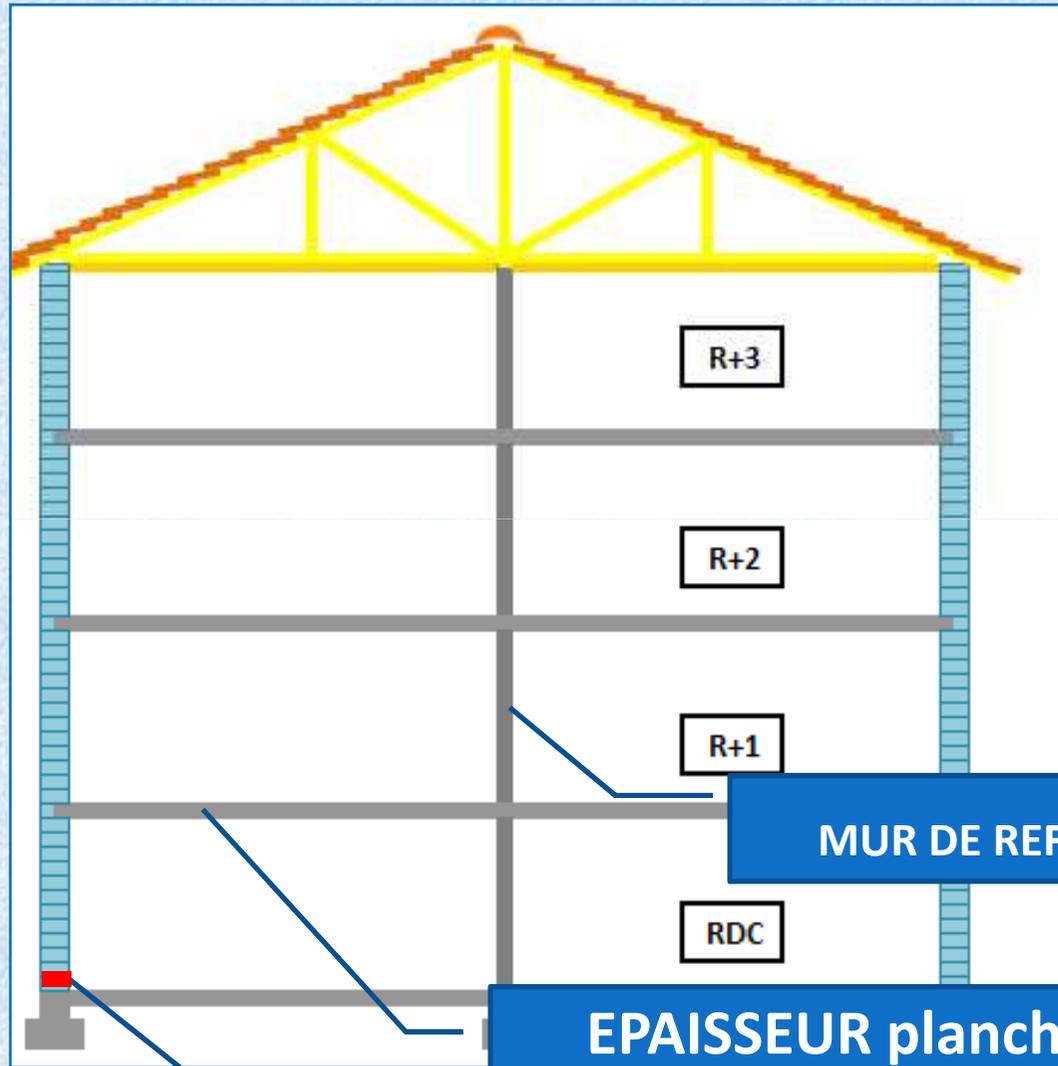
- Masse volumique de la pierre : 1700 kg/m³
- Hauteur du niveau : 2.70 m
- Epaisseur de la pierre : 24 cm
- Portée du plancher : 5 m (2 travées)
- Epaisseur du plancher : 18 cm
- Plancher béton : 2500 kg/m³
- Toiture tuile et charpente bois (évaluation : 150 kg/m²)
- Niveau de contrôle : IL2 (Plan qualité et contrôle externe)

Schéma maison R+3 - Façade

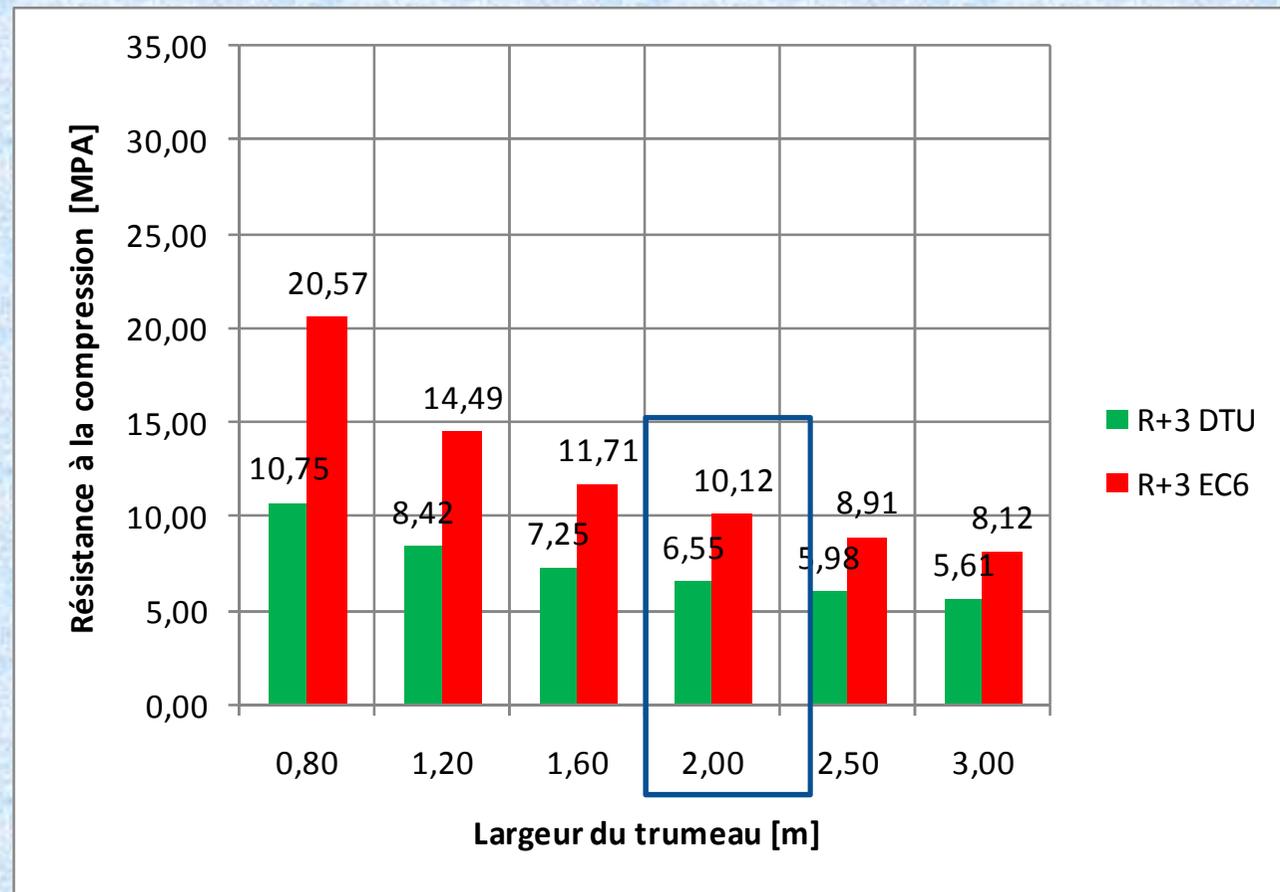


Pierre étudiée

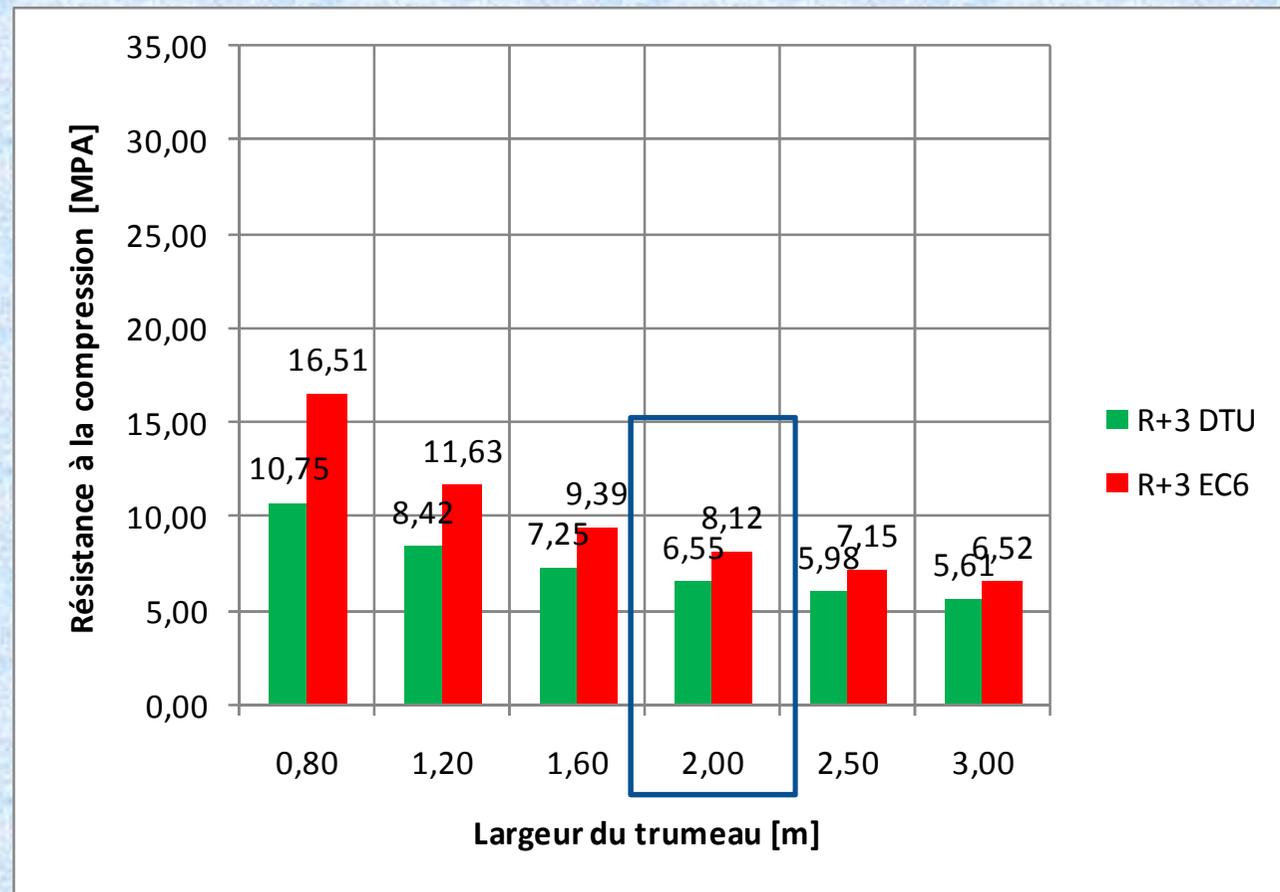
Coupe sur petit collectif R+3



Petit collectif, **cat. II**, mortier courant : $\gamma_m = 3.0$



Petit collectif, cat. I , mortier courant : $\gamma_m = 2.2$



Conclusion sur l'Eurocode 6

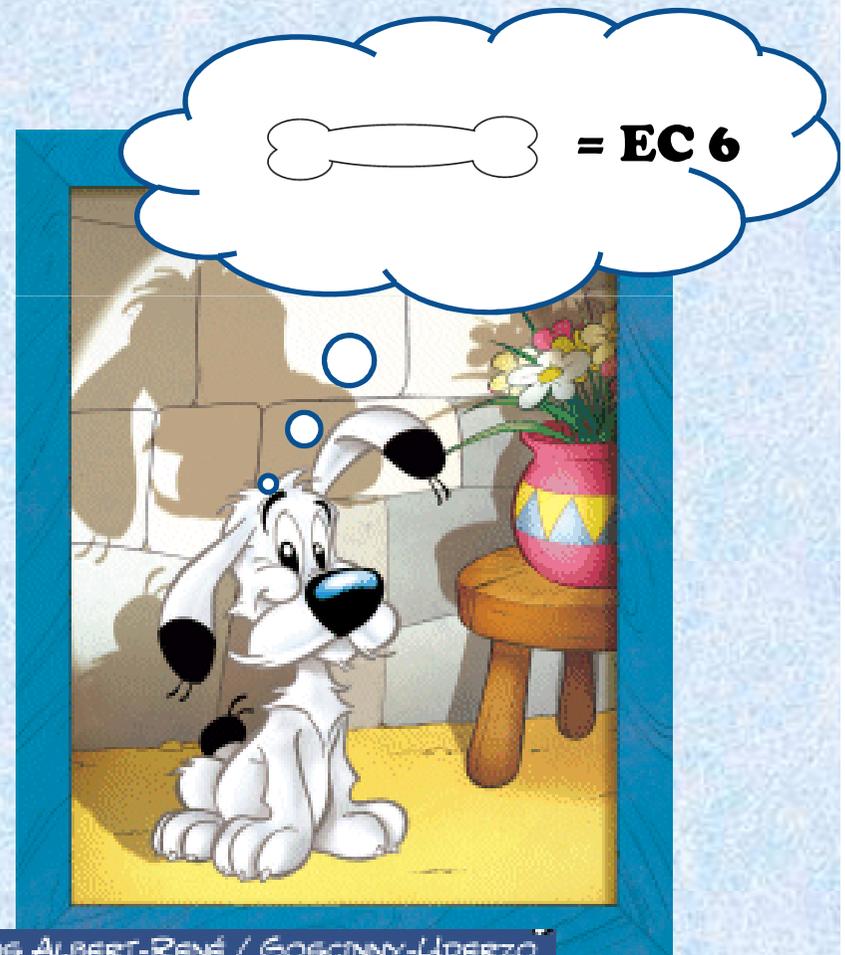
- **Avantages :**
- Mêmes règles de construction dans toute l'Europe
- Favorise la qualité et le contrôle sur chantier.

- **Conséquence pour la pierre :**
- **Intérêt du marquage CE 2+ et 95% de confiance**

- **Autres :**
- Axe de développement : les mortiers performants
- Contrôle qualité sur chantier

Mon Idéfix : Eurocodesix

- C'est fini pour l'Eurocode 6...
- Des Questions ?
- C'est parti pour l'Eurocode 8!



Eurocode 8 :

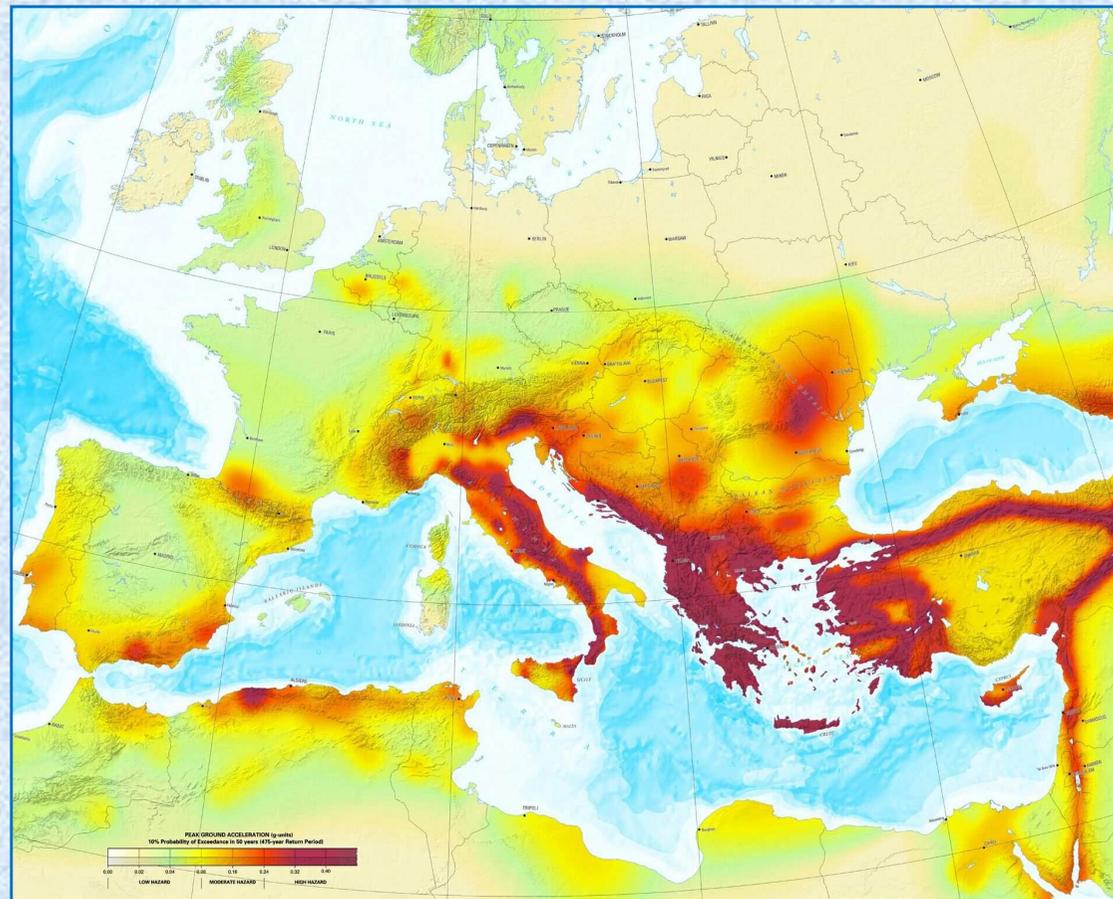
Évolutions réglementaires parasismiques



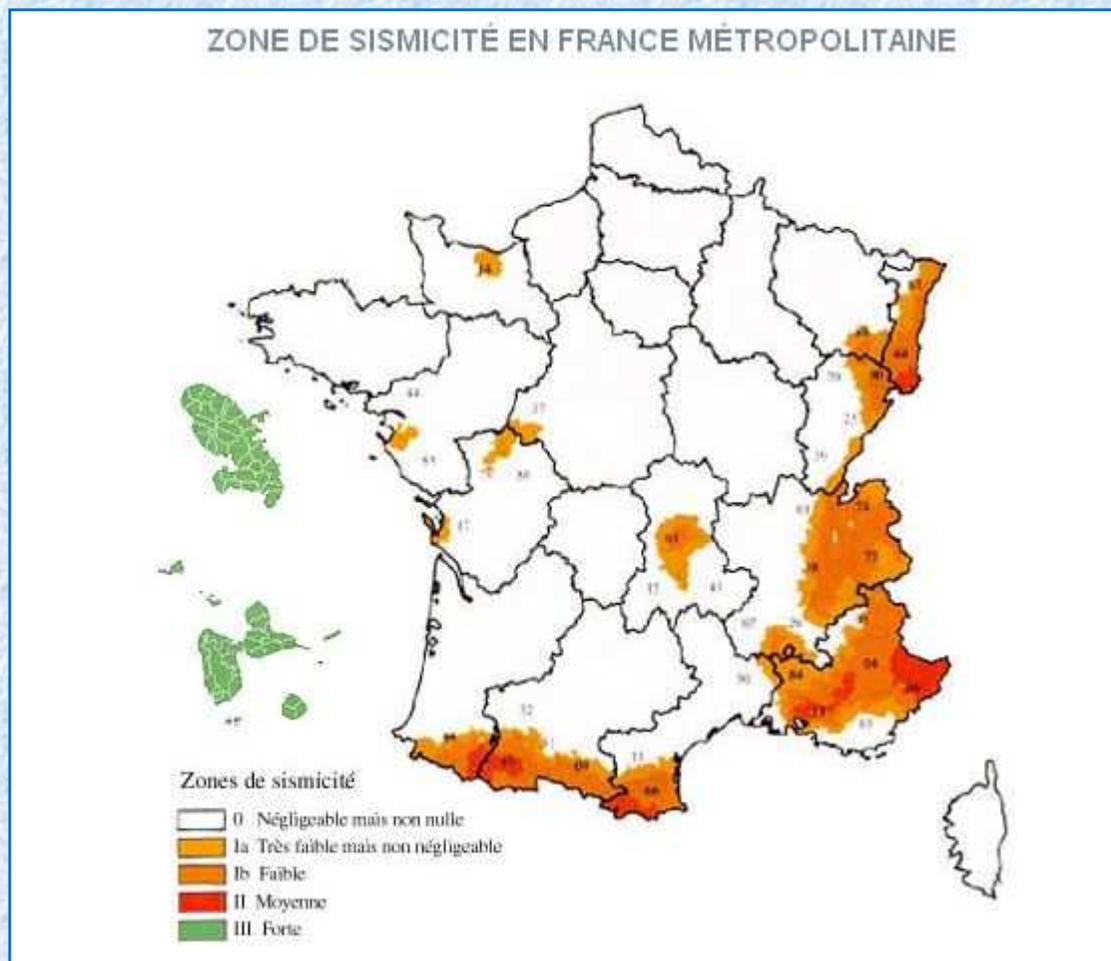
Effet d'un séisme (mai 1976) sur bâtiment de Gemmage (Italie)
avant un séisme, après la secousse principale et après une réplique du séisme

EUROCODE 8

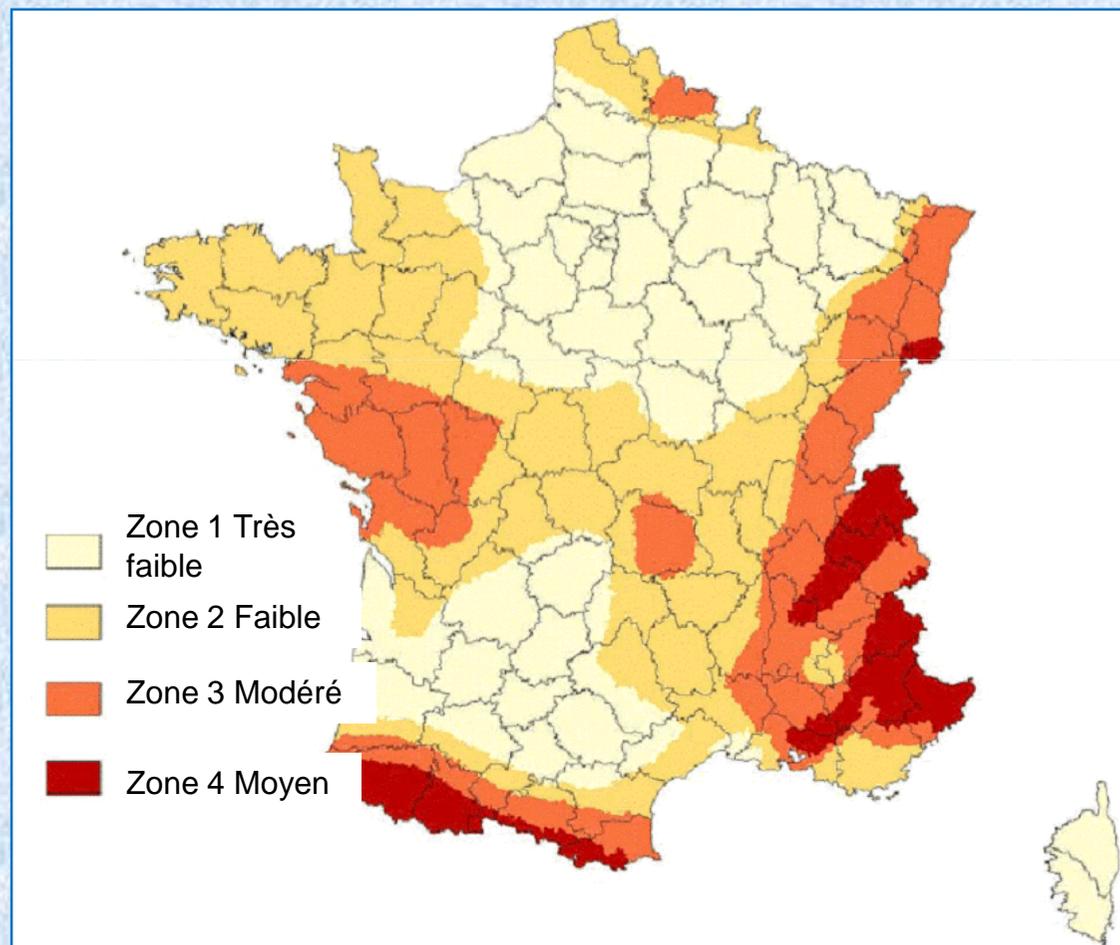
Zonage Europe



Carte sismique en vigueur jusqu'en septembre 2008



Nouvelle carte sismique à partir de septembre 2008



Pour quand ?

		<i>fin 2008 ???</i>	<i>1er janvier 2010</i>	
		<i>Obligatoire</i>	<i>Obligatoire</i>	<i>Obligatoire</i>
		PS 92	PS 92 ou Eurocode 8	Eurocode 8
		PSMI 89 révisées 92	PSMI 89 révisées 92 amendées	Guide maisons individuelles
		<i>Ancienne carte</i>	<i>Nouvelle carte</i> →	

Pour qui ?

- Tout bâtiments hors maisons individuelles

→ Pour les éléments structuraux :

→ Jusqu'en fin 2008 : PS 92

→ Jusqu'au 1^{er} janvier 2010: PS 92 ou EC 8

→ Après le 1^{er} janvier 2010: EC 8

Pour qui ?

- Tous bâtiments
- Pour les éléments non structuraux (ex: pierres attachées):
 - **Jusqu'en fin 2008** : justification selon PS 92 (ATEX,...)
 - **Jusqu'au 1^{er} janvier 2010**: guide du GEPP ou justification selon PS 92 ou EC 8 (ATEX,...)
 - **Après le 1^{er} janvier 2010**: guide du GEPP modifié suite étude CTMNC ?

Pour qui ?

- Maisons individuelles : R+1 par ex.

→ Pour les éléments structuraux :

→ Jusqu'en fin 2008 : PSMI 89 révisées 92

→ Jusqu'au 1^{er} janvier 2010 : PSMI 89 amendées ou Règles simplifiées EC8

→ Après le 1^{er} janvier 2010 : Guide maisons individuelles ou Règles simplifiées EC8

Catégories d'importance

- Catégorie d'importance **I**: risque minime pour les personnes ou l'activité économique
- Catégorie d'importance **II** : risque moyen pour les personnes
- Catégorie d'importance **III** : risque élevé sur les personnes et importance socio-économique
- Catégorie d'importance **IV** : fonctionnement primordial pour la sécurité civile, la défense et le maintien de l'ordre.

Eurocode 8 et dérogations

Le projet d'arrêté permet les dérogations suivantes :

- En zone 1 : l'EC8 ne s'applique pas
- En zone 2 :
 - Bâtiments de catégorie d'importance II :
 - guide du GEPP = pour les ouvrages non structuraux
 - Aucune exigence pour la structure
- En zones 3 et 4 :
 - Règles simplifiées de l'Eurocode 8
 - Bâtiments de catégorie d'importance II respectant les critères de dimensionnement des PSMI 89 révisée 92

➔ PSMI 89 révisées 92 amendées

Présentation générale

- Ce nouveau code sera applicable dans tous les pays européens.
- Certains des paramètres définis dans l'Eurocode peuvent être adaptés dans les annexes nationales.

Dispositions constructives

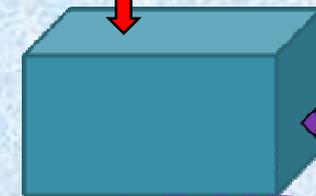
PS92

4 MPa mini



EC8

4 MPa mini



1.5 MPa mini

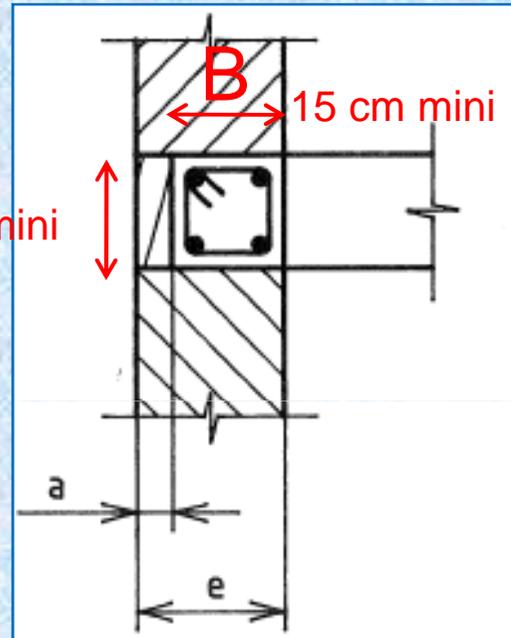
Résistances à la
compression

Dispositions constructives

PSMI 89
révisées 92

$a < 2/5 e$ si $e \geq 30$ cm
 $a < 1/3 e$ si $e < 30$ cm

Pour un mur de 20 cm
on avait :
 $B = 13.5$ cm et
 $a = 6.5$ cm



EC6 & EC8

$$B \geq 2/3 * e$$

dim. ≥ 15 cm

Pour un mur de 20 cm on a :
 $B = 15$ cm et $a = 5$ cm

Avec un mur de 25 cm on a :
 $B = 16.5$ et $a = 8.5$

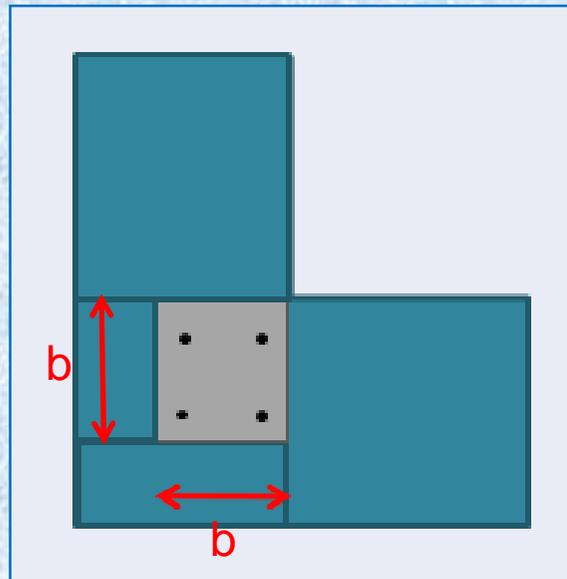
Dimensions des
chaînages
horizontaux



Dispositions constructives

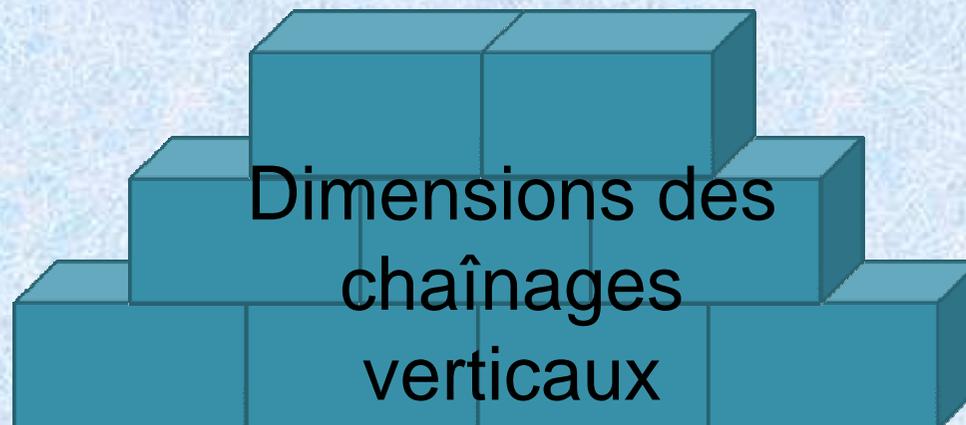
PSMI 89
révisées 92

$b = 10$ cm en zone Ia et Ib
 $b = 12$ cm en zone II



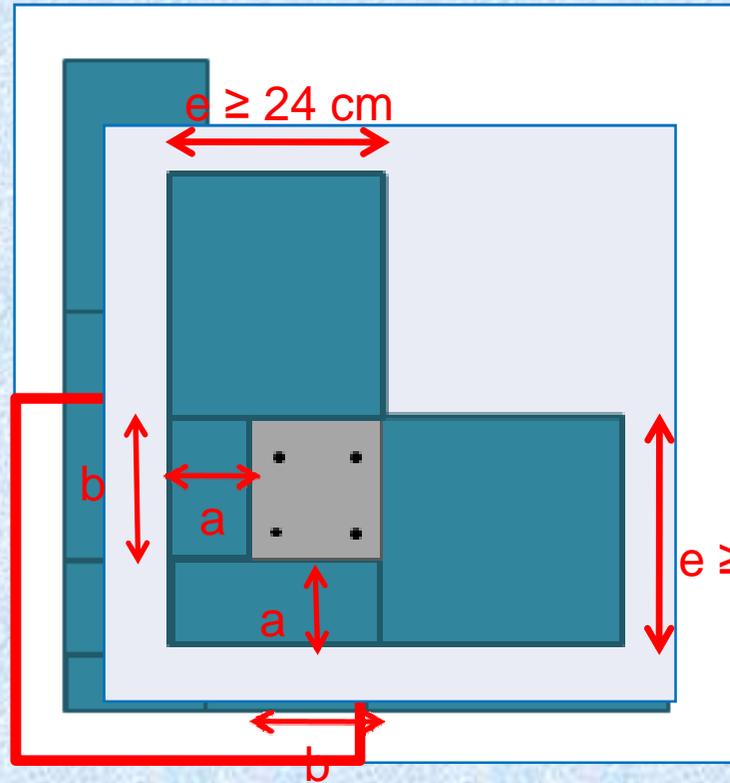
EC8

$b \geq 15$ cm mini
en zone 4



Dimensions des
chaînages
verticaux

Dispositions constructives

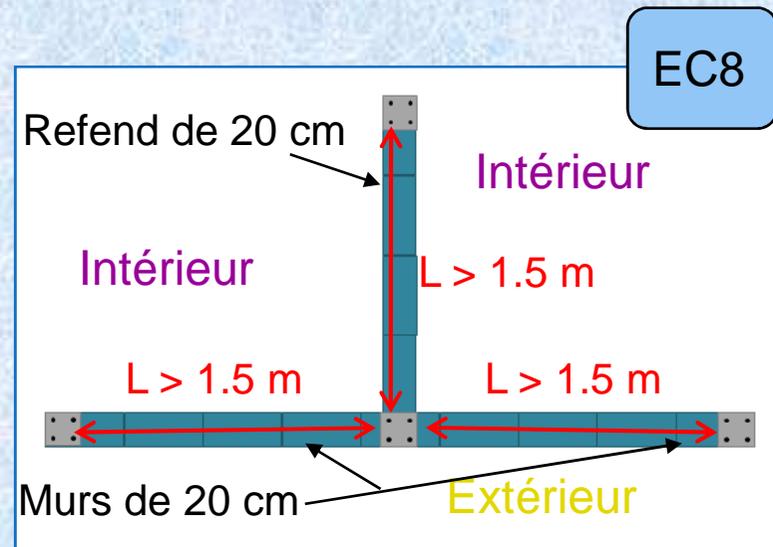
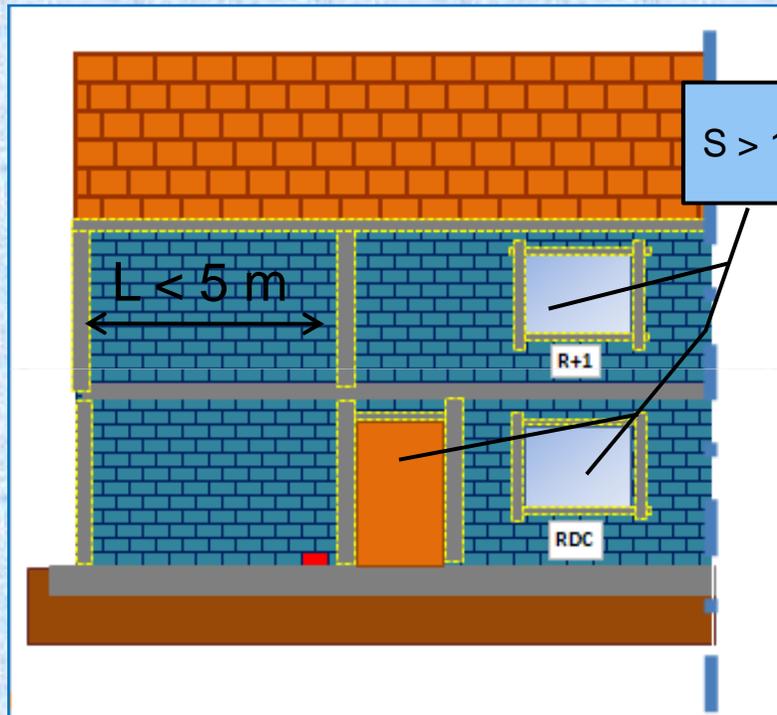


EC8

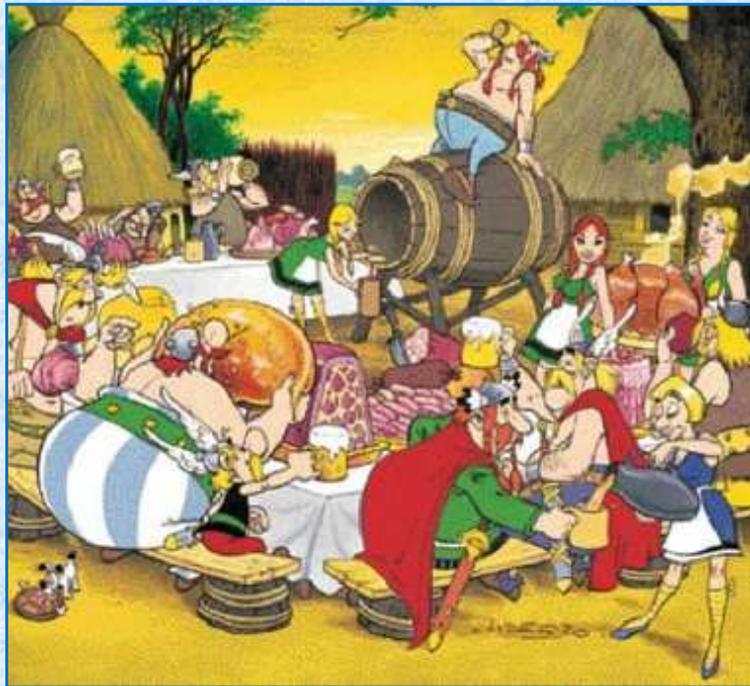
$a \geq 9 \text{ cm mini}$
 $b \geq 15 \text{ cm mini}$
en zone 4

Dimensions des
panelles

Règles particulières aux bâtiments en maçonnerie



Merci de votre attention...



MARQUAGE CE



CTMNC

*DÉPARTEMENT
ROCHES ORNEMENTALES
ET DE CONSTRUCTION*

MARQUAGE CE

Le marquage proprement dit

A apposer sur
tout produit
mis sur le
marché
européen

A la fois un
symbole, une
déclaration et
une attestation
de conformité
à une Directive

N'est pas
une marque
de qualité

Obligatoire !



MARQUAGE CE

Le marquage proprement dit



est à la fois un symbole, une déclaration et une attestation de conformité à une directive



doit être apposé sur tout produit mis sur le marché et dans la langue du pays de destination



peut être marqué :

- sur le produit lui-même
- sur une étiquette attachée au produit
- sur l'emballage
- sur les documents commerciaux accompagnant le produit

MARQUAGE CE

Les Objectifs du CTMNC

- vous aider à en maîtriser les **enjeux**
- vous fournir les bons **outils**
- vous aider à **l'appliquer** simplement

MARQUAGE CE

La Nouvelle Approche



La « Nouvelle Approche » : résolution du 7 mai 1985 du Conseil de l'Union Européenne.

- **Description des produits de construction et des ouvrages auxquels ils sont destinés**
- **Contrôle de leurs performances, en imposant les exigences essentielles de santé et/ou de sécurité et la référence aux Normes Techniques Harmonisées**

MARQUAGE CE

Législation / Normalisation

Nouvelle répartition des obligations et des responsabilités entre Législation et Normalisation :

Institutions Communautaires



Directives



Exigences essentielles



Comité Européen de Normalisation (CEN)



Organismes Nationaux de Normalisation



Spécifications Techniques pour concevoir et fabriquer des produits qui respectent les exigences essentielles

MARQUAGE CE

Les Organismes de Normalisation

Ce sont des organismes reconnus exerçant une activité normative.

L'activité de normalisation :

- est le reflet de la production actuelle
- tient compte des coûts de production
- favorise les échanges entre producteurs et consommateurs.

ISO = Organisation Internationale de Normalisation

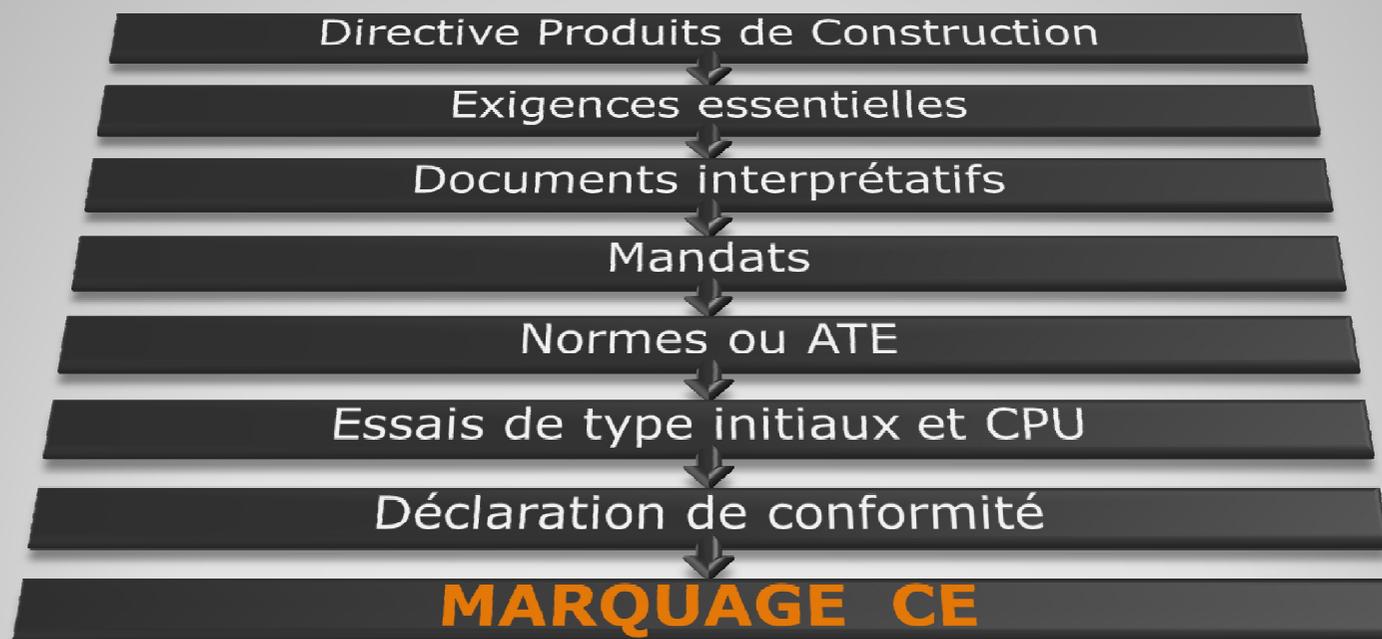
CEN = Comité Européen de Normalisation

AFNOR = Association Française de Normalisation



MARQUAGE CE

Le Schéma Général



MARQUAGE CE

La Directive Produits de Construction

La DPC

89/106/CEE publiée au JOUE le 21/12/88

*Modifiée par la Directive du Conseil 93/68/CEE publiée au JOUE le
22/07/93*

**Une des premières Directives de
la Nouvelle Approche pour faciliter
la libre circulation des produits de construction
dans l'Espace Economique Européen,
en assurant un haut niveau de sécurité.**

EEE = Union Européenne + Norvège + Islande + Liechtenstein

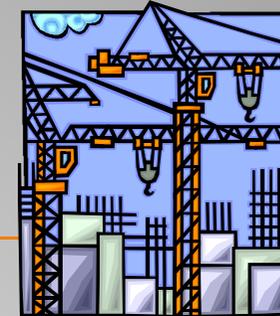
MARQUAGE CE

Les 4 éléments principaux de la DPC

- 1 • un système de Spécifications Techniques Harmonisées
- 2 • un système d'attestation de la conformité pour chaque famille de produits
- 3 • un réseau d'Organismes Notifiés
- 4 • le Marquage CE des produits

MARQUAGE CE

Les Exigences Essentielles



La DPC se distingue des autres Directives de la Nouvelle Approche en ce que les Exigences Essentielles stipulées ne concernent pas les produits de construction, mais les **ouvrages** dans lesquels ils doivent être incorporés de manière permanente.



Produit de construction apte à l'usage



Ouvrage OK avec les exigences essentielles

MARQUAGE CE

Les 6 Exigences Essentielles

- ➔ Résistance mécanique et stabilité
- ➔ Sécurité en cas d'incendie
- ➔ Hygiène, santé et environnement
- ➔ Sécurité d'utilisation
- ➔ Protection contre le bruit
- ➔ Économie d'énergie et isolation thermique

*La DURABILITÉ est incluse implicitement dans chaque exigence
« durée de vie raisonnable du point de vue économique »*

MARQUAGE CE

Les Documents Interprétatifs

- Un par exigence essentielle
- Identifient les caractéristiques des produits qui feront l'objet des mandats et qui devront être spécifiées en détail dans les Normes Harmonisées ou dans les guides ATE (Agréments Techniques Européens)

MARQUAGE CE

Des documents interprétatifs au mandats

A partir des documents
interprétatifs, la Commission
Européenne élabore des
Mandats pour

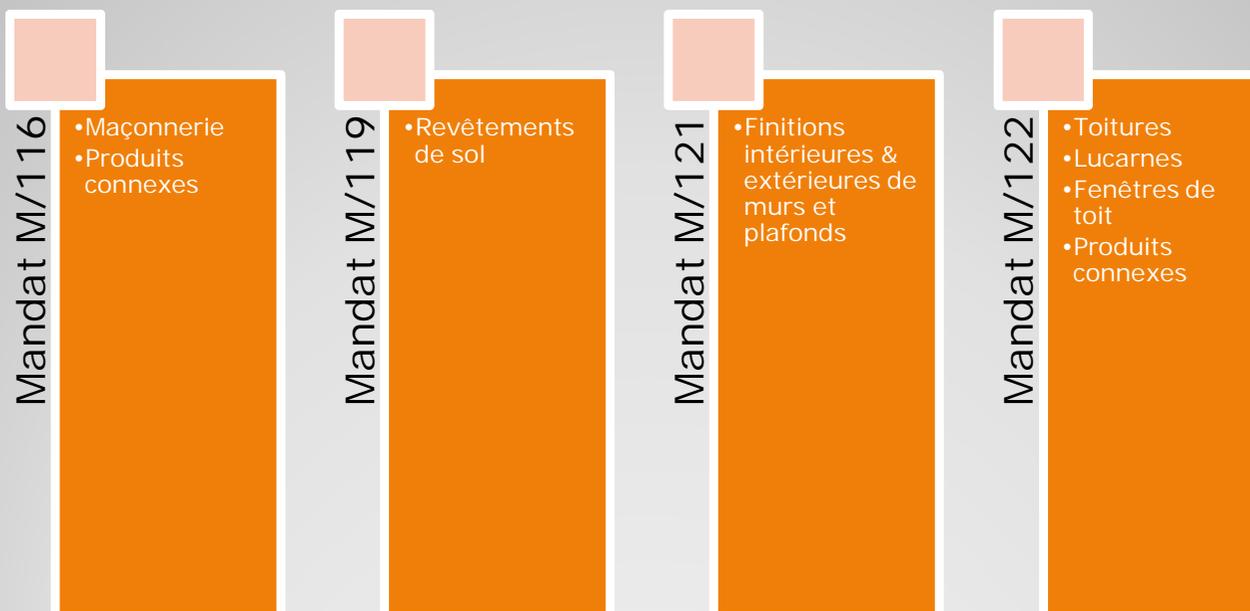
**NORMALISATION vers
le CEN**

**AGRÉMENT TECHNIQUE
EUROPÉEN vers l'EOTA**

MARQUAGE CE

Les Mandats

Les 4 Mandats confiés au CEN Pour la Pierre Naturelle



MARQUAGE CE

Les Spécifications Techniques

La Directive appelle « spécifications techniques » :

- **les normes européennes (EN)**, pour les produits traditionnels, établies par le CEN
- **les agréments techniques européens (ATE)**, établis dans le cadre de l'EOTA, pour les produits qui ne sont pas, ou pas encore, couverts par la normalisation

MARQUAGE CE

L'Annexe ZA des Normes Harmonisées

Bien qu'elle soit informative, selon les règles de la normalisation, l'Annexe ZA a une portée réglementaire.

Elle détermine :

- **le domaine d'application**
- **les caractéristiques du produit qui répondent aux exigences essentielles**
- **les niveaux d'exigence qui en découlent**
- **les modalités d'évaluation de la conformité**
- **les caractéristiques retenues pour le marquage CE et l'information l'accompagnant.**

MARQUAGE CE

L'Attestation de Conformité

Son rôle est d'assurer que les produits ont des caractéristiques qui permettent aux ouvrages dans lesquels ils sont inclus, appliqués ou posés, de satisfaire aux exigences essentielles de la DPC

Elle repose sur des tâches à accomplir par :

-  le fabricant
-  un organisme notifié

MARQUAGE CE

Les différents systèmes d'attestations

		Systèmes d'attestation de conformité					
		1+	1	2+	2	3	4
Tâches du fabricant	Contrôle de Production en Usine (CPU)	★	★	★	★	★	★
	Essais complémentaires sur des échantillons prélevés dans l'usine du fabricant, selon un plan d'essais préétabli	★	★	★			
	Essai de type initial			★	★		★
Tâches de l'organisme notifié	Essai de type initial	★	★			★	
	Certification du Contrôle de Production en Usine	★	★	★	★		
	Surveillance continue du Contrôle de Production en Usine	★	★	★			
	Essais effectués par sondage sur des échantillons prélevés dans l'usine, sur le marché ou sur le chantier	★					

MARQUAGE CE

Essais de Type Initiaux

- Pour déterminer les caractéristiques des produits qui seront mentionnées dans les informations accompagnant le Marquage CE
- A réaliser :
 - pour les produits nouveaux
 - si un changement intervient dans le matériau ou dans le processus de production



MARQUAGE CE

Contrôle de la Production en Usine (CPU)

- Sous forme d'une méthode continue et documentée
- Permet au fabricant de s'assurer que les valeurs des caractéristiques mesurées lors de l'essai de type initial ne sont pas modifiées par la suite
- Caractéristiques à contrôler et fréquence des contrôles : voir Norme Produit concernée
- Intervention éventuelle d'un organisme notifié selon le système retenu



MARQUAGE CE

Exemple de Déclaration de Conformité CE

Déclaration de Conformité CE

Dalles de L x l x e en pierre xxxxxxxx bouchardées pour pavage extérieur

Je soussignéReprésentant légal de la société

Ayant mes bureaux à

.....

Tél Fax

e-mail site web

Déclare que le produit : Dalles de L x l x e en pierre xxxxxxxx bouchardées pour pavage extérieur,

Fabriqué dans l'usine à

Est conforme à l'Annexe ZA de la Norme EN 1341 – Dalles de pierre naturelle pour pavage extérieur – Décembre 2001.

Annexe : copie des informations accompagnant le marquage CE

MARQUAGE CE

Exemple



Année : 06

Norme de référence : NF EN 1341 – Décembre 2001
 Produit : dalles en pierre, finition sciée, épaisseur 4 cm
 Dénomination de la pierre suivant NF EN 12440 :
 Nom traditionnel
 Nom pétrographique
 Origine : xxxxxxxxxx (France)
 Usage : pavage extérieur

Nom et adresse du producteur : xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS DÉCLARÉES	MÉTHODES D'ESSAIS
Résistance à la flexion	15 MPa	NF EN 12372
Flexion après gel/dégel	13 MPa	NF EN 12371
Résistance à la glissance	45 sur finition sciée	NF EN 1341 – Annexe D
Résistance à l'usure	22 mm	NF EN 1341 – Annexe C

Exemple pour dalles de pavage extérieur

MARQUAGE CE

Exemple



Année : 07

Norme de référence : NF EN 1469 – Novembre 2004
 Produit : dalles en pierre, finition adoucie, épaisseur 3 cm
 Dénomination de la pierre suivant NF EN 12440 :
 Nom traditionnel
 Nom pétrographique
 Origine : xxxxxxxxx (France)
 Usage : revêtement mural extérieur

Nom et adresse du producteur : xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS DÉCLARÉES	MÉTHODES D'ESSAIS
Réaction au feu	Classe A1	Sans essai (Décision 96/603/CEE)
Résistance à la flexion	Valeur mini attendue 10,1 MPa Valeur moyenne 14,2 MPa Ecart type 2,1 MPa	NF EN 12372
Effort de rupture sur le goujon de l'agrafe	Valeur mini attendue 1950 N Valeur moyenne 2250 N Ecart type 150 N	NF EN 13364
Résistance au gel	Variation de la résistance moyenne à la flexion après 12 cycles : 3%	NF EN 12371
Facteur de résistance à la vapeur d'eau	APD	NF EN ISO 12572 ou EN 12524
Résistance aux chocs thermiques	Après 20 cycles : • pas de perte de masse • diminution du module d'élasticité dynamique : 2%	NF EN 14066
Masse volumique apparente	De 2 640 à 2 680 kg/m ³	NF EN 1936

marquage CE - juin 2008

marquage CE - juin 2008

Exemple pour dalles de revêtement mural (usage extérieur)

MARQUAGE CE

Exemple



Année : 07

Norme de référence : NF EN 12057 – Octobre 2004
 Produit : plaquettes en pierre, finition adoucie, épaisseur 1 cm
 Dénomination de la pierre suivant NF EN 12440 :
 Nom traditionnel
 Nom pétrographique
 Origine : xxxxxxxxx (France)
 Usage : revêtement mural extérieur

Nom et adresse du producteur : xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS DÉCLARÉES	MÉTHODES D'ESSAIS
Réaction au feu	Classe A1	Sans essai (Décision 96/603 CEE)
Résistance à la flexion	Valeur mini attendue 10,1 MPa Valeur moyenne 12,5 MPa Ecart type 1,2 MPa	NF EN 12372
Résistance au gel	Variation de la résistance moyenne à la flexion après 12 cycles : 3 %	NF EN 12371
Résistance à la vapeur d'eau	APD	EN ISO 12572 ou EN 12524
Résistance aux chocs thermiques	Après 20 cycles : aucune perte de masse et diminution du module d'élasticité dynamique x%	NF EN 14066
Masse volumique apparente	De 2 690 à 2 710 kg/m ³	NF EN 1936

marquage CE - juin 2008
présentation PhD

Exemple pour plaquettes pour revêtement mural (usage extérieur)

MARQUAGE CE

Exemple



Année : 07

Norme de référence : NF EN 12058 – Octobre 2004
 Produit : dalles en pierre, finition polie, épaisseur 2 cm
 Dénomination de la pierre suivant NF EN 12440 :
 Nom traditionnel
 Nom pétrographique
 Origine : xxxxxxxxxx (France)
 Usage : revêtement de sol et d'escalier intérieurs

Nom et adresse du producteur : xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS DÉCLARÉES	MÉTHODES D'ESSAIS
Réaction au feu	Classe A1	Sans essai (Décision 96/603 CEE)
Résistance à la flexion	Valeur mini attendue 10,1 MPa Valeur moyenne 12,5 MPa Ecart type 1,2 MPa	NF EN 12372
Résistance à la glissance	30 sur finition polie	NF EN 14231
Perception tactile	APD	Contrôle visuel
Masse volumique apparente	De 2 690 à 2 710 kg/m ³	NF EN 1936

Exemple pour dalles de sols et escaliers (usage intérieur)

MARQUAGE CE

Exemple



Année : 07

Norme de référence : NF EN 771-6 – Octobre 2005
Produit : éléments de maçonnerie en pierre, finition sciée
Dénomination de la pierre suivant NF EN 12440 :
Nom traditionnel
Nom pétrographique
Origine : xxxxxxxxxx (France)
Usage : mur non porteur intérieur

Nom et adresse du producteur : xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

CARACTÉRISTIQUES	VALEURS DÉCLARÉES	MÉTHODES D'ESSAIS
Dimensions	L x l x e (en mm)	
Tolérances dimensionnelles	Catégorie D3	
Description	Selon croquis de débit ci-joint	
Masse volumique apparente	2 280 kg/m ³	NF EN 1936
Résistance à la compression	Valeur moyenne : 40,1 MPa	NF EN 772-1
Réaction au feu	Classe A1	Sans essai (Décision 96/603 CEE)
Porosité ouverte	16,10 %	NF EN 1936
Conductivité thermique équivalente	0,55 W/mK ($\lambda_{10,sec}$)	NF EN 1745

Exemple pour éléments de maçonnerie de catégorie II (usage intérieur)

MARQUAGE CE

Exemple d'étiquette



Année : 07

LOGO + NOM
+ ADRESSE
DU
PRODUCTEUR

NF EN 12057 – Octobre 2004
Plaquettes de pierre naturelle pour sol
extérieur

Déclaration de conformité CE
sur demande
adresse internet
téléphone
télécopie
du producteur
site internet du producteur

MARQUAGE CE

Les documents

DÉCLARATION DE CONFORMITÉ

VALEURS DÉCLARÉES

ÉTIQUETTE

MARQUAGE CE

Les Dates Butoirs du marquage CE

PRODUITS	MARQUAGE CE OBLIGATOIRE DEPUIS LE
Pavage extérieur (dalles, pavés, bordures)	1 ^{er} octobre 2003
Ardoises de toiture et de bardage	1 ^{er} mai 2006
Revêtement mural	2 juillet 2006
Plaquettes modulaires	1 ^{er} septembre 2006
Revêtement de sols et escaliers	1 ^{er} septembre 2006
Éléments de maçonnerie	2 août 2007

MARQUAGE CE



Manquement à l'application du Marquage CE

1. Dans le cas d'une mise sur le marché d'un produit
 - non muni du marquage CE
 - marqué CE, sans présentation des documents correspondants

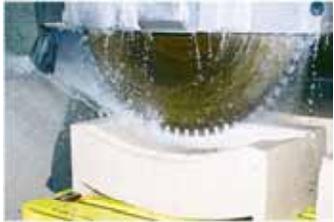


2. Apposition sur le produit, sur une étiquette fixée au produit, sur son emballage ou sur les documents commerciaux d'accompagnement, de marques ou d'inscriptions de nature à créer une confusion avec le marquage CE

Contravention de 5^{ème} classe + 1 500 €
par produit NON marqué ou marqué à tort

MARQUAGE CE

**Merci pour votre
attention et
maintenant à vous de
jouer !**



24/06/2008

LA REGLEMENTATION THERMIQUE

Daniel PALENZUELA
CTMNC

Journée Technique " la pierre naturelle : les
enjeux de la réglementation "

- ◆ Des enjeux majeurs pour l'avenir
- ◆ Historique de la réglementation thermique
- ◆ RT2005 : dans la continuité de la RT2000
- ◆ Justification du respect de la RT2005
- ◆ Nouveautés de la RT2005
- ◆ Les prochaines étapes...

- ◆ La pierre naturelle et la réglementation thermique
 - Performance thermique des parois
 - Ponts thermiques de liaison
 - Inertie thermique

Des enjeux majeurs pour l'avenir

- ◆ Un enjeu planétaire

- ◆ Lutter contre l'effet de serre



- ◆ Un enjeu social

- ◆ Maîtriser les loyers et les charges

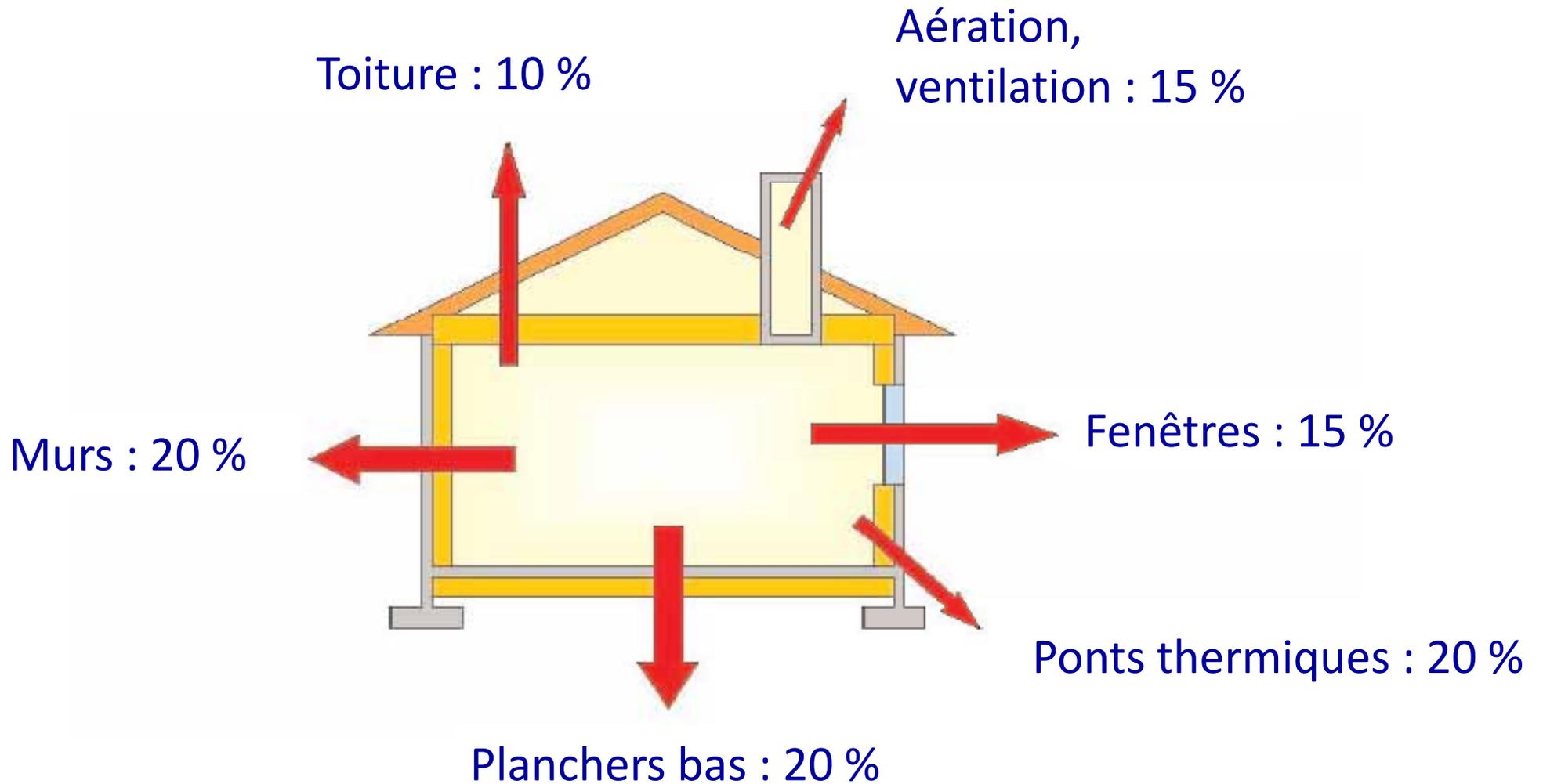


- ◆ Un enjeu économique

- ◆ Encourager les systèmes et les techniques constructives performants



Déperditions dans une maison individuelle neuve



Historique de la Réglementation Thermique

- ◆ 1974 : 1^{ère} étape
- ◆ 1976
- ◆ 1980
- ◆ 1982 : 2^{ème} étape
- ◆ 1983
- ◆ 1988 : 3^{ème} étape
- ◆ RT 2000



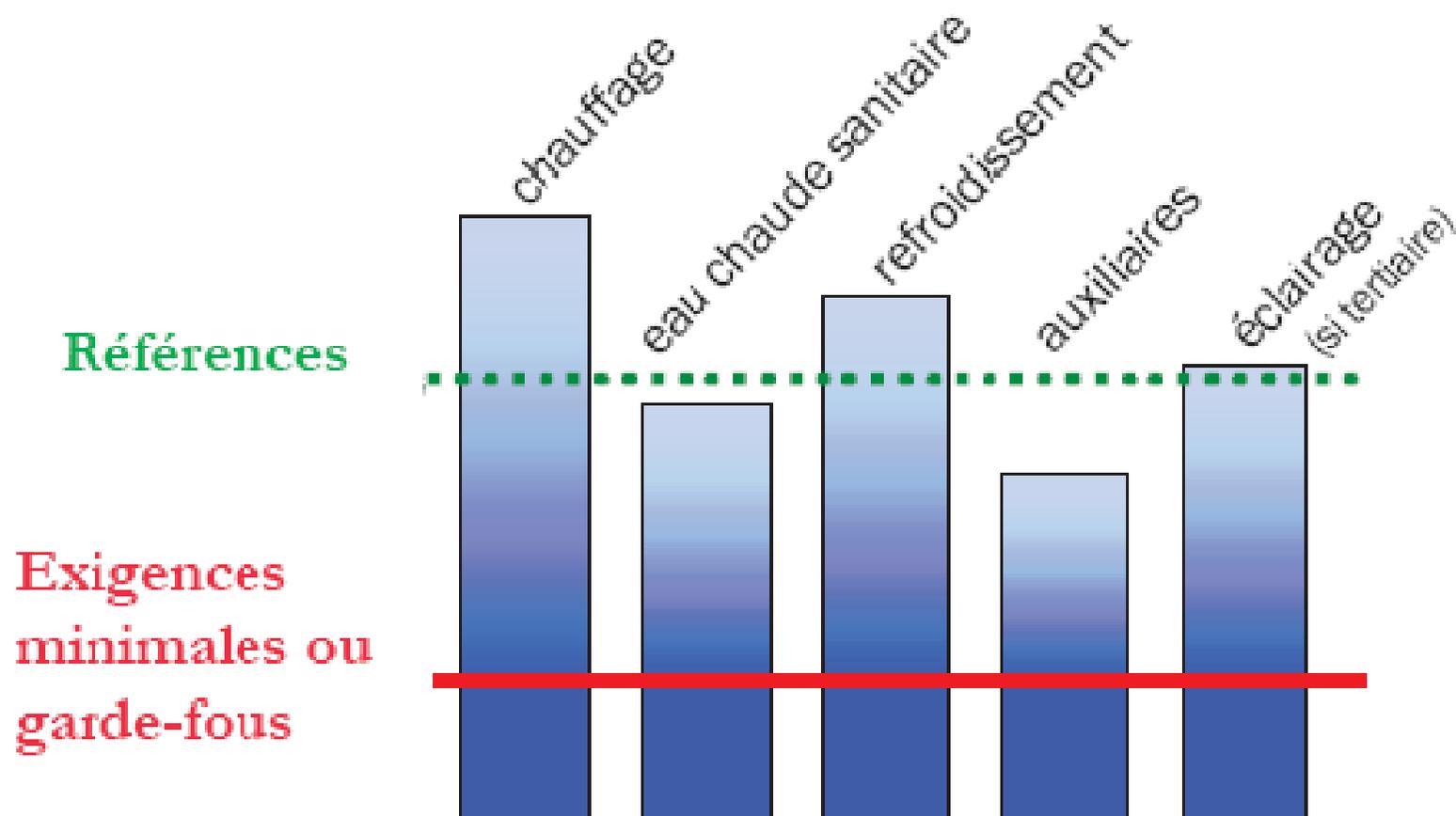
- ◆ S'applique aux bâtiments neufs résidentiels et tertiaires

- ◆ 3 conditions à respecter
 - ◆ Économie d'énergie
 - ◆ Confort d'été
 - ◆ « Garde-fous »



Principe de compensation

Entre les postes de consommation



Justification du respect de la RT 2005

- ◆ Soit au moyen d'une étude thermique
Logiciel nécessaire pour calculer:
 - ◆ La consommation d'énergie Cep
 - ◆ La température intérieure conventionnelle Tic
- ◆ Soit sans calcul à l'aide de solutions techniques



Nouveautés de la RT 2005

- ◆ Une meilleure lisibilité de la performance énergétique : consommation d'énergie par m² de surface
- ◆ Prise en compte de la conception bioclimatique
- ◆ Garde-fou sur la consommation en résidentiel
- ◆ Incitation aux énergies renouvelables
- ◆ Limitation du recours à la climatisation

Consommation maximale en résidentiel

Exprimée en énergie primaire, pour les consommations de chauffage, refroidissement et production d'eau chaude sanitaire

Zone climatique *	Combustibles fossiles	Chauffage électrique (y compris pompes à chaleur)
H1	130 kWh primaire/m ² /an	250 kWh primaire/m ² /an
H2	110 kWh primaire/m ² /an	190 kWh primaire/m ² /an
H3	80 kWh primaire/m ² /an	130 kWh primaire/m ² /an

* les zones climatiques sont définies dans l'arrêté (H1 : nord, à H3 : zone méditerranéenne)

Les prochaines étapes

- **Les objectifs du Grenelle**



- **en 2010 :**

- **2/3 des bâtiments en Label Très Haute Performance Énergétique (THPE)**
 - **1/3 en Label Bâtiment Basse Consommation (BBC) ou bâtiments passifs ou à énergie positive**

- **en 2012 :**

- **100% des bâtiments en Label BBC (renforcement anticipé de la réglementation) ou bâtiments passifs ou à énergie positive**

- **en 2020 :**

- **100% des bâtiments passifs ou à énergie positive**

La pierre naturelle et la RT 2005

- ◆ Performance thermique des parois
 - R et U déterminés à partir de la conductivité thermique et de l'épaisseur
- ◆ Ponts thermiques de liaison
 - Psi
- ◆ Inertie thermique
 - Capacité thermique



Caractéristiques forfaitaires du matériau pierre

Matériaux ou application	Masse volumique sèche (ρ) en kg/m ³	Conductivité thermique utile (λ) en W/(m.K)	Capacité thermique massique (Cp) en J/(kg.K)
2.1 – PIERRES ⁽¹⁾			
2.1.1 – ROCHES PLUTONIQUES ET MÉTAMORPHIQUES			
- Gneiss, porphyres	2 300 ≤ ρ ≤ 2 900	3,5	1 000
- Granites	2 500 ≤ ρ ≤ 2 700	2,8	1 000
- Schistes, ardoises	2 000 ≤ ρ ≤ 2 800	2,2 ⁽²⁾	1 000
2.1.2 – ROCHES VOLCANIQUES			
- Basaltes	2 700 ≤ ρ ≤ 3 000	1,6	1 000
- Trachytes, andésites	2 000 ≤ ρ ≤ 2 700	1,1	1 000
- Pierres naturelles poreuses, ex. laves	ρ ≤ 1 600	0,55	1 000
2.1.3 – PIERRES CALCAIRES			
- Marbres	2 600 ≤ ρ ≤ 2 800	3,5	1 000
- Pierres froides ou extra-dures	2 200 ≤ ρ ≤ 2 590	2,3	1 000
- Pierres dures	2 000 ≤ ρ ≤ 2 190	1,7	1 000
- Pierres fermes, demi-fermes	1 800 ≤ ρ ≤ 1 990	1,4	1 000
- Pierres tendres n° 2 et 3	1 600 ≤ ρ ≤ 1 790	1,1	1 000
- Pierres très tendres	ρ ≤ 1 590	0,85	1 000
2.1.4 – GRÈS			
- Grès quartzeux	2 600 ≤ ρ ≤ 2 800	2,6	1 000
- Grès (silice)	2 200 ≤ ρ ≤ 2 590	2,3	1 000
- Grès calcarifères	2 000 ≤ ρ ≤ 2 700	1,9	1 000
2.1.5 – SILEX, MEULIÈRES ET PONCES			
- Silex	2 600 ≤ ρ ≤ 2 800	2,6	1 000
- Meulières	1 900 ≤ ρ ≤ 2 500	1,8	1 000
	1 300 ≤ ρ < 1 900	0,9	1 000
- Ponces naturelles	ρ ≤ 400	0,12	1 000

Conductivité thermique : λ

MARBRE
 $\lambda = 3,50 \text{ W/(m.K)}$

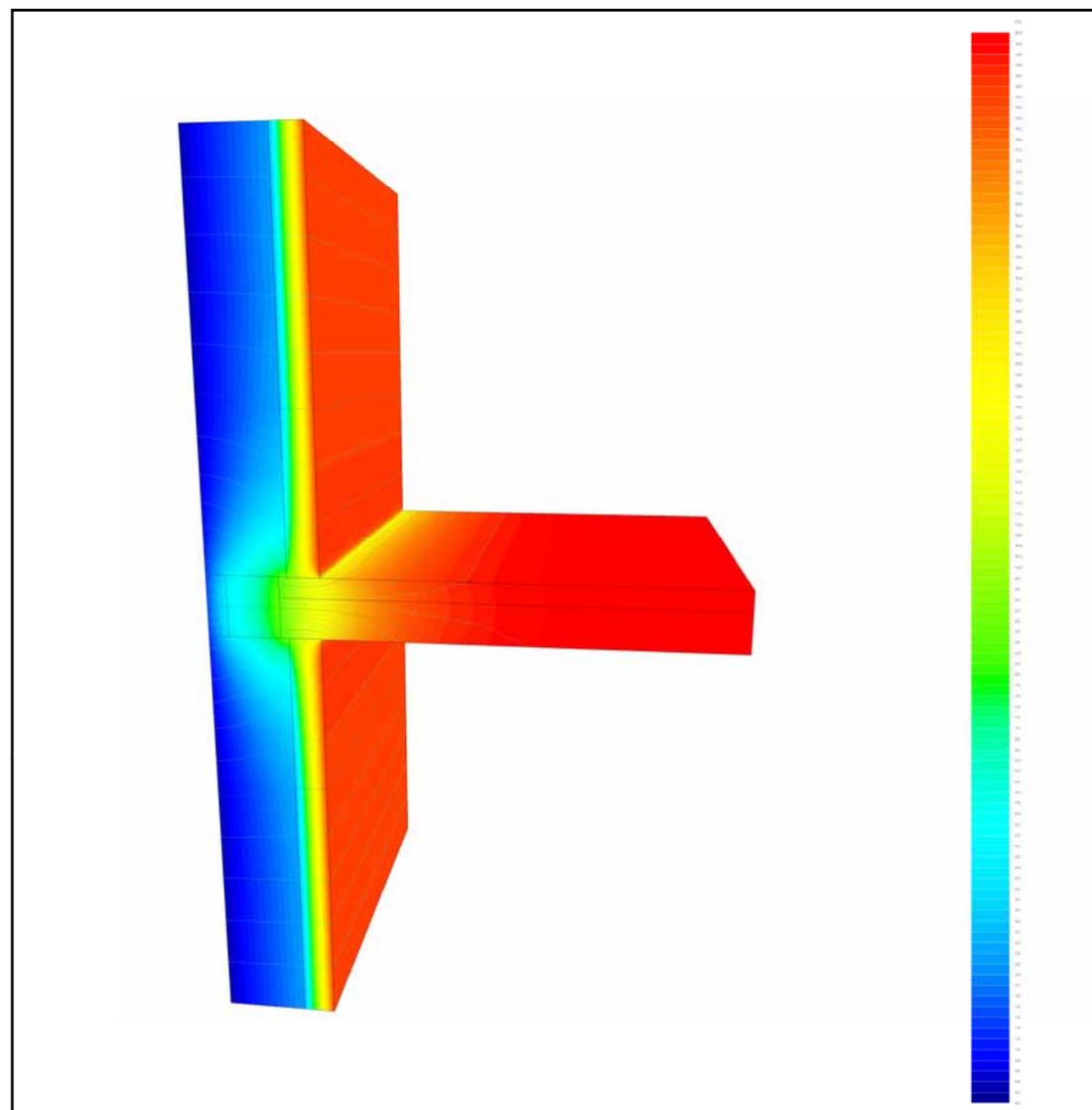
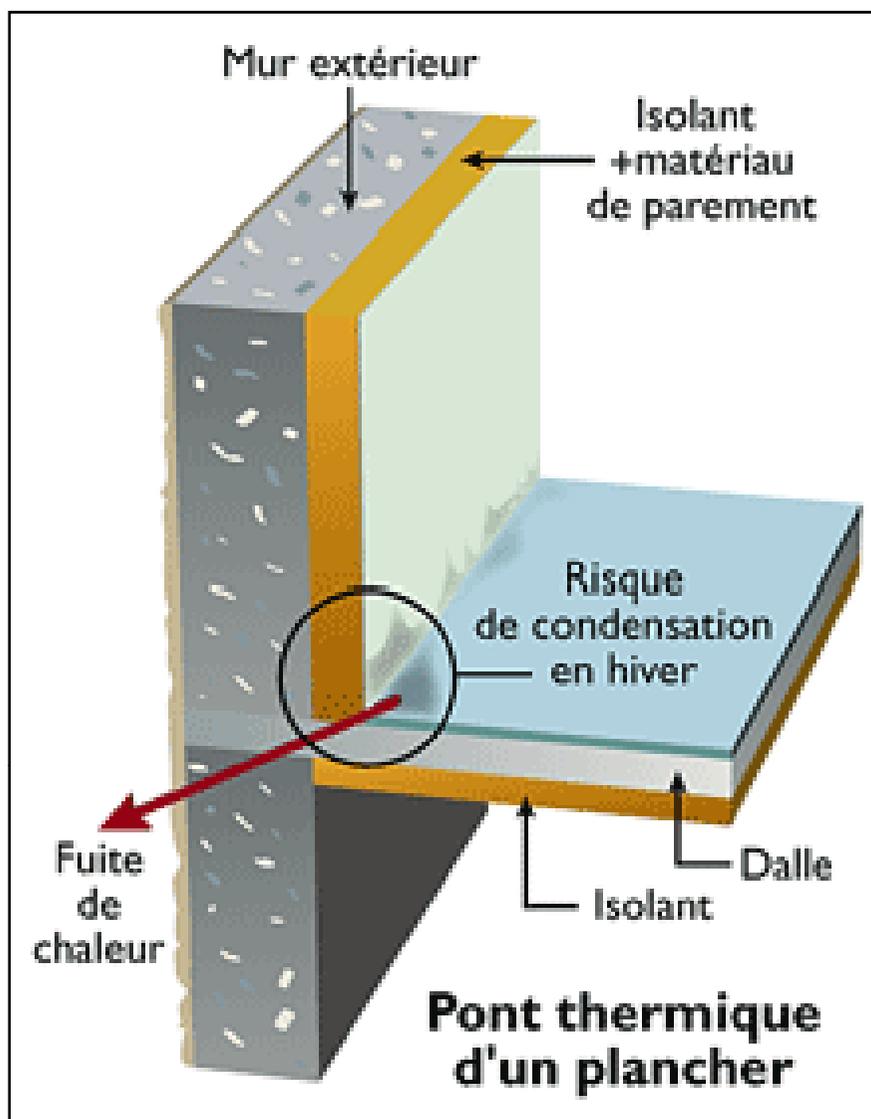
PIERRE CALCAIRE TRES TENDRE
 $\lambda = 0,85 \text{ W/(m.K)}$

Plus λ est faible, plus la pierre est isolante

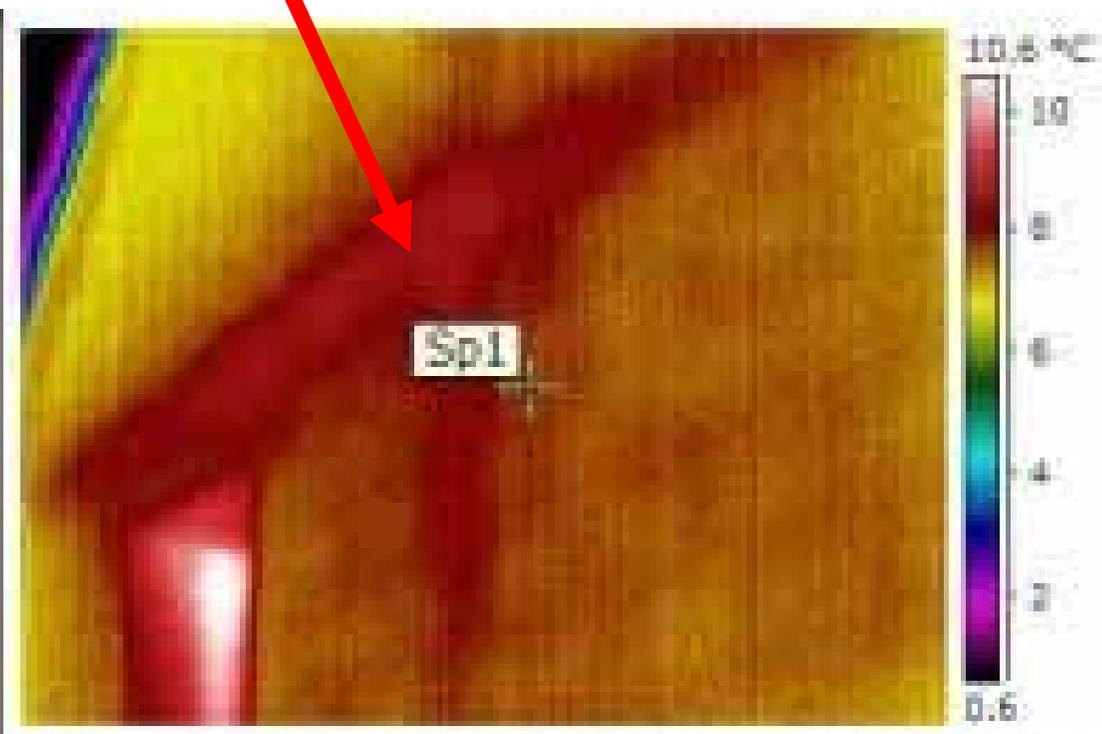
Résistance thermique

- ◆ Plus R est élevée, plus la paroi est isolante
- ◆ Exemple : R maxi de la RT 2005 « garde fou »
pour mur/extérieur : 2,05 m².K/W
 - 8 cm de laine de verre ou de polystyrène expansé
 - 30 cm de monomur terre cuite
 - 1,7 m de pierre calcaire très tendre
 - 4,1 m de béton plein
 - 7,2 m de marbre
- ◆ La pierre doit être associée à un isolant thermique pour satisfaire la RT 2005

Pont thermique

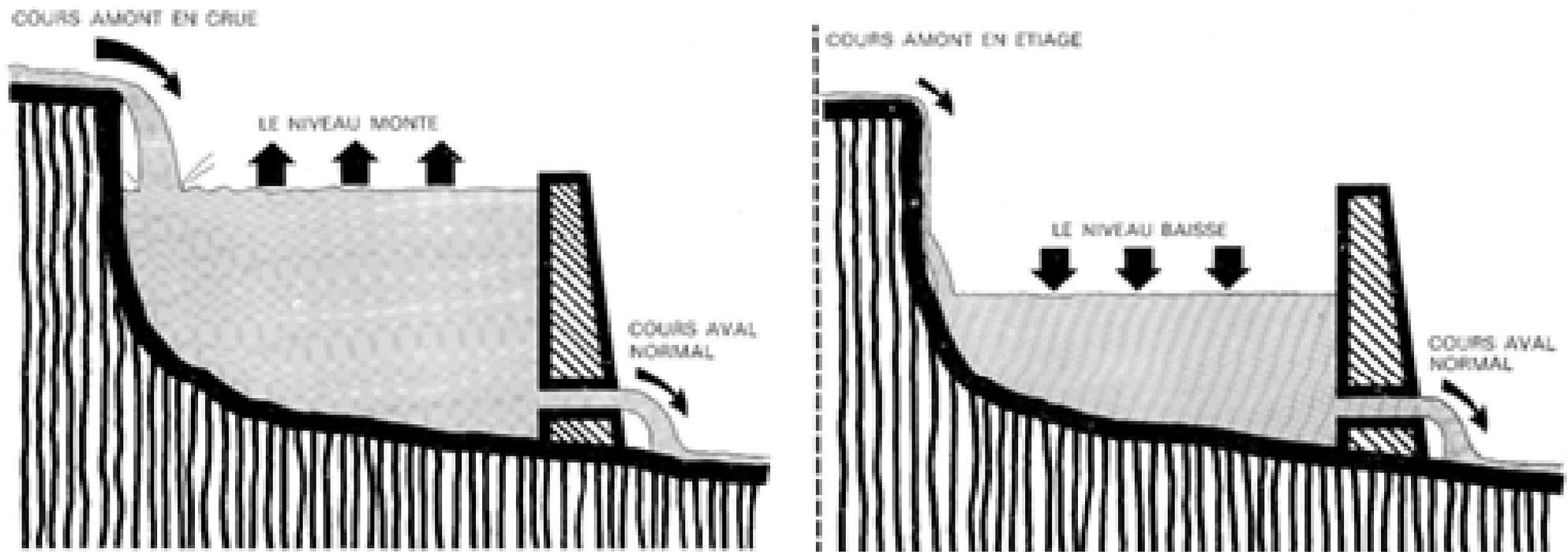


Pont thermique

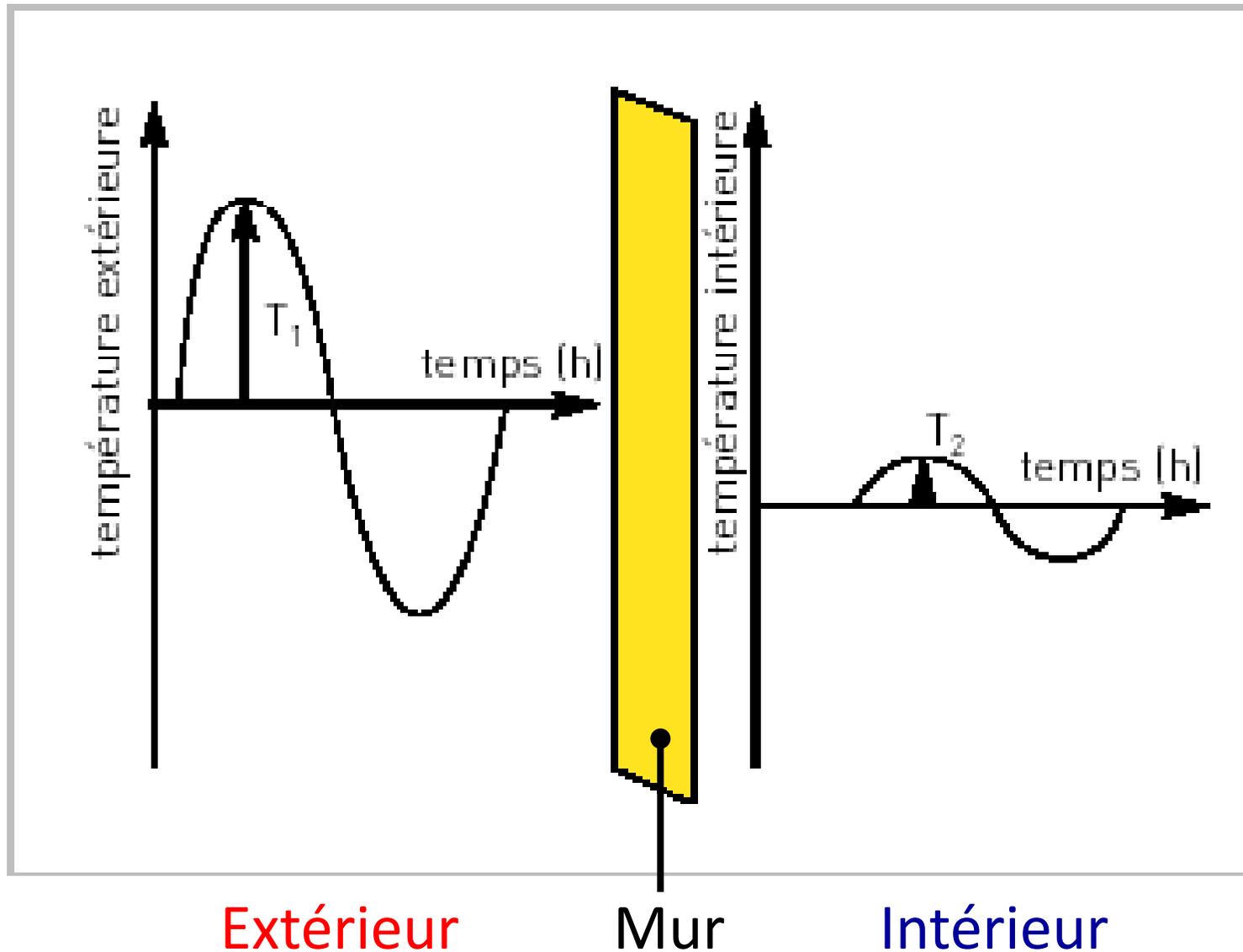


Thermographie
Infra Rouge

Inertie thermique

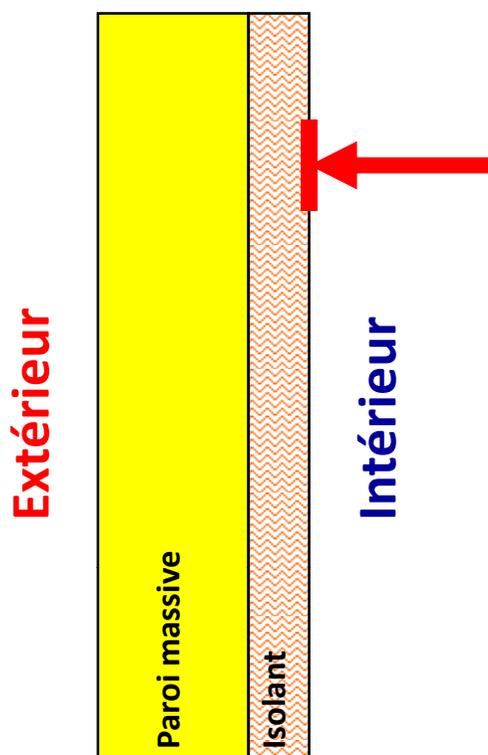


Inertie thermique

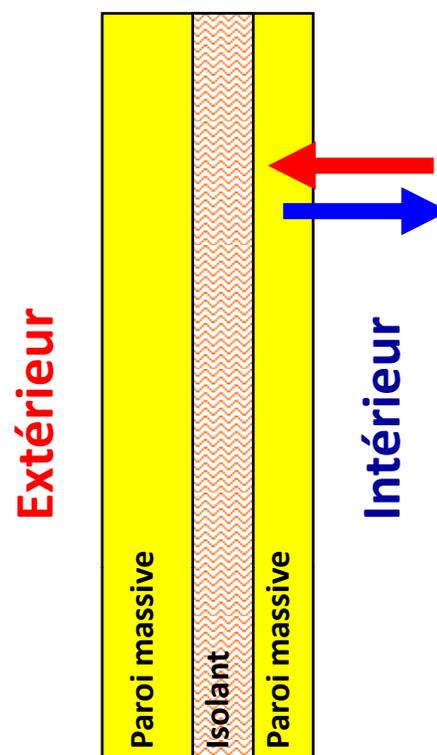


Inertie thermique

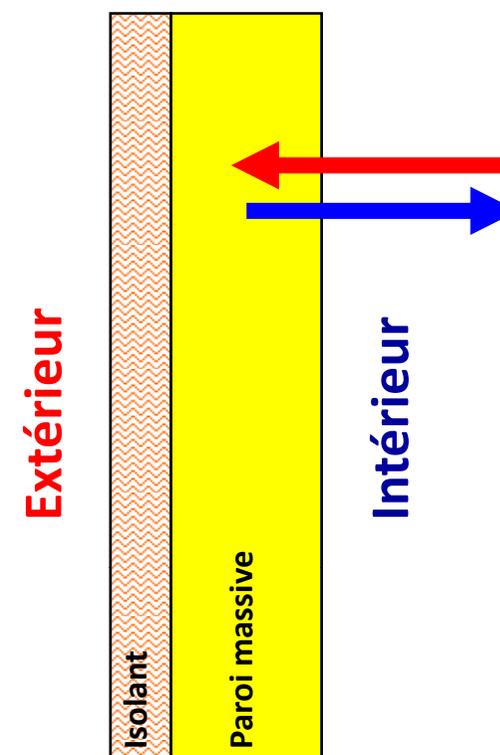
La position de l'isolant thermique dans la paroi



NON



OUI



OUI