JEUDI 27 JUIN 2013 6e JOURNÉE TECHNIQUE DU CTMNC

la pierre massive
nouvelles exigences nouveaux outils

MAISON DE LA MÉCANIQUE · COURBEVOIE · LA DÉFENSE

Terre et Pierre
Expertise et Innovation
CTMNC

Terre et Pierre
Expertise et Innovation
CTMNC

6E JOURNÉE TECHNIQUE DU CTMNC

JEUDI 27 JUIN 2013

MAISON DE LA MÉCANIQUE
39-41, RUE LOUIS BLANC - 92400 COURBEVOIE
LA DÉFENSE

la pierre massive
nouvelles exigences
nouveaux outils

INSCRIPTION À L'AIDE DU BULLETIN JOINT AVANT LE 21 JUIN 2013

programme

Animation de la journée : **Claude Gargi**, Rédacteur en Chef de la revue PIERRE ACTUAL

9 h 30 **ACCUEIL**

10 h 00 **INTRODUCTION**

10 h 15 **COMPRENDRE LES NOUVELLES RÈGLES DE DIMENSIONNEMENT**
Olivier Chèze, CTMNC

11 h 00 **RT 2012 : PREPARER LE FUTUR AVEC LES PIERRES NATURELLES**
- Informations RT 2012 : concevoir autrement !
- Exemples d'application : maison individuelle et petit collectif en pierre

André Pouget, Gérant bureau études thermiques POUGET *Consultants*

12 h 00 **DÉBAT**

12 h 30 **DÉJEUNER**

14 h 00 **CONSTRUIRE EN ZONE SISMIQUE : LES BONNES PRATIQUES**
Olivier Chèze, CTMNC

14 h 30 **CALEPINS DE CHANTIER**
Laurent Lehmann, Architecte Ingénieur, Cabinet ELIET & LEHMANN

16 h 00 **TABLE RONDE**
« LA PLACE DE LA PIERRE MASSIVE DANS LA CONSTRUCTION AU XXIÈME SIÈCLE »

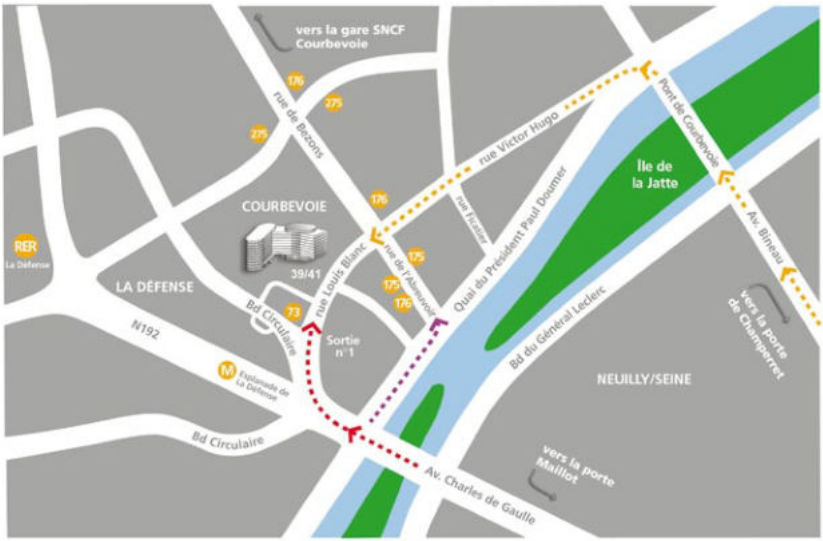
Participants :
Immobilière 3 F - Maître d'ouvrage
Laurent Lehmann, Architecte Ingénieur, Cabinet ELIET & LEHMANN
Olivier Leroy, Carrières du Bassin Parisien
Jean Jacques Montangon, Pierre-Bois-Habitat
André Pouget, Gérant bureau études thermiques POUGET *Consultants*

16 h 45 **SYNTHESE ET CONCLUSIONS**

Chaque intervention sera suivie d'un temps de questions/réponses.

PARTICIPATION AUX FRAIS (35 € TTC) - DANS LA LIMITE DES PLACES DISPONIBLES (200 PLACES)
CONTACT : Nadège VERRIER - ctmnc-roc@ctmnc.fr - tél : 01 44 37 50 00

accès



PARKING GRATUIT ACCESSIBLE AUX VISITEURS

En voiture :

- De Paris - Pont de Neuilly, direction la Défense : boulevard circulaire et sortie n° 1 vers rue Louis Blanc
- De Paris - Pont de Neuilly, direction la Défense : après le pont 1ère à droite, quai du Président Paul Doumer ; puis 2ème à gauche rue de l'Abreuvoir ; prochain feu à gauche rue Louis Blanc
- De Paris porte de Champerret - Avenue Bineau ; pont de Courbevoie ; puis après le pont, tourner à gauche rue Victor Hugo et tout droit jusqu'à la rue Louis Blanc

En métro : Ligne n° 1 - Station Esplanade de la Défense - Sortie Esplanade Charles de Gaulle

En RER : Grande Arche de la Défense (ligne A) puis correspondance métro (ligne n°1 · Esplanade de la Défense)

SNCF : Saint-Lazare · Gares de Courbevoie ou La Défense

BUS : 73 (Musée d'Orsay · La Défense) arrêt Alsace

175 (Asnières-Gennevilliers Gabriel Péri · Porte de Saint-Cloud, via pont de Levallois) arrêt Victor Hugo

176 (Pont de Neuilly · Colombes-Petit Gennevilliers) arrêt Victor Hugo

275 (Pont de Levallois · Grande Arche de la Défense) arrêt Place Charras

la pierre massive nouvelles exigences nouveaux outils

6E JOURNÉE TECHNIQUE DU CTMNC - JEUDI 27 JUIN 2013

MAISON DE LA MÉCANIQUE - 39-41, RUE LOUIS BLANC - 92400 COURBEVOIE - LA DÉFENSE

CONTACT : Nadège VERRIER
ctmnc-roc@ctmnc.fr - tél : 01 44 37 50 00

Terre et Pierre
Expertise et Innovation
CTMNC

PIERRE NATURELLE

CENTRE TECHNIQUE
DE MATÉRIAUX NATURELS
DE CONSTRUCTION

Terre et Pierre
Expertise et Innovation

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement

Olivier Chèze, CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
Plan de la présentation

I. Le contexte normatif

- Pourquoi de nouvelles règles de maçonnerie ?
- Résumé de l'Eurocode 6
- Et le DTU 20.1 ?

II. Les nouvelles notions de l'Eurocode 6

- Caractérisation des maçonneries
- Les différents chargements d'un mur en pierre
- Et le DTU 20.1 ?

III. Les actions du CTMNC

- La campagne des essais murets
- Le hourdage au mortier de plâtre
- L'outil de dimensionnement « Dimapierre_6 »
- Le programme « RAGE » (Murs doubles)

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
I. Le contexte normatif

⌑ Pourquoi de nouvelles règles de maçonnerie?

- **En France, depuis les années 60, le DTU 20.1**
  Norme française des maçonneries de petits éléments
  Ouvrages courants (logements, bureaux, bâtiments scolaires)
  Construction « traditionnelle »

- **Le « corpus normatif » européen**
  Des normes produits : NF EN 771
  Des normes d'essai, sur produits ou maçonneries
  Des normes de conception : les Eurocodes

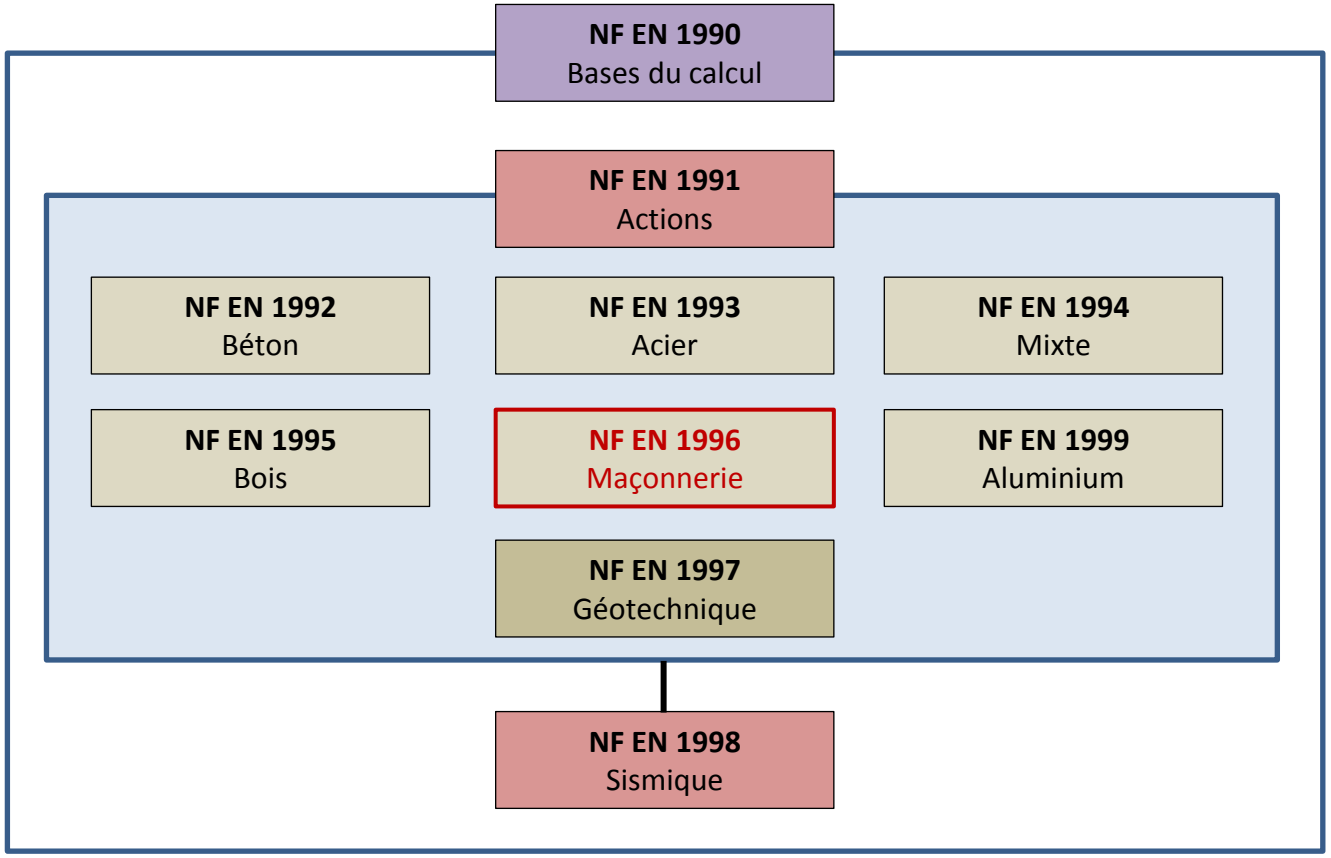
⇨ Etablir un « langage commun » entre tous les pays

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
I. Le contexte normatif

Pourquoi de nouvelles règles ?

- **Les cahiers des Eurocodes**



CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
I. Le contexte normatif

Résumé de l'Eurocode 6

- **Zoom sur l'Eurocode 6**

  NF EN 1996-1-1 : règles générales pour ouvrages en maçonnerie armée et non armée

  ~~**NF EN 1996-1-2 :** Règles générales - comportement au feu~~

  Non réglementaire. En France : PV d'essai feu systématique

  NF EN 1996-2 : Conception, choix des matériaux et mise en œuvre des maçonneries

  NF EN 1996-3 : Méthodes de calcul simplifiées pour ouvrages en maçonnerie non armée

  + **les Annexes Nationales**

  Les textes européens étant le fruit d'un consensus entre les différents pays, certains choix sont laissés à l'initiative des membres

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
I. Le contexte normatif

⌑ Résumé de l'Eurocode 6

- **Les domaines traitées de l'Eurocode 6:**
  Un grand nombre de familles de produits
  Les mortiers courants, à joints minces, allégés
  Les maçonneries non armées, confinées, précontraintes, armées

  ⇨ Prescriptions de résistance, d'aptitude à l'emploi (service), et de durabilité des ouvrages

- **Les domaines non traitées :**
  L'isolation thermique et acoustique
  Les ouvrages spéciaux (coupoles, barrages, voûtes, etc.)
  Les mortiers de plâtre, avec ou sans ciment…

  L'EC6 permet de dimensionner des **ouvrages complexes** en maçonnerie

CTMNC

⌑ Et le DTU 20.1 ?

DTU
Documents Techniques Unifiés

- **Zoom sur le DTU 20.1**

  DTU 20.1 - P1-1 : Cahier des clauses techniques types
  DTU 20.1 - P1-2 : Critères généraux de choix des matériaux
  DTU 20.1 - P2 : Cahier des clauses administratives types
  DTU 20.1 - P3 : Guide pour le choix des types de murs de façade
  DTU 20.1 – P4 : Règles de calcul et dispositions constructives minimales

- **Une norme de mise en œuvre et d'exécution plutôt que de conception**

⇨ **Le DTU 20.1 et l'EC6 se recoupent sans se recouvrir complètement**

Prise en compte des pratiques locales dans l'EC6-2 (mise en œuvre)

Renvoi de l'avant-propos national de l'EC6 vers le DTU 20.1 pour les dispositions constructives

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
I. Le contexte normatif

Et le DTU 20.1 ?

DTU
Documents Techniques Unifiés

- **Révision nécessaire de la partie calcul du DTU 20.1**
  Conformément à l'EC6

- **Mais aussi : suppression des doublons + 1 seule partie conception (P3)**

DTU 20.1 de 2007	Prochain DTU 20.1 ?
5 parties : - P1-1 : CCT - P1-2 : CGM - P2 : CCS - **P3 :** Guide pour le choix des types des murs de façades - **P4 :** Règles de calcul	4 parties : - P1-1 : CCT - P1-2 : CGM - P2 : CCS - **P3** : Guide pour le choix des types des murs de façades, et règles de dimensionnement

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
II. Les nouvelles notions de l'Eurocode 6

I. Le contexte réglementaire
- Pourquoi de nouvelles règles de dimensionnement ?
- Résumé de l'Eurocode 6
- Et le DTU 20.1 ?

II. Les nouvelles notions de l'Eurocode 6
- Caractérisation des maçonneries
- Les différents chargements d'un mur en pierre
- Des méthodes simplifiées dans le DTU 20.1

III. Les actions du CTMNC
- La campagne des essais murets
- Le hourdage au mortier de plâtre
- L'outil de dimensionnement « Dimapierre_6 »
- Le programme « RAGE » (Murs doubles)

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
II. Les nouvelles notions de l'Eurocode 6

⌑ Caractérisation des maçonneries

- **Une conception selon les Eurocodes tient compte de la durée d'utilisation (50 ans), de sa durabilité, de la gestion de la qualité, etc.**

⇨ **Exigences sur les produits**
Notion de catégorie déclarée
Notion de résistance normalisée
} **Marquage CE !**

⇨ **Exigence sur la résistance de la maçonnerie**
Utilisation des valeurs caractéristiques (charges, résistance…)

⇨ **Exigences sur l'exécution**
Notion de niveau de contrôle qualité
Modulation par un coefficient de sécurité

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
II. Les nouvelles notions de l'Eurocode 6

⌑ Exigences sur les produits

- **Le classement en groupe d'éléments**

Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Eléments pleins	Eléments constitués d'alvéoles verticales		Eléments constitués d'alvéoles horizontales

Les groupes d'éléments de l'Eurocode 6

- **La notion de catégorie déclarée**
  Pour un élément de maçonnerie, 2 catégories possibles :
  - Catégorie I : ceux pour lesquels la probabilité de ne pas atteindre la valeur déclarée est seulement de 5% !
  - Catégorie II : les autres

⇨ Les éléments en pierre font partie du groupe 1 et sont de catégorie II

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
II. Les nouvelles notions de l'Eurocode 6

⌑ Exigences sur les produits

- **La résistance moyenne « normalisée »**

Question : comment comparer une résistance à la compression d'un bloc de béton creux 20 x 20 x 10 cm avec celle d'un élément en pierre de 60 x 30 x 25 cm par exemple ?

⇨ En testant des éprouvettes de même dimensions (10 x 10 x 10 cm)
⇨ Et avec le même conditionnement (séchage à l'air ambiant)

⇨ Une résistance à la compression mesurée avec ces deux conditions est une résistance « normalisée »

Il existe des <u>coefficients de passage</u> pour passer d'une résistance à la compression mesurée selon d'autres conditions vers la résistance normalisée

CTMNC

Exigence sur la résistance de la maçonnerie

- **La résistance « caractéristique » d'une maçonnerie**

Les Eurocodes (dont l'EC6) utilise des valeurs caractéristiques pour la détermination des charges et des résistances

Résistance caractéristique de la maçonnerie : valeur de la résistance de la maçonnerie dont la probabilité de ne pas être atteinte est de 5 % dans une série d'essais supposés (par hypothèse) illimitée

- **Plusieurs façons de déterminer cette valeur :**
  - Par des essais
  - En utilisant une formule dans l'EC6
  - Ou en utilisant les valeurs forfaitaires si elles existent

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
II. Les nouvelles notions de l'Eurocode 6

⌑ Exigences sur l'exécution

- **Niveau de contrôle**

IL1(*)	IL2(*)	IL3(*)
Seul un contrôle interne est prévu (pas de contrôle externe par une tierce partie)	Définition d'un plan d'assurance qualité (PAQ) pour le chantier(1) **Contrôle non continu** du PAQ par le maître d'ouvrage ou son représentant(2)	Définition d'un plan d'assurance qualité (PAQ) pour le chantier(1) **Contrôle continu** du PAQ par le maître d'ouvrage ou son représentant(2)

⇨ **Impact sur le coefficient de sécurité à considérer :**

Maçonnerie	γ_M Niveau de contrôle de l'exécution		
	IL3	IL2	IL1
Éléments de catégorie 1, mortier performanciel(1)	1,5	2,0	2,5
Éléments de catégorie 1, mortier de recette(2)	1,7	2,2	2,7
Éléments de catégorie 2, tout mortier(1)(2)	2,5	3,0	3,5

CTMNC

Exigences sur l'exécution

- **Exemple : comparaison DTU 20.1 (2007) / EC6**

Cherchons la résistance à la compression d'un mur de maçonnerie

Hypothèses :

- Niveau de contrôle : IL1
- Eléments en pierre de catégorie II
- Pierre de résistance (normalisée) 15 MPa
- Joints épais, mortier de résistance 5 MPa

DTU 20.1 de 2007	EC6
Chargement centré :	Utilisation de la formule :
R = 15,0 MPa	f_b = 15,0 MPa
N = 8	f_m = 5,0 MPa
	f_k = 4,8 MPa
C = R/N = 15 / 8 = 1,9 MPa	f_k / γ_m = 4,8 / 3,5 = 1,4 MPa

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
II. Les nouvelles notions de l'Eurocode 6

⌑ Exigences sur l'exécution

- **Exemple : comparaison DTU 20.1(2007) / EC6**
  L'EC6 est plus sécuritaire (écart de 30% sur l'exemple)
  ⇨ Influence du niveau de contrôle (écart divisé par 2 si IL2)
  ⇨ Influence de la catégorie : les résistances seraient les mêmes si l'élément en pierre était déclaré de catégorie I

- **En pratique, impact relativement limité**
  Les charges d'un bâtiment sont en général assez faibles en regard de la résistance des éléments : l'écart avec le DTU 20.1 se fait sentir à partir des R+4

CTMNC

Les différents chargements d'un mur en pierre

- **Des méthodes complètes…**

  Les méthodes de calculs complètes pour des chargements combinés permettent désormais de réaliser des ouvrages complexes en maçonnerie (Bureaux d'Etudes).

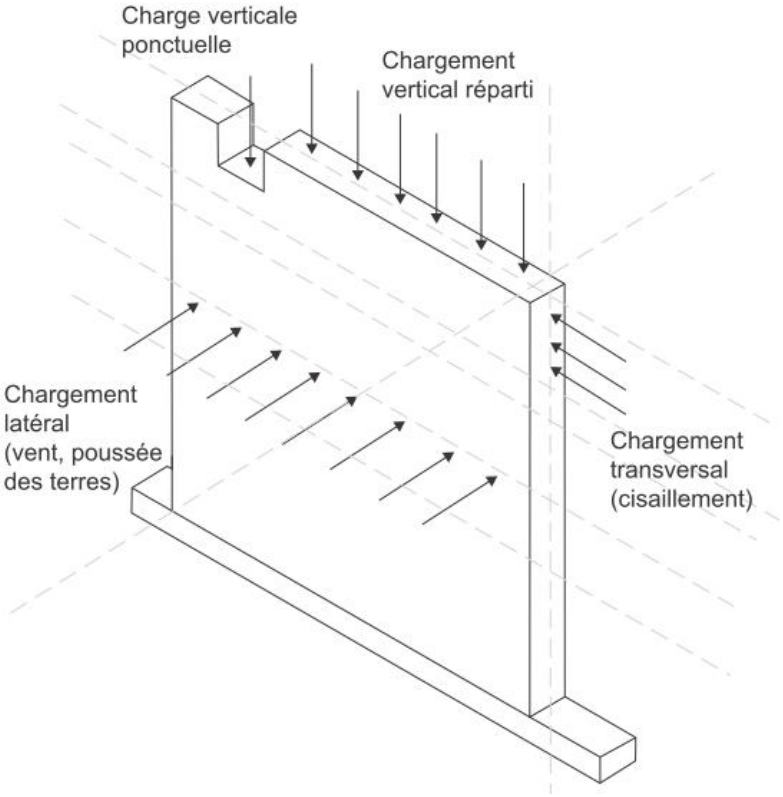
  Partie 1-1 : méthodes de calculs pour :
  - Chargement vertical
  - Chargement concentré
  - Cisaillement
  - Chargement latéral : charges dues au vent, pression des terres et de l'eau
  - Chargement combiné : charges verticales et latérales

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
II. Les nouvelles notions de l'Eurocode 6

Les différents chargements d'un mur en pierre

- **Des méthodes complètes…**



Source : « Dimensionner les ouvrages en maçonnerie », Ed. Eyrolles/AFNOR

⌑ Les différents chargements d'un mur en pierre

- **…mais aussi des méthodes simplifiées !**

Eurocode 6 - Partie 3 : Méthodes de calculs simplifiées pour :

- ➢ Les maçonneries non armées
- ➢ Chargement vertical
- ➢ Chargement concentré

⇨ Adapté aux bâtiments courants (MI, petits collectifs)

Chargement vertical - EC6 simplifié – Annexe du futur DTU 20.1 :

Ce qu'il faut connaitre pour faire le calcul :

- Chargement centré ou excentré ?
- Elancement du mur (rapport entre hauteur et épaisseur)
- Portée des planchers
- Résistance déclarée de l'élément de maçonnerie
- Mode de montage : joints maçonnés ou collés ?

CTMNC

Et le DTU 20.1 ?

Documents Techniques Unifiés

- **Les ouvrages justifiés par le DTU 20.1 actuel pourront continuer à être justifiés par une méthode de calcul simple**

- **La méthode de calcul simplifiée à introduire dans l'annexe du DTU 20.1 pour le calcul au chargement vertical devrait être aussi simple que la méthode du DTU 20.1 actuel.**

Les méthodes de calcul de l'EC6 de la maçonnerie non armée s'appliquent pour la maçonnerie française du DTU 20.1

La maçonnerie chaînée du DTU 20.1 est considérée comme non armée au sens de l'EC6 avec des dispositions constructives spécifiques

CTMNC

⌑ Et le DTU 20.1 ?

Documents Techniques Unifiés

- **Résumé :**

L'Eurocode 6 :

- Des nouvelles notions (catégorie, résistance normalisée…)
- Des méthodes complètes, pour des ouvrages complexes
- Mais aussi des méthodes simplifiées !

Le prochain DTU 20.1 :

- Domaine d'application inchangé
- Simplification (doublon, partie conception, etc.)
- Intégration des méthodes simplifiées de l'EC6

⇨ L'Eurocode 6 ne bouleversera pas nos habitudes

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

I. Le contexte réglementaire
- Pourquoi de nouvelles règles de dimensionnement ?
- Résumé de l'Eurocode 6
- Et le DTU 20.1 ?

II. Les nouvelles notions de l'Eurocode 6
- Caractérisation des maçonneries
- Choses à vérifier pour un mur en pierre
- Et le DTU 20.1 ?

III. Les actions du CTMNC
- La campagne des essais murets
- Le hourdage au mortier de plâtre
- L'outil de dimensionnement Dimapierre_6
- Le programme « RAGE » (Murs doubles)

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

La campagne des essais murets

- **Des essais pour…**
  - Tester la « robustesse » de la formule de l'EC6
  - Réviser si nécessaire les coefficients de calcul de la résistance à la compression des maçonneries en pierre naturelle

- **Constitution d'une base de données « pierre »**
  - Mesures de la vitesse du son
  - Coefficients de conditionnement
  - Module d'élasticité…

  ⇨ Objectif : mieux connaître les propriétés des pierres

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

La campagne des essais murets

- **Quels moyens ?**
  4 classes de mortiers, 6 natures de pierre
  ⇨ 64 murets testés en 2012, selon la norme NF EN 1052-1

Programme d'essais

	P.tendre 1 (Tuffeau)	P.tendre 2 (Noyant)	P.ferme 1 (Caen)	P.ferme 2 (Saint Pierre)	P. dure 1 (Comblanchien)	P. dure 2 (Lanhelin)
Mortier M2.5	X	X				
Mortier M5	x	x	x	x		
Mortier M10	x		x		x	X
Mortier M20	x	x	x	x	x	x

Source : Protocole opératoire rédigé par le CSTB

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

La campagne des essais murets

- Quelques photos des essais

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

La campagne des essais murets

- Quelques photos des essais

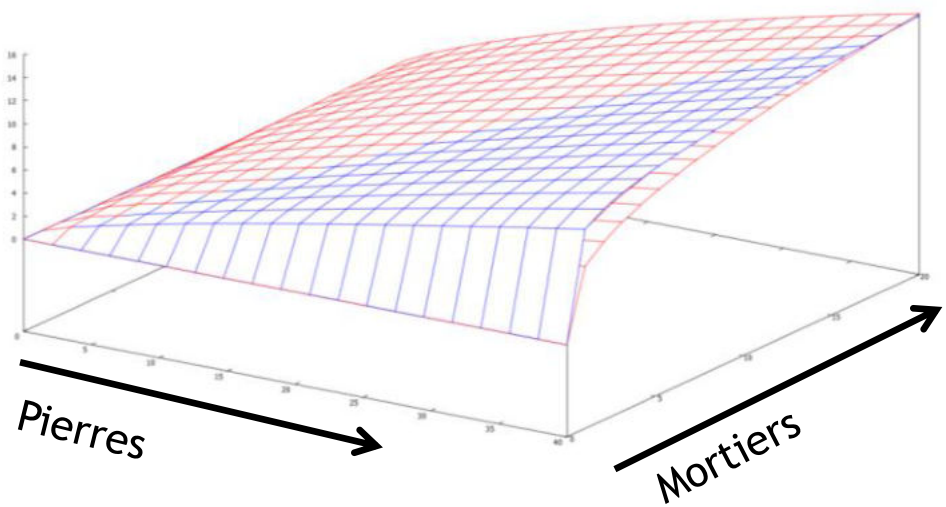
CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

⌑ La campagne des essais murets

- **Résultats des essais sous presse**

EUROCODE 6 :	CAMPAGNE D'ESSAIS :
∀ la pierre, $f_k = 0{,}45.\, f_b{}^{0{,}7} f_m{}^{0{,}3}$	Si $f_b \leq 40$ MPa, $f_k = 0{,}4.\, f_b{}^{0{,}85}.\, f_m{}^{0{,}15}$ Sinon, $f_k = 0{,}7.\, f_b{}^{0{,}7}.\, f_m{}^{0{,}15}$



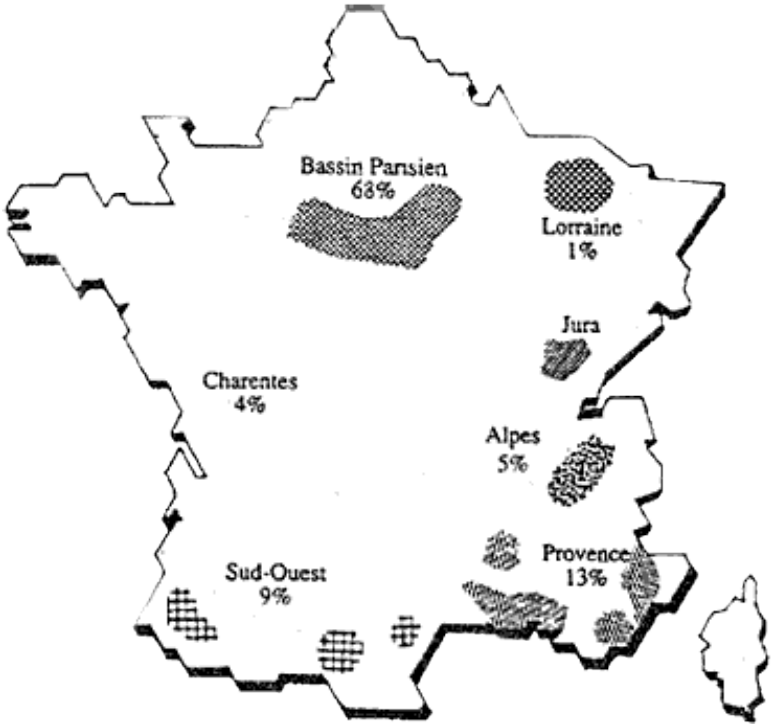
⇨ Ecart d'environ 10 % pour les pierres tendres

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

⌑ Le hourdage au mortier de plâtre

- **Une pratique ancienne, encore utilisée…**
  Un liant facile à fabriquer, bon marché
  Aux propriétés intéressantes : rapidité de prise, finesse de mouture, résistance mécanique



⇨ Gypse en abondance en région parisienne, et le Sud de la France

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

⌑ Le hourdage au mortier de plâtre

- **… mais une pratique oubliée de l'Eurocode 6**
  Les mortiers de plâtre avec ou sans ciment ne font pas partie du domaine visé par l'EC6

  Des mortiers de plâtre aux propriétés connues, sauf pour la résistance au cisaillement (contreventement)

  Quelle résistance au cisaillement pour le DTU 20.1 ?

⇨ **Des essais de résistance au cisaillement de mortiers de plâtre sont actuellement réalisés au CTMNC**
Selon la norme NF EN 1052-3

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

Le hourdage au mortier de plâtre

- Quelques photos des essais

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

⌑ Le hourdage au mortier de plâtre

- Quelques photos des essais

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

⌑ L'outil de dimensionnement *DIMAPIERRE_6*

- **Un outil pour :**
  - Contribuer à la diffusion des nouvelles règles de construction de la maçonnerie
  - Apporter aux bureaux d'études et aux professionnels un outil d'aide à la conception des murs en maçonnerie en pierre naturelle selon l'Eurocode 6

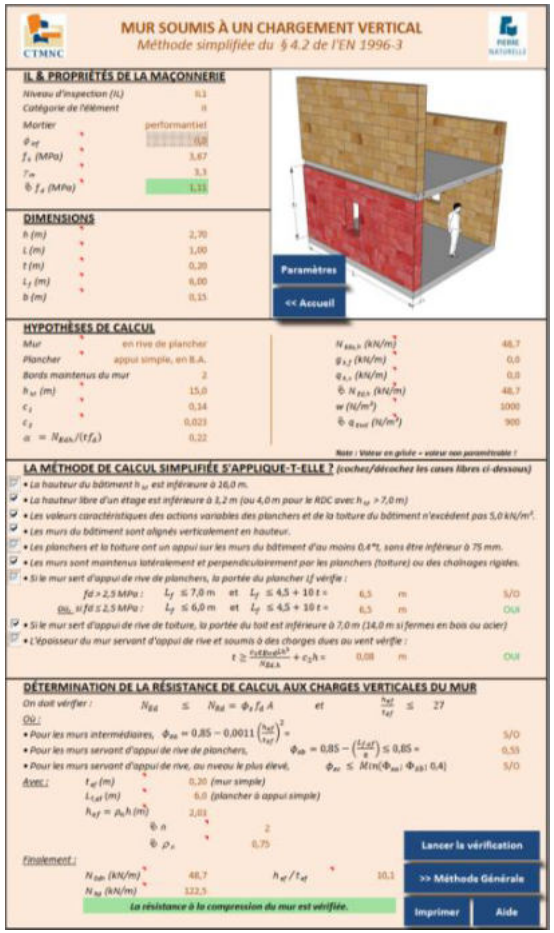
- **Implémentation des méthodes complètes (dont les méthodes simplifiées) de l'Eurocode 6**
  Bientôt, ajout des dispositions de l'Eurocode 8

- **Téléchargement libre, avec son manuel d'utilisation, sur le site du CTMNC (www.ctmnc.fr)**

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

⌑ L'outil de dimensionnement *DIMAPIERRE_6*



Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

⌑ Le programme « RAGE » (Murs doubles)

- **Le programme « RAGE »**
  RAGE = **R**ègles de l'**A**rt du **G**renelle de l'**E**nvironnement
  ⇨ Mise à jour des règles de l'art et rédaction de nouvelles règles relatives aux constructions en matière d'efficacité énergétique (« Grenellisation » des règles de construction)

- **Moyens**
  - Mise en place d'un groupe de travail (CAPEB, FFB, AQC, CSTB…)
  - 20 M€ financés par EDF et GDF-Suez
  - commandes passées auprès des Centres Techniques pour la rédaction des documents (CSTB, CTICM, CTMNC…)

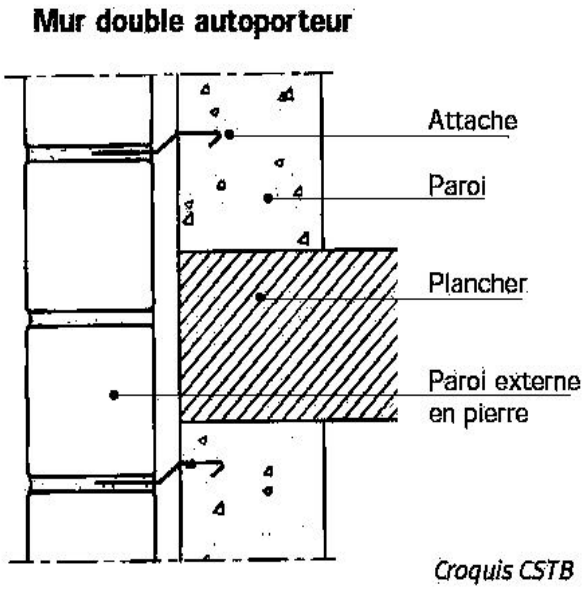
- **Le CTMNC est chargé des recommandations professionnelles sur les murs doubles**

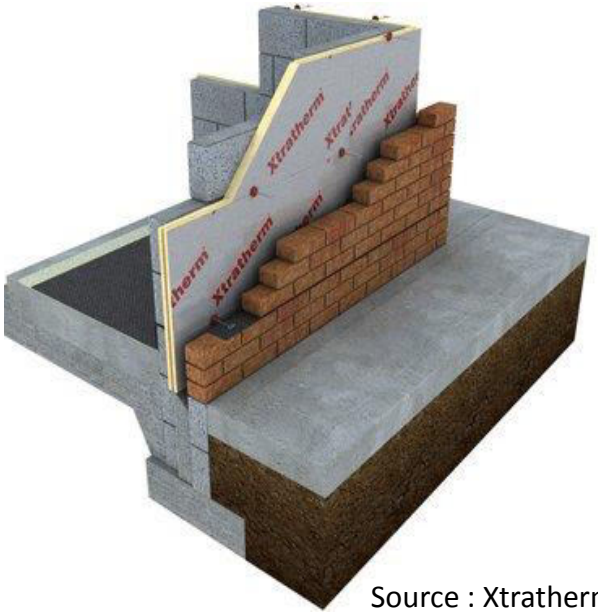
CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

⌑ Le programme « RAGE » (Murs doubles)

- **Définition d'un mur double**
  Mur support (int.) + isolant + lame d'air + mur de parement (ext.)
  ⇨ Solution pour une isolation par l'extérieur et un parement en pierre (intérieur et/ou extérieur)





Source : Xtratherm®

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
III. Les actions du CTMNC

⌑ Le programme « RAGE » (Murs doubles)

- **Textes publiés ou en cours de rédaction :**

  - Guide des rupteurs thermiques sous Atec (publié, téléchargeable)
  - RP des murs doubles ITE
  - RP des maçonneries isolantes (ITR, ITI)
  - RP ITE avec enduits sur isolant
  - RP ITE avec bardage
  - Guide de conception et mise en œuvre des coffres de volets roulants
  - …

- **A télécharger librement sur :**
  http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr/

CTMNC

Comprendre les nouvelles règles de dimensionnement
Pour finir…

Des informations utiles !

- **Ouvrages**
  « Dimensionner les ouvrages en maçonnerie », Ed. Eyrolles/AFNOR

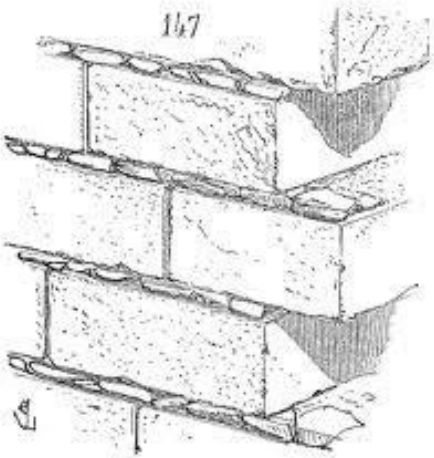
- **Documentation**
  « Dimensionnement des murs en maçonnerie », 2012, CSTB Editions
  « Mieux comprendre le contexte normatif relatif à la maçonnerie en pierre naturelle », tiré à part des articles du CTMNC parus dans la revue *Pierre Actual*)

- **Outils de calcul**
  Classeur de calcul du vent Excel, sur *e-cahiers.cstb.fr*
  Dimapierre_6 + manuel d'utilisation, sur www.ctmnc.fr

CTMNC

Construire en zone sismique
Fin

Merci de votre attention !



CTMNC

RT2012 …

…concevoir autrement !

Nantes/ Paris 01 42 59 53 64 – www.pouget-consultants.fr

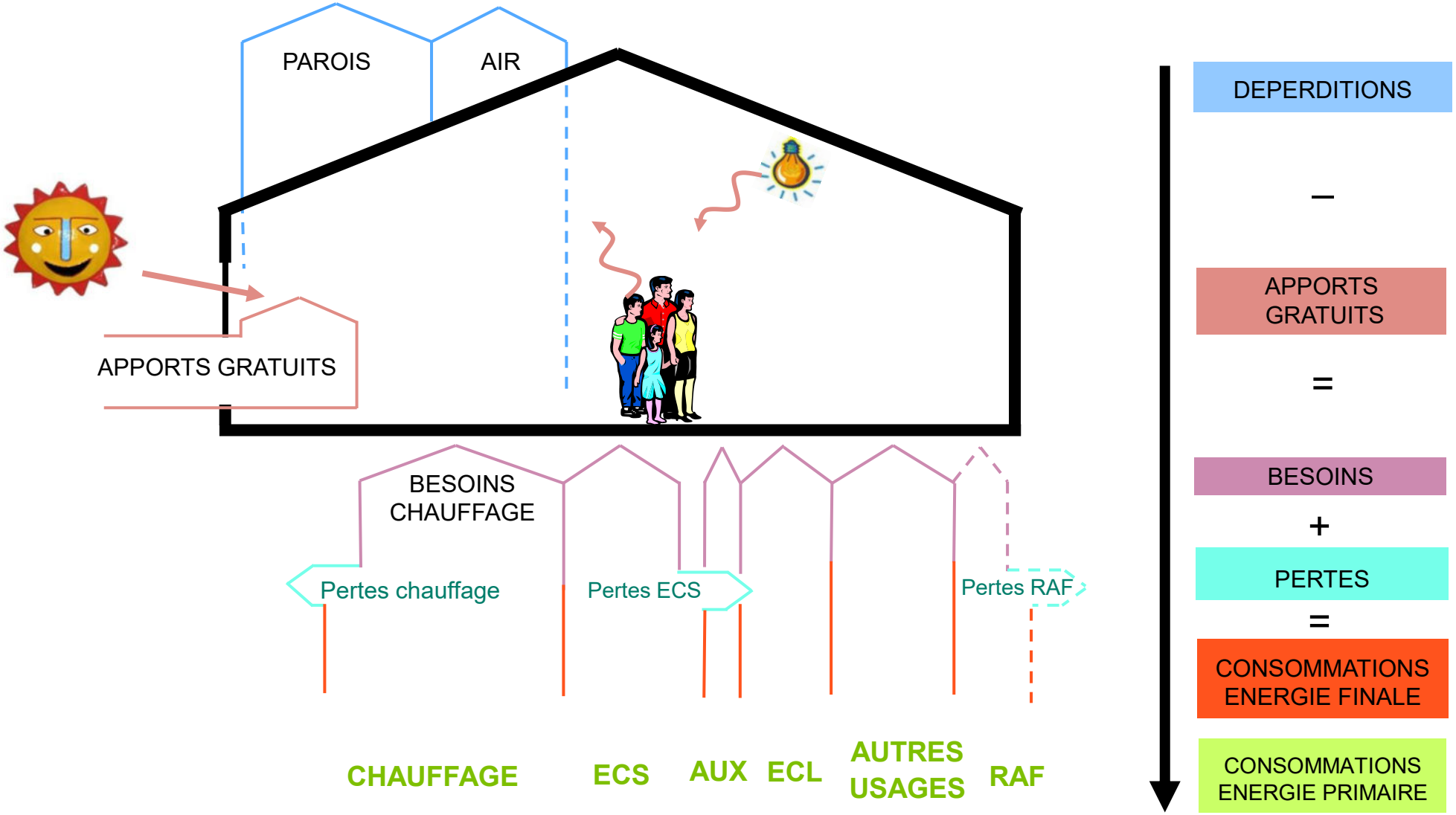
POUGET Consultants

Sommaire

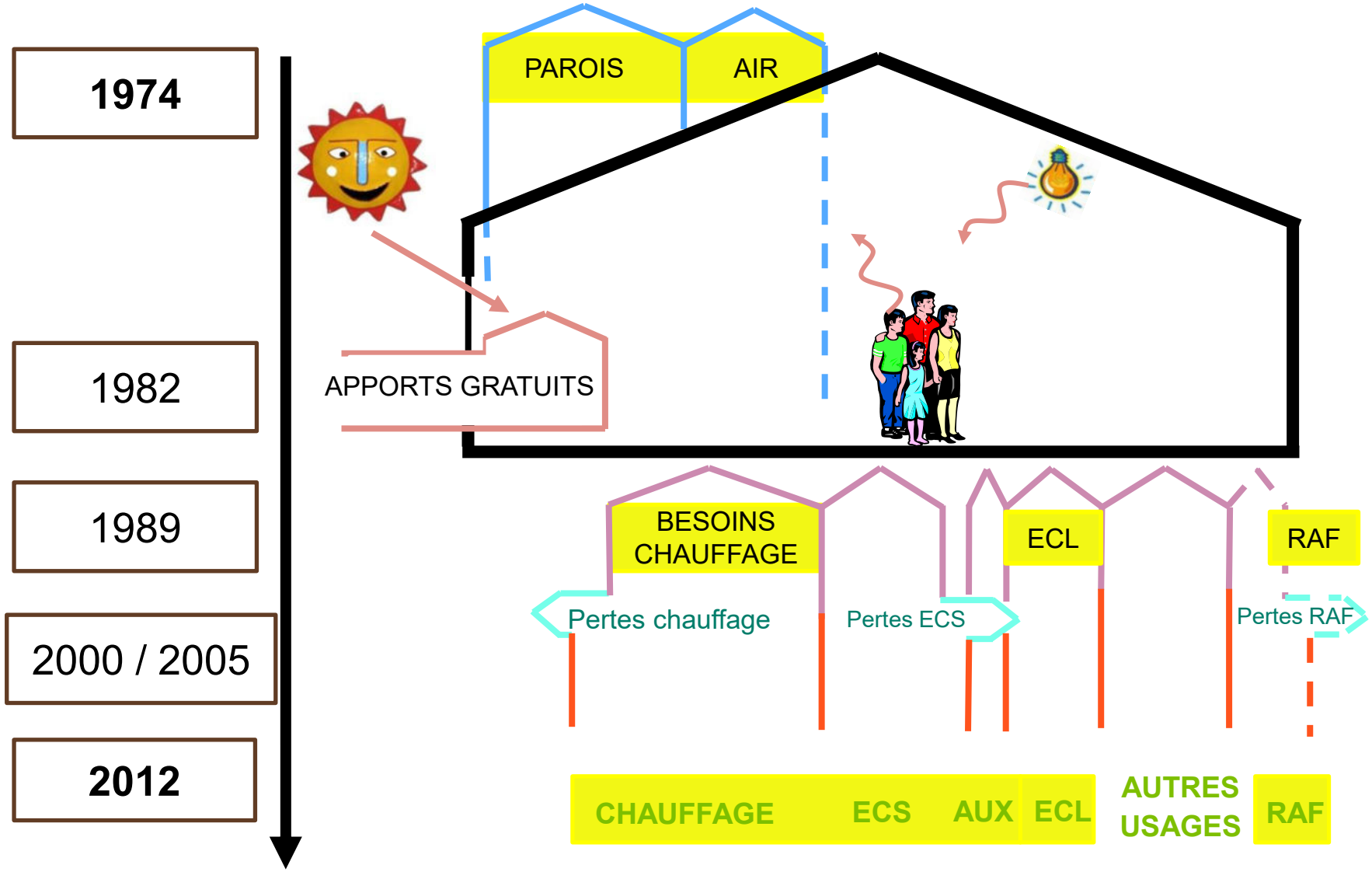
- **RT2012, informations essentielles**
  - « *On vient d'où ?* » Visualisation bilan énergétique, rappels RT
  - RT 2012 « *C'est quand qu'on va où ?* »

- **RT2012, bâti pierre, « *la preuve par l'exemple !* »**
  - Maison / Immeuble en pierre

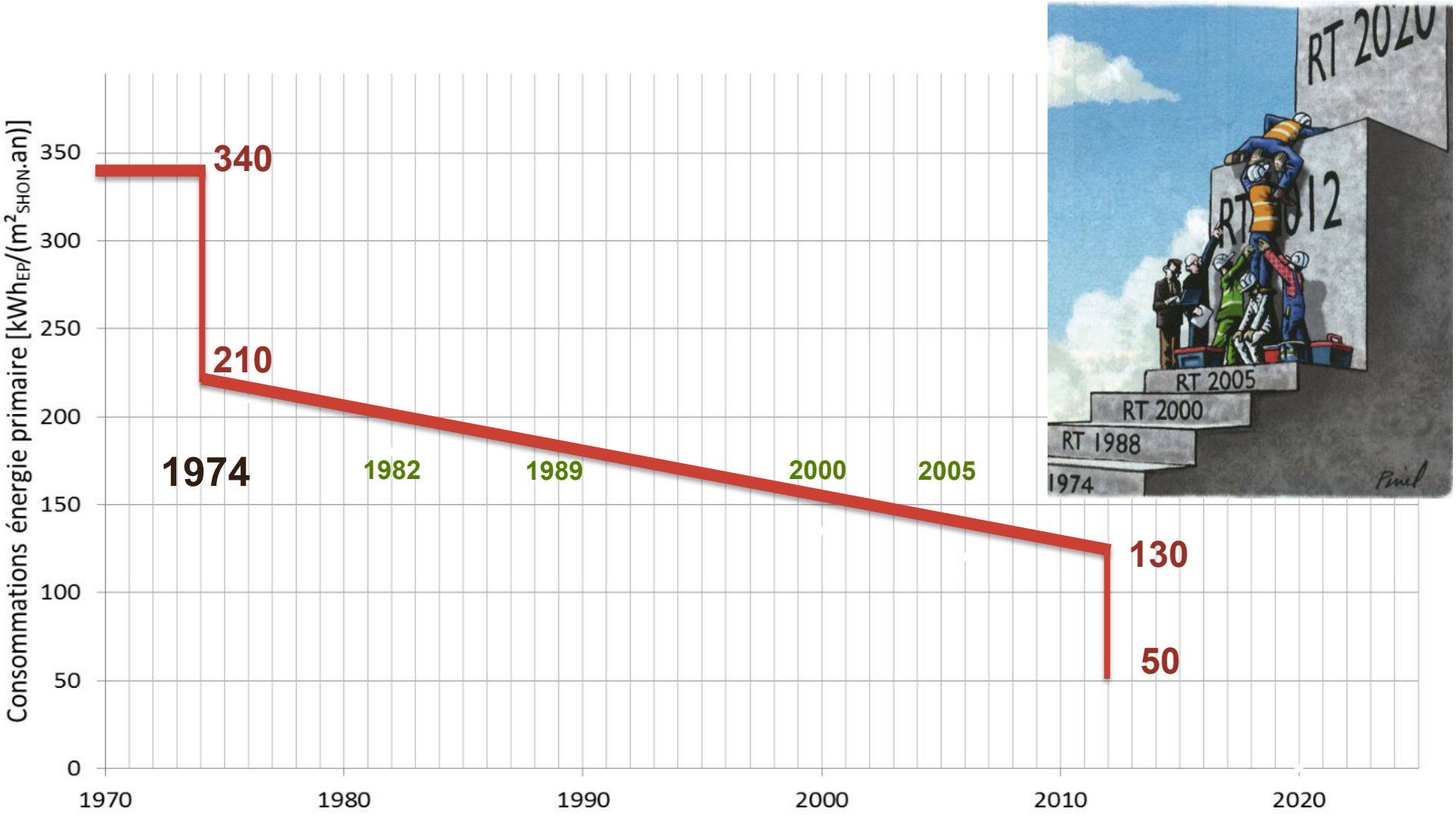
Bilan énergétique d'un bâtiment



La petite histoire des réglementations thermiques…



Exigences RT2012 / RT précédentes



Évolution des consommations réglementaires 5 usages en kWhEP/(m².an) pour bâtiments résidentiels avec combustibles en zone H2

Attestations

- **Pour le dépôt du Permis de Construire :**
  - Calcul de Bbio
  - Etude de faisabilité en approvisionnement des énergies (>1000m²)

- **A l'achèvement des travaux, document après vérification in-situ :**
  - Synthèse d'étude thermique
  - Isolants mis en œuvre et systèmes
  - Tests de perméabilité

3 exigences de performances globales de la RT 2012

- **Cep max :** Consommations conventionnelles d'énergie primaire
  5 usages « chauffage / refroidissement / éclairage / ecs / auxiliaires »
  déduction faite de l'électricité produite à demeure

- **B bio max :** Besoin bioclimatique conventionnel en énergie
  3 usages « chauffage / refroidissement / éclairage » **nouveau**

- **Tic ≤ Ticréf :** Température intérieure conventionnelle d'un local
  comme critère pour le confort d'été

Coefficient B bio max : définition, modulations

Calculs pour 3 usages « ***chauffage / refroidissement / éclairage*** »
Exprimé sans dimension en nombre de points

Exigence: B bio ≤ B bio max

B bio max = B bio max moyen x (Mb géo + Mb alt + Mb surf)

Avec:

- B bio max moyen: valeur moyenne du B bio max définie par type d'occupation du bâtiment et par catégorie CE1/ CE2;
- Mb géo: coefficient de modulation selon la localisation géographique;
- Mb alt: coefficient de modulation selon l'altitude;
- Mb surf: coefficient de modulation selon la surface moyenne des logements du bâtiment (que maisons individuelles)

« L'énergie la plus respectueuse de l'environnement,
c'est celle qui n'est pas consommée ! »

Coefficient Cep max : définition, modulations

Calculs pour **5 usages**:
« *chauffage / refroidissement / éclairage / ECS / auxiliaires* »
Exprimé en kWhep / (m^2.an) d'énergie primaire

Cep max = 50* x Mc type x (Mc géo + Mc alt + Mc surf + Mc GES)

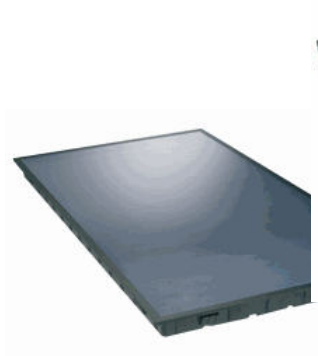
Avec:

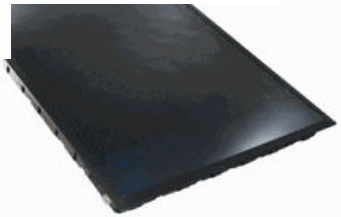
- **Mc type**: coef. modulation selon type d'occupation du bâtiment et par catégorie CE1/CE2;
- **Mc géo**: coef. modulation selon la localisation géographique;
- **Mc alt**: coef. modulation selon l'altitude
- **Mc surf**: coef. modulation selon la surface moyenne des logements du bâtiment
- **Mc GES**: coef. modulation selon les émissions de gaz à effet de serre des énergies utilisées.

*57,5 (+15%) pour immeubles avec PC < 31/12/2014 !

Exigence de moyens: recours aux « EnR » en maison

Toute maison individuelle recours à une source d'énergie renouvelable !





- **Solutions suivantes possibles au choix :**
  - ⇨ Eau chaude sanitaire avec solaire thermique
  - ⇨ Raccordé réseau de chaleur (+50% EnR ou récupération)
  - ⇨ Cep a minima 5 kWh ep/m² via EnR (bois)

- **Alternatives ;**
  - ⇨ Chauffe-eau thermodynamique
  - ⇨ Chauffage et/ou ECS avec chaudière à micro-cogénération
  - ⇨ Poêle à bois

Exigences de moyens ; étanchéité

- **Mesures exigées uniquement en résidentiel**
  - 0,60 $m^3/(h.m^2)$ maison individuelle
  - 1,00 $m^3/(h.m^2)$ bâtiment collectif

- **Concertations des acteurs de la construction**

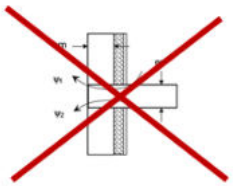
- **Formations nécessaires des entreprises**
  - Bâti (passage des réseaux)
  - Réseaux aérauliques

Exigences de moyen; isolation bâti

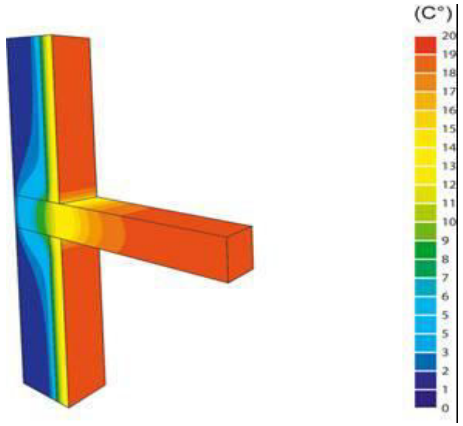
- **Ratio transmission thermique linéique** moyen global ponts thermiques **RΨ** du bâtiment;

$R_\psi \leq$ 0,28 W/(m². K) nouveau

- **Liaison « plancher intermédiaire/ façade » traitée !**



$\Psi_9 \leq$ 0.60 W/(ml.K) nouveau



soit obligatoirement les solutions suivantes :

- ITI avec rupteurs ou planelles & maçonneries performantes
- ITR mono murs terre cuite ou béton cellulaire
- ITE isolation par l'extérieur, (balcons traités !)
- Façades à ossatures (bois ou métal), passage au nez de dalle

RT2012, l'essentiel à retenir en 3 temps…

1/ Conception bioclimatique dès l'esquisse :

fenêtre = capteur solaire passif durable !

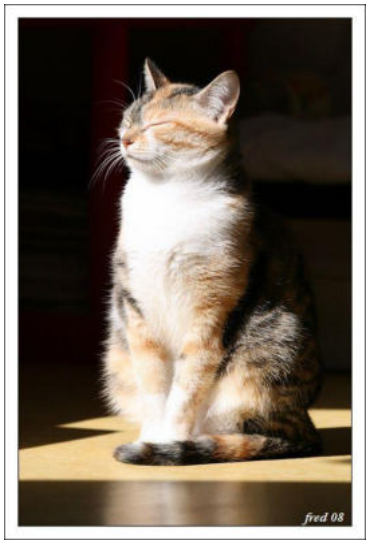
2/ Qualité du bâti irréprochable

mode constructif, isolation, étanchéité,…

3/ Equipements performants

Chauffage, ECS, VMC, ENR,…

***confort** d'été, maintenance/ gestion,…*



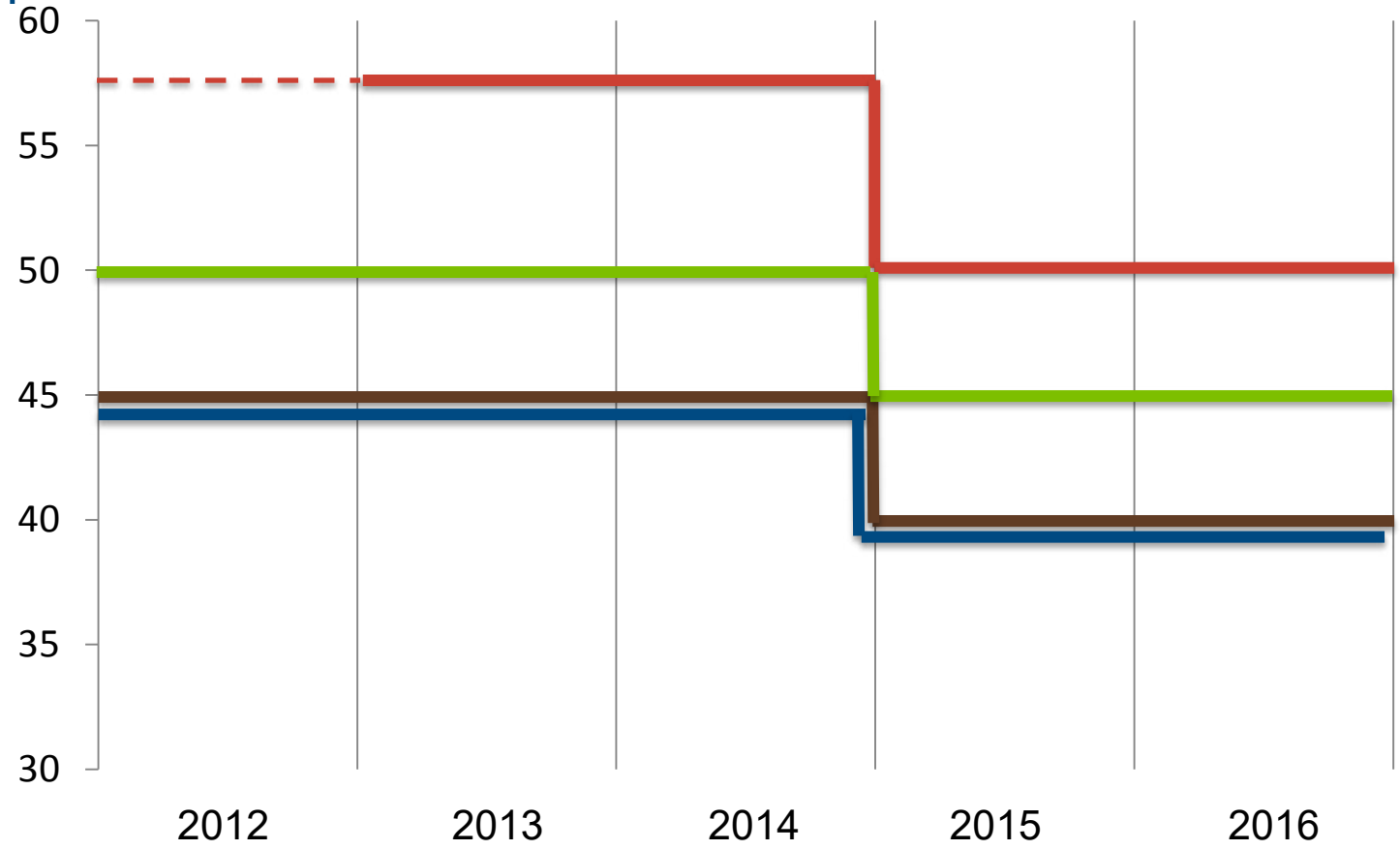
RT2012 = « BBC » = « Bâtiments Bien Conçus… »

Aller plus loin

Exigence **B Bio en MI et IC** : HPE – 10% / THPE – 20%

Effinergie – 20%

Cep max en immeuble



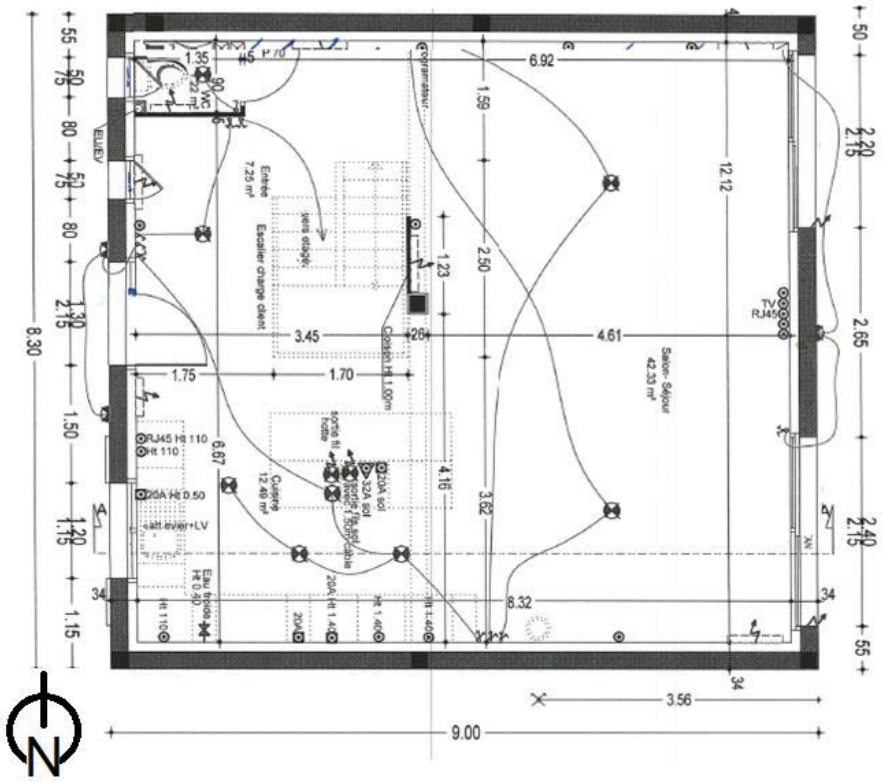
- Exigence **Cep** en maison : HPE – 10% / THPE – 20% / Effinergie – 20%

RT2012, bâti pierre, « la preuve par l'exemple ! »

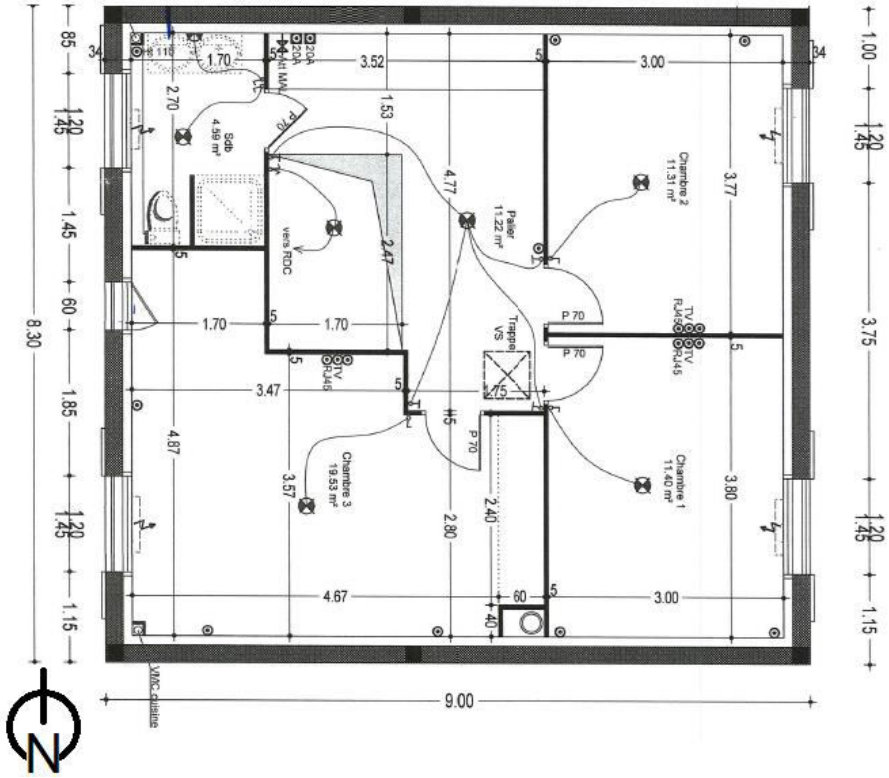
- **Maison en pierre RT 2012**
  - Plan de la maison étudiée
  - Prestations bâti pierre
  - Autres prestations
  - Résultats

- **Immeuble en pierre RT2012**
  - Plan de l'immeuble étudié
  - Prestations bâti pierre
  - Autres prestations
  - Résultats

Plan de la maison étudiée



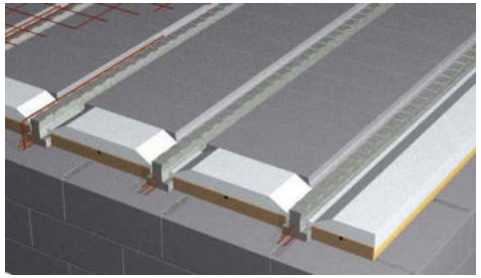
RdC



R+1

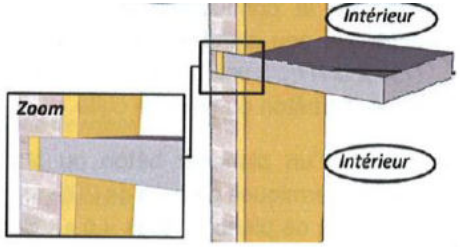
Prestations bâti pierre

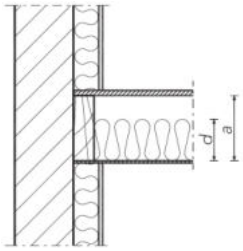
- **Façades en pierres tendres 24 cm, isolation intérieure 12 cm (U = 0.23 W/m².K)**
- **Plancher / vide sanitaire : type « duo », hourdis polystyrène + sous chape 8 cm PUR**
- **Plancher intermédiaire : hourdis béton, avec traitement du pont thermique du plancher intermédiaire et entrevous isolants en périphérie**



- **autres solutions :**

  ⇨**Rupteur thermique :** attention zones sismiques
  ⇨**Planchers bois**
  ⇨**Planelle :** solution à développer



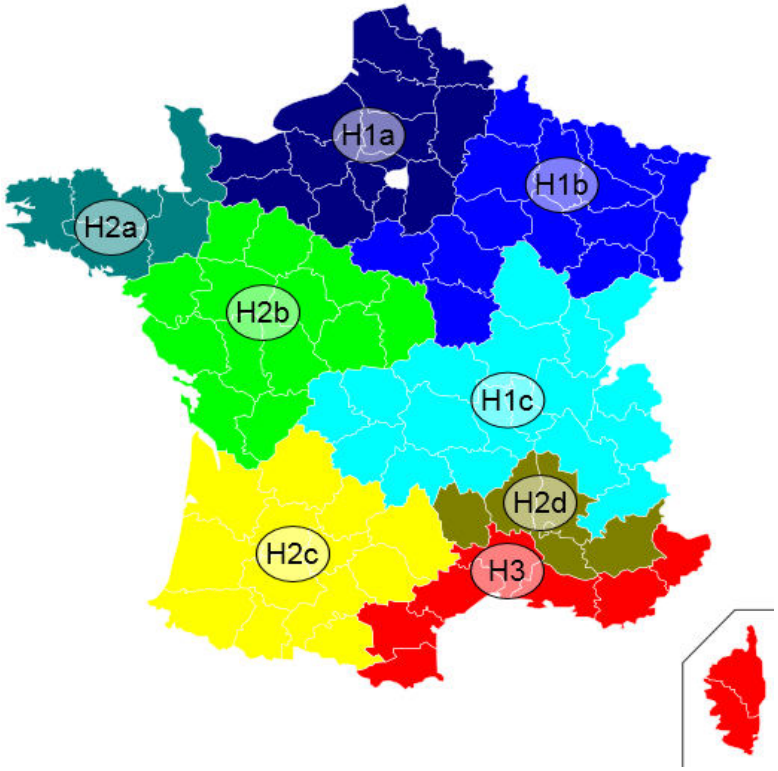


Autres prestations

- Toiture : 30 cm laine minérale (U = 0.14 W/m².K)
- Baies vitrées : menuiseries bois, 4/16/4 argon, « bords chauds » (U=1.40 W/m²K)
- Chauffage/ ECS : chaudière gaz à condensation mixte, ESC préchauffage solaire, avec radiateurs basse température
- Façade principale orientée Sud

Résultats

Respect RT2012 toute France !



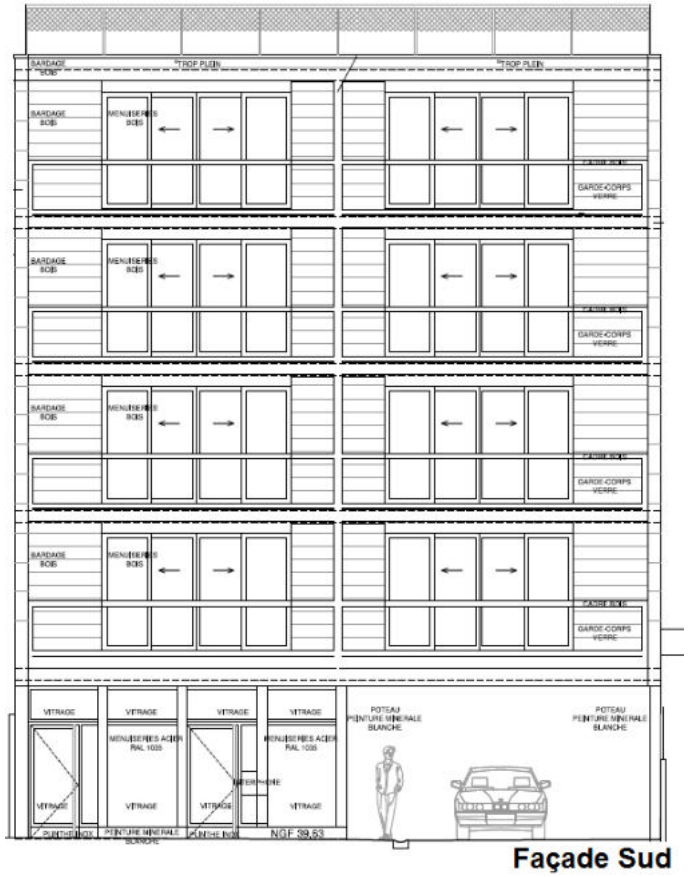
Et si PAC, orientation, perméa, labels,…

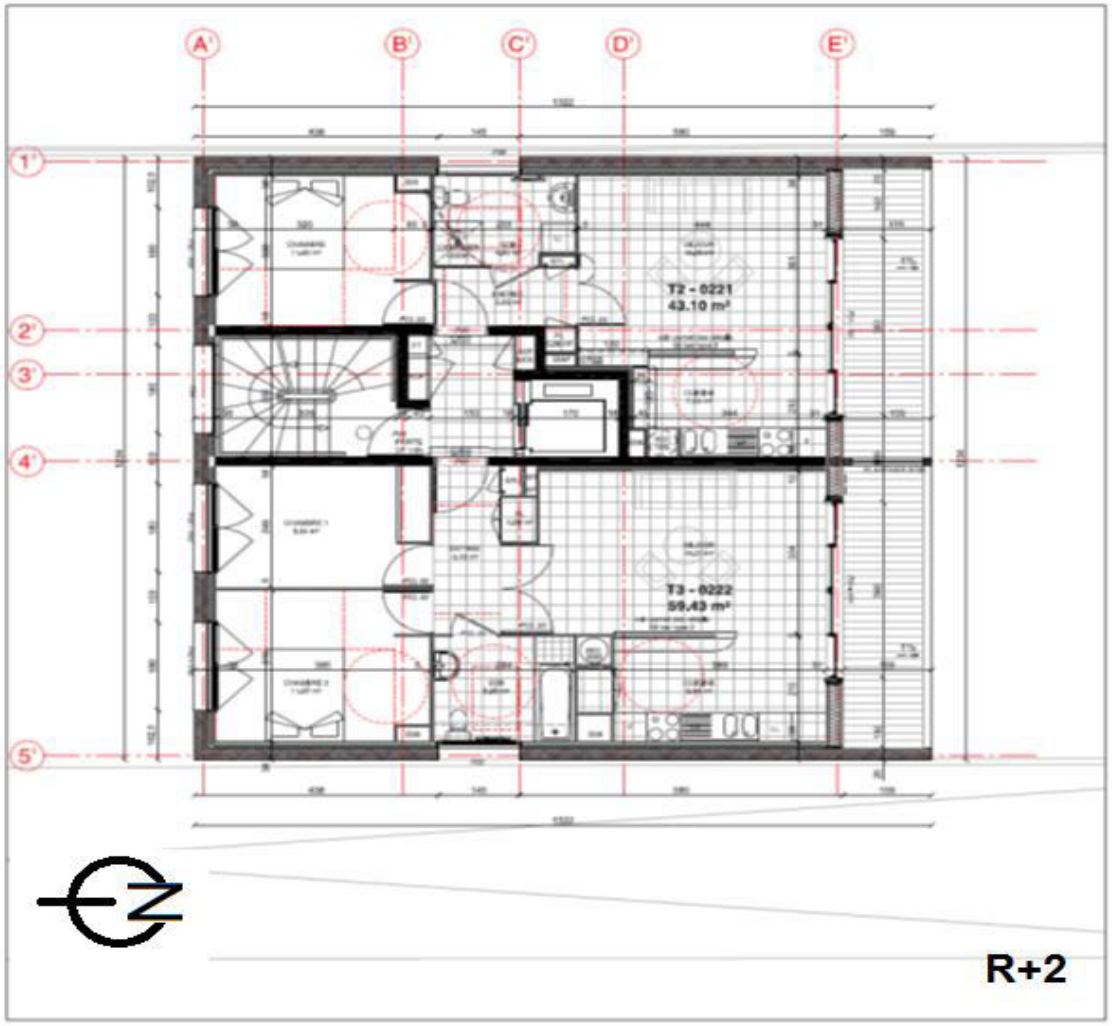
RT2012, bâti pierre, « *la preuve par l'exemple !* »

- **Maison en pierre RT 2012**

- **Immeuble en pierre RT2012**
  - **Plan de l'immeuble étudié**
  - **Prestations bâti pierre**
  - **Autres prestations**
  - **Résultats**

Plan de l'immeuble étudié





Architecte Laurent LEHMANN

Prestations bâti pierre

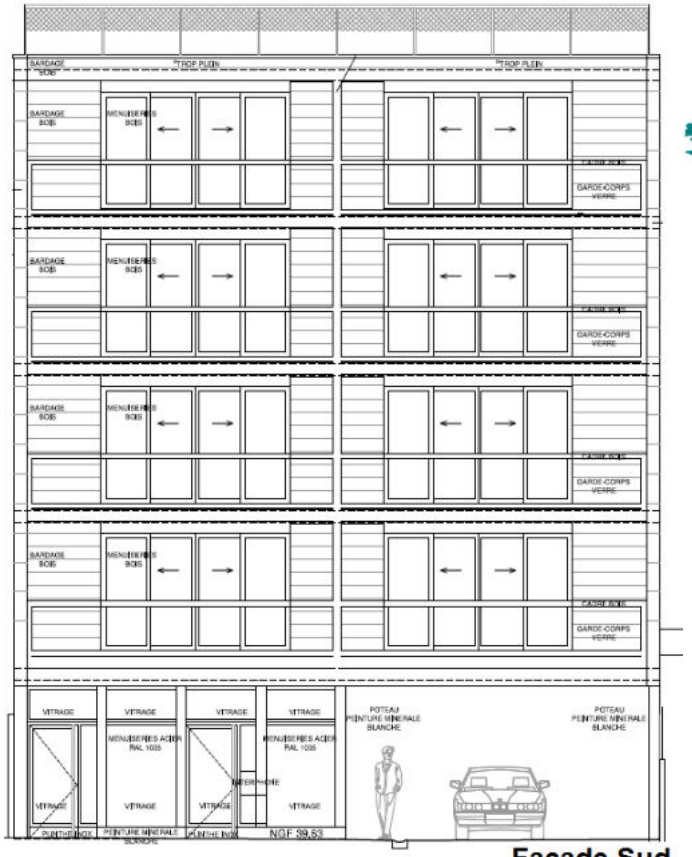
- Façades en pierres tendres 24 cm, isolation intérieure 12 cm (U = 0.23 W/m².K)
- Plancher / parking : dalle béton, 15 cm en sous-face + isolant sous chape 8 cm PUR
- Plancher intermédiaire : hourdis béton, avec traitement du pont thermique du plancher intermédiaire (dito maison)

Autres prestations…

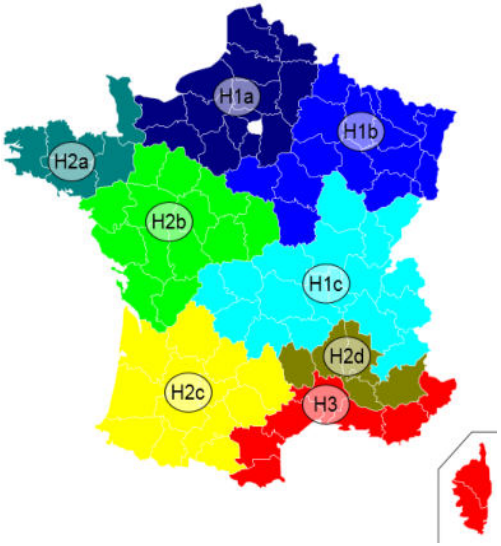
- Toiture terrasse : 12 cm PUR (U = 0.19 W/m².K)
- Baies vitrées : menuiseries bois, 4/16/4 argon, « bords chauds » (U=1.20 W/m²K)
- Chauffage/ ECS : chaudière gaz à condensation mixte, ESC préchauffage solaire, avec radiateurs basse température
- Façade principale orientée Sud

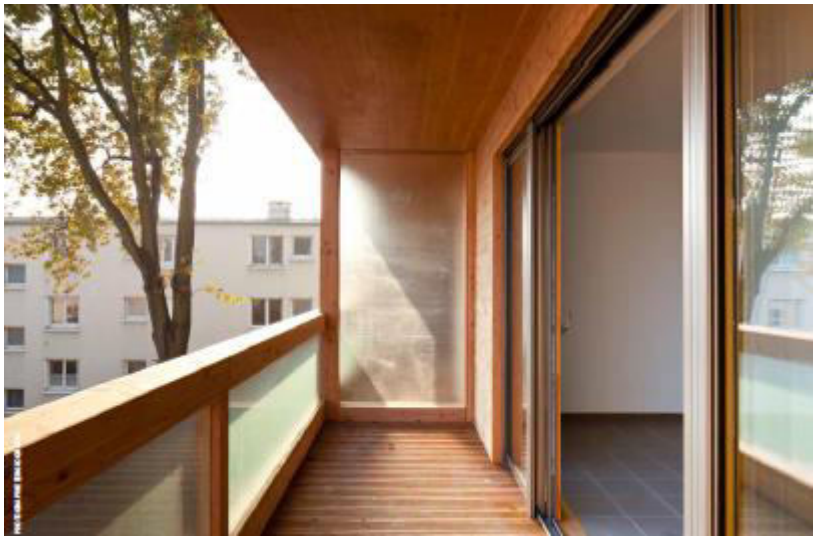
Résultats

Respect RT2012 toute France !

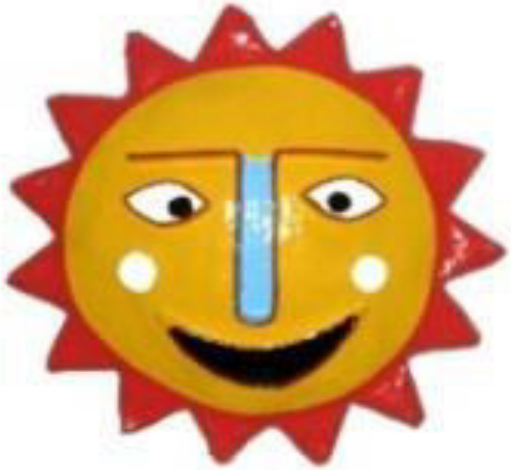


Façade Sud





Merci de votre attention !



Merci à Laurent LEHMANN Architecte pour les photos de la réalisation présentée

CENTRE TECHNIQUE
DE MATÉRIAUX NATURELS
DE CONSTRUCTION

Terre et Pierre
Expertise et Innovation

CTMNC

Construire en zone sismique

Olivier Chèze, CTMNC

Construire en zone sismique
Plan de la présentation

I. Le contexte réglementaire

- Pourquoi de nouvelles règles parasismiques ?
- Un point sur le référentiel réglementaire
- Les exigences parasismiques

II. Construire parasismique

- Les principes constructifs
- Mise en œuvre des maçonneries
- Le cas de la pierre massive

III. Les pierres attachées

- Règles pour les Ensembles Non Structuraux
- Les essais de comportement au CSTB
- Les futures exigences

CTMNC

Construire en zone sismique

I. Le contexte réglementaire

⌑ Pourquoi de nouvelles règles parasismiques ?

- **Lancement en 2005 d'un programme national de prévention du risque sismique**
  « *Le Plan séisme* »

- **Arrivée de l'Eurocode 8**
  Amélioration des connaissances scientifiques
  Intégration des textes européens dans le corpus normatif français

⇨ **Révision du zonage sismique**
Ancien zonage de 1991, basé sur une évaluation statistique
Nouveau zonage de 2011, basé sur une approche probabiliste

Le Plan Séisme
un programme national
de prévention du risque sismique

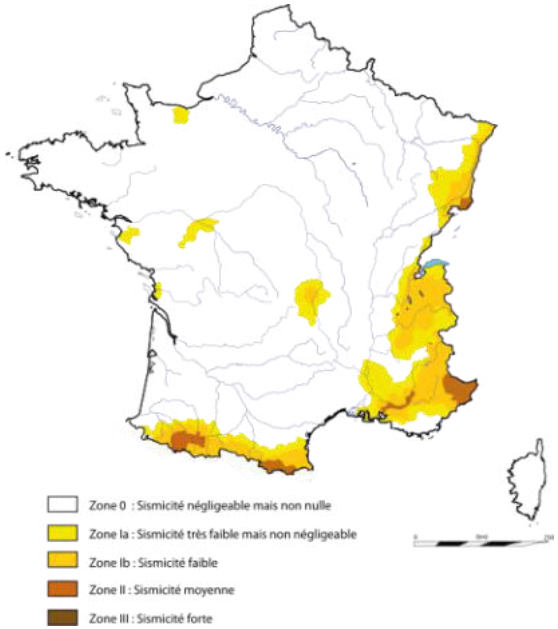
CTMNC

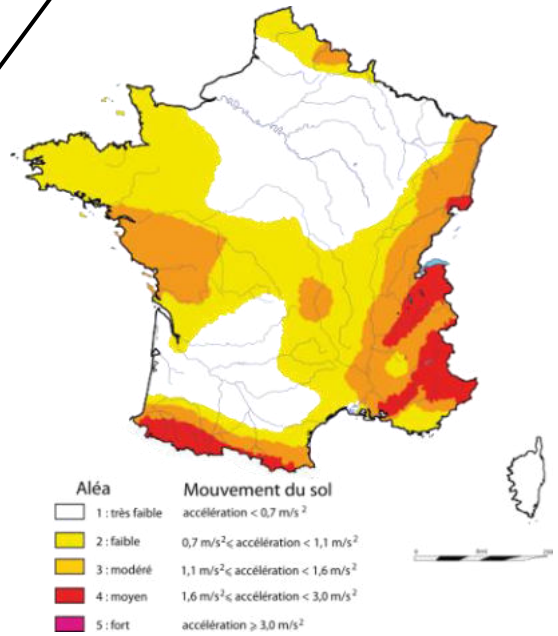
Construire en zone sismique

I. Le contexte réglementaire

Pourquoi de nouvelles règles parasismiques ?

- **Comparaison ancien/nouveau zonage**





CTMNC

Construire en zone sismique

I. Le contexte réglementaire

Un point sur le référentiel réglementaire

- **La réglementation parasismique (depuis 2011)**

CODES

L563-1 Code de l'Environnement
L112-18 Code de la Construction et de l'Habitat

DÉCRETS ET ARRÊTÉ

Décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010
Prévention du risque sismique

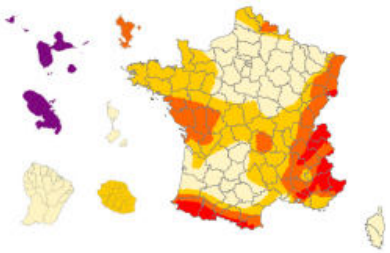
Décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010
Délimitation des zones de sismicité du territoire français

Ouvrages à risque normal — *Ouvrages à risque spécial*

Bâtiments — *Ponts et équipements*

Arrêté du 22 octobre 2010
Classification et règles de construction parasismique

+ **arrêté du 25 octobre 2012**



RÈGLES DE CONSTRUCTION

Règles générales pour tous bâtiments
- **Règles Eurocode 8**
  NF EN 1998-1, NF EN 1998-3 et NF EN 1998-5 et annexes nationales associées, septembre 2005
- **Règles PS 92** à titre transitoire
  NF P 06-013, décembre 1995

Règles simplifiées pour certaines maisons individuelles
- **Règles PS-MI**
  NF P 06-014, mars 1995
- **Guide CP-MI Antilles**
  Recommandations AFPS, édition 2004

Source : DGALN

CTMNC

Construire en zone sismique

I. Le contexte réglementaire

⌑ Un point sur le référentiel réglementaire

- **Les Règles générales :**
  Règles PS92 (jusqu'au 1er janvier 2014)
  Eurocode 8

- **Les Règles simplifiées :**
  Règles PSMI 92 (bientôt remplacées par le guide CPMI-Métropole)
  Guide CPMI-Antilles

⇨ L'utilisation des **règles générales** rend obligatoire la justification de l'ouvrage par une note de calcul.

⇨ L'utilisation des **règles simplifiées** dispense de l'utilisation des règles générales, mais l'ouvrage doit respecter certaines dispositions (compacité, régularité en plan et en élévation, hauteur limitée…)

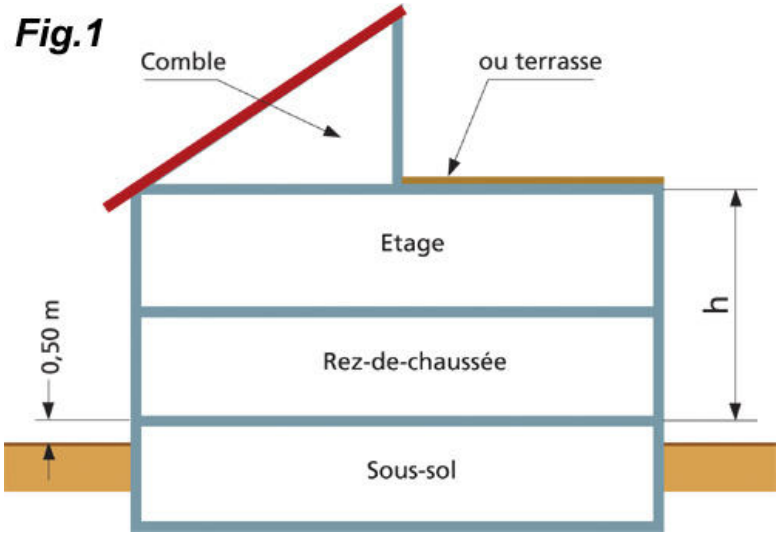
CTMNC

Construire en zone sismique

I. Le contexte réglementaire

⌑ Un point sur le référentiel réglementaire

- **Domaine d'application des règles simplifiées**
  - ⇨ **Maisons individuelles** avec :
    - au maximum 3 niveaux (inclus sous-sol)
    - des charges d'exploitation limitées (150 kg/m²)
    - Des conditions sur la géométrie



CTMNC

Construire en zone sismique

I. Le contexte réglementaire

Les exigences parasismiques

- **Les catégories d'importance des bâtiments :**

Catégories d'importance		Description	Exemples
I		▪ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée	Hangars, bâtiments agricoles
II		▪ Habitations individuelles ▪ Établissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5 ▪ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28m ▪ Bureaux ou bâtiments à usage commercial non ERP, h ≤ 28m, max. 300 personnes ▪ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 pers. ▪ Parcs de stationnement ouverts au public	Maisons individuelles, petits bâtiments
III		▪ ERP de catégories 1, 2 et 3 ▪ Habitations collectives et bureaux, h > 28m ▪ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes ▪ Établissements sanitaires et sociaux ▪ Établissements scolaires	Grands établissements, centres commerciaux, écoles
IV		▪ Bâtiments indispensables à la sécurité civile ▪Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise ...	Protection primordiale : hôpitaux, casernes...

Source : DGALN

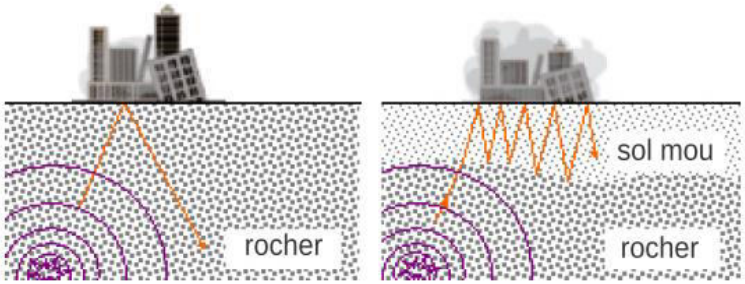
CTMNC

Construire en zone sismique

I. Le contexte réglementaire

Les exigences parasismiques

- **La classe de sol (coefficient d'amplification « S ») :**



Amplification du signal sismique suivant la nature du sol

Plus le sol est mou, plus le coefficient « S » est grand.

Si le sol de classe inconnue, la classe E est adoptée par défaut.

Classes de sol	S (zones 1 à 4)	S (zone 5)
A	1	1
B	1,35	1,2
C	1,5	1,15
D	1,6	1,35
E	1,8	1,4

CTMNC

Construire en zone sismique

I. Le contexte réglementaire

Les exigences parasismiques

- **Exigences applicables au cas d'un bâtiment neuf :**

	I	II		III	IV
Zone 1	aucune exigence				
Zone 2				**Eurocode 8** [3] a_{gr}=0,7 m/s²	
Zone 3		**PS-MI**[1]	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,1 m/s²	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,1 m/s²	
Zone 4		**PS-MI**[1]	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,6 m/s²	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=1,6 m/s²	
Zone 5		**CP-MI**[2]	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=3 m/s²	**Eurocode 8** [3] a_{gr}=3 m/s²	

[1] Application **possible** (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI
[2] Application **possible** du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide
[3] Application **obligatoire** des règles Eurocode 8

Source : DGALN

CTMNC

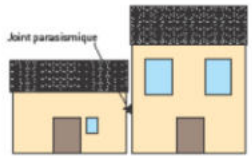
Construire en zone sismique

I. Le contexte réglementaire

Les exigences parasismiques

- **Exigences applicables au cas d'un bâtiment existant :**

TRAVAUX

Principe de base	Je souhaite **améliorer le comportement** de mon bâtiment	Je réalise des **travaux lourds** sur mon bâtiment	Je crée une **extension avec joint de fractionnement**
Objectif minimal : **non-aggravation de la vulnérabilité** du bâtiment existant.	Eurocode 8-3 : objectif de confortement à choisir par le maître d'ouvrage.	**Modulation des règles de construction** applicables pour un bâtiment neuf. ↓ Conditions particulières précisées dans l'arrêté pour les travaux lourds	Si joint de fractionnement, **règles du neuf** pour la nouvelle partie créée. ↓ 

Source : DGALN

Construire en zone sismique

II. Construire parasismique

I. Le contexte réglementaire

- Pourquoi de nouvelles règles parasismiques ?
- Un point sur le référentiel réglementaire
- Les exigences parasismiques

II. Construire parasismique

- Les principes constructifs
- Mise en œuvre des maçonneries
- Le cas de la pierre massive

III. Les pierres attachées

- Règles pour les Ensembles Non Structuraux
- Les essais de comportement au CSTB
- Les futures exigences

CTMNC

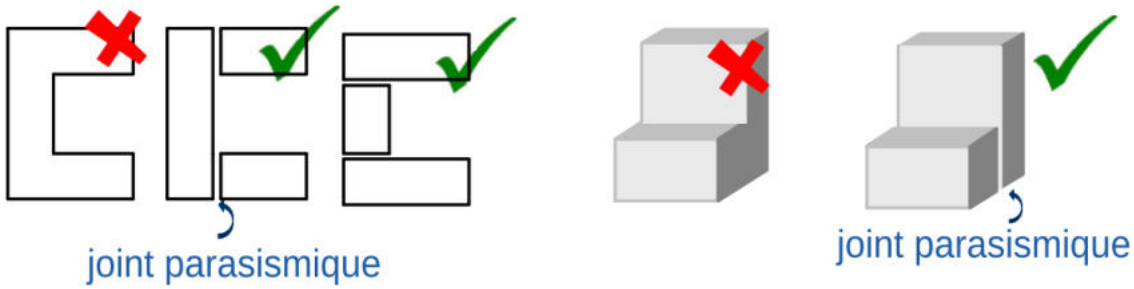
Construire en zone sismique
II. Construire parasismique

⌑ Les principes constructifs

- **Objectif à atteindre :**
  « D'une façon générale, il convient de faire en sorte que les diverses parties d'une structure constituent **un tout fortement organisé**, capable de résister de façon **homogène** à l'action sismique **dans toutes les directions**. » (J. Despeyroux)

⇨ **Préférer les formes simples**

Privilégier la compacité du bâtiment (~rectangle)
Limiter les décrochements en plan et en élévation
Fractionnement du bâtiment en blocs homogènes



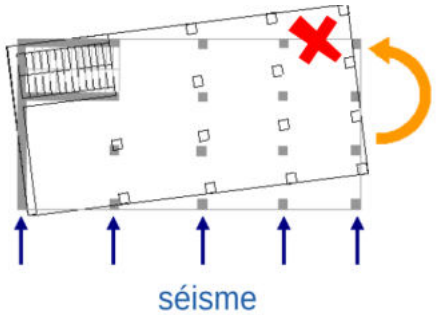
Images : « La Nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments », DGALN

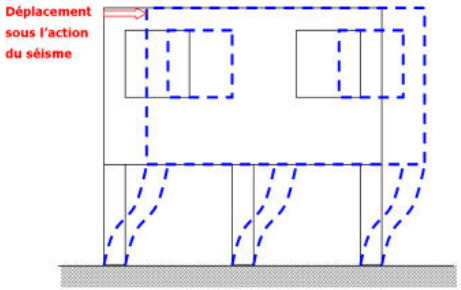
Construire en zone sismique
II. Construire parasismique

Les principes constructifs

⇨ S'assurer du bon comportement du bâtiment

Effets des rotations (torsion), effets des transparences

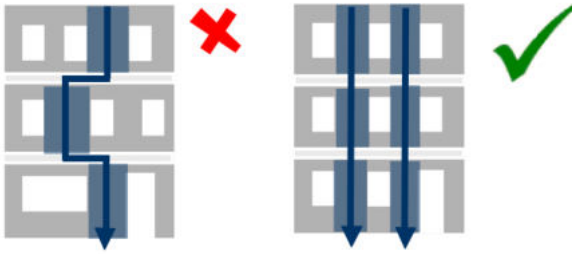


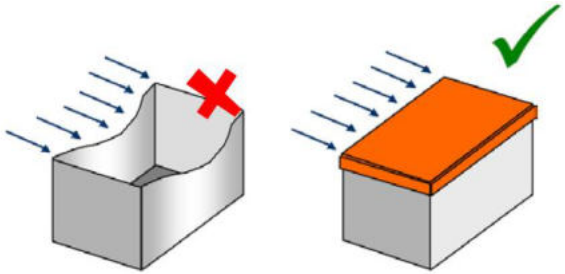


⇨ Assurer la reprise des efforts sismiques

Contreventer la structure dans les deux directions

Créer des diaphragmes rigides





Images : « La Nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments », DGALN

CTMNC

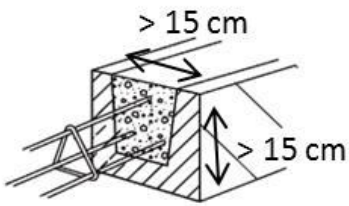
Construire en zone sismique

II. Construire parasismique

Mise en œuvre des maçonneries

- **Résistance minimale des matériaux**
  Mortiers : f_m > 5 MPa
  Eléments de maçonnerie : f_b > 4 MPa

- **Les chaînages**
  Section minimale : 15 x 15 cm ou Φ15 cm
  Armatures FeE500, 4 HA10 ou 4 HA12
  Recouvrement des armatures : 60 x Φ



- **Dispositions générales**
  Chainages horizontaux et verticaux liés entre eux
  Chainages horizontaux à tous les étages (ou < 4m)
  Distance max. entre chainages verticaux : 5 m

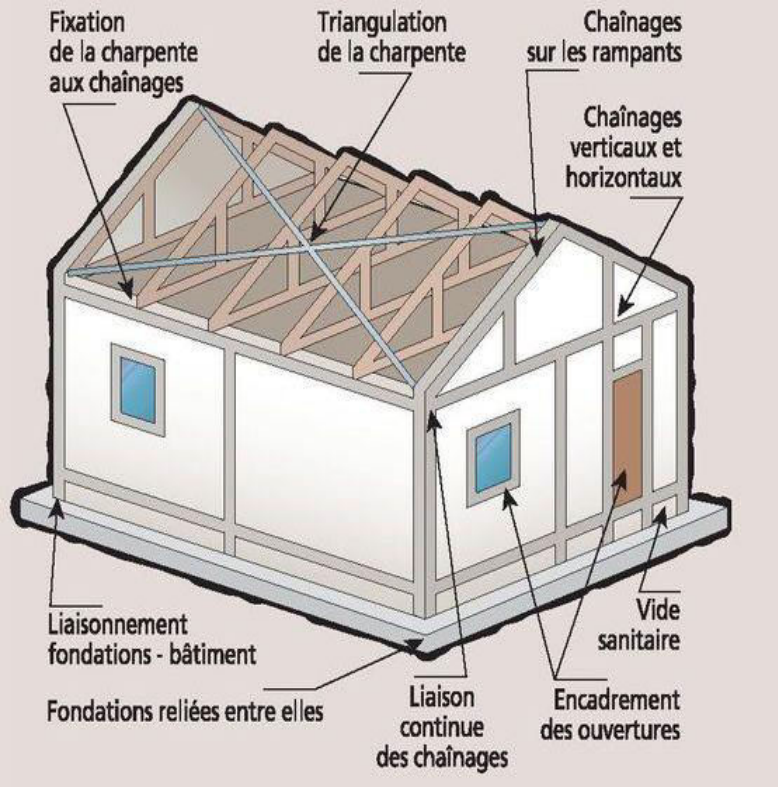
CTMNC

Construire en zone sismique

II. Construire parasismique

Mise en œuvre des maçonneries

- **Exemple des maisons individuelles**



CTMNC

Construire en zone sismique

II. Construire parasismique

Le cas de la pierre massive

- **L'Eurocode 8 autorise pour des murs en pierre d'au moins 35 cm :**
  - ⇨ jusqu'en **zone 2**, des bâtiments en pierre conformes à l'EC6 uniquement. La hauteur du bâtiment ne doit pas dépasser 6 m à la sablière.
  - ⇨ Si $a_g.S \leq 2.0$ m/s², les bâtiments en pierre sans chainages verticaux. Les hauteurs d'étage sont limitées (3 m) ainsi que les dimensions des ouvertures dans les murs.
- **Mais les impacts sont limités :**
  - ⇨ Puisqu'en zone 2, les bâtiments de catégorie I et II ne sont déjà pas soumis à la réglementation parasismique.
  - ⇨ Et en zone 3, une vérification de sécurité (note de calcul) est nécessaire.

CTMNC

Construire en zone sismique
III. Les pierres attachées

I. Le contexte réglementaire
- Pourquoi de nouvelles règles parasismiques ?
- Un point sur le référentiel réglementaire
- Les exigences parasismiques

II. Construire parasismique
- Les principes constructifs
- Mise en œuvre des maçonneries
- Le cas de la pierre massive

III. Les pierres attachées
- Règles pour les Ensembles Non Structuraux
- Les essais de comportement au CSTB
- Les futures exigences

CTMNC

Construire en zone sismique
III. Les pierres attachées

⌑ Règles pour les Ensembles Non Structuraux

- **Les Ensembles Non Structuraux ?**
  Eléments du cadre bâti dont la ruine éventuelle ne compromet pas la sécurité de l'ouvrage
  - ⇨ Cheminées maçonnées, plafonds suspendus
  - ⇨ Cloisons, **éléments de façade (pierres attachées)…**

- **Ces éléments peuvent gêner l'évacuation ou provoquer des blessures**

CTMNC

Construire en zone sismique
III. Les pierres attachées

⌑ Règles pour les Ensembles Non Structuraux

- **Quelles sont les règles à appliquer pour les ENS ?**

⇨ Les prescriptions de l'Eurocode 8 s'appliquent (mais elles sont peu précises)

⇨ <u>A paraître :</u> Nouvel arrêté sismique + guide ENS réglementaire

⇨ Pour les pierres attachées, en plus du DTU 55.2, il faudra utliser ce guide réglementaire pour les projets en zone sismique

FA049460 ISSN 0335-3931

norme française

NF P 65-202-1
Octobre 2000

Référence DTU 55.2

ICS : 91.100.15 ; 91.180

Travaux de bâtiment

Revêtements muraux attachés en pierre mince

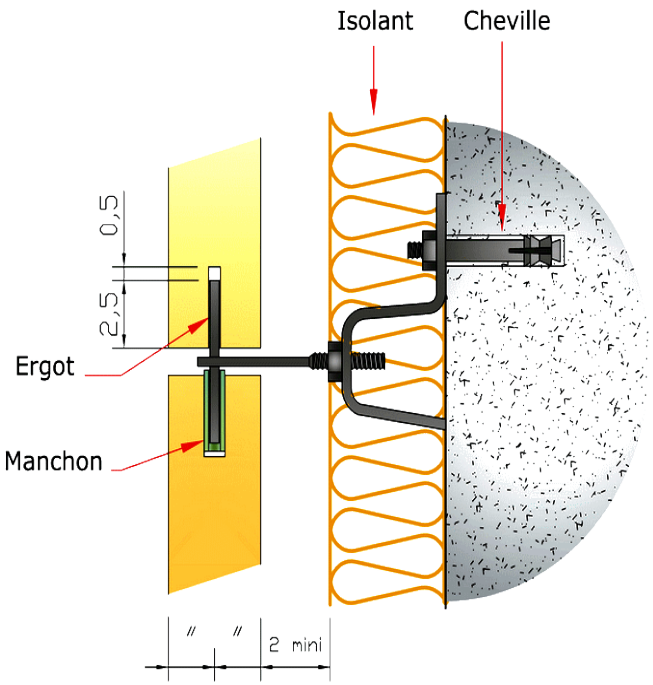
Partie 1: Cahier des clauses techniques

E : Building works — Applied stone wall cladding — Part 1: Technical specifications
D : Bauarbeiten — Wandverkleidungen aus dünnem Stein — Teil 1: Technische Vorschriften

Construire en zone sismique

III. Les pierres attachées

⌑ Les essais de comportement au CSTB



⇨ Le système de fixation traditionnel (DTU 55.2) ne permet pas de reprendre des efforts sismiques.

Construire en zone sismique
III. Les pierres attachées

Les futures exigences

- **Des attaches plus « raides »**
  Limiter les déplacements des plaques de pierre, **perpendiculairement** et **parallèlement** au plan du support

- **Des attaches disposées dans les chants horizontaux**
  Assurer la tenue de l'ergot à la liaison pierre/attache
  (le mortier de scellement n'est pas sollicité en efforts)

- **La pierre devra avoir une résistance suffisante**
  Vérification de la résistance à la flexion
  Vérification de la résistance aux attaches

CTMNC

Construire en zone sismique

Pour finir…

Des informations utiles !

- **Dans quelle zone sismique se situe un bâtiment ?**
  Ma commune face aux risques majeurs : www.prim.net

- **Sites internet**
  Le site du Plan séisme : www.planseisme.fr
  Ministère : www.developpement-durable-gouv.fr
  Base de données de sismicité historique : www.sisfrance.net

- **Documentation**
  « La nouvelle réglementation parasismique applicable aux bâtiments », brochure de la DGALN

- **Outil d'aide pour la pierre**
  Dimapierre_8 (à venir)

CTMNC

Construire en zone sismique
Fin

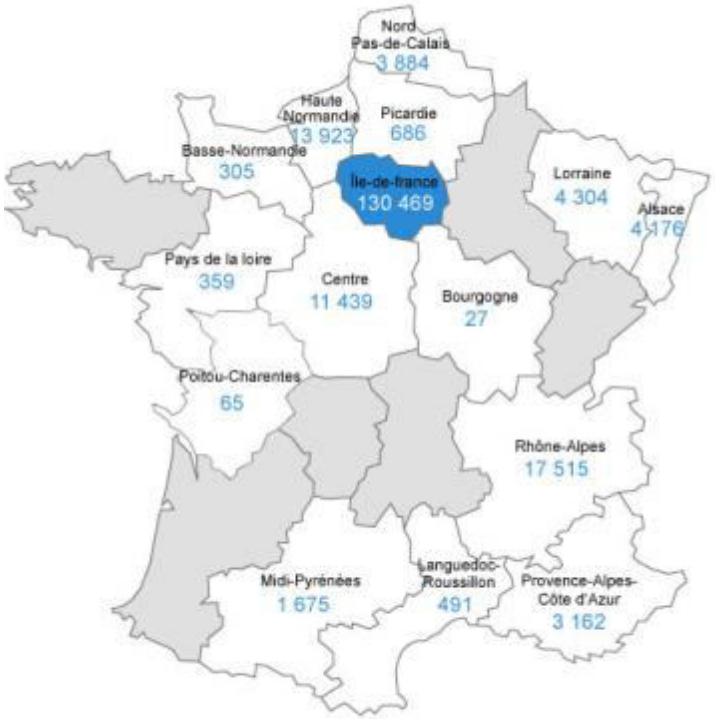
Merci de votre attention !

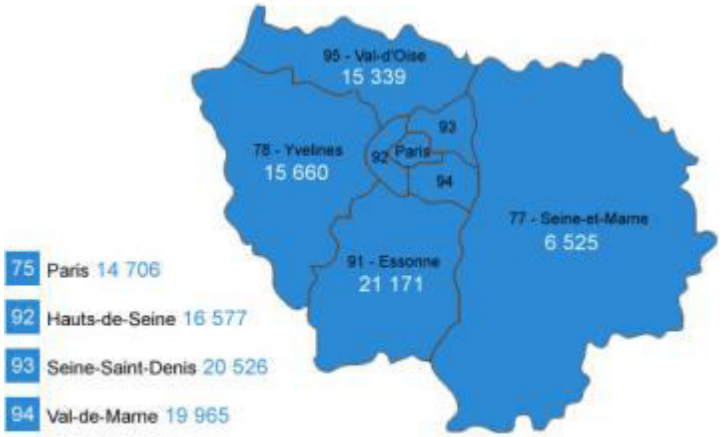
CTMNC

Analyse de Cycle de Vie de deux bâtiments en Pierre de Taille

Vincent Cafiero
Maxime Génin
Jérémy Petitot
Amine Benaoda Tlemcani
Auriane Clostre
Jean-Charles Levenne

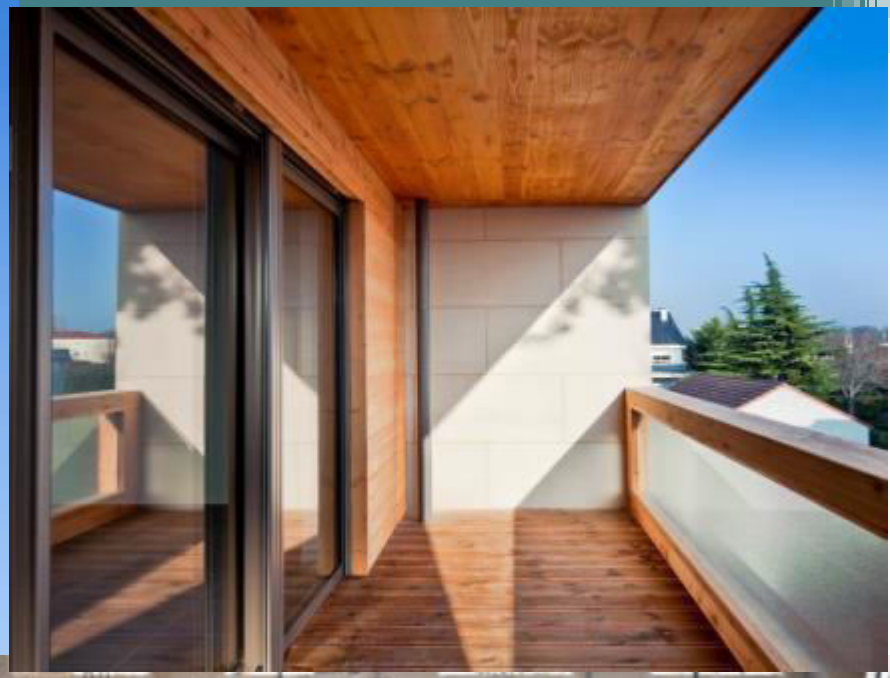
Jeudi 27 juin 2013





Immobilière 3F

Premier bailleur social français



QUEL EST L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU BÂTIMENT ?

LE CHOIX DE LA PIERRE DE TAILLE EST-IL PERTINENT ?

A C V

Analyse de Cycle de Vie

PIERRE DE TAILLE

FDES

CTMNC

DECLARATION

ENVIRONNEMENTALE et SANITAIRE

CONFORME A LA NORME *NF P 01-010*

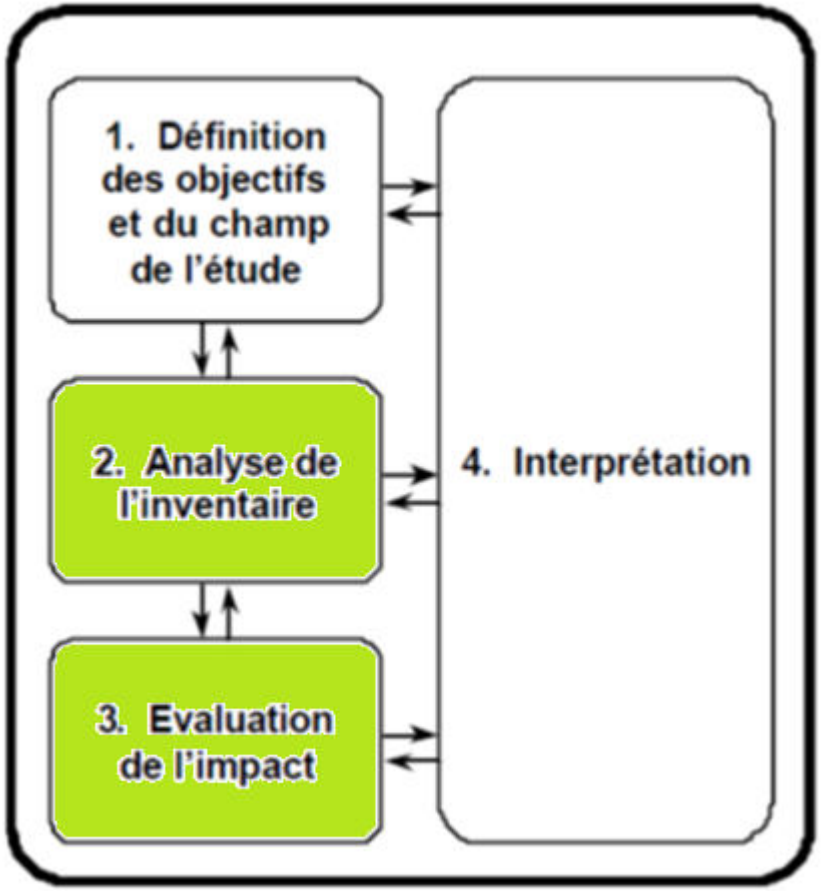
Mur massif maçonné en Pierre de Noyant

Juin 2010

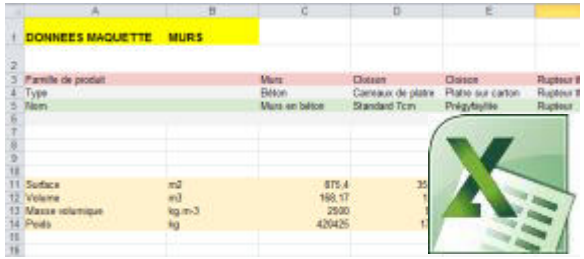
Cette déclaration est présentée selon le modèle de Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire validé par l'AIMCC (FDE&S Version 2005)

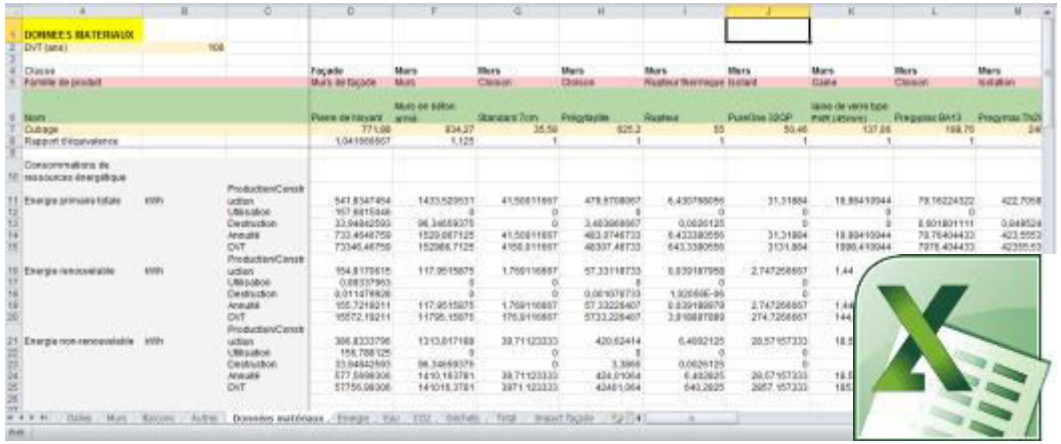
	Unités	Production	Transport	Mise en œuvre	Vie en œuvre	Fin de vie	Total cycle de vie	
Flux							Par annuité	Pour toute la DVT
Consommation de ressources naturelles énergétiques								
Bois	kg	2.86E-02	2.19E-08	3.03E-05	6.29E-08	9.80E-09	2.86E-02	5.72E+00
Charbon	kg	1.76E-03	3.85E-06	5.77E-03	6.30E-04	1.72E-06	8.17E-03	1.63E+00
Lignite	kg	1.46E-04	1.89E-07	1.07E-06	5.13E-04	8.44E-08	6.60E-04	1.32E-01
Gaz naturel	kg	5.77E-04	9.05E-05	2.45E-04	6.65E-04	4.05E-05	1.62E-03	3.24E-01
Pétrole	kg	2.42E-03	3.89E-03	8.02E-04	6.84E-03	1.74E-03	1.57E-02	3.14E+00
Uranium (U)	kg	7.85E-07	2.78E-09	1.73E-07	4.44E-08	1.24E-09	1.01E-06	2.01E-04
Etc.								
Indicateurs énergétiques								
Energie Primaire Totale	MJ	8.24E-01	1.70E-01	2.19E-01	3.53E-01	7.60E-02	1.64E+00	3.28E+02
Energie Renouvelable	MJ	3.43E-01	5.74E-05	3.53E-03	2.00E-03	2.57E-05	3.49E-01	6.98E+01
Energie Non Renouvelable	MJ	4.80E-01	1.70E-01	2.16E-01	3.51E-01	7.60E-02	1.29E+00	2.58E+02
Energie procédé	MJ	4.75E-01	1.70E-01	2.21E-01	3.53E-01	7.60E-02	1.30E+00	2.59E+02
Energie matière	MJ	3.48E-01	2.14E-06	-1.81E-03	1.22E-05	9.59E-07	3.47E-01	6.93E+01
Electricité	kWh	3.52E-02	1.22E-04	1.48E-02	3.73E-03	5.46E-05	5.40E-02	1.08E+01

Iso 14040

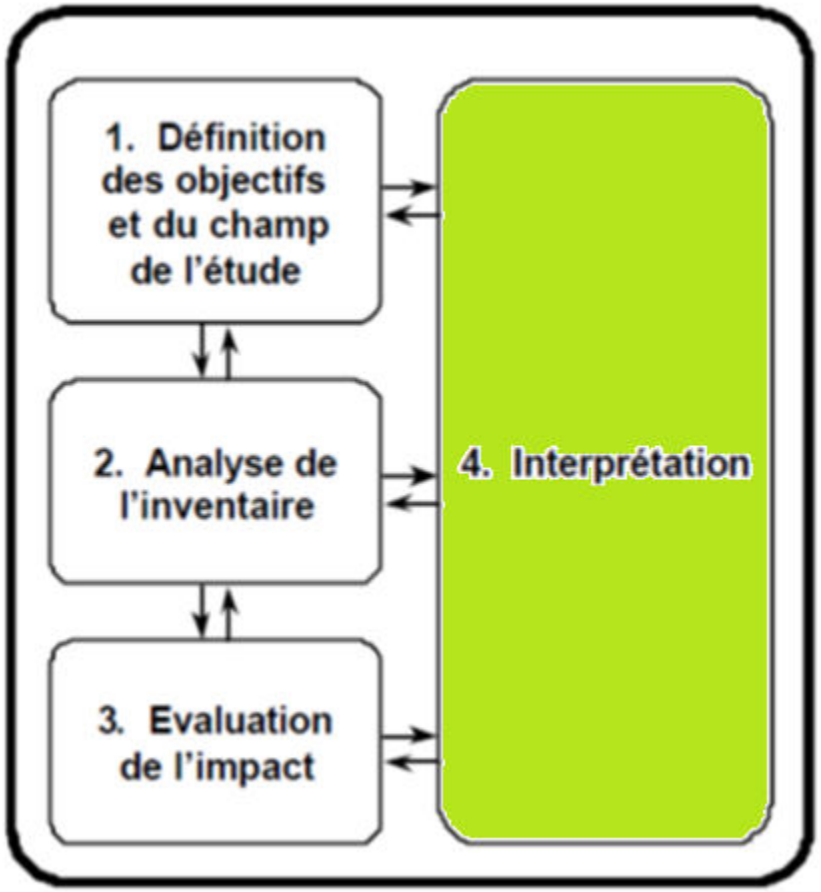

1. Définition des objectifs et du champ de l'étude
2. Analyse de l'inventaire
3. Evaluation de l'impact
4. Interprétation

Analyse du Cycle de Vie : démarche





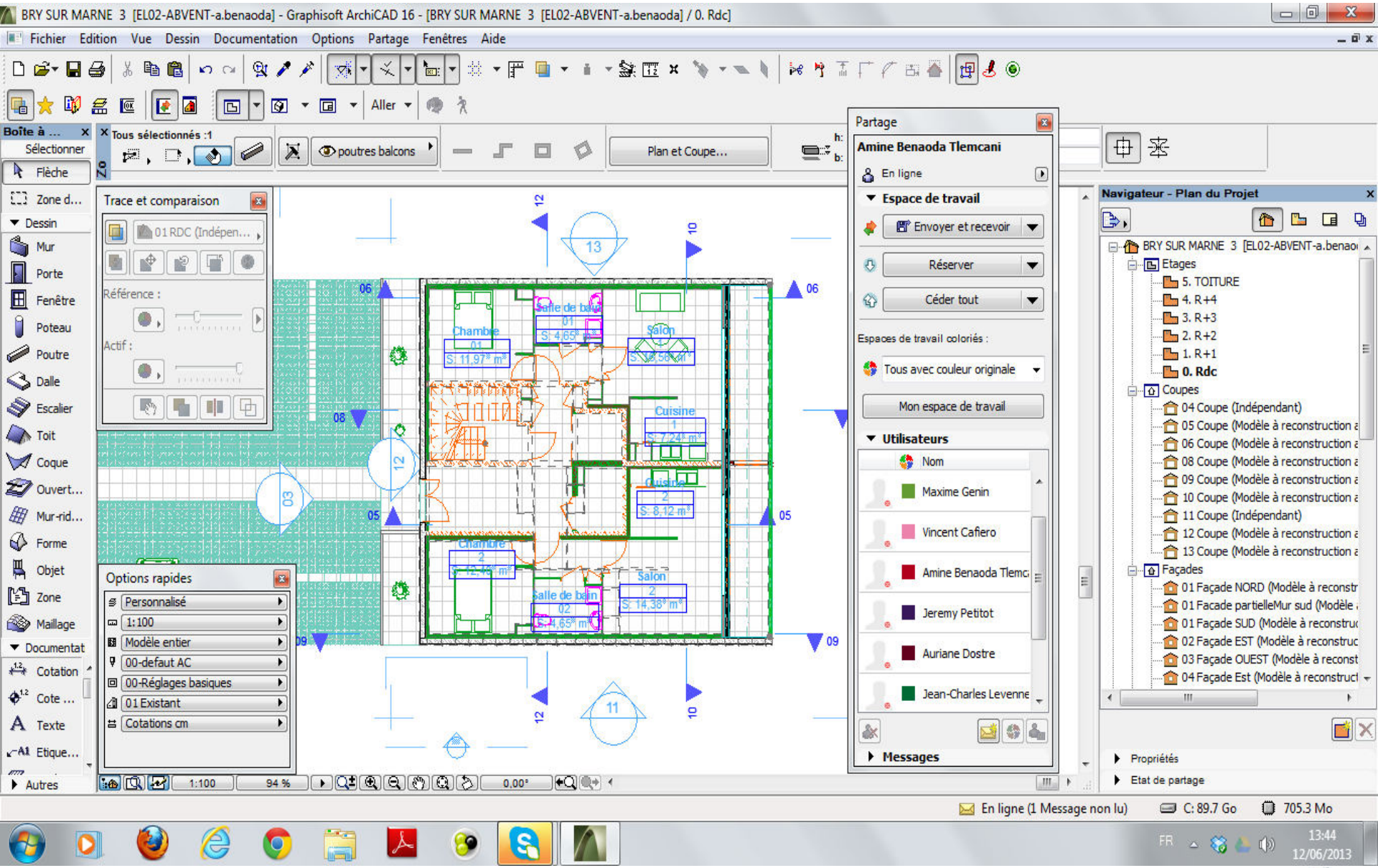
Analyse du Cycle de Vie : démarche

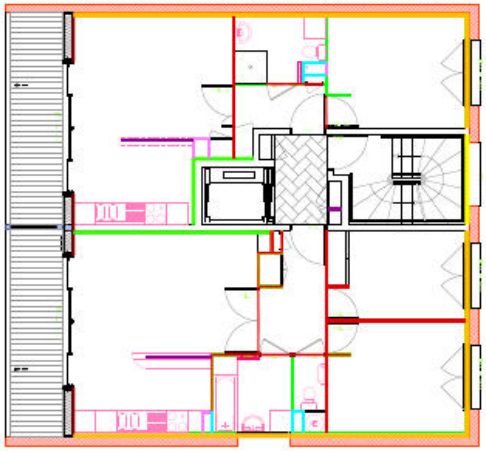


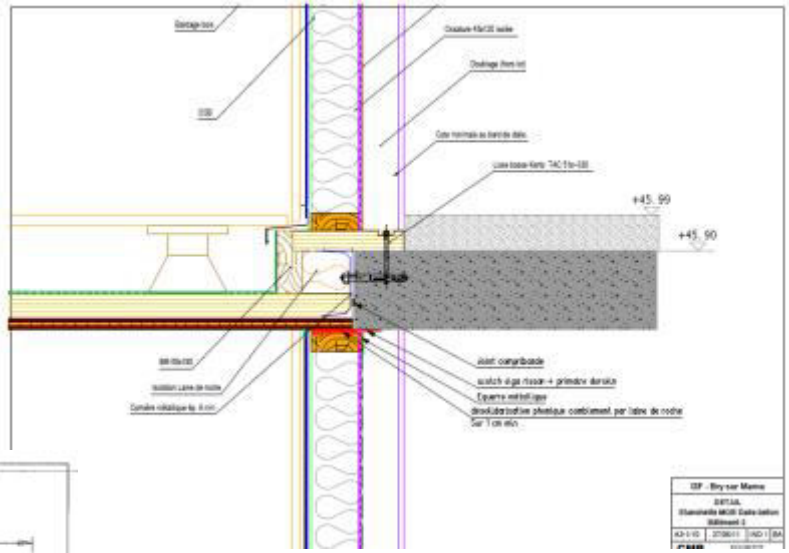
BIM

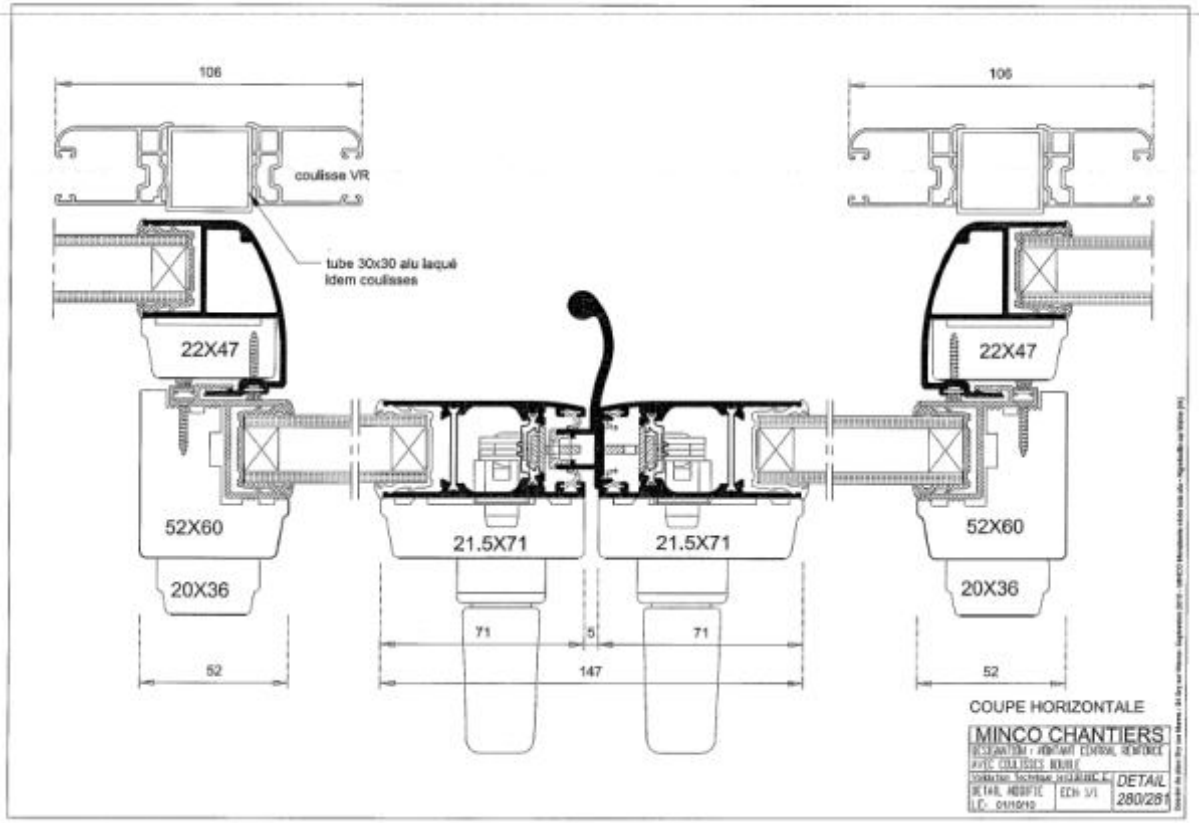
Building Information Model

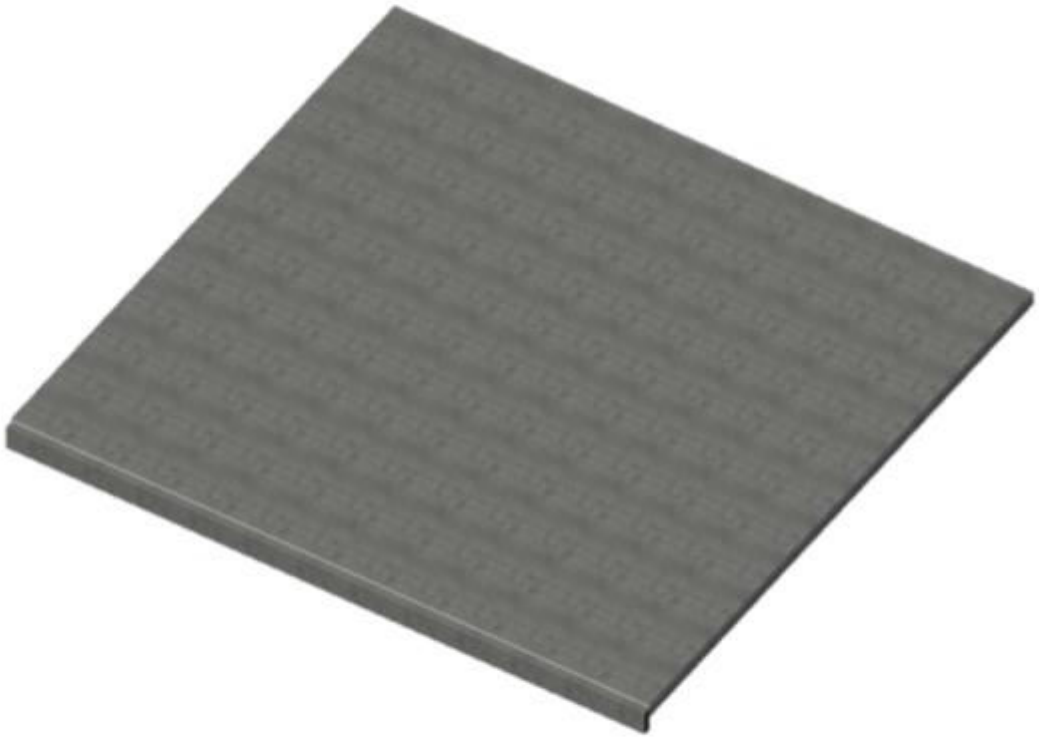
Building Information Model

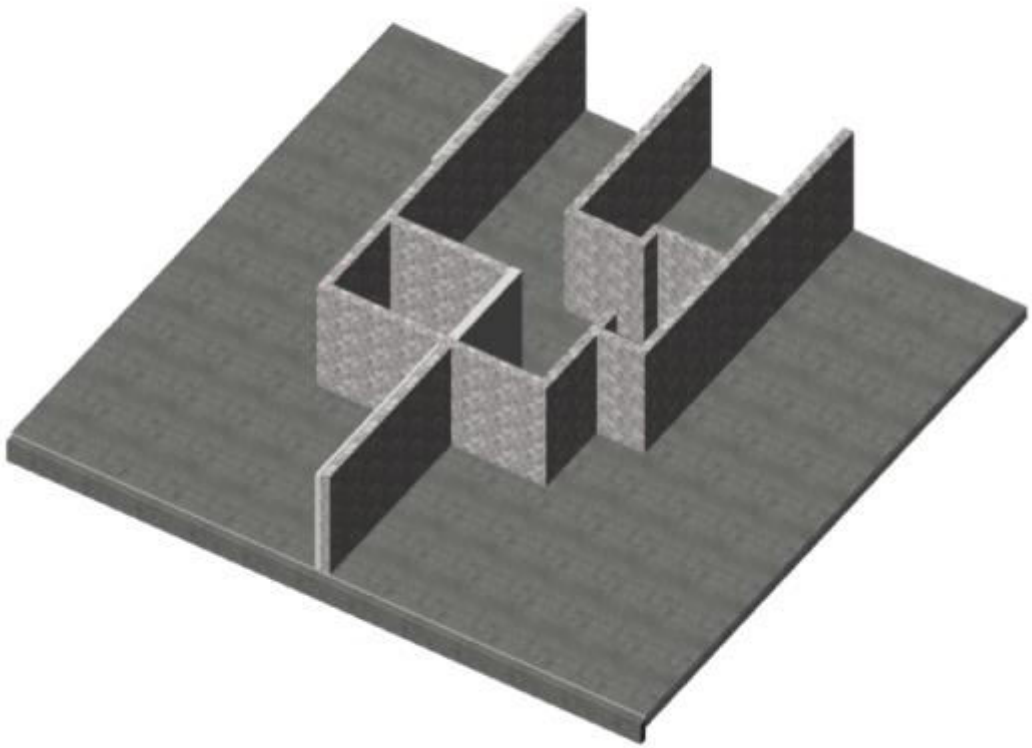


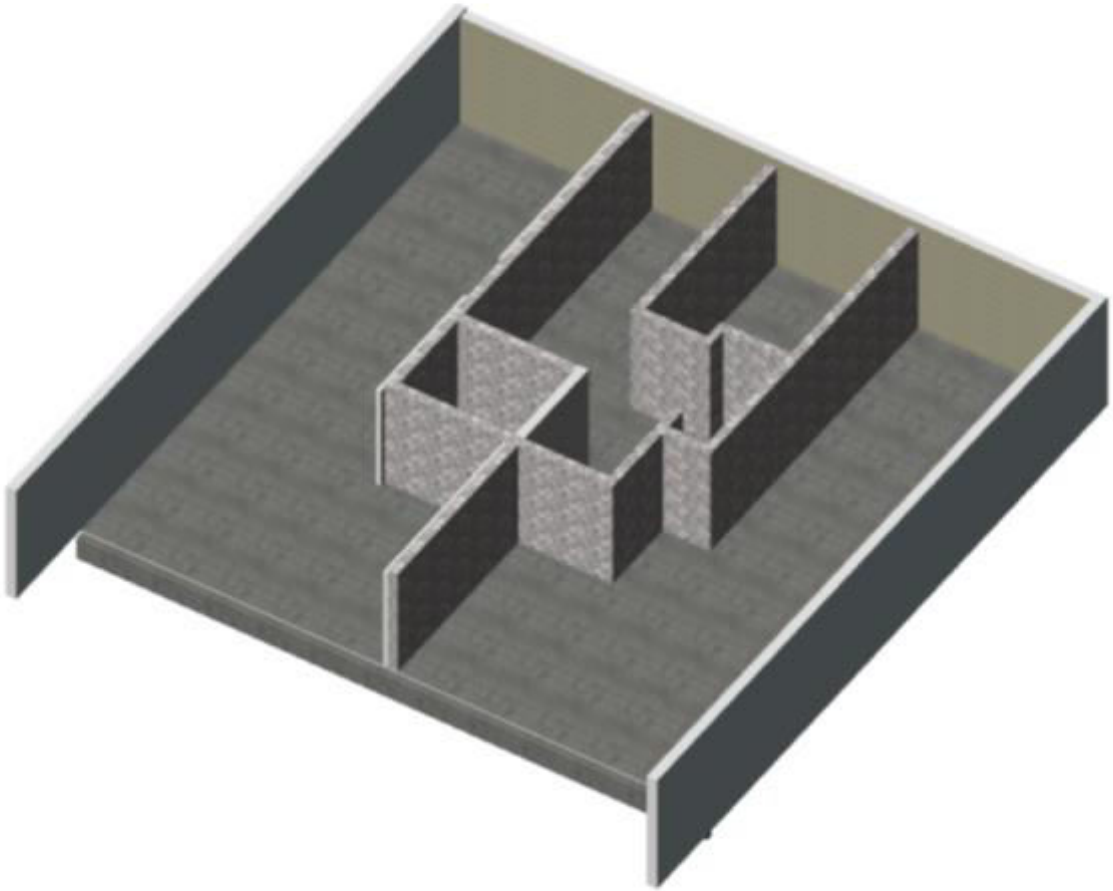


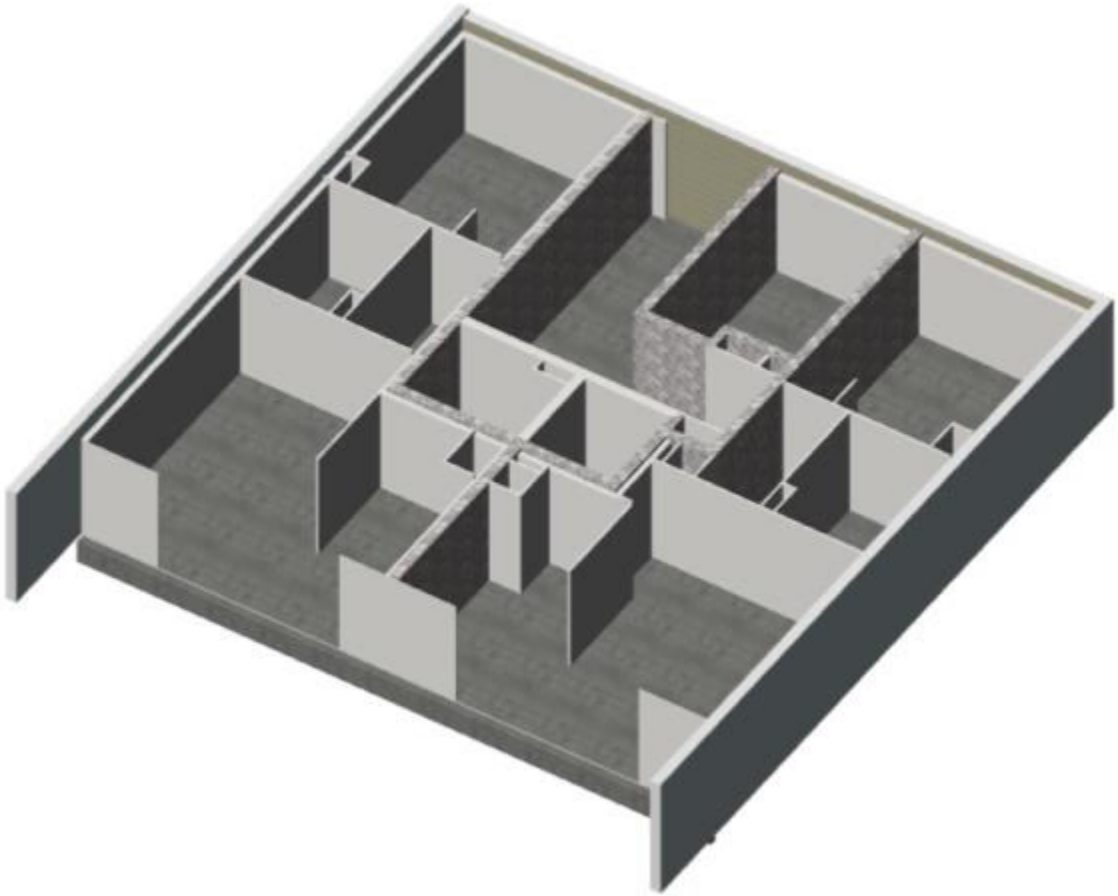

+45.99
+45.90

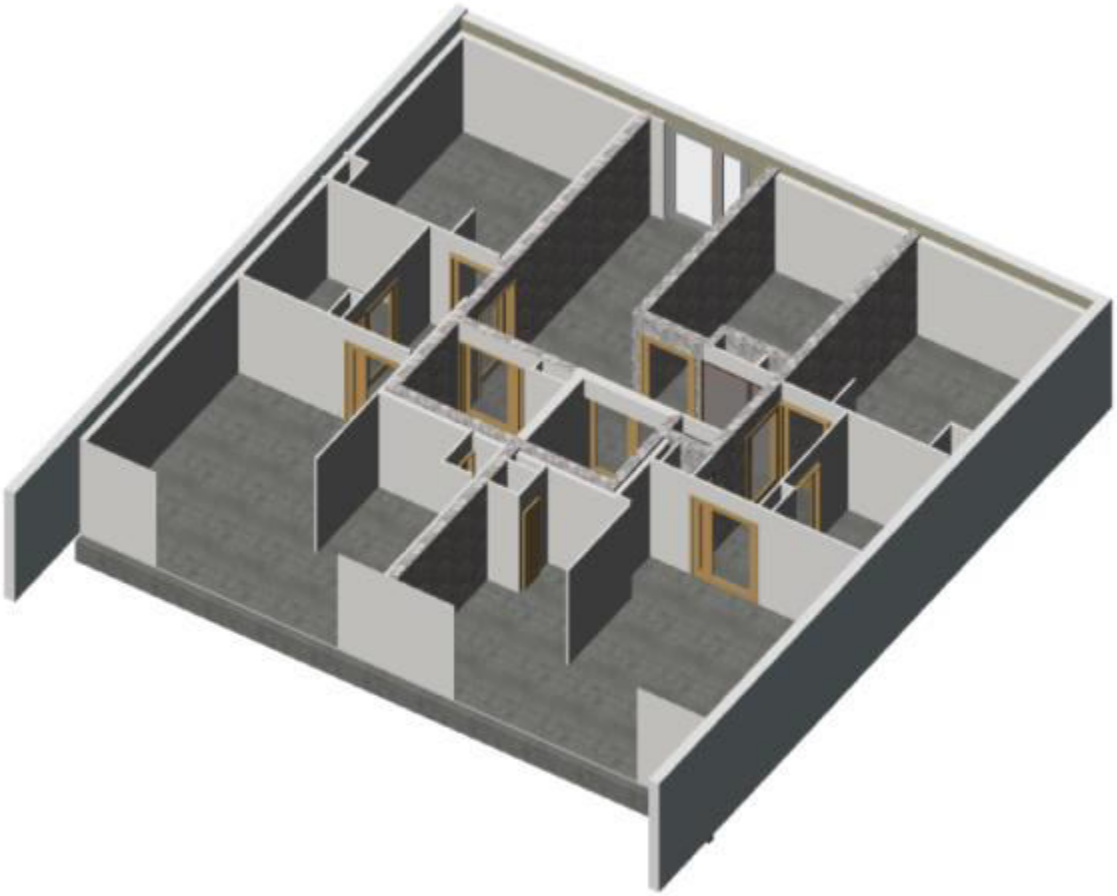

106
106
coulisse VR
tube 30x30 alu laqué
idem coulisses
22X47
22X47
52X60
52X60
21.5X71
21.5X71
20X36
20X36
71
5
71
52
147
52
COUPE HORIZONTALE
MINCO CHANTIERS
DETAIL
280/281

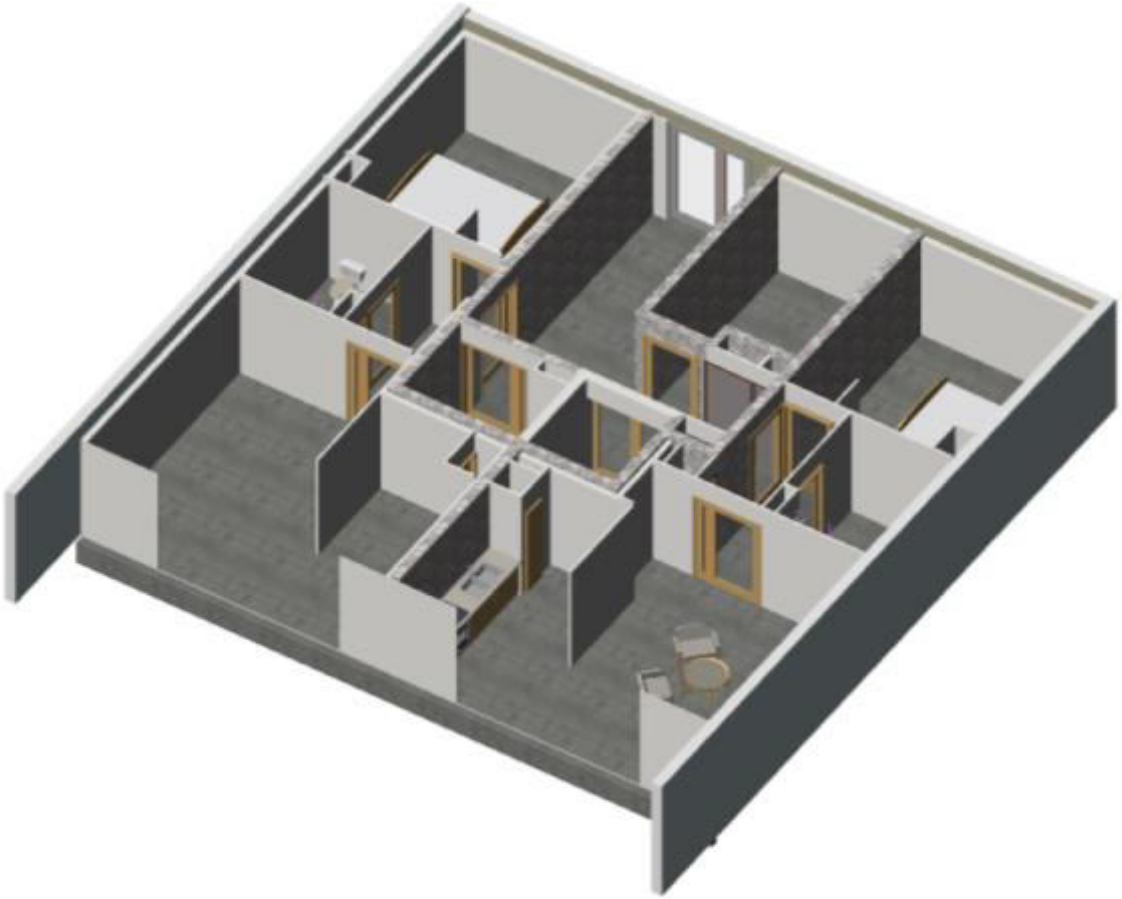


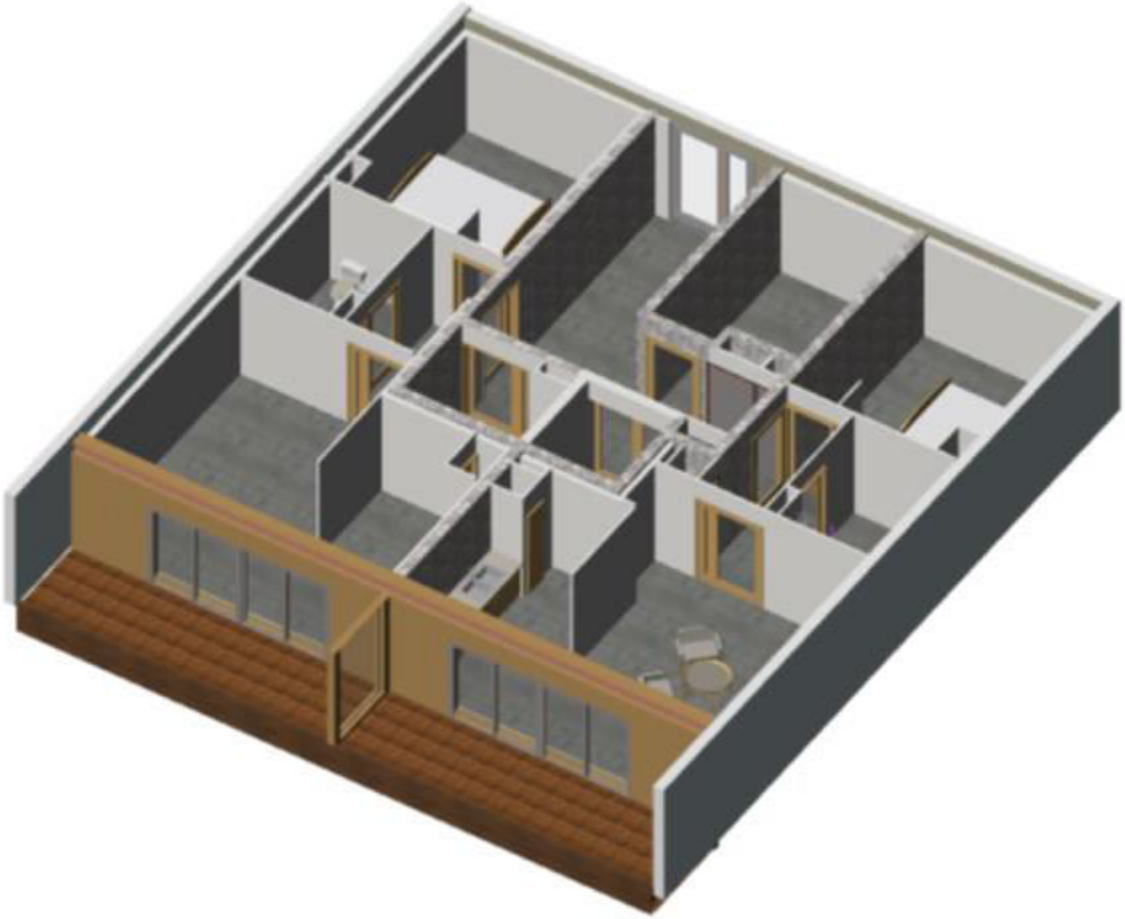






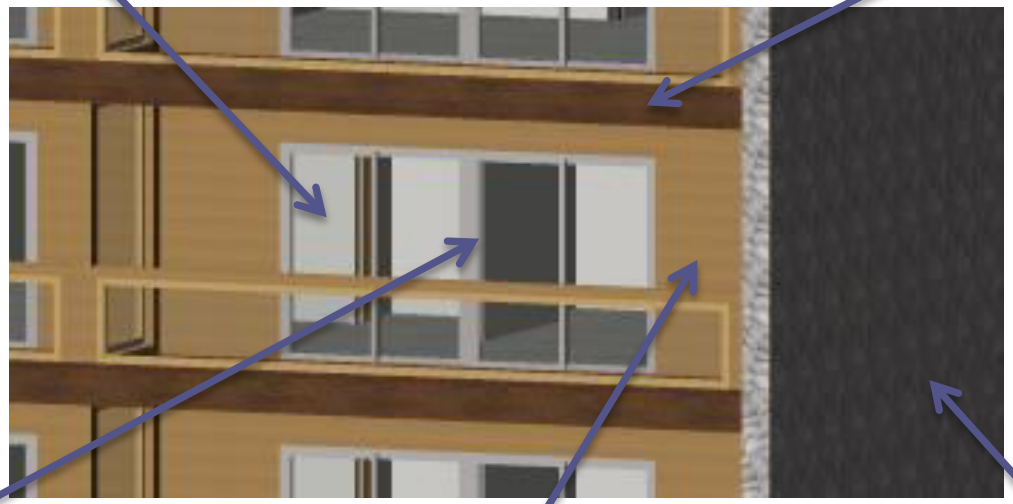






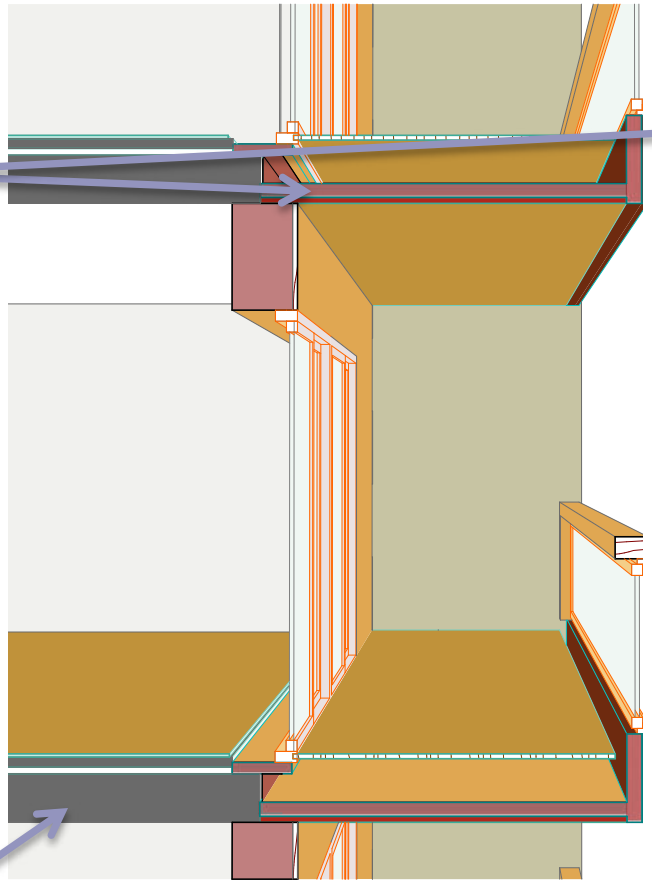
Building Information Model

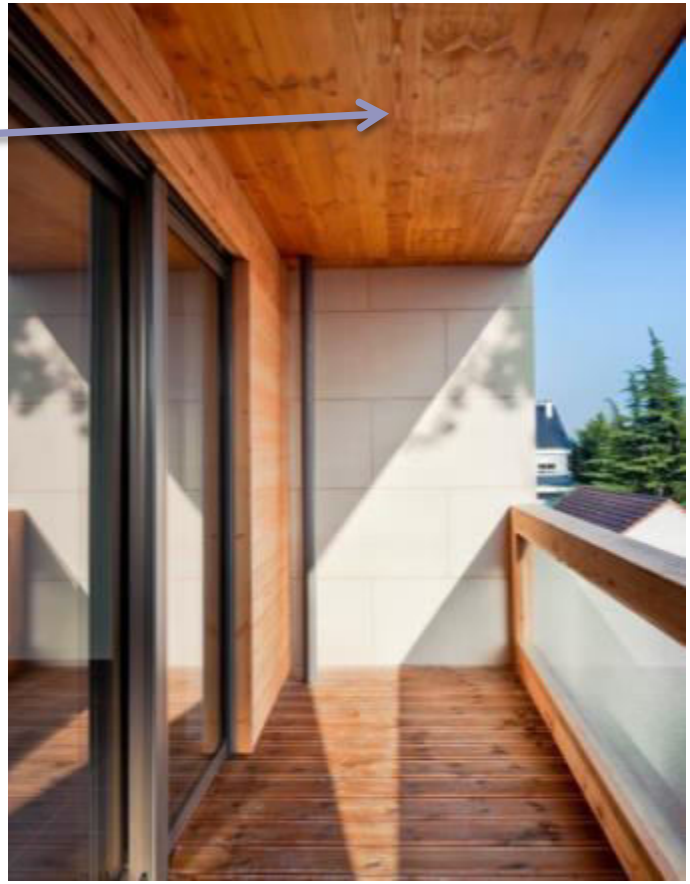
Building Information Model


Cloison prégyfaylite
3 plis
Fenêtres coulissante
Mur en bois OSB
Pierre de taille

3 plis
(bardage en bois)

- *Conductivité thermique*
  0,16 W/m.K
- *Densité*
  500 kg/m3
- *Capacité calorifique*
  1200 J/kg.K
- *Résistance à l'écrasement*
  458 kg/cm²
- *Volume*
  5,3 m3
- …





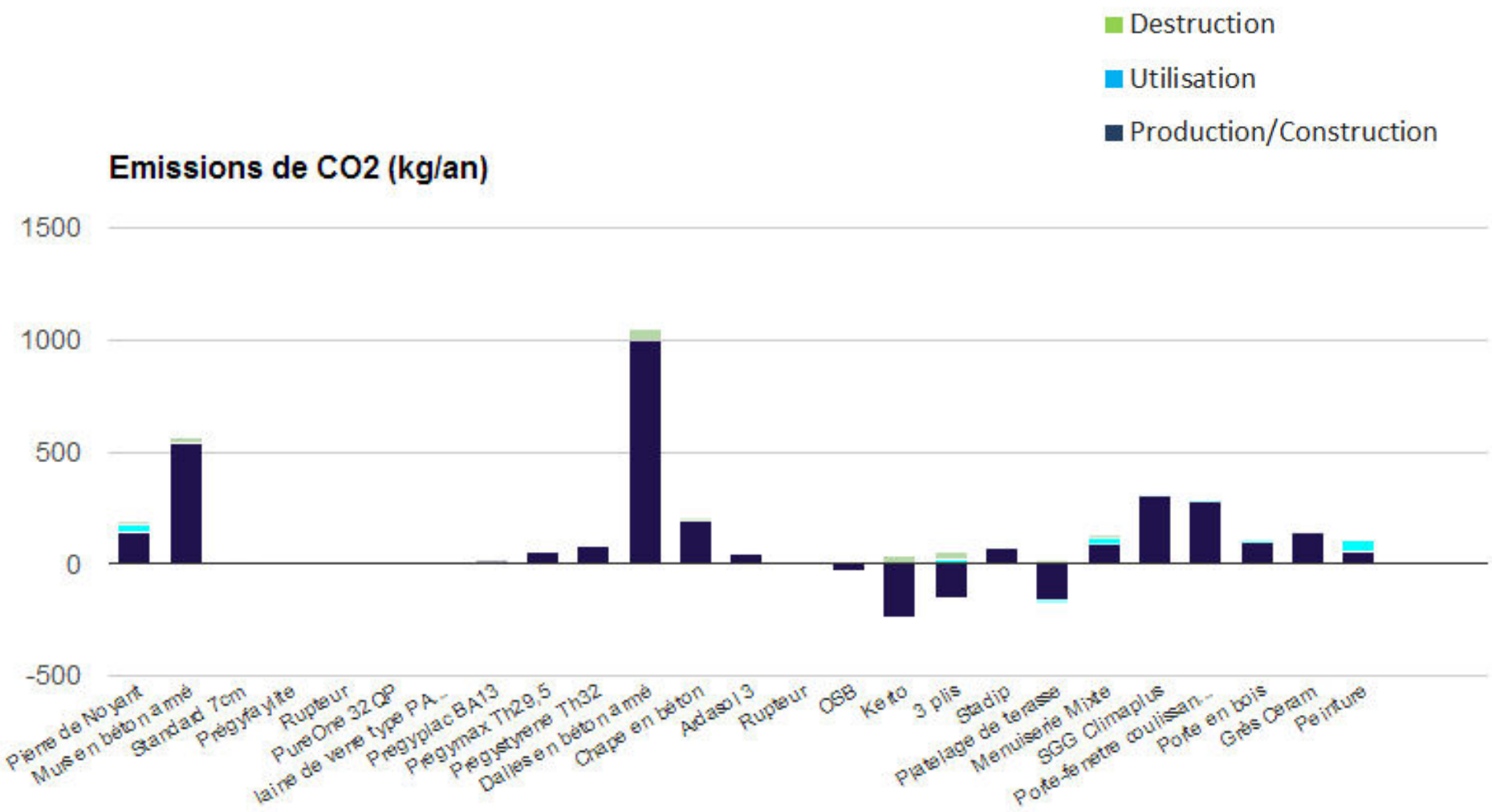
Dalle en béton

- *Conductivité thermique*
  0,92 W/m.K
- *Densité*
  2700 kg/m3
- *Capacité calorifique*
  880 J/kg.K
- *Résistance à l'écrasement*
  800 kg/cm²
- *Volume*
  324 m3
- …

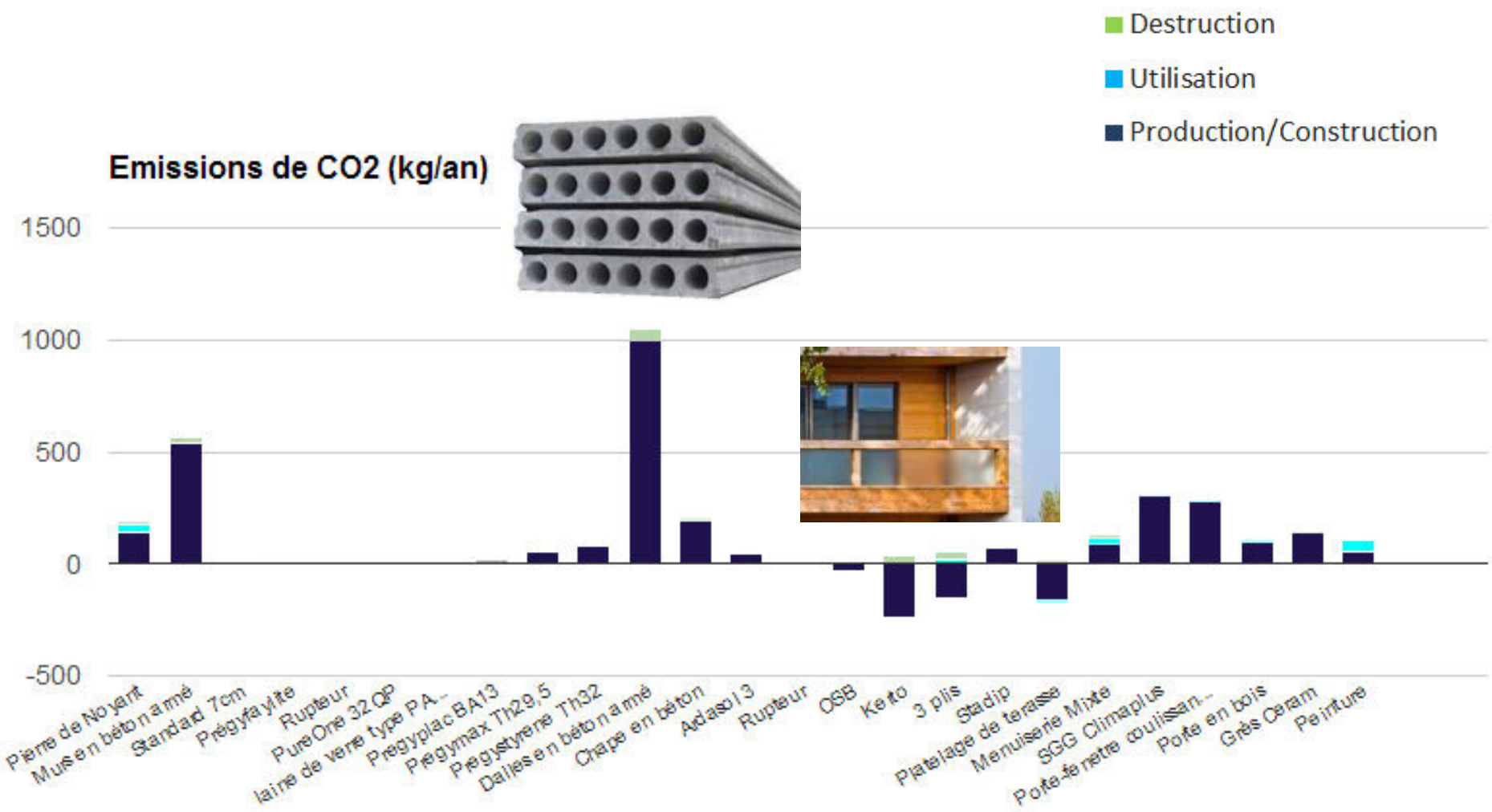
RÉSULTATS

ANALYSE SUR L'ENSEMBLE DES BÂTIMENTS
ETUDE COMPARATIVE AVEC D'AUTRES MATÉRIAUX

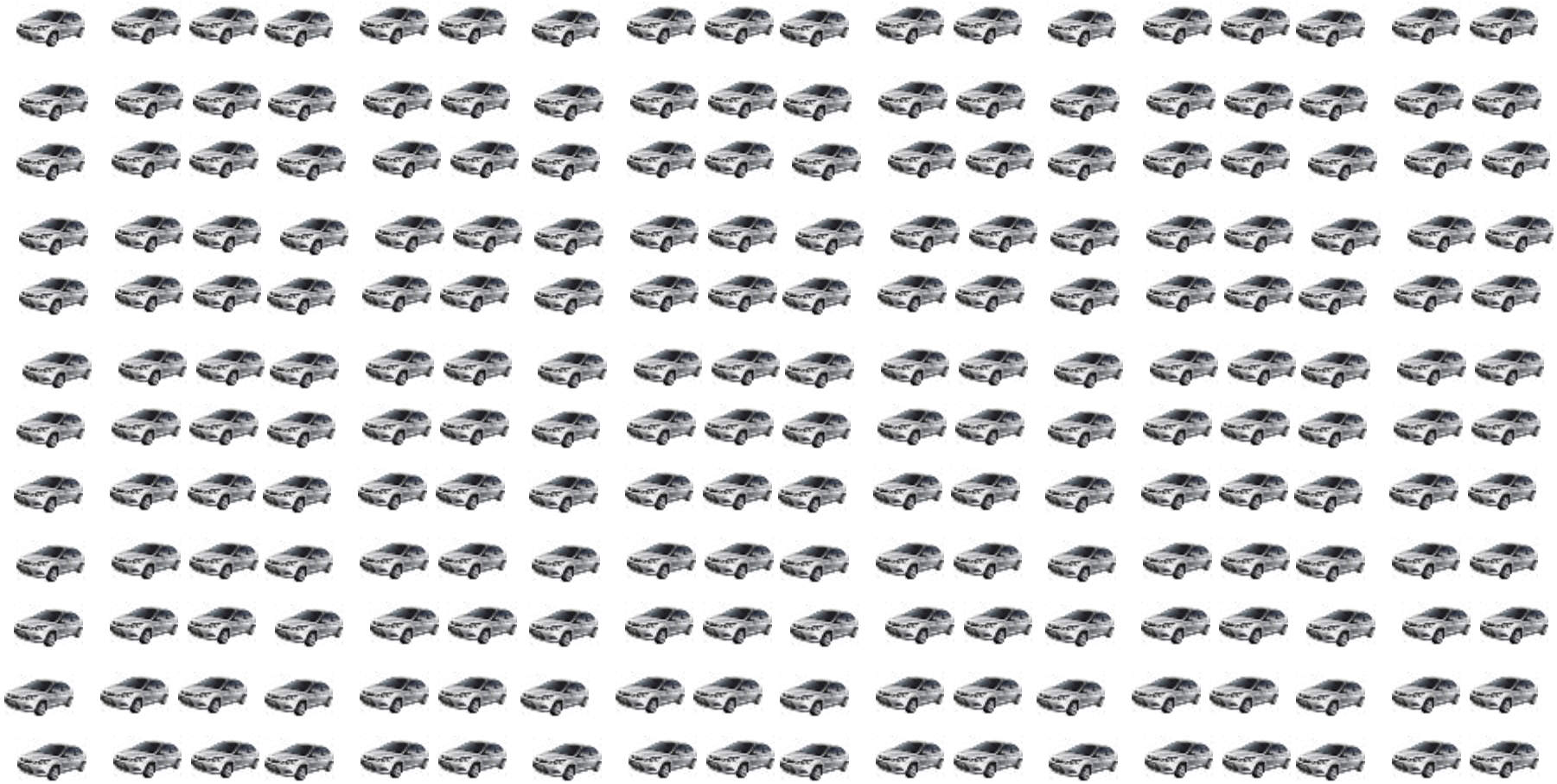
Des résultats nouveaux



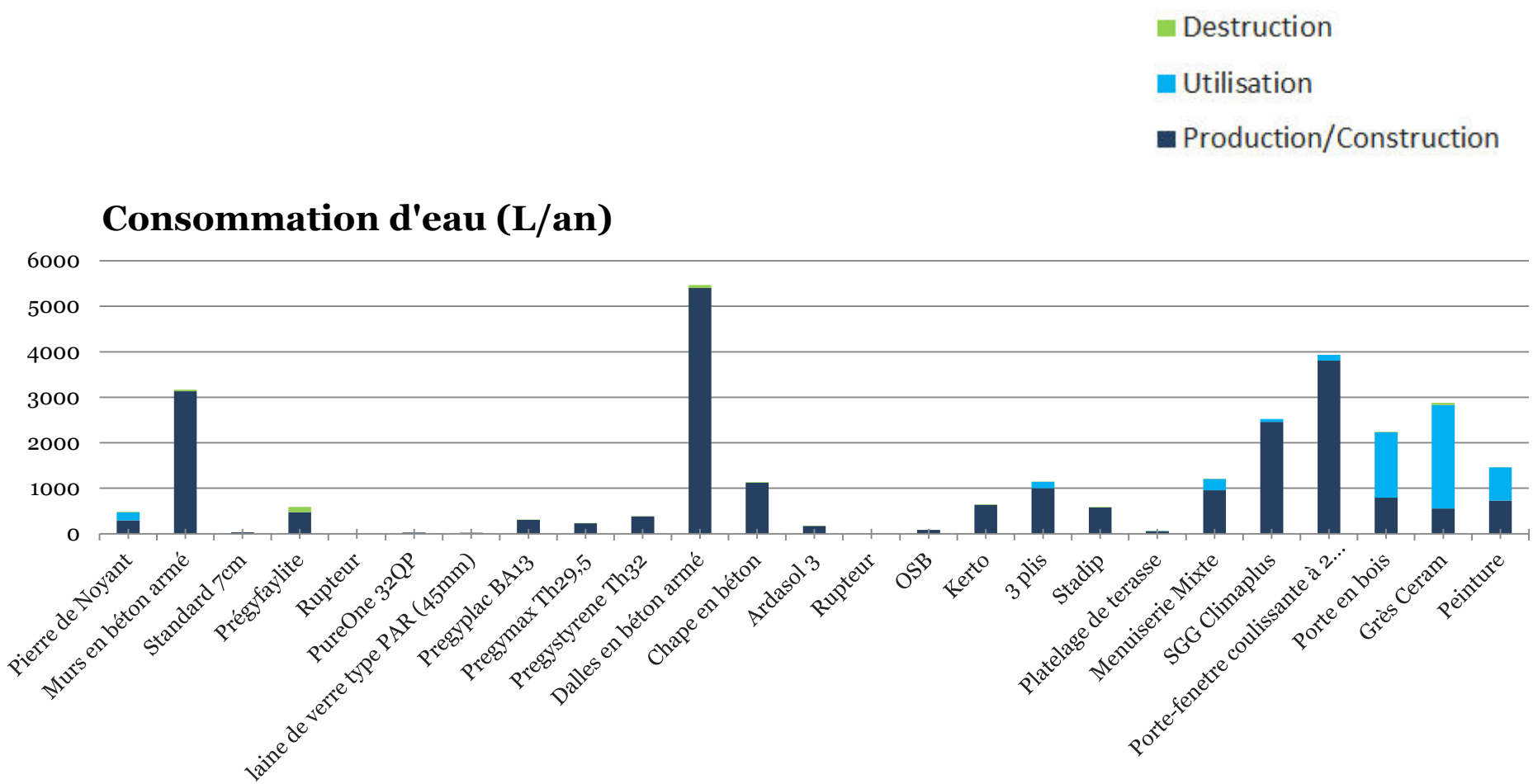
Des résultats nouveaux

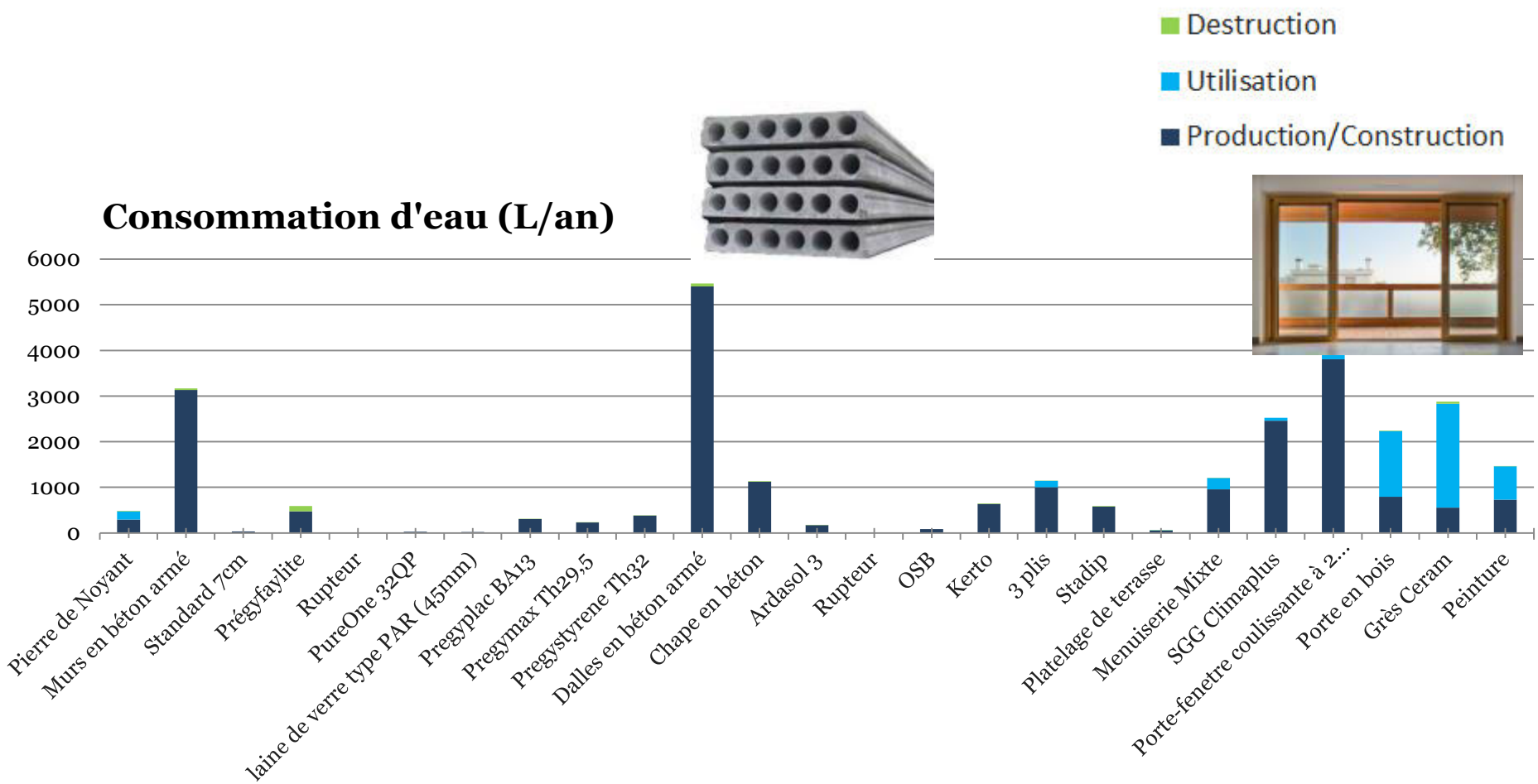


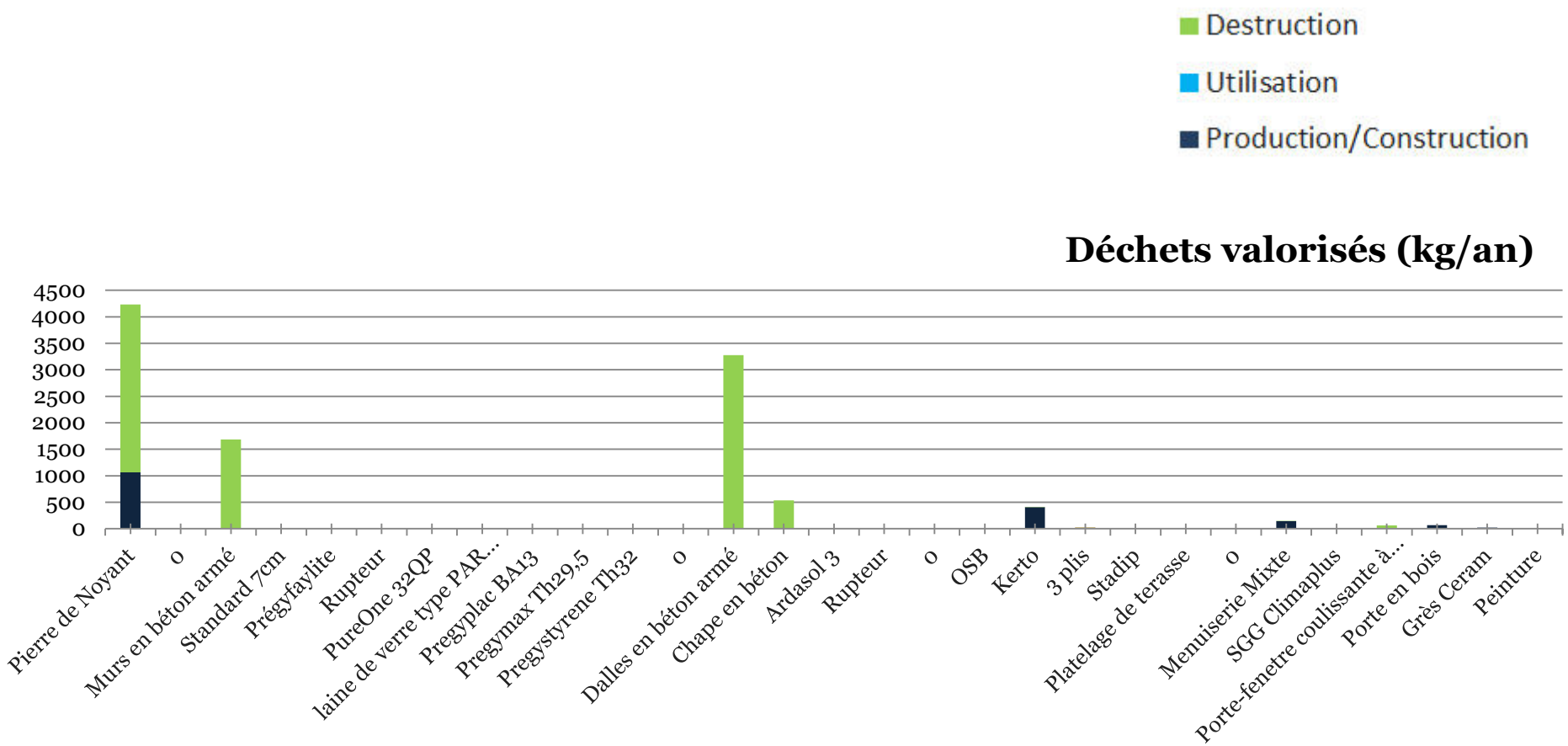
344 716 kg de CO2

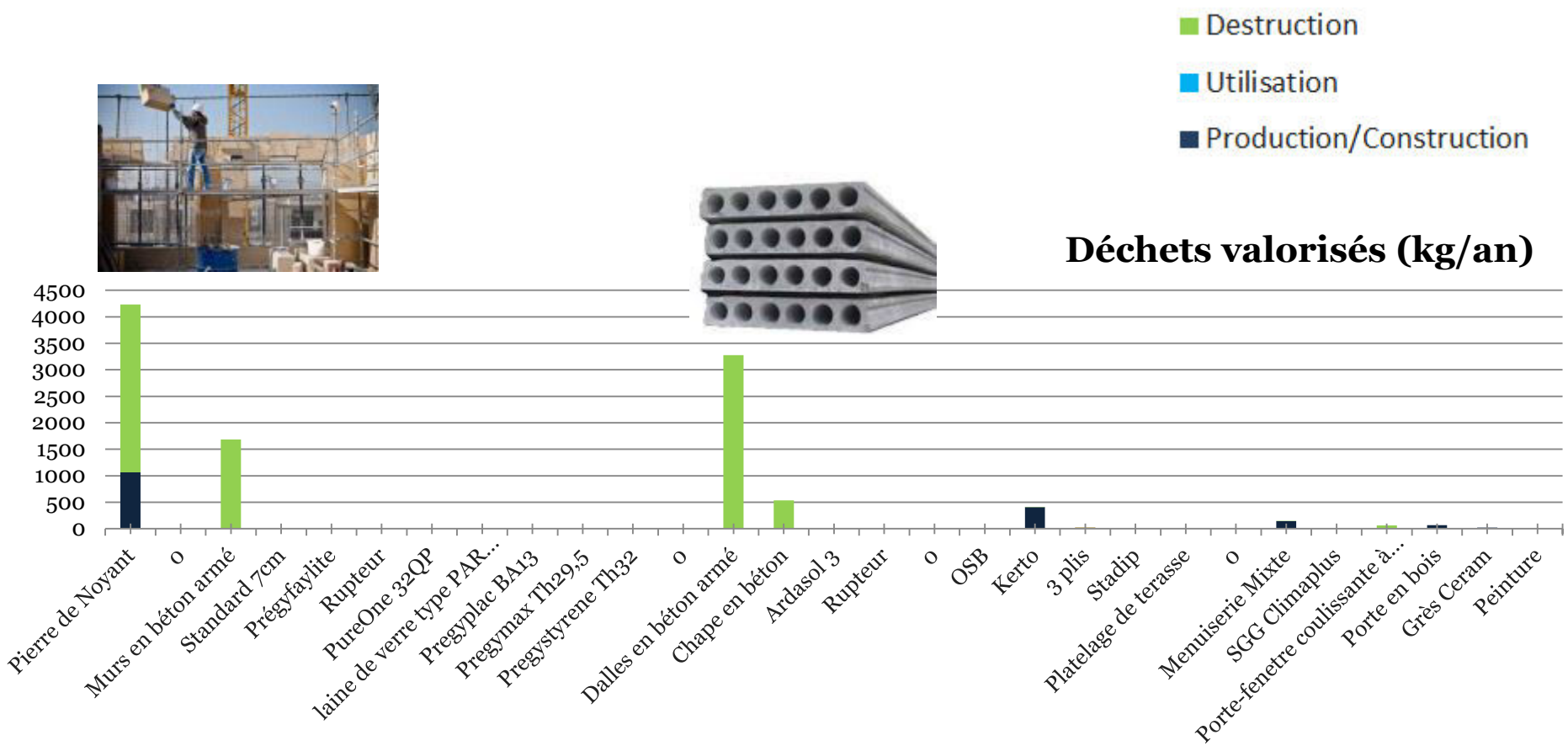


176 voitures

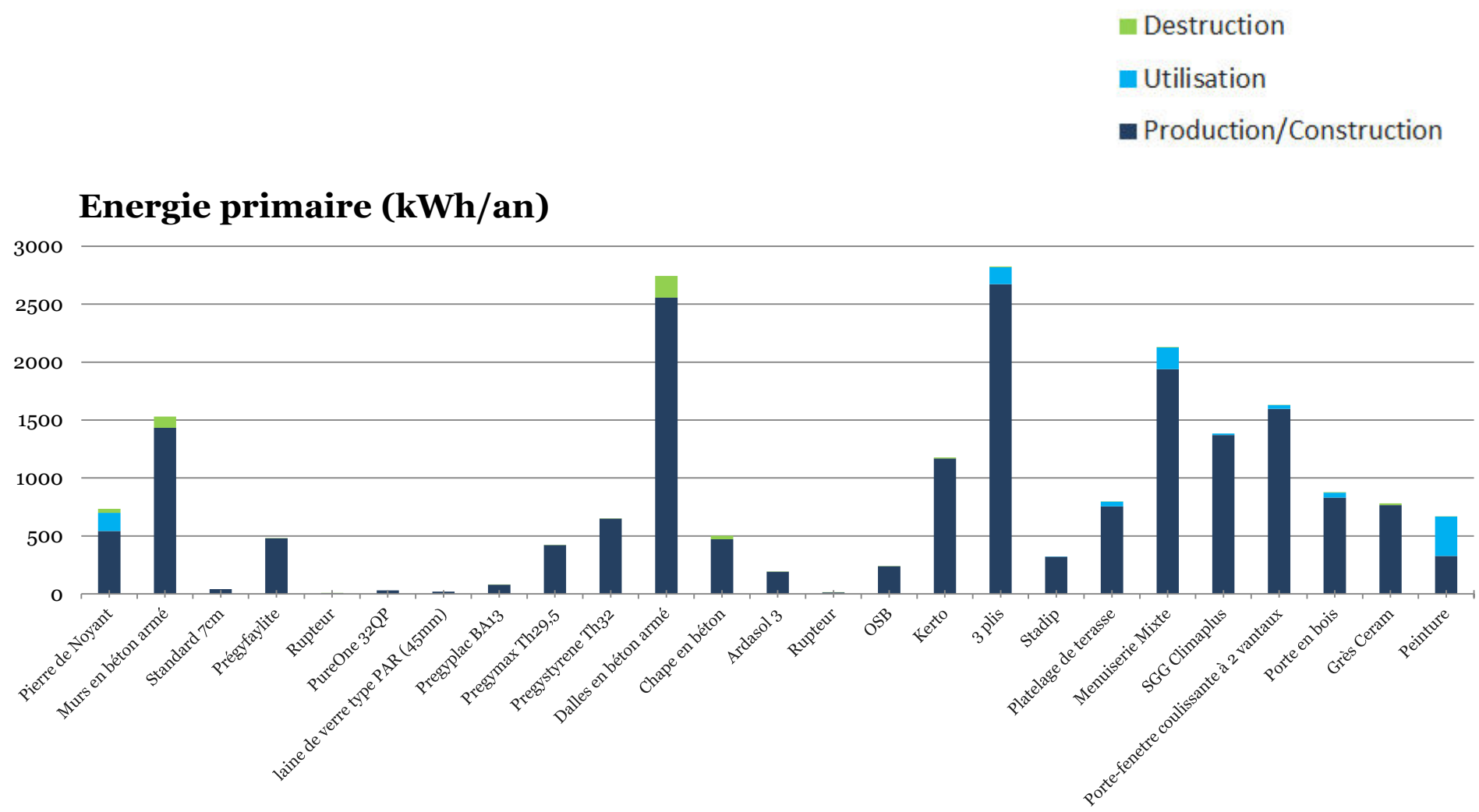

Destruction
Utilisation
Production/Construction
Consommation d'eau (L/an)
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Pierre de Noyant
Murs en béton armé
Standard 7cm
Prégyfaylite
Rupteur
PureOne 32QP
laine de verre type PAR (45mm)
Pregyplac BA13
Pregymax Th29,5
Pregystyrene Th32
Dalles en béton armé
Chape en béton
Ardasol 3
Rupteur
OSB
Kerto
3 plis
Stadip
Platelage de terasse
Menuiserie Mixte
SGG Climaplus
Porte-fenetre coulissante à 2...
Porte en bois
Grès Ceram
Peinture


Destruction
Utilisation
Production/Construction
Consommation d'eau (L/an)
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
Pierre de Noyant
Murs en béton armé
Standard 7cm
Prégyfaylite
Rupteur
PureOne 32QP
laine de verre type PAR (45mm)
Pregyplac BA13
Pregymax Th29,5
Pregystyrene Th32
Dalles en béton armé
Chape en béton
Ardasol 3
Rupteur
OSB
Kerto
3 plis
Stadip
Platelage de terasse
Menuiserie Mixte
SGG Climaplus
Porte-fenetre coulissante à 2...
Porte en bois
Grès Ceram
Peinture

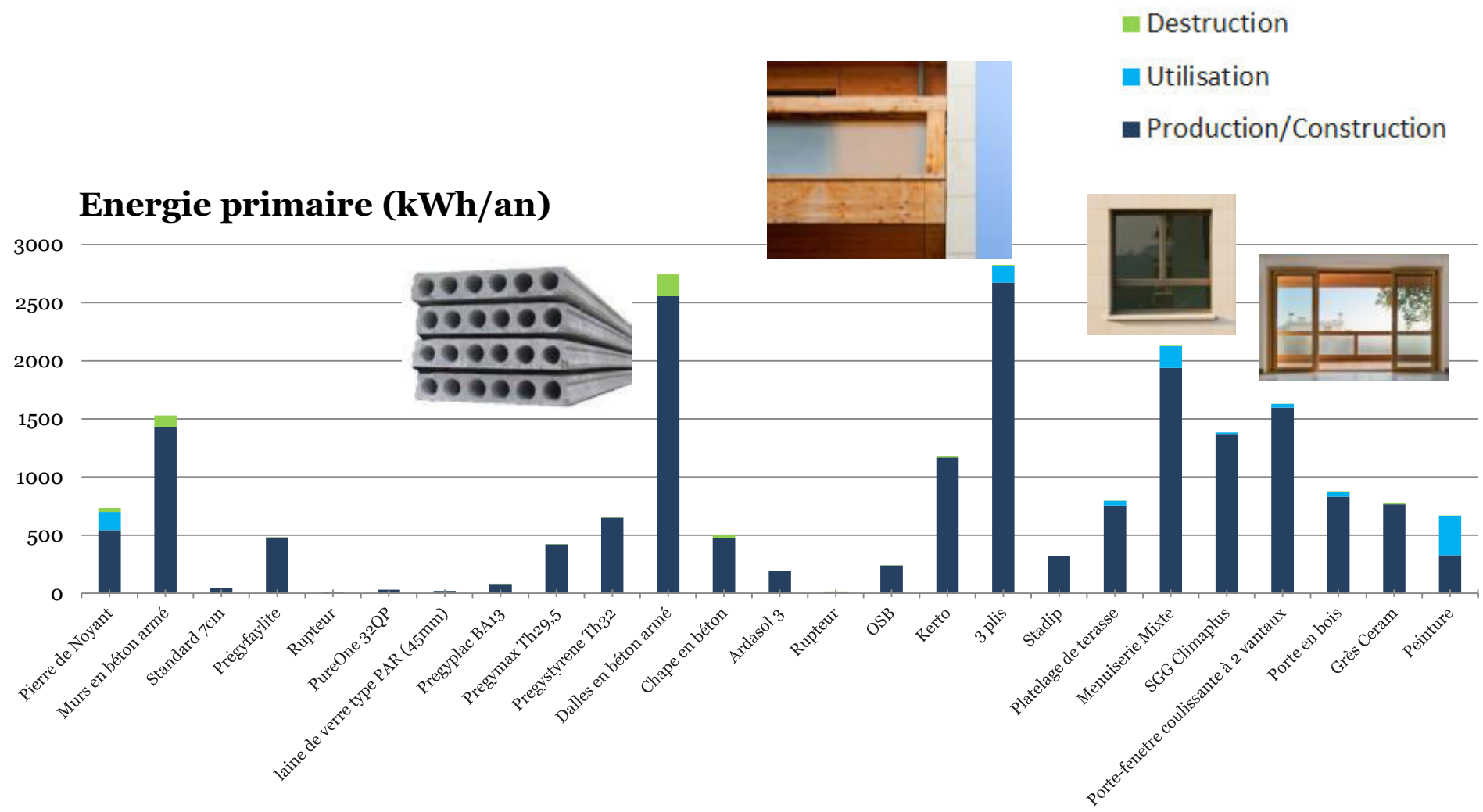

Destruction
Utilisation
Production/Construction
Déchets valorisés (kg/an)
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
Pierre de Noyant
0
Murs en béton armé
Standard 7cm
Prégyfaylite
Rupteur
PureOne 32QP
laine de verre type PAR...
Pregyplac BA13
Pregymax Th29,5
Pregystyrene Th32
0
Dalles en béton armé
Chape en béton
Ardasol 3
Rupteur
0
OSB
Kerto
3 plis
Stadip
Platelage de terasse
0
Menuiserie Mixte
SGG Climaplus
Porte-fenetre coulissante à...
Porte en bois
Grès Ceram
Peinture


Destruction
Utilisation
Production/Construction
Déchets valorisés (kg/an)
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
Pierre de Noyant
0
Murs en béton armé
Standard 7cm
Prégyfaylite
Rupteur
PureOne 32QP
laine de verre type PAR...
Pregyplac BA13
Pregymax Th29,5
Pregystyrene Th32
0
Dalles en béton armé
Chape en béton
Ardasol 3
Rupteur
0
OSB
Kerto
3 plis
Stadip
Platelage de terasse
0
Menuiserie Mixte
SGG Climaplus
Porte-fenetre coulissante à...
Porte en bois
Grès Ceram
Peinture

Des résultats parfois surprenants

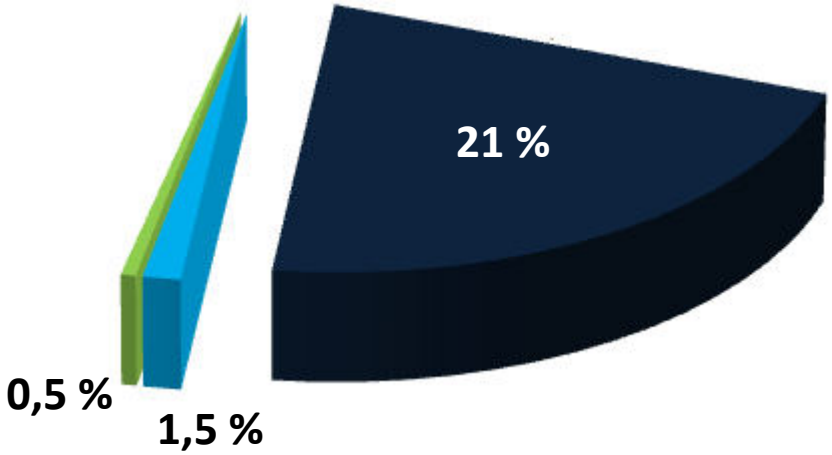


Des résultats parfois surprenants



Energie grise : 22 227 kWh/an

- **Production** 18 928 kWh/an
- **Utilisation** 966 kWh/an
- **Destruction** 399 kWh/an



Des résultats conséquents

Energie grise : 22 227 kWh/an

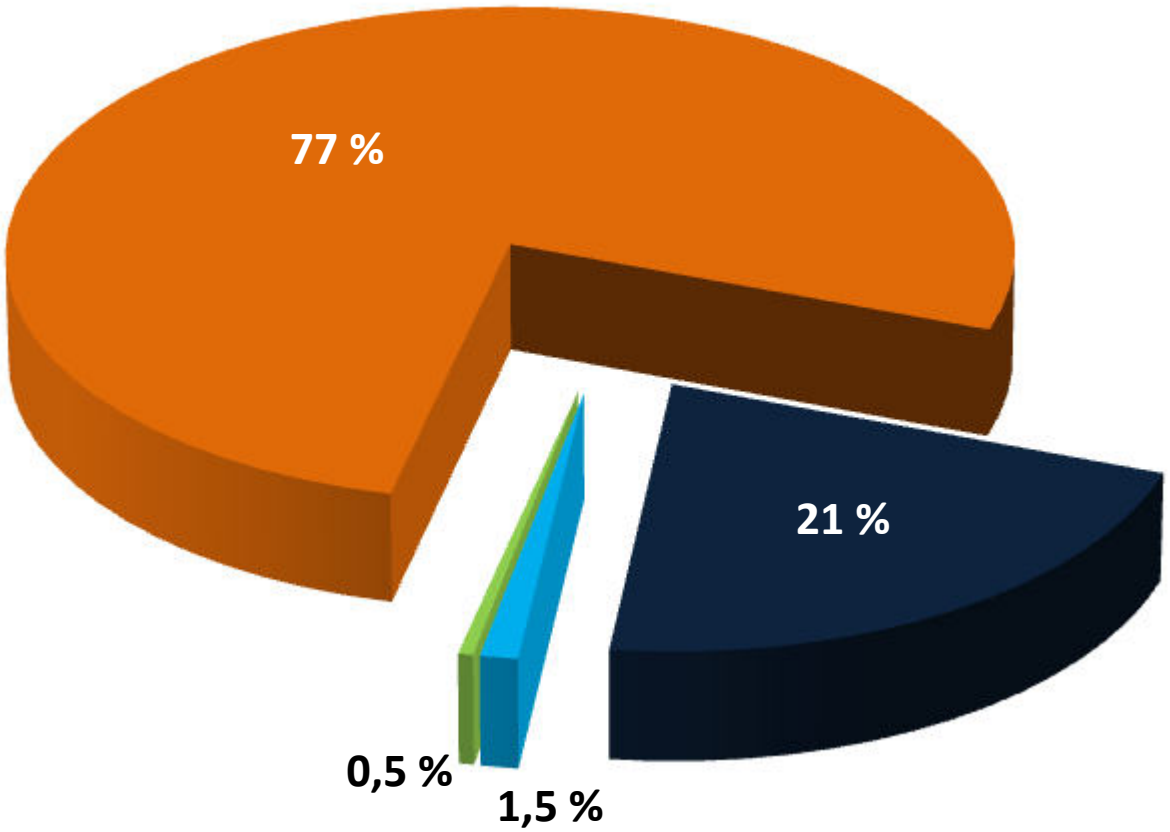
Energie d'usage : 75 205 kWh/an

Production
18 928 kWh/an

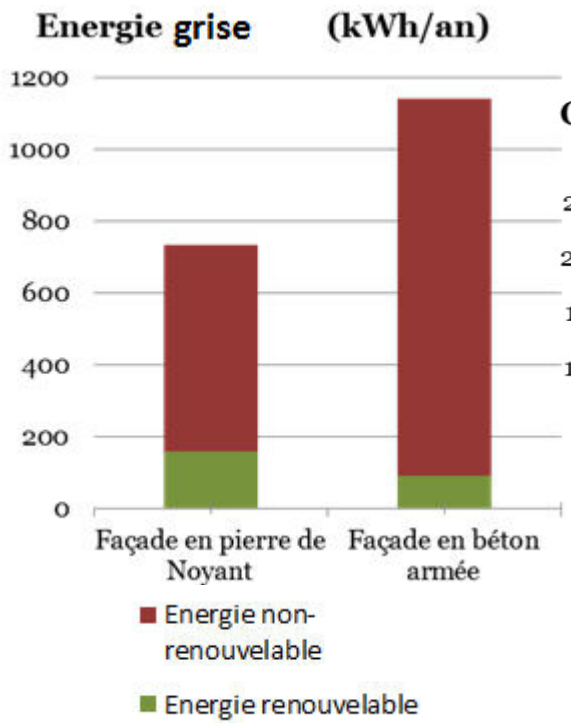
Utilisation
966 kWh/an

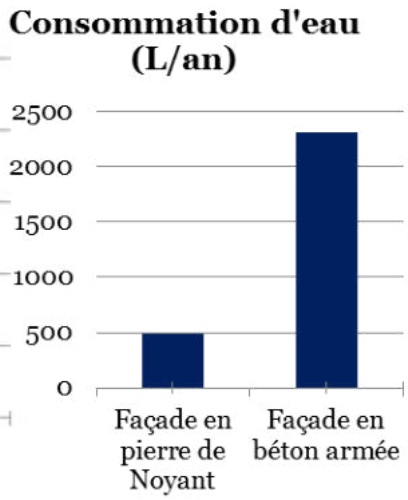
Destruction
399 kWh/an

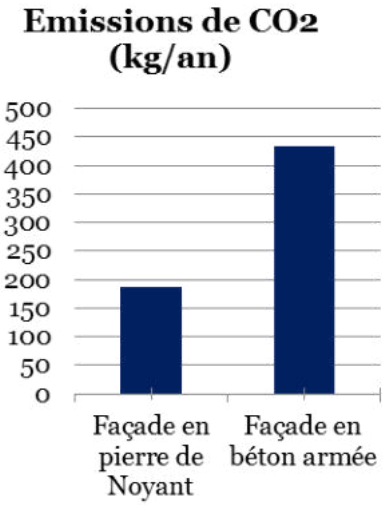
Energie d'usage
75 205 kWh/an

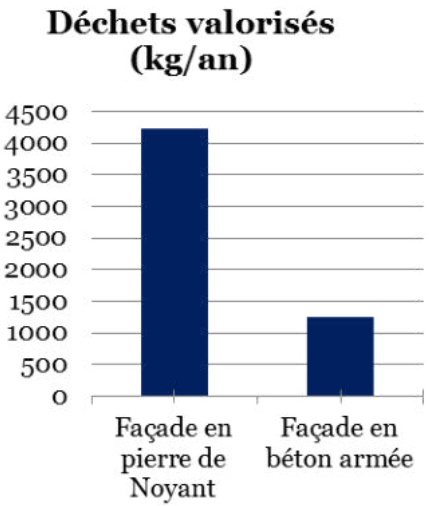


Justifiant le choix de la pierre de taille

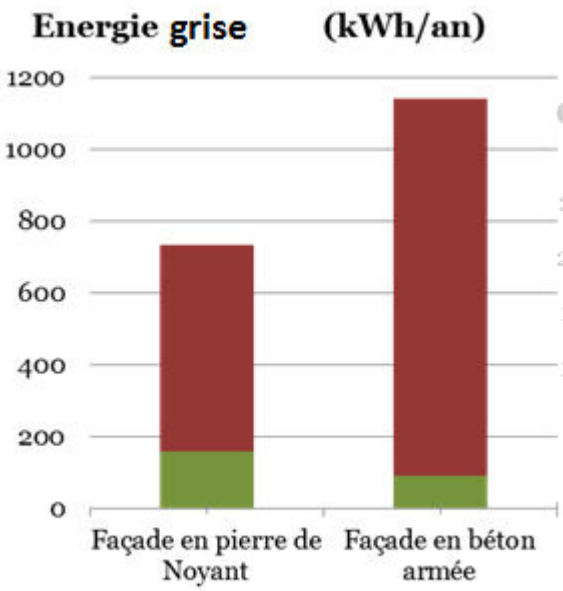


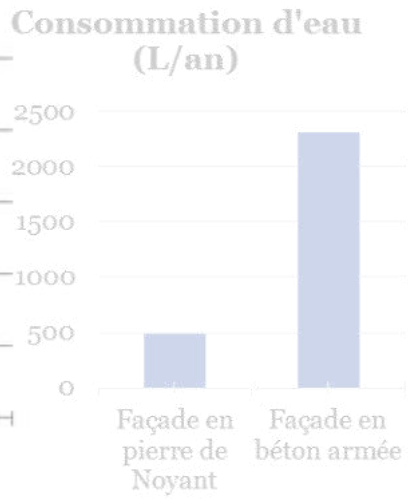


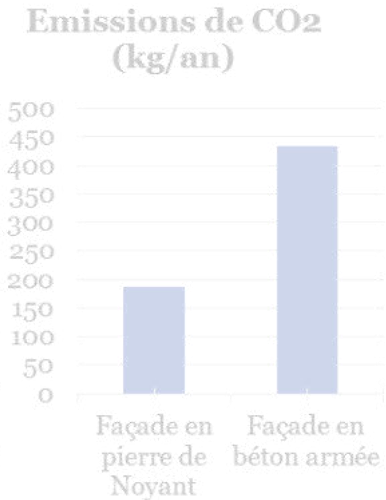


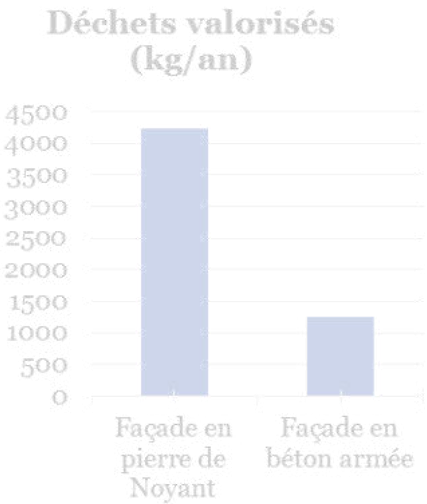


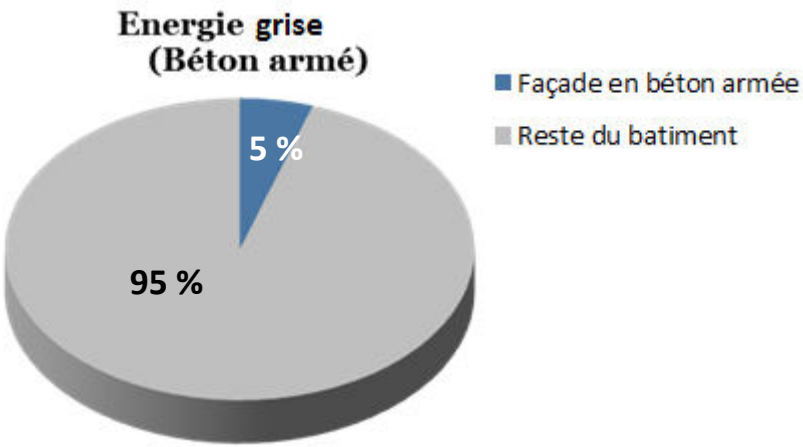
Justifiant le choix de la pierre de taille



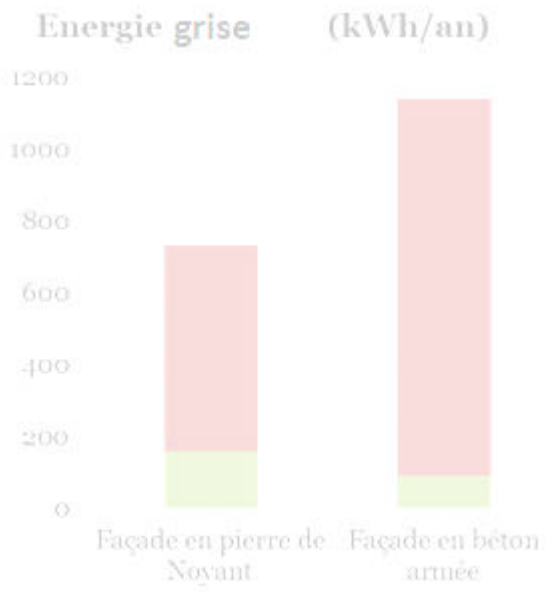


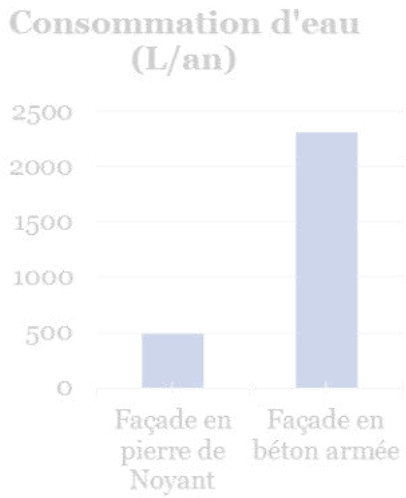


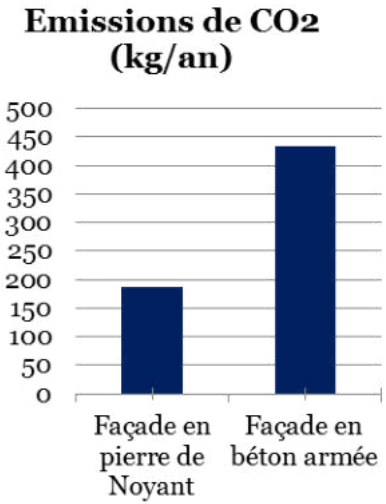


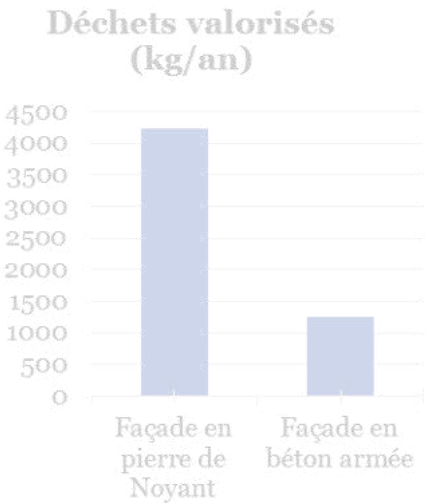


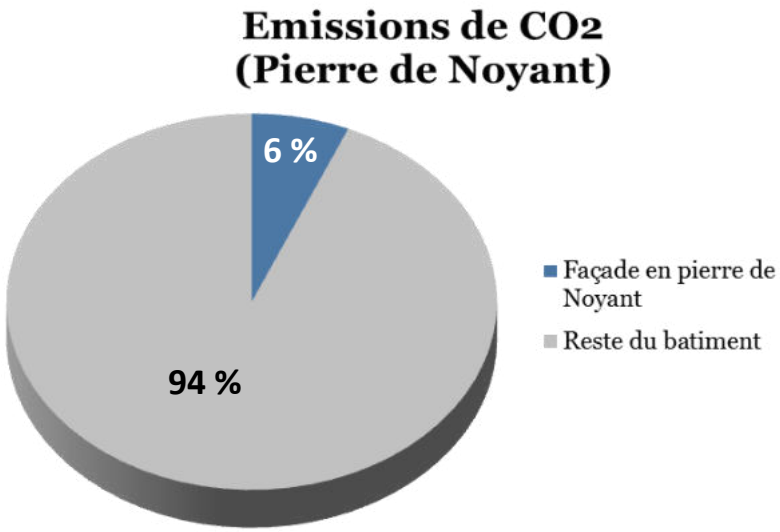
Justifiant le choix de la pierre de taille

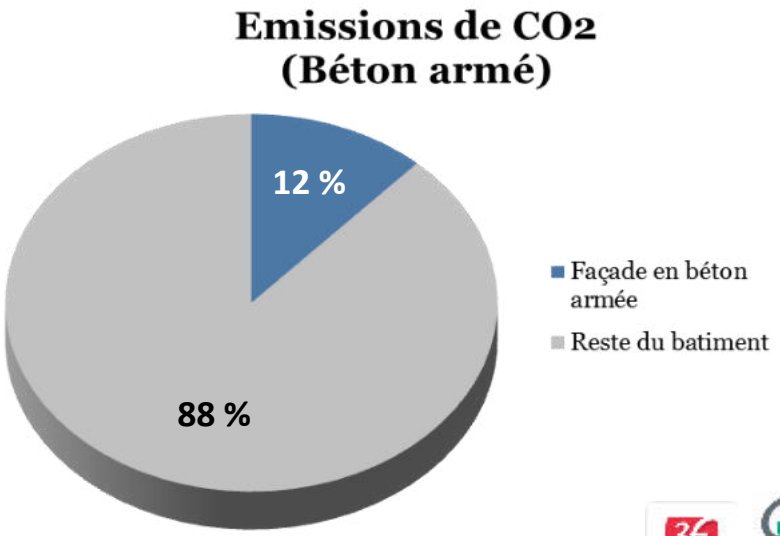












CE QUE NOUS APPORTONS À NOTRE CLIENT

- Une **étude novatrice** qui servira dans les **futurs débats** du BTP.
- Des **résultats** qui vont orienter la **politique de l'entreprise**.
- **Importance** de la prise en compte de l'énergie grise.
- Un **livrable personnalisable** afin de tester d'autres matériaux, d'autres hypothèses.

3F CENTRALE PARIS Abvent

Pierre Bois Habitat

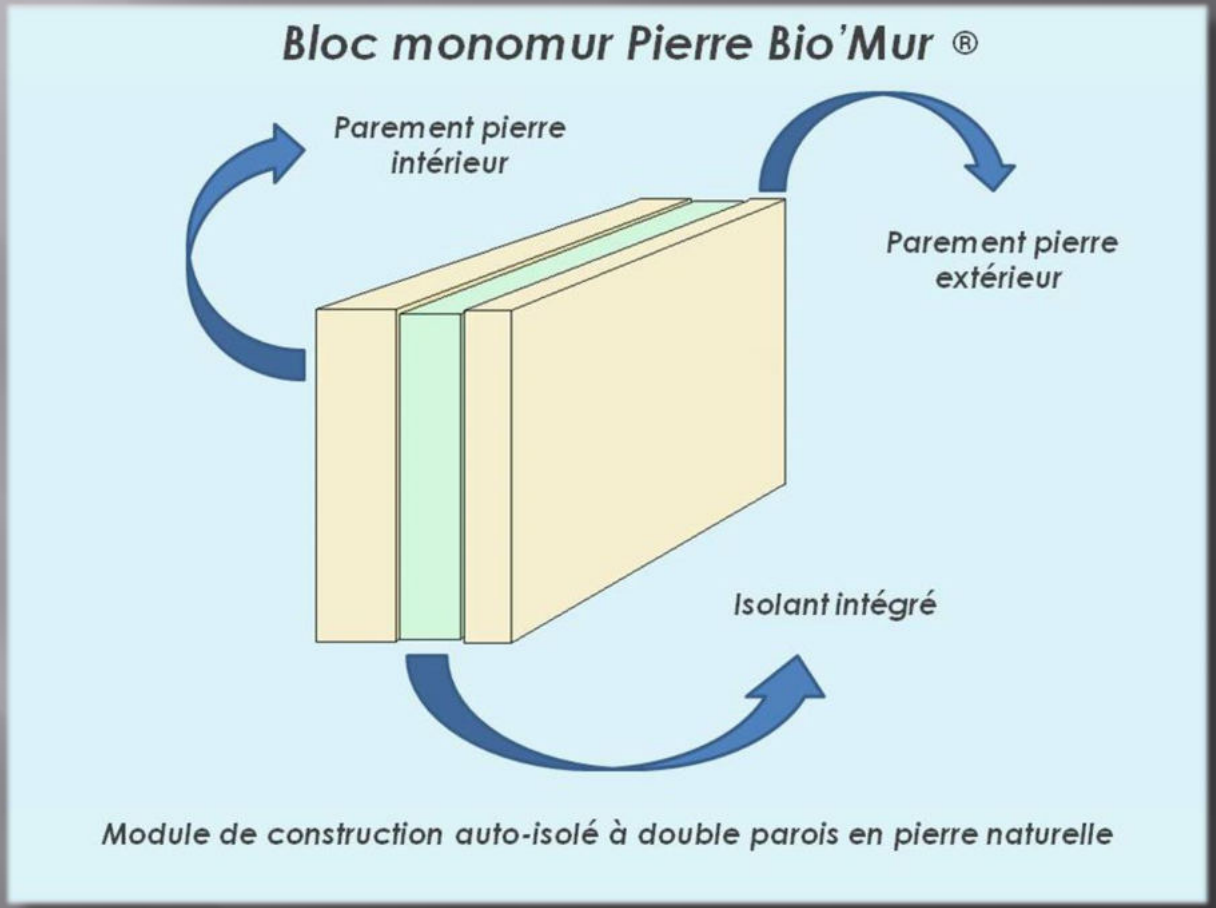
"Vivons vers l'avenir"

Pierre - Bois habitat®

Soucieuse de remettre la pierre naturelle au cœur de la construction, notre société ***Pierre Bois Habitat****, travaille depuis quelques années sur la mise au point d'un modèle constructif basé sur ce matériau ancestral lié à la problématique d'isolation thermique. Ces recherches ont aboutis à un module de type " monomur ", présentant la particularité d'intégrer un isolant entre deux blocs de pierre massive.*

Nous avons nommé ce module ***" Pierre Bio'Mur "****.*

En voici une rapide présentation…



Objet du brevet déposé :

Intégration directe d'un isolant thermique ventilé par rainurage, solidaire d'un double parement en pierre naturelle massive.

Descriptif :

Il s'agit de 3 éléments :

- Bloc 15 cm d'épaisseur (intérieur)
- Isolant ± 15 cm selon zone
- Bloc ± 10 cm d'épaisseur (extérieur)

Assemblage assuré par injection d'une mousse expansive végétale de type polyuréthane.

Epaisseur totale du monomur : 40 cm dans sa version Pierre Naturelle.

L'épaisseur de l'isolant varie selon plusieurs critères : caractéristiques des matériaux porteurs, zone géographique et efficacité thermique souhaitée.

Dimensions « longueur x hauteur » de 1,00 ml à 2ml et de 0,50 ml à 1,00 ml

Résultats :

Un module au R = 6.90, répondant aux réglementations thermiques “ BBC ” et “ Maison Passive ”.

Les modules sont fabriqués en atelier suivant un calepinage préétabli, et sont posés sur mortier colle par manutention en levage mécanique. Le gain de temps ainsi obtenu pendant les transferts et la mise en œuvre permet une réalisation courte (estimation pour une maison individuelle de 139 m² = 4 mois à partir des fondations).

Ce principe constructif s’inscrit dans une démarche de développement durable : chantier propre, consommation d’eau réduite, utilisation des carrières et de l’artisanat local, variation du type de pierre selon la région, maximisation de l’emploi de bois PEFC…

Pierre - Bois
habitat®

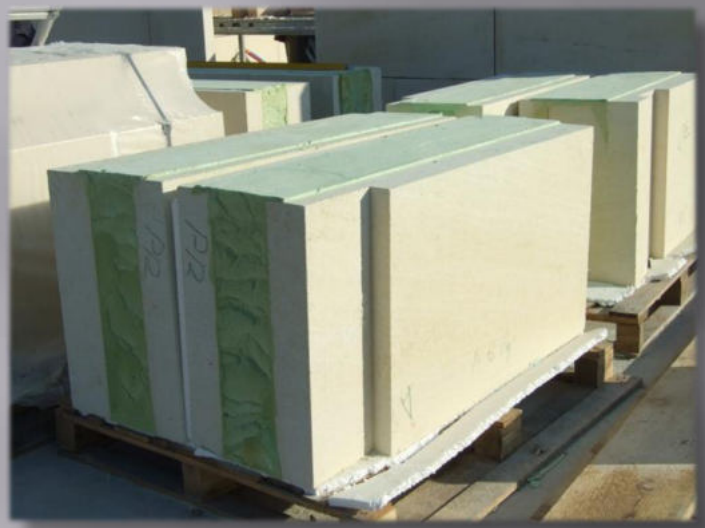
[redacted]

Notre construction expérimentale

Pierre - Bois habitat®

Pierre - Bois habitat®

Pierre - Bois habitat®



Pierre - Bois habitat®

Pierre - Bois habitat®

Pierre - Bois habitat®

Pierre - Bois habitat®

Pierre - Bois habitat®

Pierre - Bois habitat®