

RT 2012 « GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT »

- LES PRINCIPAUX OBJECTIFS
- LES CRITERES IMPORTANTS
- LES BASES DES CALCULS

Jacques DALIPHARD
03/2011



RT 2012 « GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT »

- I - Les principaux **objectifs**,
- II - Les **critères** importants,
- III - Les différents **systemes d'isolation**,
- IV - Les nouveaux critères : la **perméabilité à l'air**, le **confort d'été**, la répartition d'énergie,
- V - Le **bilan bioclimatique Bbio**,
- VI - Les solutions **d'équipements performants**,
- VII - Le bilan des **consommations d'énergie Cep**,
- VIII - Les premières **conclusions**.

I - LES PRINCIPAUX OBJECTIFS DE LA RT 2012

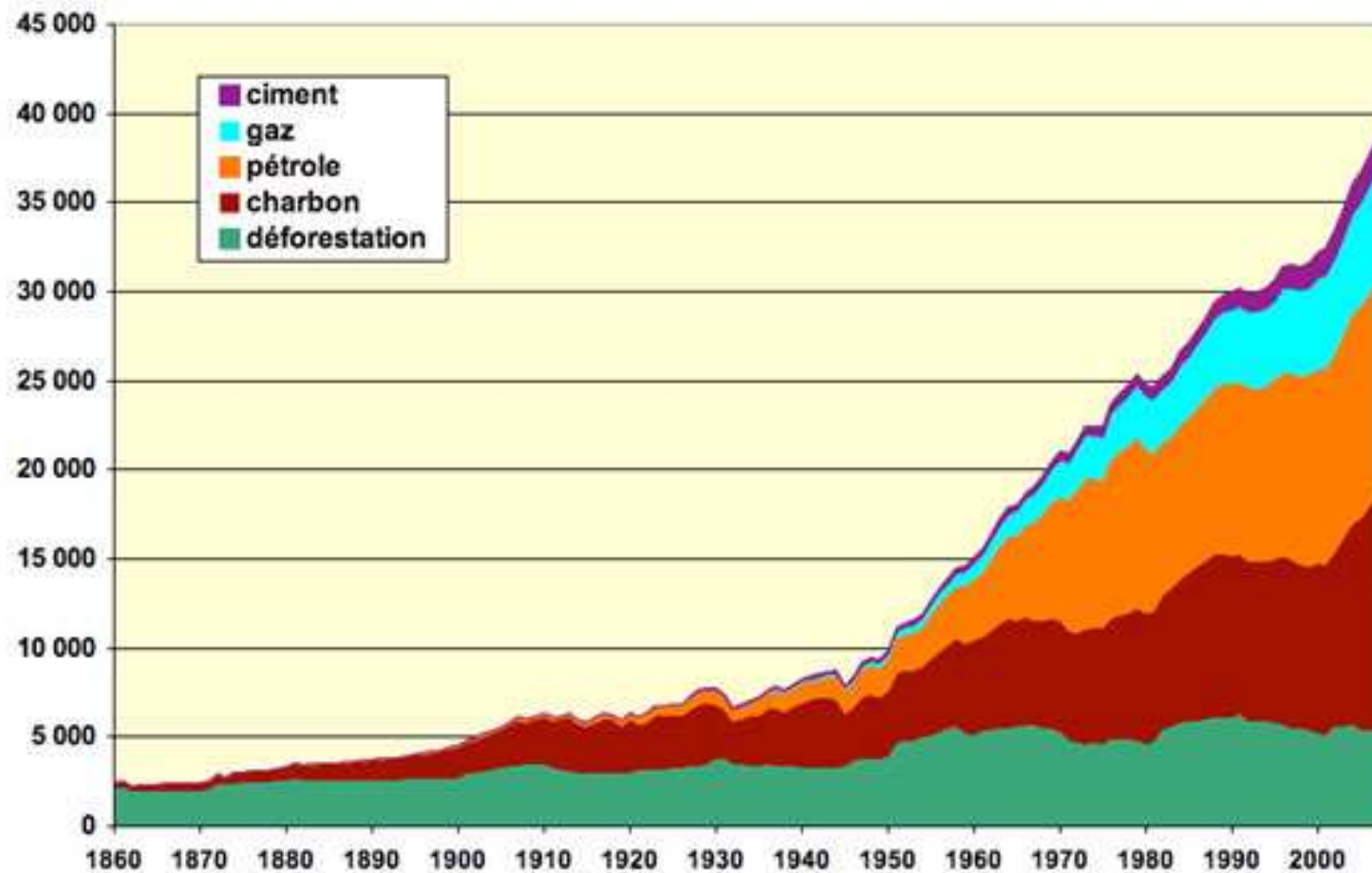
- 1 - Les principales **étapes**,
- 2 - La réduction de **l'impact carbone**,
- 3 - Les **définitions** et les **principes de calculs**,
- 4 - Les **enjeux**,
- 5 - Une réglementation **performantielle**.

I1 - LES PRINCIPALES ETAPES DE LA RT 2012 :

- Généralisation des **bâtiments à basse consommation BBC**, à l'horizon **2012** ; et promotion des **bâtiments à énergie positive BEPOS**, à l'horizon **2020** ; (article 4 de la loi Grenelle 1 du 03 août 2009).
- Division par trois des **consommations énergétique des bâtiments neufs** d'ici **2012**, moyenne de **150 à 50 kWh_{EP}/m².an** ; les **RT 1982** (Besoins), **RT 1988** (Consommations), **RT 2000 et 2005** (consommations 5 usages) avaient réalisé une marche de **15 à 20%** tous les cinq à douze ans.
- **Publication** du **1^{er} décret n° 2010-1269** et du **1^{er} arrêté** de la **RT 2012** le **27 octobre 2010**, pour une application à partir du **28/10/2011**, aux **dépôts de Permis de Construire** pour les bâtiments de **bureaux ou d'enseignement**, les **établissement d'accueil de la petite enfance**, et les bâtiments d'**habitation** construits en zones **ANRU** ; et à partir du **1^{er} janvier 2013** aux autres secteurs **résidentiels**.

12 - LA REDUCTION de l'IMPACT CARBONE de la CONSTRUCTION

Source Jean Marc JANCOVICI



I2 - LA REDUCTION de L'IMPACT CARBONE D'UN BATIMENT :

- A l'échelle **mondiale**, la **fabrication du ciment** représente **5%** des **émissions** mondiales de gaz à effet de serre [**GES**].
Ces émissions montrent qu'**un chantier a un impact important sur le réchauffement climatique**, une réflexion spécifique doit être menée, en amont, sur chaque projet.
- En **France**, les **consommations énergétiques des bâtiments** représentent **15 à 20%** des émissions **nationales** de gaz à effet de serre [**GES**].
- **L'impact carbone d'un bâtiment** comporte deux parts d'émissions :
 - pendant **la construction**, avec les émissions induites par le **chantier** ;
 - durant **l'utilisation future de ce bâtiment** : **ses consommations énergétiques**, les **déplacements des résidents** etc.
- Il est impératif de **réduire ces impacts carbone**, avec des bâtiments **très bien isolés**, peu déperditifs et équipés de **systèmes très performants**.

I3 - Les DEFINITIONS, les PRINCIPES de CALCULS :

- La méthode de calculs est au **pas de temps horaire** sur une **année** , c'est une méthode de **Simulation Thermique Dynamique STD** ;
- L'**utilisateur** saisit les données d'**entrées**, **opposables** lors de la **réception du bâtiment** :
les **paramètres du bâtiment**, comme les **menuiseries**, les **parois opaques**, l'**orientation** etc.
les **équipements**, comme les systèmes de **chauffage**, de **refroidissement**, de production d'**ECS**, de **ventilation**, d'**éclairage** et de **production d'énergie** ;
- Les **fichiers météorologiques** (**température de l'air**, **vitesse du vent**, **rayonnement direct normal** etc.) ont été revus par **Météo France** pour les **8 zones climatiques**.
Des années météorologiques types, au **pas de temps horaire**, ont été reconstituées sur la base des mesures des 15 à 20 dernières années.

13 - Les DEFINITIONS, les PRINCIPES de CALCULS :

- Les **scénarios conventionnels**, qui traduisent le **comportement moyen** des français, ont été **entièrement redéfinis**, ils ont été élaborés en se basant sur des études statistiques par secteur d'activité. Ils ont été décrits sur **une base horaire pour une semaine type** et des **semaines de vacances**.
- **L'affichage des éléments de sortie** prévoit un **récapitulatif standardisé de l'étude thermique** en 5 chapitres :
 - les données **administratives** du bâtiment ;
 - les exigences de **résultats conventionnels** (**Bbio**, **Cep** et **Tic**) et de **moyens** ;
 - des **indicateurs pédagogiques** pour une meilleure compréhension ;
 - le **détail des entrées et des sorties du calcul réglementaire** ;
 - les **sensibilités aux prestations techniques** et à la modification des scénarios de comportement.

I4 - LES ENJEUX DE LA RT 2012 :

- Une **consommation d'énergie** limitée à **50 kWh_{EP}/m².an** en moyenne, en énergie primaire pour tenir compte des consommations énergétiques de l'ensemble du **processus de production, de transfert et de distribution** de chaque type d'énergie.
- Une réduction des consommations d'énergie et des **émissions** de **CO₂** [**GES**];
- Une évolution technologique et industrielle significative, dans la **conception et l'isolation des bâtiments** et pour chacune des filières énergétique, par le coefficient **Bbiomax** (Besoins énergétiques d'un confort bioclimatique) ;
- Un **bouquet énergétique équilibré**, faiblement émetteur de **GES**, qui contribue à **l'indépendance énergétique nationale** .

15 - Une REGLEMENTATION PERFORMANTIELLE :

- C'est une **réglementation d'objectifs**, qui se veut plus simple, plus lisible, et qui laisse « une grande **liberté dans la conception** » !
- Elle comporte **trois exigences de résultats** relatifs à une performance globale, pour les **Besoins climatiques Bbio**, la **Consommation d'énergie Cep** et le **Confort d'Été Tic** (température intérieure conventionnelle) ;
- Elle conserve quelques **exigences de moyens**, pour les **équipements d'énergie renouvelable**, **l'affichage des consommations** ou bien la **perméabilité à l'air de l'enveloppe des logements** etc.
- Les **exigences** sont **exprimées en valeur absolue** avec l'abandon de garde-fous multiples ; deux **garde fou pour les ponts thermiques** sont conservés.
- Il est prévu un **renforcement de l'application de la RT 2012** et du **contrôle**.

II - DES CRITERES IMPORTANTS DE LA RT 2012 :

- 1 - Un travail sur la **compacité** des bâtiments,
- 2 - Les **déperditions** par les parois,
- 3 - Les deux **catégories** des locaux **CE1** et **CE2**.

III1 - un TRAVAIL sur la COMPACITE des BATIMENTS

- Ce sont les contraintes thermiques et de consommations d'énergie pour le **chauffage et l'ECS** avec la **réduction de gaz à effet de serre** qui vont limiter les décrochements des bâtiments.

- Il faut concevoir des **bâtiments compacts**, avec un **Coefficient de Forme CF** qui peut-être défini ainsi :

CF = P / √S, expression où **P** est le **périmètre** de chaque étage et **√S** concerne la racine carrée de la Surface Hors Œuvre nette [**SHOn**] du même étage, soit une expression : **CF = 2(l + L) / √(l x L)**.

- Pour une **tour carrée** de coté a, **CF = 4a/√(axa) = 4a/a = 4** ;
 - Pour un **bâtiment en L** (2a-3a/a) le coefficient de forme devient **CF # 5** ;
 - Pour un **bâtiment découpé** **CF # 6** ;
 - et pour un **bâtiment avec un patio intérieur** **CF** atteint **7**.
- Les valeurs optimales de **CF** sont situées **entre 4 et 5**.

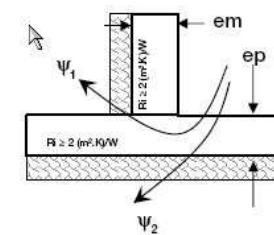
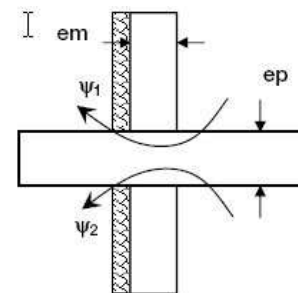
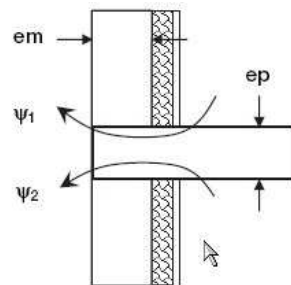
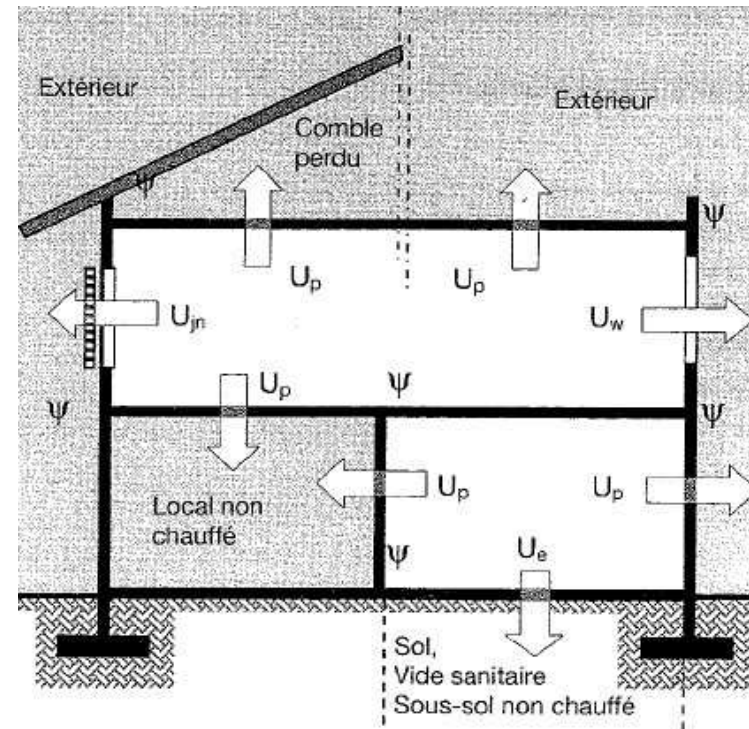
II2 - Les DEPERDITIONS par les PAROIS :

Les déperditions SURFACIQUES (W/K)

- Déperditions par les murs
- Par les menuiseries extérieures
- Le plancher bas, le plafond, ...
- Coefficients U en $W/(m^2.K)$

▪ Les déperditions LINEIQUES (W/K)

- Déperditions par TOUS les ponts thermiques ψ en $W/(m.K)$



II-3 Un rappel sur les catégories CE1 et CE2

Le classement en CE1 ou CE2 dépend :

- du type d'usage de la zone,
- de la classe d'exposition au bruit (BR1 à BR3 selon la distance à l'infrastructure de transport),
- de la zone climatique (la France est découpée en 8 zones climatiques),
- de l'altitude à l'intérieur de chaque zone.



Exemple : un immeuble de **bureaux** sera en classement **CE2** si une des conditions suivantes est remplie:

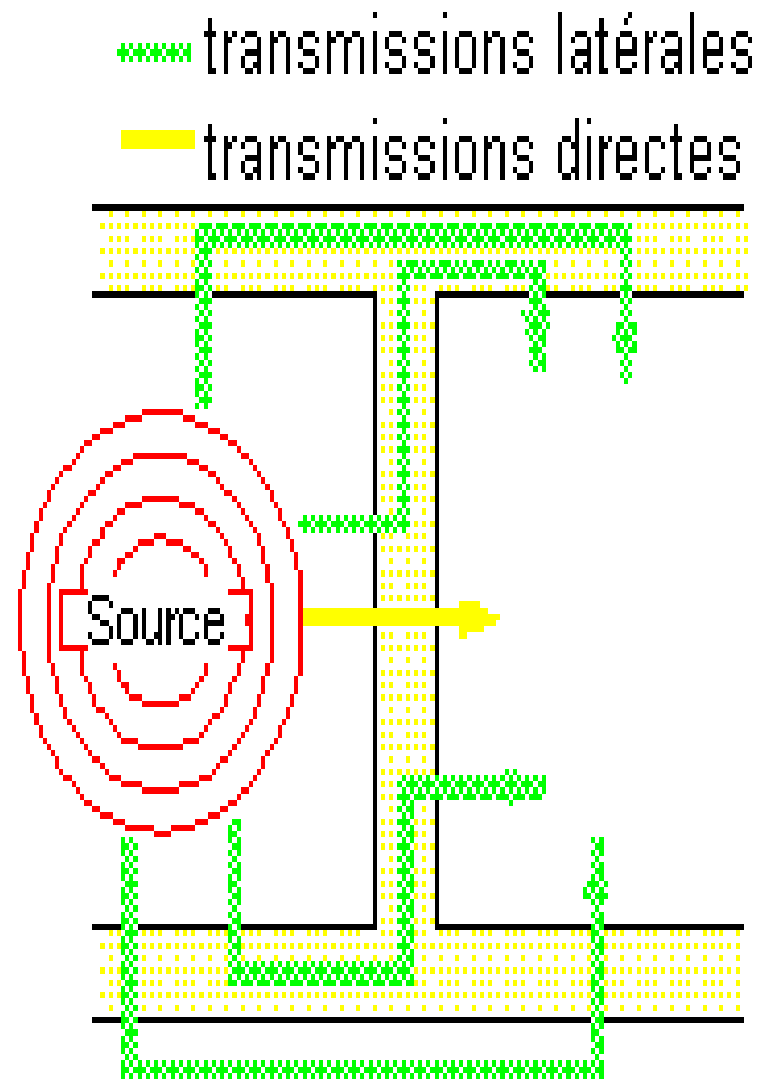
- Baies exposées au bruit **BR2** ou **BR3** ou baies non ouvrantes en application d'autres réglementations ;
- Bâtiment situé en zone climatique **H1c** ou **H2c** à moins de **400 m** d'altitude ;
- Bâtiment situé en zone climatique **H2d** ou **H3** à moins de **800 m** d'altitude.

III - LES SYSTEMES D'ISOLATION THERMIQUE :

- 1 - Les **transmissions latérales en isolation acoustique**,
- 2 - L'isolation thermique par l'**extérieur ITE**:
 - a - des **photos** de chantier,
 - b - la **masse combustible** (incendie),
 - c - implantation des **menuiseries**,
- 3 - L'isolation thermique **répartie ITR** :
- 4 - L'isolation thermique par l'**intérieur ITI**:
le **traitement des ponts thermique** :
 - a - pour une **façade porteuse** en béton ou maçonnerie,
 - b - pour une **façade non porteuse** maçonnerie

III1 - LES TRANSMISSIONS LATÉRALES EN ISOLATION ACOUSTIQUE :

- La **coupe** peut-être **horizontale ou verticale**,
- La **transmission directe** par la **paroi séparative**,
- Par **jonction** il existe **trois transmissions latérales**,
- Si la paroi inférieure est une **façade**, une **isolation intérieure ITI** par un **doublage Therm + Acous**, réduit les **trois chemins** de **transmissions latérales**.



III2a - L'ISOLATION PAR L'EXTERIEUR ou ITE : PHOTOS DE CHANTIERS



III2b - L'ISOLATION PAR L'EXTERIEUR : MASSE COMBUSTIBLE (INCENDIE)

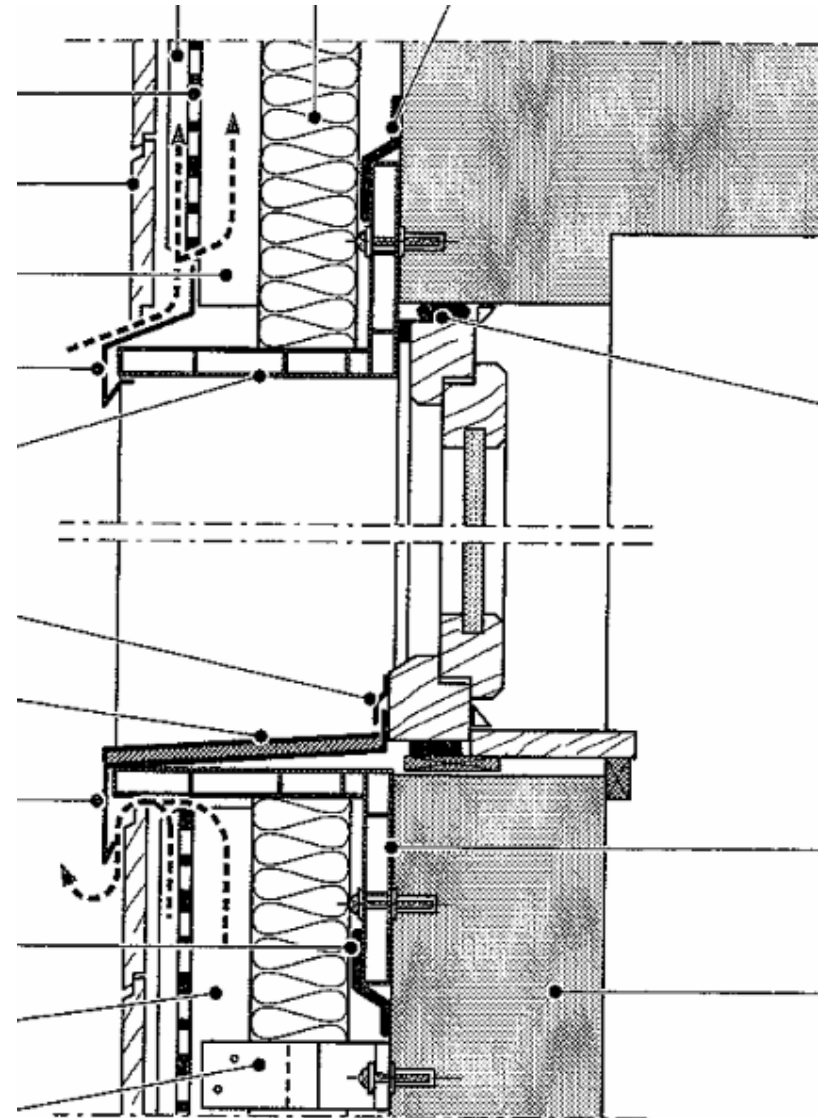
- L'Isolation Thermique par l'Extérieur [ITE] est une réponse **chère** qui **ne réduit pas tous les ponts thermiques**, comme en **plancher bas**, en **balcon**, en **acrotère** ou pour un **garde corps de terrasse**, sauf à mettre en œuvre des **rupteurs de pont thermique**.
- En **3ème famille A ou B** de **sécurité incendie**, suivant l'arrêté du 31 janvier 1986, la règle du **C + D** tient compte de la **masse combustible mobilisable** ; la **suppression des linteaux en béton**, pour y loger un coffre de volet roulant, est un facteur aggravant .
- En **ITE**, le polystyrène expansé **PSE** est **combustible**, il faut lui préférer une isolation en **laine de roche** qui ne l'est pas. Un **bardage** incombustible comporte des **chevrons** et des **liteaux** constituant une **masse combustible**.

III2c - ITE : IMPLANTATIONS MENUISERIES

- Les **menuiseries extérieures**, situées au **nu extérieur** dans le plan de l'isolation, seraient optimales pour des **façades plates sans décrochements**, mais se pose le problème de la mise en œuvre des châssis menuisés en présence d'un **échafaudage de pied**, souvent imposé en **ITE**.
- Des **châssis menuisés** situés au **nu intérieur** nécessitent un retour d'isolation avec un habillage des tableaux ou des linteaux, ce qui est **irréaliste en seuil ou en allège**, par un enduit sur l'isolant ou par tout système de bardage ou de vêtiture !
- Une **implantation en tunnel au nu extérieur** permet une mise en œuvre depuis l'intérieur, à condition d'**éviter** la mise en place de **précadres métalliques**, assez chers, qui réalisent un pont thermique (ailettes déperditives).

III2c : IMPLANTATION MENUISERIES EXTERIEURES

- En **TUNNEL au nu EXTERIEUR** :
Cette pose est adaptée en **isolation ITE**, avec un **pont thermique réduit**, mais elle est limitée pour la performance en **isolation acoustique de façade**.
- Attention aux **jonctions en seuil, linteau et allège** ainsi que pour la mise en œuvre depuis l'intérieur.



III3 - L'ISOLATION THERMIQUE REPARTIE : ITR

- **L'Isolation Thermique Répartie [ITR]**, avec des façades réalisées par des éléments en **Béton Cellulaire [BC]** souvent appelés « **THERMOPIERRE** » ou en **Terre Cuite Isolante [TCI]** dites « **MONOMUR** », de **30 à 37 cm** d'épaisseur sans doublage thermique rapporté, devrait se développer en **habitat individuel** et en **bâtiment résidentiel** ou **tertiaire (R+2 à R+3)**.
- Les murs de façade, réalisés en « **MONOMUR** ou **THERMOPIERRE** », nécessitent une **arase inférieure plane contrôlée au laser**, car les joints minces horizontaux effectués entre deux rangées de blocs ne permettent aucun rattrapage de faux aplombs par des épaisseurs variables des joints ; il faut des **maçons formés et aguerris au montage** de ces types de murs.
- Ces murs de façade doivent être montés dans le **cycle du gros œuvre**, afin d'y encastrier les planchers et les refends. **L'épaisseur totale du mur** atteint **40 cm**, soit une **perte de surface habitable** d'environ **12 cm** par rapport à un mur en **béton** de **16 cm** en **ITI**, isolé par un doublage en **PSEE élastifié**, de marquage « **Ultra ThA 30** » en épaisseur **13 + 100**.

III3 - L'ISOLATION THERMIQUE REPARTIE : ITR

- Les **menuiseries extérieures** doivent être situées **en ébrasement** du mur extérieur, et peut-être placées dans une **feuillure intérieure** du mur de façade, ce qui limite leurs tolérances de mise en œuvre et nécessite une **attention** particulière à la **conception** et à la **réalisation du joint** d'étanchéité entre la menuiserie et le mur de façade, afin de respecter une **perméabilité à l'air de référence** pour l'enveloppe de chaque bâtiment.
- L'**ITR** semble optimale pour des **façades plates sans décrochements**.
- Attention aux **mitoyennetés** entre deux logements ainsi que entre un logement et un parking ou un local d'activité, les **transmissions latérales** par le mur de façade risquent de dégrader ces isolements élevés.
- La **structure lourde** est généralement plus épaisse de **2 cm** !
- Les **façades**, montées en éléments de type « MONOMUR ou THERMOPIERRE », ne pourront pas satisfaire un **isolement acoustique vis-à-vis de l'extérieur > 35 dB**.

III4 - L'ISOLATION THERMIQUE par L'INTERIEUR : ITI

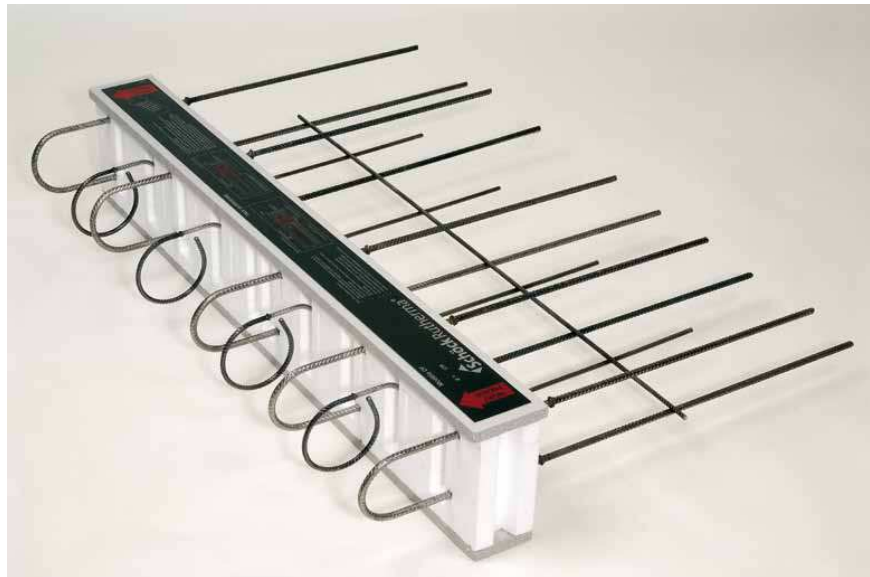
- **l'Isolation Thermique par l'Intérieur [ITI]**, qui représente plus de **85%** des bâtiments, nécessite la mise en place de **Rupteurs de Ponts Thermiques** afin de traiter la plupart des ponts thermiques **horizontaux** et des **réducteurs thermiques** pour les ponts thermiques **verticaux**.
- Les **menuiseries extérieures** sont situées en **applique intérieure** dans le plan de l'isolation thermique, optimum pour des **ouvrants à la française**.
- En **plancher bas sur un local non chauffé**, il est possible de réduire le pont thermique par une **chape flottante** sur une **sous-couche isolante épaisse** et un **résilient acoustique** de type Assour Chape Plus, (norme **NF P 61.203** et recherche des **SNPA, CSTB, SCAM et ADEME**) ; ces isolations sont **relevées en rive de chape**, en **6 à 8 cm** afin de venir en jonction avec l'isolation des murs de façade ou de pignon.
- Les **rupteurs de ponts thermiques** sont performants, leurs prix ont bien baissés, et ils peuvent accepter une **animation des façades** avec des **décrochements verticaux ou horizontaux** maîtrisés. Ces systèmes doivent bénéficier d'un **Avis Technique**.

III4 - L'ISOLATION THERMIQUE par L'INTERIEUR : ITI

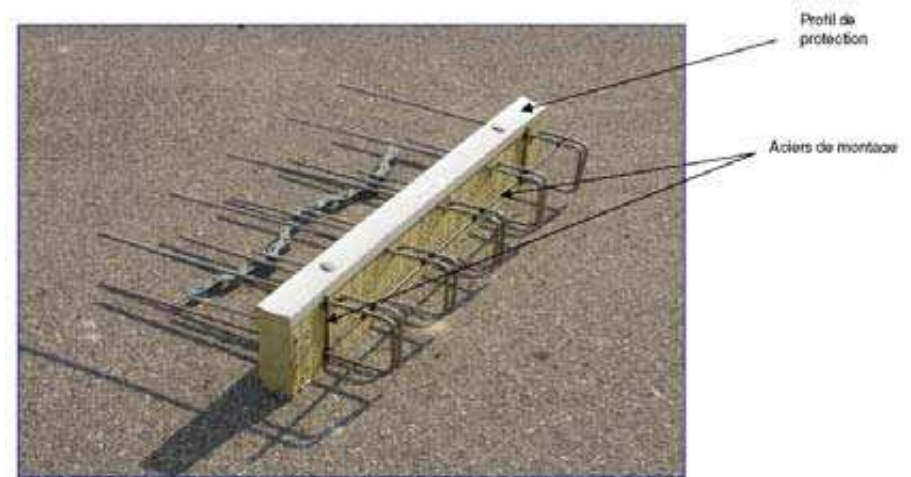
- Des **bétons légers structuraux, BLS**, ou bétons légers isolants avec des billes expansées d'argile ou de schiste, sont en cours de mise au point chez Lafarge Béton, pour une mise en œuvre en **voile de façade et de pignon**.
- Avec une densité comprise entre **1 400 à 1 500 kg/m³**, la conductivité thermique du premier de ces bétons, le **THERMEDIA 0.6B** est voisine de **0.54 W/(m².K)**. La valeur du **pont thermique** en jonction avec un refend ou une dalle en béton de **20 cm** est réduite à **$\psi \# 0.60 \text{ W/(m.K)}$** au lieu de **0.99 W/(m.K)** avec un béton standard de conductivité **$\lambda \# 1.65 \text{ W/m}^2.\text{K}$** , soit une réduction de près de **40%** de la valeur du pont thermique.
- L'**ITI**, avec des **rupteurs de pont thermique**, est la solution **la moins onéreuse** tout en étant aussi pertinente, elle est facile de mise en œuvre et ne perturbe pas les systèmes constructifs des entreprises. Il reste à régler son aptitude à son utilisation en **zone sismique française**, cette démarche est en cours de validation par le **CSTB**.

III4a - ITI : Les TRAITEMENTS des PONTS THERMIQUES en FACADE PORTEUSE de BETON :

- Le rupteur SCHÖCK RUTHERMA :



- Le rupteur PLAKABETON RUTEC :



III4b - ITI : Les TRAITEMENTS des PONTS THERMIQUES en FACADE NON PORTEUSE MACONNEE

Le coulage du plancher en vue de dessus, le bloc linteau, situé à gauche au-dessus du mur de façade n'est pas encore rempli ; la patte en acier inoxydable traverse un joint vertical ;



III4b - ITI : Les TRAITEMENTS des PONTS THERMIQUES en FACADE NON PORTEUSE MACONNEE

Les jonctions à l'angle entre la façade maçonnée et la structure en béton :
refend et plancher haut



IV - LES NOUVEAUX CRITERES de la RT 2012 PERMEABILITE A L'AIR, CONFORT D'ÉTÉ etc. :

- 1 - La réduction de la perméabilité à l'air de l'enveloppe,**
- 2 - Les mesures de la perméabilité à l'air de l'enveloppe,**
- 3 - Les améliorations de la perméabilité de l'enveloppe,**
- 4 - La perméabilité à l'air des réseaux de VMC ou CLIM,**
- 5 - La réduction de l'inconfort d'été,**
- 6 - Des informations sur la consommation d'énergie**

IV1 - LA REDUCTION de la PERMEABILITE à L'AIR de L'ENVELOPPE des BATIMENTS :

- **Cinq enjeux principaux :**
- La **conservation du bâti** par la limitation des infiltrations d'air parasites ;
- Le **confort thermique** toute saison par une ventilation rendue efficace ;
- La **baisse de la consommation énergétique** et la diminution des **rejets de gaz à effet de serre GES**, par la réduction d'un débit d'air traversant ;
- **L'hygiène et la santé** sont améliorées, en couplage avec un système de VMC (SF ou DF) à débit maîtrisé tant en amenées d'air qu'en extractions ;
- Le **confort acoustique** est amélioré avec la limitation des défauts d'étanchéité, là où passent l'air et les dB.

- Les **contrôles de la perméabilité à l'air** de l'enveloppe :
- En **phase de travaux**, sur des locaux témoins, afin de déterminer les **principaux défauts** et d'y remédier ;
- En **phase de livraison**, pour justifier de la valeur demandée par la **RT 2012** ou par un **label recherché**.

IV2 - La MESURE de la PERMERABILITE à L'AIR de L'ENVELOPPE des BATIMENTS :

- La BLOWER DOOR :



- Le PERMEASCOPE :



IV3 - Les AMELIORATIONS de la PERMEABILITE à L'AIR de L'ENVELOPPE des BATIMENTS :

- Une **barrière étanche** doit être réalisée au niveau du **clos** et du **couvert en ITI**, avant la mise en œuvre des cloisons et des doublages par :
- le **rebouchage sur toute l'épaisseur** des **trous de banches** avec des cônes ou du mortier ciment plastique ;
- le **calfeutrement**, en plancher bas sur un local non chauffé et sous une toiture terrasse en béton (ou une toiture légère), par du **mortier**, du **béton** (ou du mortier adhésif de type MAP) autour des **canalisations de plomberie** (EU, EV, EP, VMC etc.) déjà désolidarisées par un matériau résilient de type RESIMAT, ainsi que des traversées des plaques de plâtre par des **fourreaux électriques** ;
- un **joint continu et comprimé**, de type **COMPRIBAND**, entre le gros œuvre et la périphérie des **châssis menuisés** et des **blocs baies** ;
- des **joints d'étanchéité comprimés aux portes d'entrées** et aux portes palières des logements, avec un **seuil à la Suisse** de **2 cm**.

IV4 - LA PERMEABILITE à L'AIR des RESEAUX de VENTILATION VMC et de CLIMATISATION :

- C'est la suite logique de l'amélioration de la perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment :
 - il faut **contrôler les amenées d'air neuf (situations et débits)** et aussi les **extractions d'air vicié, (emplacements et débits)**, là ou elles sont nécessaires et non au gré de réseaux fuyards ou de terminaux mal raccordés.
- Il faut réaliser des **réseaux les plus étanches possibles** avec :
 - l'utilisation de **conduits équipés de joints** performants,
 - la mise en œuvre de **manchettes de raccordement** des terminaux, tant pour les **entrées d'air** ou les **bouches de soufflages** que pour les **bouches d'extraction**.
- En **habitat**, le label **BEPOS** de la RT 2012 demandera des **mesures de réception** que la **RT 2020** devrait imposer.

IV.5 - Tic : TEMPERATURE INTERIEURE CONVENTIONNELLE : La REDUCTION de L'INCONFORT D'ETE

- **Tic** est la température intérieure conventionnelle atteinte en été dans le bâtiment : valeur maximale horaire en période d'occupation de la température opérative ;
- **Tic** est calculée pour les zones de bâtiments classées CE1 ;
- L' exigence sur **Tic** demeure pour l'instant inchangée par rapport à ce qu'elle était en RT 2005, à savoir **$Tic \leq Ticref$** ;
- Un groupe de travail vient d'être créé début 2011 pour rechercher **une autre caractérisation plus adaptée pour le confort d'été**, qui viendra plus tard remplacer cette exigence sur **Tic**.

IV-6 DES INFORMATION SUR LA CONSOMMATION D'ENERGIE :

1. Pour les bâtiments à usage d'habitation :

- Exigence de systèmes permettant de mesurer ou d'estimer la consommation d'énergie par logement ;
- Information possible des occupants a minima mensuellement ;
- Information par type d'énergie : chauffage, refroidissement, ECS, prises électriques etc.

2. Pour les bâtiments tertiaires :

Mesure ou calcul possible de la consommation d'énergie

- Chauffage et refroidissement : par 500 m² SURT ou bien par étage, par tableau ou par départ direct ;
- Prises de courant et éclairage : par 500 m² SURT ou par étage ou par tableau ;
- ECS
- Par CTA de ventilation, etc.



V - La **REDUCTION** des **DEPERDITIONS** d'un **BATIMENT BIOCLIMATIQUE** :

- 1 - Les **données géographiques** : une architecture **bioclimatique**,
- 2 - L'optimisation de **l'enveloppe du bâtiment**, les **vitrages performants**,
- 3 - L'exigence d'**efficacité énergétique du bâti**,
- 4 - Les **besoins bioclimatiques**, le **Bbiomax**.

V1 - LES DONNEES GEOGRAPHIQUES DU PROJET :

UNE ARCHITECTURE BIOCLIMATIQUE :



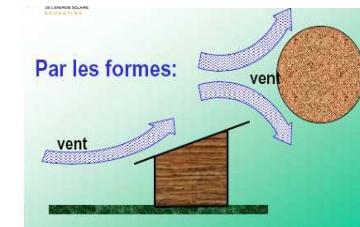
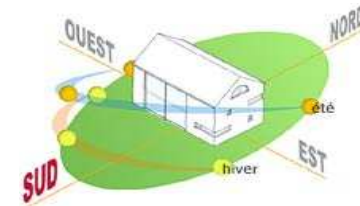
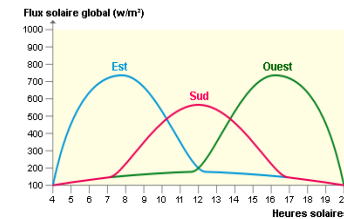
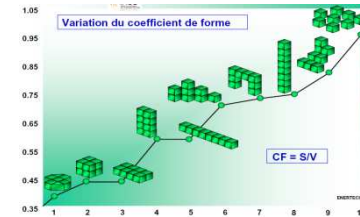
ESSENTIELLE

Une compacité optimisée ;

Pourcentage optimisé des ouvertures en façades ;

Orientation solaire ;

Protection aux vents dominants.



V2 - L'OPTIMISATION de L'ENVELOPPE du BATIMENT

DES VITRAGES PERFORMANTS

Double vitrage peu émissif avec argon



ESSENTIEL

➤ **Triple vitrage**

UTILISATION OPTIMISEE



Avantages :

- **Réduction des pertes énergétiques ;**

Inconvénients :

- **Coûts importants,**
- **Augmentation de l'épaisseur des cadres,**
- **Condensation,**
- **Pénalise les apports solaires d'hiver,**
- **Masse importante impactant la structure,**
- **Attention à l'acoustique de façade.**

V3 - EXIGENCE d'EFFICACITE ENERGETIQUE du BATI :

- L'exigence minimale sur le bâti est dictée par le coefficient **Bbiomax** avec :
- La limitation du besoin en énergie pour les composants liés à la **conception du bâti** : le **chauffage**, le **refroidissement** et l'**éclairage naturel**, quelque soit le système énergétique mis en œuvre ;
- La valorisation du niveau d'**isolation**, de la **mitoyenneté entre bâtiments** et de la **conception bioclimatique** : accès à l'éclairage naturel, et apports solaires grâce à un maximum de surfaces vitrées orientées au Sud.
- Le **Bbiomax** est l'indicateur de la qualité pour la conception du bâtiment, il est placé au niveau des **pratiques actuelles sur l'enveloppe des bâtiments basses consommations BBC 2005** ;
- Il comporte des **modulations**, selon la localisation géographique, l'altitude, l'usage du bâtiment et pour les maisons individuelles, la surface habitable.

V4 - LES BESOINS BIOCLIMATIQUES : le Bbiomax

- Les formulations :

$$\text{avec } B_{\text{bio}} = a \cdot (B_{\text{ch}} + B_{\text{fr}}) + b \cdot (B_{\text{ecl}}) \quad a=2 \text{ et } b=5 \quad (1)$$

$$B_{\text{biomax}} = B_{\text{biomax}}_{\text{moyen}} \cdot (M_{\text{bgéo}} + M_{\text{balt}} + M_{\text{bsurf}}) \quad (2)$$

B_{ch} , B_{fr} et B_{ecl} sont respectivement les **besoins de chauffage**, de **refroidissement** et d'**éclairage** du bâtiment considéré.

- $B_{\text{biomax}}_{\text{moyen}}$ est la valeur moyenne du Bbiomax définie par **type d'occupation** du bâtiment et par **catégorie CE1** ou **CE2** ;
- $M_{\text{bgéo}}$: coefficient de modulation selon la **localisation géographique** ;
- M_{balt} : coefficient de modulation selon l'**altitude** ;
- M_{bsurf} : coefficient de modulation selon la **surface moyenne des maisons** individuelles.

Bbio_{max}

Les valeurs des différents coefficients de modulation et des Bbio_{max} moyen sont données en Annexe VIII de l'arrêté.

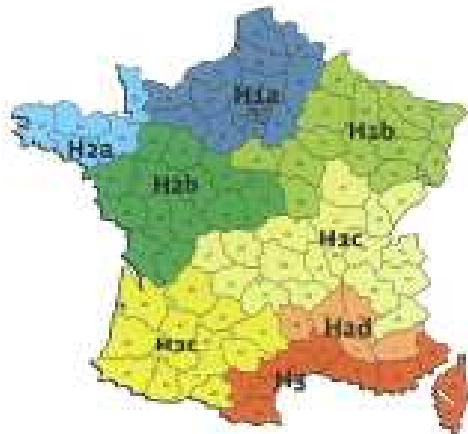
Exemple pour des bureaux :

Bbio_{max}moyen = 70 si catégorie CE1
140 si catégorie

✓ $M_{\text{bsurf}} = 0$

✓ M_{balt} : coefficient de modulation selon l'altitude

	M_{balt}
0 à 400 m	0
401 à 800 m	0,1
801 m et plus	0,2



✓ $M_{\text{bgéo}}$: coefficient de modulation selon la localisation géographique, selon catégorie CE1/CE2

✓ Si CE1 :

	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
$M_{\text{bgéoCE1}}$	1,10	1,20	1,10	1,10	1,00	0,90	0,80	0,80

✓ Si CE2 :

	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
$M_{\text{bgéoCE2}}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,20

VI - LES SOLUTIONS PERTINENTES avec des EQUIPEMENTS PERFORMANTS

1 - **CONSOMMER AUTREMENT** : Exploiter les sources naturelles de chaud et de froid :

- a - Une eau chaude sanitaire ECS SOLAIRE plus vertueuse,
- b - Les puits canadiens,
- c - La géothermie à basse énergie,
- d - La récupération interne au bâtiment : VMC double flux,
- e - Une chaudière bois / la biomasse ;

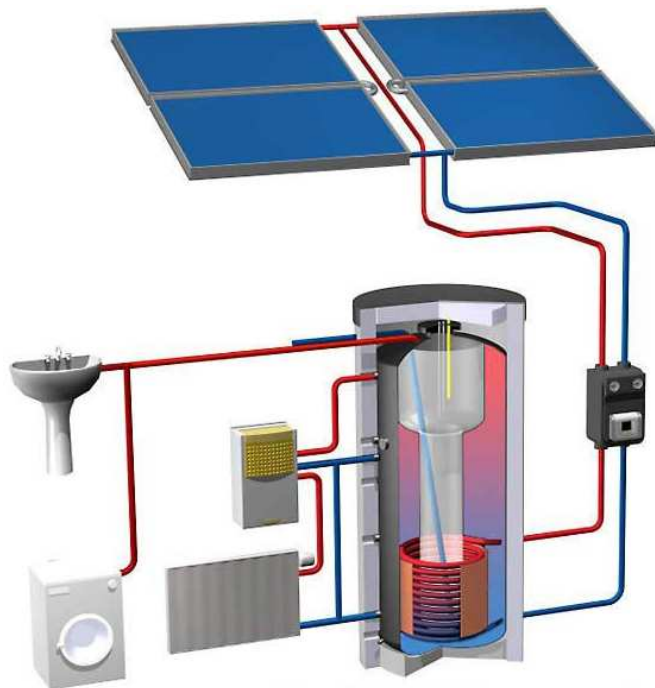
2 - **PRODUIRE DE L'ENERGIE** :

- a - L'énergie photovoltaïque,
- b - La cogénération.

VI1a - Exploiter les sources naturelles de chaud et froid :

UNE EAU CHAUDE SOLAIRE PLUS VERTUEUSE

Panneaux solaires en toiture couplés à un système de stockage de l'eau chaude.



Avantages :

- **Energie renouvelable, abondante et gratuite,**
- **Couvre jusqu'à 50% des besoins,**
- **Durée de vie d'au moins 25 ans ;**

Inconvénients :

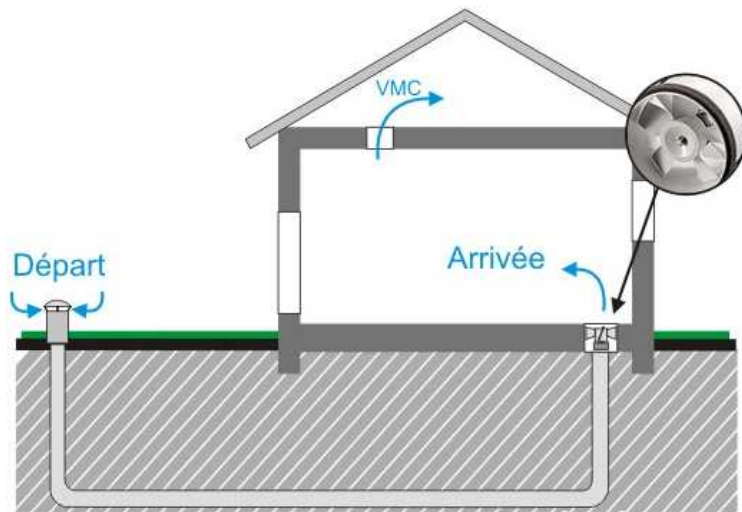
- **Energie intermittente,**
- **Production uniquement en journée,**
- **Investissement à contrôler,**
- **Couplage avec un autre système d'énergie.**

COURANT

VI1b - Exploiter les sources naturelles de chaud et froid :

LES Puits CANADIENS

Système de ventilation géothermique utilisé surtout en climatisation naturelle.



A EVITER

Avantages :

- Récupération de chaleur et préchauffage de l'air neuf en hiver,
- Rafrachissement éventuel en été ;

Inconvénients :

- Besoin de surface foncière,
- Besoin d'évacuer les condensats,
- Attention aux bactéries,
- Méfiance vis-à-vis du radon dans les massifs anciens.

VI1c - Exploiter les sources naturelles de chaud et froid :

LA GEOTHERMIE A BASSE ENERGIE

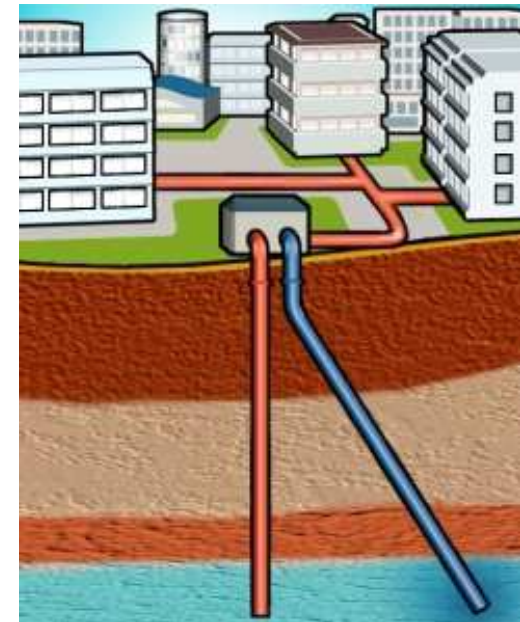
- Forage entre 500 et 2000 m,
- Circulation d'eau dans le sol sortant entre 20 et 80°C directement utilisée pour le chauffage,
- A l'échelle d'un ensemble important de bâtiment,
- Contexte géologique favorable du Bassin Parisien.



Maison de la radio
Eau à 27°C – 550 m



Meaux
Eau à 75°C – 1800 m



A ETUDIER

VI1d - LA RECUPERATION INTERNE AU BATIMENT :

LA VMC DOUBLE FLUX

Transférer la chaleur de l'air extrait vers l'air neuf

Avantages :

- Economie de chauffage,
- Simple et fiable,
- Durée de vie importante,
- Rendement énergétique de 50 à 90% ;

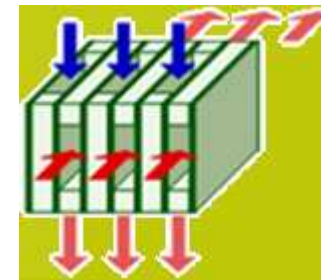
Inconvénients :

- Consommateur de surface,
- Risque de contamination de l'air,
- Risque de surchauffe en été,
- Risque de givre en hiver,
- Maintenance indispensable,
- Attention à l'acoustique intérieure.

A ETUDIER



**Echangeur par
accumulation**



**Echangeur à
plaques**

VI1e - UNE CHAUDIERE BOIS / LA BIOMASSE :

Chaudière automatique alimentée en :

- bois déchiquetés,
- granulés de bois,
- huile végétale.



A ETUDIER

Avantages :

- **Energie renouvelable mais pas inépuisable sans gestion maîtrisée,**
- **Donne droit à des subventions de l'ADEME,**
- **Pas de dégagement de soufre,**
- **Avantageux au niveau du bilan carbone ;**

Inconvénients :

- **Investissement important,**
- **Doit être associé à une autre production d'énergie,**
- **Stockage volumineux du combustible,**
- **Approvisionnement en bois très régulier.**

VI2a - L'ÉNERGIE PHOTOVOLTAÏQUE :

- Transformation de l'énergie solaire en électricité,
- Panneaux photovoltaïques installés sur des ouvrages existants ou intégrés à la structure d'un bâtiment neuf.



Avantages :

- **Energie renouvelable, abondante et gratuite,**
- **Systeme fiable, résistant aux pires conditions climatiques,**
- **Répond à un large éventail des besoins,**
- **Obligation de rachat de l'électricité par EDF.**

Inconvénients :

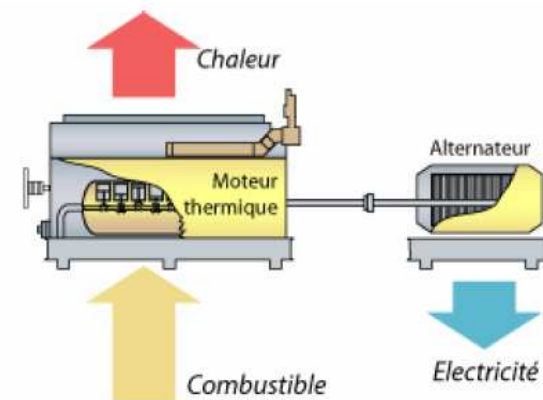
- **Energie intermittente,**
- **Investissement élevé (Payback 15 à 18 ans),**
- **4 à 5 ans d'amortissement sur la pollution engendrée par la fabrication.**

A ETUDIER

VI2b - LA COGENERATION :

Un combustible (gaz, huile, bois...), deux énergies produites :

- Electrique, à l'aide d'un moteur Stirling,
- Thermique, par récupération de chaleur sur le moteur.



Avantages :

- Économise de l'énergie primaire,
- Très bon rendement : env. 90% (30 à 40% en électricité, 40 à 60% en chaleur),
- Fournit une électricité de haute qualité ;

Inconvénients :

- Besoin de consommer simultanément de la chaleur et de l'électricité,
- Investissement important.

A ETUDIER

VII LE BILAN DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE :

- 1 - L'exigence de **consommation conventionnelle maximale** en énergie,
- 2 - Le coefficient de consommation **Cep**,
- 3 - Les **Labels de la RT 2012**.

VIII1 - L'EXIGENCE de CONSOMMATION CONVENTIONNELLE MAXIMALE EN ENERGIE :

- L'exigence de consommation conventionnelle maximale en énergie primaire, représentée par le **Cep.max**, se rapporte aux consommations des **cinq usages** de la **RT 2012** : le **chauffage**, le **refroidissement**, **l'éclairage**, la **production d'eau chaude sanitaire** et les **auxiliaires** comme les pompes et les ventilateurs.
- Le **Cep.max** est de **50 kWh_{EP}/m².an**, (article 4 de la loi Grenelle 1) ;
- Le **Cep.max** est **modulé** selon la **localisation géographique**, **l'altitude**, le **type d'usage** du bâtiment, la **surface moyenne des logements** et les émissions de gaz à effet de serre **[GES]** ;
- Cette **modulation pour les émissions** de **GES** concerne le **bois-énergie**, dont le contenu en **CO₂** est compté comme faible (**13g CO₂/kWh**) et annoncé comme incontesté, ainsi que les **réseaux de chaleur** les moins émetteurs en **CO₂**, dont la **modulation** est **limitée** à **30%** au maximum.

VII1 - CONSOMMATION CONVENTIONNELLE :

Le coefficient Cepmax

- La formulation du **Cepmax** :

$$\text{Cepmax} = 50 * M_{\text{ctype}} * (M_{\text{cgéo}} + M_{\text{calt}} + M_{\text{csurf}} + M_{\text{cGES}}) \quad (3)$$
$$\text{Cepmax} = 57.5 * M_{\text{ctype}} * (M_{\text{cgéo}} + M_{\text{calt}} + M_{\text{csurf}} + M_{\text{cGES}}) \text{ jusqu'au 31/12/14}$$

pour les logements collectifs.

- M_{ctype} concerne le coefficient de modulation qui dépend du **type de bâtiment** et de sa **catégorie CE1** ou **CE2** ;
- $M_{\text{cgéo}}$ représente le coefficient de modulation selon la **localisation géographique** ;
- M_{calt} est le coefficient de modulation dépendant de l'**altitude** ;
- M_{csurf} représente le coefficient de modulation fonction de la **surface moyenne des logements** du bâtiment étudié, maisons individuelles ou logements collectifs ;
- M_{cGES} concerne le coefficient de modulation qui est fonction des **émissions de gaz à effet de serre** des énergies utilisées.

Cep max

Les valeurs des différents coefficients de modulation sont données en Annexe VIII de l'arrêté.

Exemple pour les bureaux :

✓ $M_{type} = \begin{matrix} 1,4 & \text{si CE1} \\ 2,2 & \text{si CE2} \end{matrix}$

✓ $M_{cgéo}$: coefficient de modulation selon la localisation géographique

✓ Si CE1 :

	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
$M_{cgéoCE1}$	1,10	1,20	1,10	1,10	1,00	0,90	0,80	0,80

✓ Si CE2 :

	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
$M_{cgéoCE2}$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,20

✓ M_{calt} : coefficient de modulation selon l'altitude

	M_{calt}
0 à 400 m	0
401 à 800 m	0,1
801 m et plus	0,2

✓ $M_{surf} = 0$

✓ M_{GES} de 0 à 0,3 selon le contenu CO2 du réseau de chaleur



VII2 - LE COEFFICIENT DE CONSOMMATION Cep :



$$Cep = Cch \cdot Cep_{-ch} + Cfr \cdot Cep_{-fr} + Cecs \cdot Cep_{-ecs} + Cecl \cdot Cep_{-ecl} + Cvent \cdot Cep_{-vent} + Caux \cdot Cep_{-aux} - Epv \cdot Cep_{-pv}$$

- Cch** = Consommation **Chauffage** hors auxiliaires et ventilateurs
- Cfr** = Consommation **Refroidissement** hors auxiliaires et ventilateurs
- Cecs** = Consommation **Eau Chaude Sanitaire** hors auxiliaires
- Cecl** = Consommation correspondant à l'**Eclairage**
- Cvent** = Consommation **Auxiliaires de Ventilation** (Ventilateurs)
- Caux** = Consommations **Autres Auxiliaires** de distribution et de génération
- Epv** = Fourniture **d'Énergie Photovoltaïque**

$kWh_{ep}/(m^2_{SHON} \cdot an)$

Cep_{-xxx} = Coefficient de transformation en énergie primaire

Energie	Cep
Electricité et Photovoltaïque	2.58
Bois *	1
Réseau	1
Autres énergie	1

En France :

Il faut 2.58 kWh d'énergie primaire pour produire 1 kWh d'énergie finale électrique

* En BBC : 0.60 pour le bois

VII3 - LES LABELS DE LA RT 2012 :

- Les **labels 2012** sont en cours de **définition**, auprès de la DHUP du MEDDLT, par un groupe de travail, un **arrêté** devrait paraître durant **l'été 2011** !
- Le tableau suivant donne une **indication de l'ordonnement des labels** thermiques envisageables pour la **RT 2012** :

NIVEAUX :	GAINS :	EXPLICATIF :	M _{ctype} (1) :
RT 2012 :	Base	Réglementation thermique 2012	50
HPE 2012 :	10 à 20%	Utile en Habitat de 2012 à 2014	45 à 40
THPE 2012 :	30 à 40%	Habitat et Tertiaire < 2018	35 à 30
« BEPOS 5 usages RT » :	RT 2020	Label Habitat et Tertiaire > 2018	≤ 0
« BEPOS tous usages » :	RT 2030	Labels RT 2020 à définir	# -40 à -60%

- Nous avons demandé une vérification des niveaux optimum par le « **groupe Applicateur** de la **RT 2012** », avec une **définition de solutions types** par typologie de bâtiment, puis un **chiffage complet des opérations**, afin d'aider au positionnement de chaque label !

VIII - CONCLUSIONS ET SUIVIS DES TRAVAUX :

- 1 - Les **premières conclusions**,
- 2 - Les **attestations de conformités à la RT 2012**,
- 3 - L'attestation thermique au **dépôt de PC**,
- 4 - L'attestation thermique à **fin de travaux**,
- 5 - Les **étapes importantes** d'un **projet** conforme à la **RT 2012**.

VIII1 - PREMIERES CONCLUSIONS sur la RT 2012

- Le **principe d'isolation, ITI, ITE ou ITR** doit être adapté en fonction du projet et du niveau de performance recherché.
- Des **conceptions compactes et bioclimatiques** sont incontournables avec une **implication du thermicien**, au plus tôt en phase de conception.
- Pour les bâtiments de logements très performants, la **production d'Eau Chaude Sanitaire** devient le premier poste de consommation d'énergie.
- Il faut faire les **bonnes associations d'équipements** : éviter par exemple l'**ECS solaire collective** avec un chauffage individuel au gaz naturel.
- Dans le **Cep**, il y a, en fonction des projets, **10 à 15 kWh_{EP}/m²_{SHON}·an** qui sont incompressibles (consommations plus ou moins forfaitaires dans le moteur de calcul du CSTB pour l'**éclairage** et les **auxiliaires**).
- La ventilation **double-flux** n'est pas valorisée par rapport à l'**Hygroréglable**.



VIII2 - ATTESTATIONS de CONFORMITE RT 2012

- RAPPEL : La **loi « Grenelle 2 »** du 1^{er} juillet 2010, portant engagement national pour l'environnement, comporte la réalisation de **2 documents relatifs à la prise en compte de la réglementation thermique** :
- **Au dépôt du permis de construire** :
« un décret en Conseil d'Etat définit [...] les conditions dans lesquelles le maître d'ouvrage atteste de la réalisation de **l'étude de faisabilité relative aux approvisionnements en énergie**, ainsi que de **la prise en compte de la réglementation thermique**, au moment du dépôt du dossier de PC ».
- **A l'achèvement des travaux** :
« un décret en Conseil d'Etat définit les conditions dans lesquelles, à l'issue de l'achèvement des travaux portant sur les bâtiments neufs ou sur les parties nouvelles de bâtiments existants soumis à permis de construire, le **maître d'ouvrage** fournit à l'autorité qui a délivré le permis de construire, **un document attestant que la réglementation a été prise en compte** par le maître d'œuvre, ou en son absence par le maître d'ouvrage ».

VIII3 - L'ATTESTATION THERMIQUE au DEPOT PC

LE CONTENU DE L'ATTESTATION THERMIQUE AU DEPOT DU PC :

- Les **données administratives** : nom, coordonnées et téléphone du maître d'ouvrage, adresse du site etc.
- **L'étude de faisabilité énergétique**, avec les choix, justifiés du maître d'ouvrage, sur les **systèmes de production pressentis** pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et le refroidissement éventuel ;
les **consommations en Energie Primaire** et le **coût annuel d'exploitation** avec les systèmes pressentis ;
- La **prise en compte** de la réglementation thermique **RT 2012** :
la vérification de l'exigence sur le **Bbio**,
la vérification du respect de l'exigence sur la **surface vitrée en logement**,
la justification du **recours aux énergies renouvelables en maison individuelle**, avec le détail de la solution choisie.

VIII4 - ATTESTATION THERMIQUE à FIN TRAVAUX

- Les logiciels de calculs réglementaires de la RT 2012 fournissent un **fichier XML de synthèse** : une interface « **attestation thermique** » doit être mise en place par le MEDDTL, et doit déboucher par un **formulaire d'attestation** et des éléments pour compléter ce formulaire.
- L'**attestation thermique à fin des travaux** comporte :
- Les **données administratives** :
 - nom, coordonnées du **maître d'ouvrage**, adresse du site, référence du Permis de Construire, etc.
 - nom, coordonnées de la **personne missionnée par le maître d'ouvrage**, ainsi que sa profession visée par l'article L111-9-1 du CCH ;
- Les **contrôles** portent sur plusieurs points à vérifier, via la **fiche XML de synthèse de l'étude thermique**, les **contrôles visuels in situ**, la **rédaction** de « **l'attestation thermique** » et la vérification de documents annexes.
- La **personne missionnée par le maître d'ouvrage** atteste de la **prise en compte de la RT 2012**, sur la base « **d'éléments preuves** » qu'il déclare suffisants pour établir le document.
- Le maître d'ouvrage certifie que la **visite sur site**, a bien été **effectuée**.

VIII5 - ETAPES IMPORTANTES D'UN PROJET RT 2012

- L'attestation thermique au dépôt du permis de construire,
- La réduction et le traitement des ponts thermiques, la définition des solutions et le suivi de la mise en place,
- La perméabilité à l'air de l'enveloppe : la définition des solutions aux interfaces entre métiers, le suivi des mises en œuvre au cours du chantier et les mesures à réception.
- Les visites en cours de chantier aux phases cruciales, en gros-œuvre pour les ponts thermiques, en CES pour l'isolation, la ventilation et les systèmes de production d'énergie.
- L'attestation thermique à fin des travaux.