

La RT 2012

Présentation



Version du 29 août 2011



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

Sommaire



- **Objectifs de la RT 2012**
- **Principes généraux et définitions**
- **Besoin bioclimatique conventionnel**
- **Consommation conventionnelle d'énergie**
- **Température intérieure conventionnelle**
- **Méthode de calcul Th-BCE 2012**
- **Les exigences de moyens**
- **Évaluation économique**
- **Exemples d'application**
- **Modalités d'application de la RT 2012**

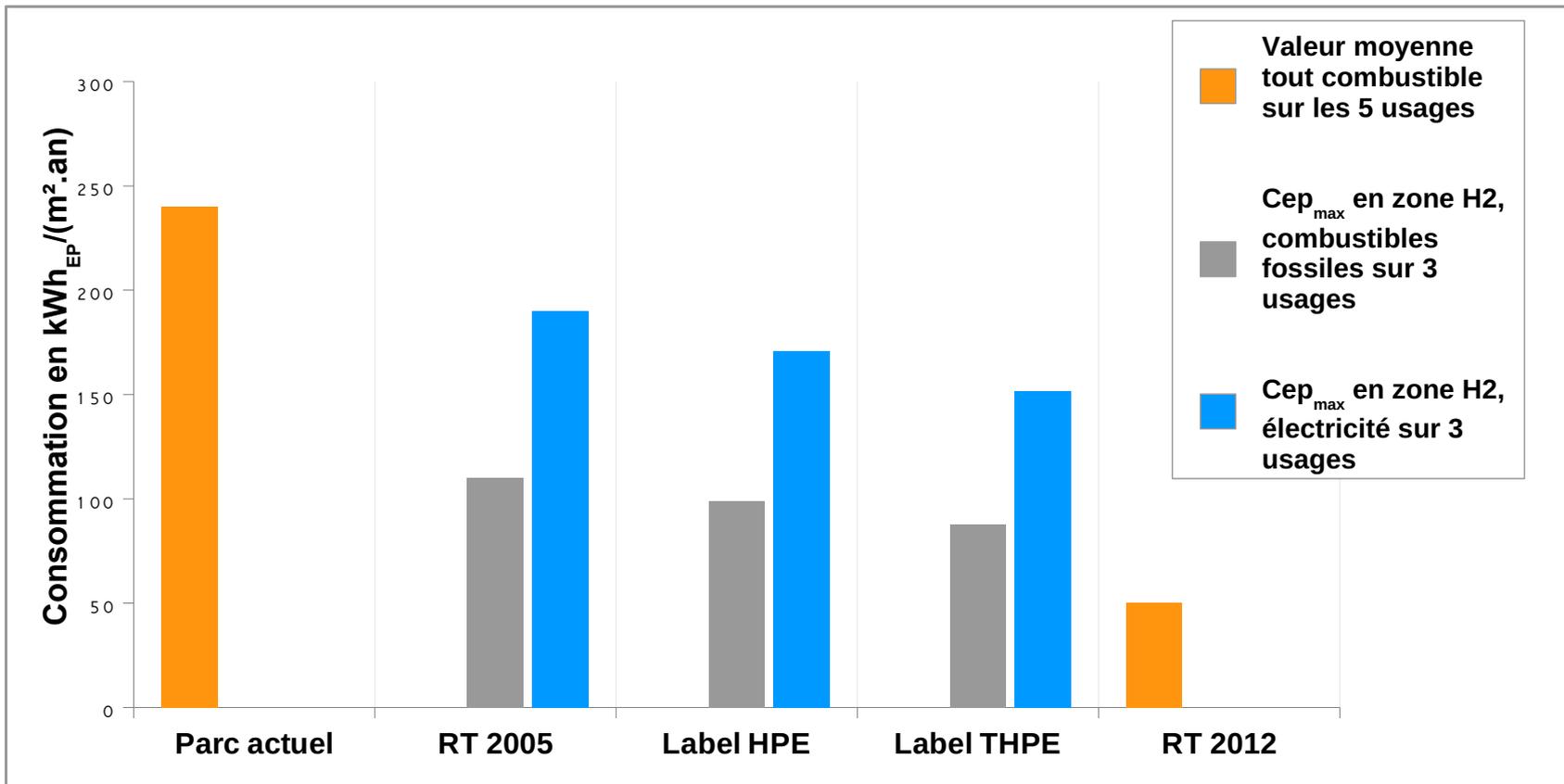
Sommaire



- **Objectifs de la RT 2012**
- *Principes généraux et définitions*
- *Besoin bioclimatique conventionnel*
- *Consommation conventionnelle d'énergie*
- *Température intérieure conventionnelle*
- *Méthode de calcul Th-BCE 2012*
- *Les exigences de moyens*
- *Évaluation économique*
- *Exemples d'application*
- *Modalités d'application de la RT 2012*

De la RT 2005 à la RT 2012

➔ Évolution de la consommation d'énergie primaire en construction neuve résidentielle collective



RT 2012 : calendrier d'application

→ Décret et arrêté du 26/10/2010 - 2 dates d'application

➤ 28 octobre 2011

- ✓ Bureaux
- ✓ Bâtiments d'enseignement primaire et secondaire (jour/nuit)
- ✓ Établissements d'accueil de la petite enfance
- ✓ Bâtiments à usage d'habitation (maisons individuelles ou accolées, logements collectifs, cités universitaires, foyers de jeunes travailleurs) situés en zone ANRU

➤ 1^{er} janvier 2013 pour les bâtiments à usage d'habitation hors zone ANRU

→ Un 2ème décret concernera les autres bâtiments tertiaires

➤ Date d'application avant le 1^{er} janvier 2013

- ✓ Commerces, restauration, résidences pour personnes âgées ou dépendantes, hôpitaux, hôtels, établissements sportifs, ...

Champ d'application

→ Les bâtiments visés

- ✓ Tous les bâtiments neufs chauffés pour le confort des occupants en France métropolitaine
- ✓ Les parties nouvelles de bâtiment de surface supérieure à 150 m² ou 30% de la surface des locaux existants
- ✓ Date de référence pour l'application : dépôt de demande du PC

→ Les bâtiments exclus

- ✓ Les bâtiments dont l'usage nécessite une température d'utilisation inférieure à 12 °C
- ✓ Les constructions provisoires de moins de deux ans
- ✓ Les bâtiments d'élevage ou d'utilisation spécifique (conditions de température, hygrométrie ou qualité d'air spécifiques nécessitant des règles particulières)
- ✓ Les bâtiments chauffés ou refroidis pour un usage dédié à un procédé industriel
- ✓ Les bâtiments destinés à rester ouverts sur l'extérieur en fonctionnement habituel

Sommaire



- *Objectifs de la RT 2012*
- *Principes généraux et définitions*
- *Besoin bioclimatique conventionnel*
- *Consommation conventionnelle d'énergie*
- *Température intérieure conventionnelle*
- *Méthode de calcul Th-BCE 2012*
- *Les exigences de moyens*
- *Évaluation économique*
- *Exemples d'application*
- *Modalités d'application de la RT 2012*

Les exigences de la RT 2012 en bref

→ Trois exigences de performance énergétique

- ✓ Besoin Bioclimatique conventionnel Bbio

$$\mathbf{Bbio \leq Bbio_{max}}$$

Nouveauté

- ✓ Consommation conventionnelle d'énergie Cep

$$\mathbf{Cep \leq Cep_{max}}$$

- ✓ Confort d'été

$$\mathbf{Tic \leq Tic_{réf} \text{ en catégorie CE1}}$$

→ Des exigences de moyens

Définition des surfaces

→ Pourquoi définir les surfaces en RT 2012 ?

- ✓ Une exigence Cep en $\text{kWh}_{\text{EP}}/(\text{m}^2.\text{an})$ en valeur absolue
- ✓ Nécessité de définir de manière **fiable**, **adaptée** et **pérenne**, les surfaces utilisées dans le calcul réglementaire

→ Définition de la SHON_{RT} dans l'arrêté RT 2012 **Nouveauté**

- ✓ pour les bâtiments d'habitation, SHON_{RT} définie à partir de la SHOB issue du Code de l'Urbanisme
- ✓ pour les bâtiments à usage autre que d'habitation, SHON_{RT} définie à partir de la SU_{RT}
- ✓ Pas de prise en compte dans la SHON_{RT} de tout ce qui ne relève pas d'une **réalité physique** (surfaces d'accessibilité, ...)

Définition de la $SHON_{RT}$ en maison individuelle et logement collectif (II)

Nouveauté

$$SHON_{RT} = SHOB -$$

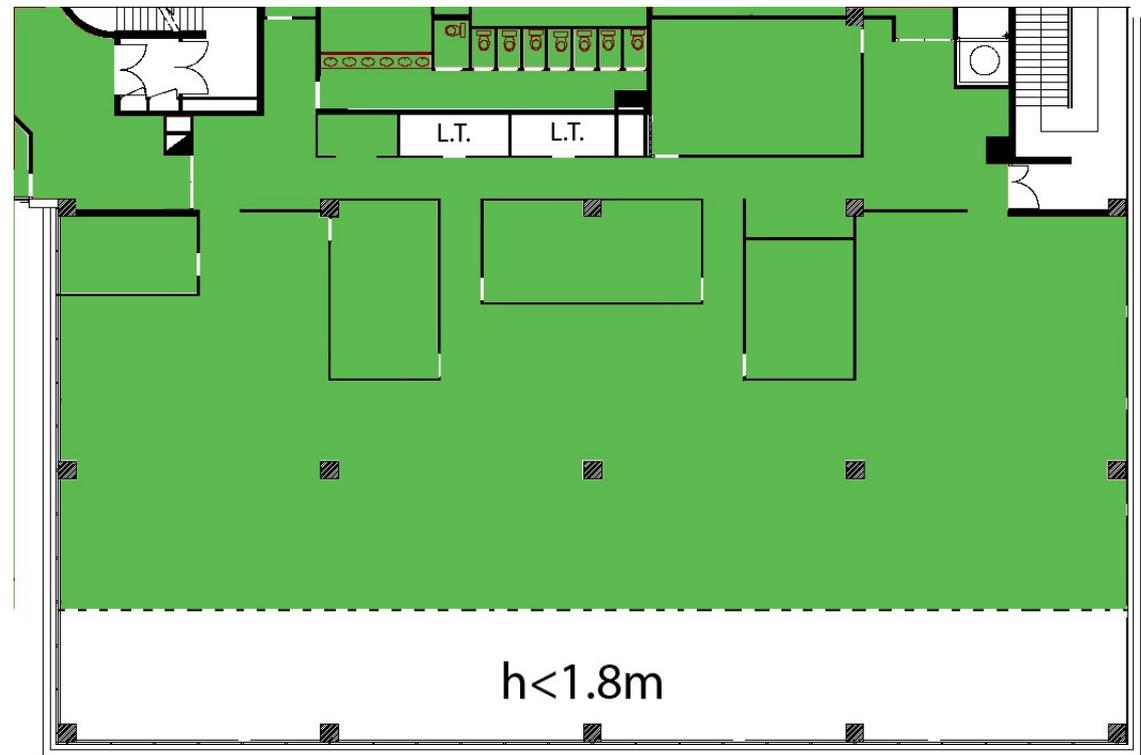
- ✓ Combles et sous-sols non aménageables ou **aménageables et non aménagés** pour l'habitation ou pour des activités à caractère professionnel, artisanal, industriel ou commercial
- ✓ Toitures-terrasses, balcons, loggias, **vérandas non chauffées**, surfaces non closes situées au rez-de-chaussée **ou à des niveaux supérieurs**
- ✓ Surfaces aménagées en vue du stationnement des véhicules

Définition de la SU_{RT} pour les autres bâtiments **Nouveauté**

→ Bâtiments tertiaires, Foyers de jeunes travailleurs et Cités universitaires

➤ SU_{RT} : Surface de plancher construite des locaux soumis à la RT après déduction des surfaces occupées par :

- ✓ Les murs, cloisons fixes, poteaux, cages d'escalier,
- ✓ Parties des locaux inférieurs à 1,80m,
- ✓ Gains, locaux techniques affectés au fonctionnement général du bâtiment et à occupation passagère...



■ SU_{RT}

Définition de la $SHON_{RT}$ pour les autres bâtiments **Nouveauté**

➔ Bâtiments tertiaires, Foyers de jeunes travailleurs et Cités universitaires

- Multiplication de la surface utile du bâtiment par un coefficient dépendant de l'usage

$$SHON_{RT} = Coef . SU_{RT}$$

Usage du bâtiment (ou de la partie de bâtiment)	Coefficient multiplicateur
Bureaux	1,1
Enseignement primaire	1,1
Enseignement secondaire (partie jour)	1,2
Enseignement secondaire (partie nuit)	1,2
Établissements d'accueil de la petite enfance	1,2
Foyers de jeunes travailleurs	1,2
Cités universitaires	1,2

Définition des catégories CE1 et CE2

→ Bâtiments de catégorie « CE2 » :

- **Nécessité éventuelle d'installer des systèmes actifs de refroidissement pour assurer un bon confort d'été alors que les fenêtres sont fermées**
 - ✓ immeubles situés en zones de bruit des aéroports ou des voies rapides
 - ✓ règles de sécurité empêchant l'ouverture des fenêtres (IGH), etc.

ET

- **Installation effective d'un tel système**

→ Tous les autres bâtiments sont dits de catégorie « CE1 ».

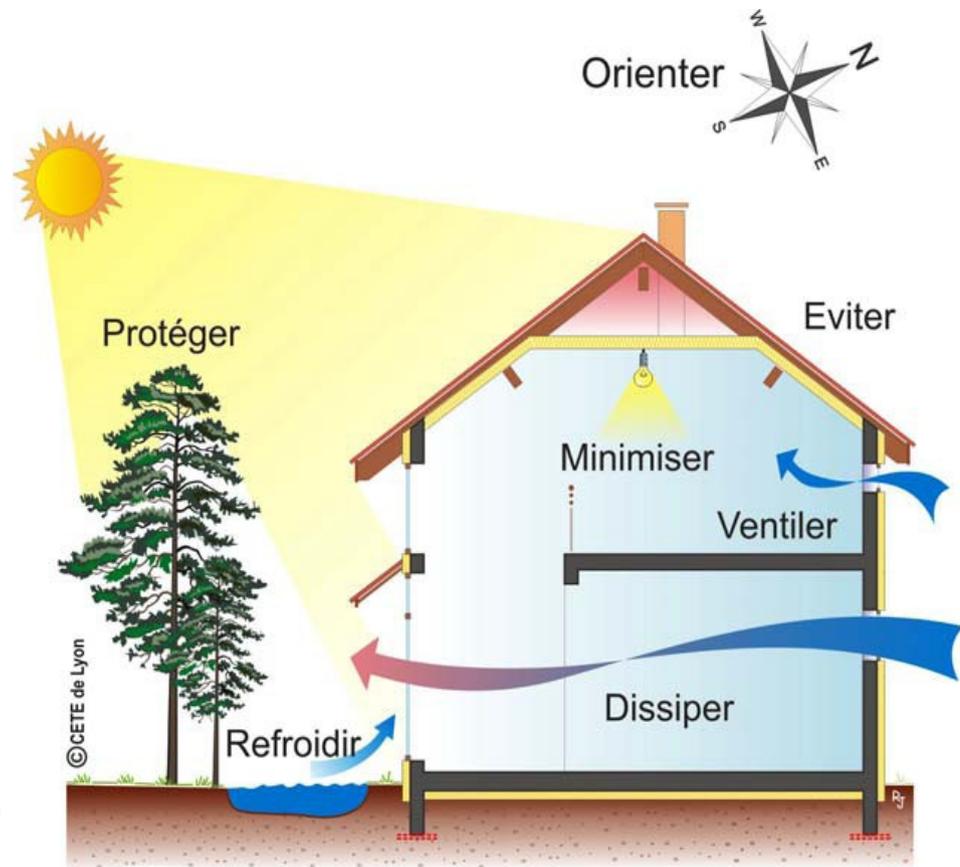
Sommaire



- *Objectifs de la RT 2012*
- *Principes généraux et définitions*
- ***Besoin bioclimatique conventionnel***
- *Consommation conventionnelle d'énergie*
- *Température intérieure conventionnelle*
- *Méthode de calcul Th-BCE 2012*
- *Les exigences de moyens*
- *Évaluation économique*
- *Exemples d'application*
- *Modalités d'application de la RT 2012*

Définition du Besoin bioclimatique conventionnel Bbio **Nouveauté**

- Le **Bbio** (en points) comprend les besoins énergétiques :
- ✓ De chauffage
 - ✓ De refroidissement
 - ✓ D'éclairage artificiel
- Le **Bbio** caractérise la conception du bâti, indépendamment des systèmes énergétiques.



Un bâti performant n'est pas une juxtaposition de techniques performantes.

*C'est grâce à la **conception bioclimatique** que le bâtiment pourra être performant.*

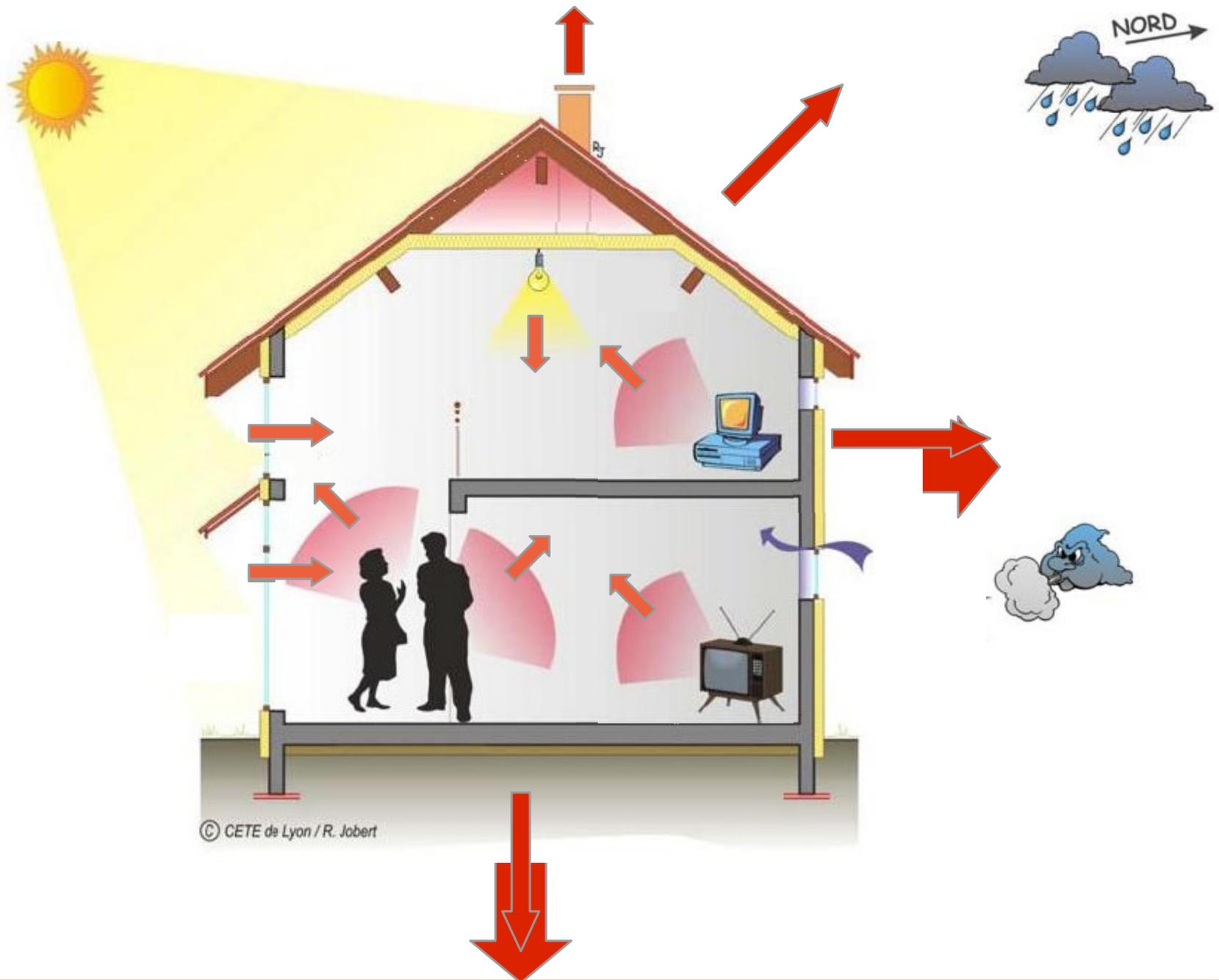
Méthode de calcul du Bbio

→ Bbio (en points)

$$B_{bio} = 2 \times (B_{chauffage} + B_{refroidissement}) + 5 \times B_{éclairage}$$

→ La méthode de calcul Th-BCE 2012 tient compte des caractéristiques du bâti suivantes :

- ✓ Déperditions surfaciques et linéiques des parois opaques, déperditions par les baies
- ✓ Inertie
- ✓ Apports solaires, impact des protections solaires et de leur mode de gestion
- ✓ Scénarios d'occupation et apports internes dus aux occupants, autres apports internes (conventionnels) apports par des dispositifs passifs non séparables du bâti (serres, vérandas)
- ✓ Infiltrations d'air par les défauts de perméabilité de l'enveloppe
- ✓ Déperditions par renouvellement d'air (calculées sur une base conventionnelle)
- ✓ Accès à l'éclairage naturel des locaux

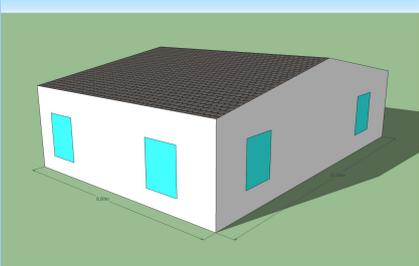
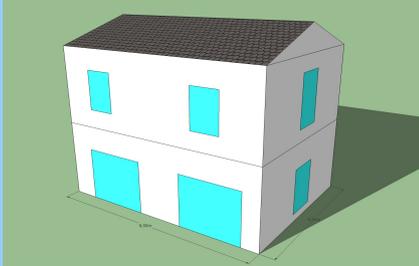


Enjeux de l'approche en Bbio (I)

→ L'appréciation de la performance du bâti ne se limitera plus à la qualité isolante de l'enveloppe

✓ Ubat remplacé par Bbio

A SHON_{RT} (102,77 m²) égale et pour une même épaisseur d'isolation :

Compacité		
Surface vitrée	1/6 SHAB équi-répartie	1/5 SHAB dont 50% sud
Ubat résultant	0,303	0,330
Besoin chaud	27,7	22,5
Besoin éclairage	1,77	1,65
Bbio	64,3	53,28

Le projet le plus compact avec une meilleure orientation des vitrages a les besoins de chauffage et d'éclairage artificiel les plus faibles, alors que son Ubat (dû à une surface vitrée plus importante) est moins bon.

Interaction des besoins

Besoin de refroidissement

- ✓ Évacuer la chaleur par la **ventilation (+)** ou l'enveloppe
- ✓ Limiter les apports internes dus aux équipements électriques: **éclairage (-)**, ...
- ✓ Se protéger des **apports solaires (-)**



Besoin de chauffage

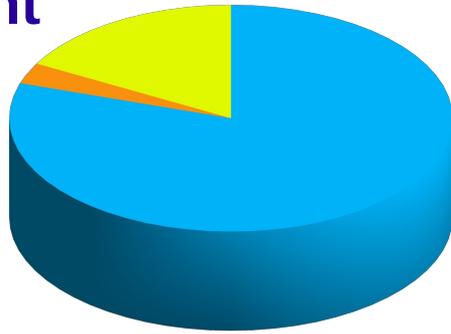
- ✓ Limiter les déperditions de chaleur par l'enveloppe : **compacité (+)**, isolation (+)
- ✓ Limiter les déperditions de chaleur par la **ventilation (-)** : étanchéité du bâtiment, maîtrise des débits
- ✓ Capter les **apports solaires (+)**

Besoin d'éclairage artificiel

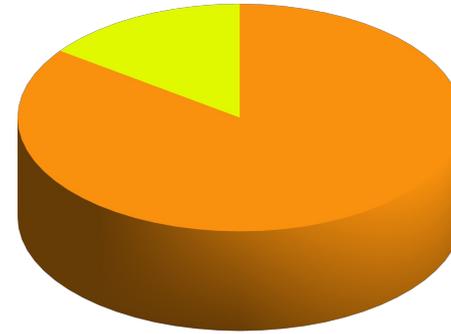
- ✓ Rechercher un maximum d'éclairage naturel : grandes **surfaces vitrées (+)**, faible profondeur du bâtiment (moins de **compacité (-)**)

Enjeux de l'approche en Bbio (II)

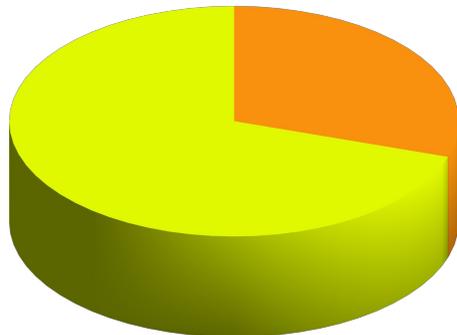
→ La répartition des 3 composantes du Bbio (chauffage, refroidissement, éclairage) varie selon les typologies de bâtiment



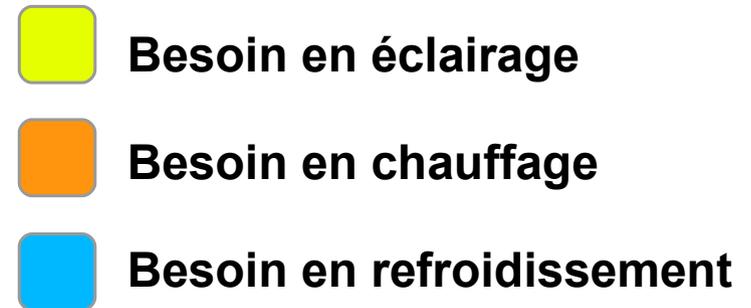
Bureau climatisé
en zone H3



Maison en zone H2



Bureau non climatisé
en zone H1



Les modulations du $Bbio_{max}$

→ Pour tous les bâtiments

- ✓ $Bbio_{max} = Bbio_{maxmoyen} \times (M_{bgéo} + M_{balt} + M_{bsurf})$
- ✓ Exigence : $Bbio \leq Bbio_{max}$

→ Modulation fonction de :

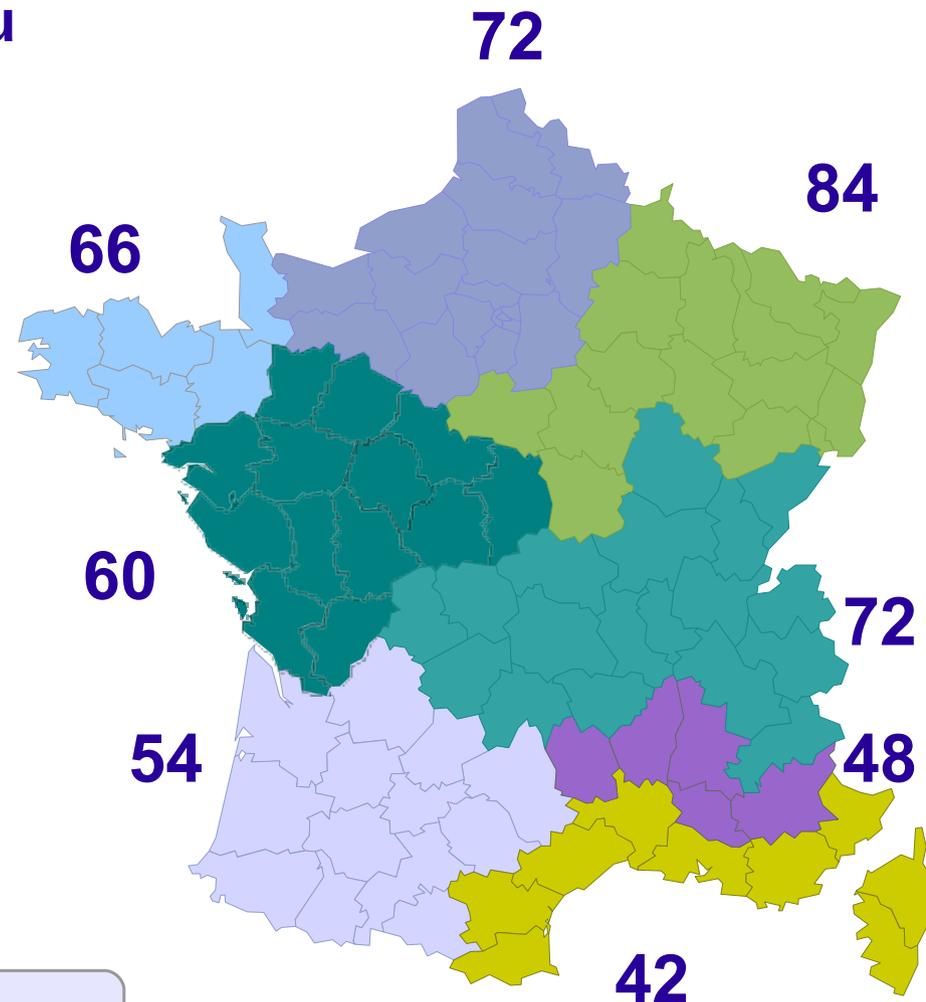
- ✓ $Bbio_{maxmoyen}$: valeur moyenne du $Bbio_{max}$ définie par type d'occupation du bâtiment ou de la partie de bâtiment et par catégorie CE1/CE2
- ✓ $M_{bgéo}$: coefficient de modulation selon la localisation géographique
- ✓ M_{balt} : coefficient de modulation selon l'altitude
- ✓ M_{bsurf} : pour les maisons individuelles ou accolées, coefficient de modulation selon la surface moyenne des logements
- ✓ Pour les bâtiments comportant **plusieurs zones**, définies par leur usage, le $Bbio_{max}$ du bâtiment est calculé au **prorata des surfaces** de chaque zone, à partir des $Bbio_{max}$ des différentes zones.

Plus un logement est petit, plus le rapport entre la surface déperditive de l'enveloppe et la surface habitable augmente, et donc plus les déperditions au m^2 sont importantes.

Niveaux d'exigence du $Bbio_{max}$ (I)

→ Maisons individuelles ou accolées et logements collectifs

- ✓ Catégorie **CE1**
- ✓ Altitude $\leq 400m$
- ✓ Sans modulation de surface

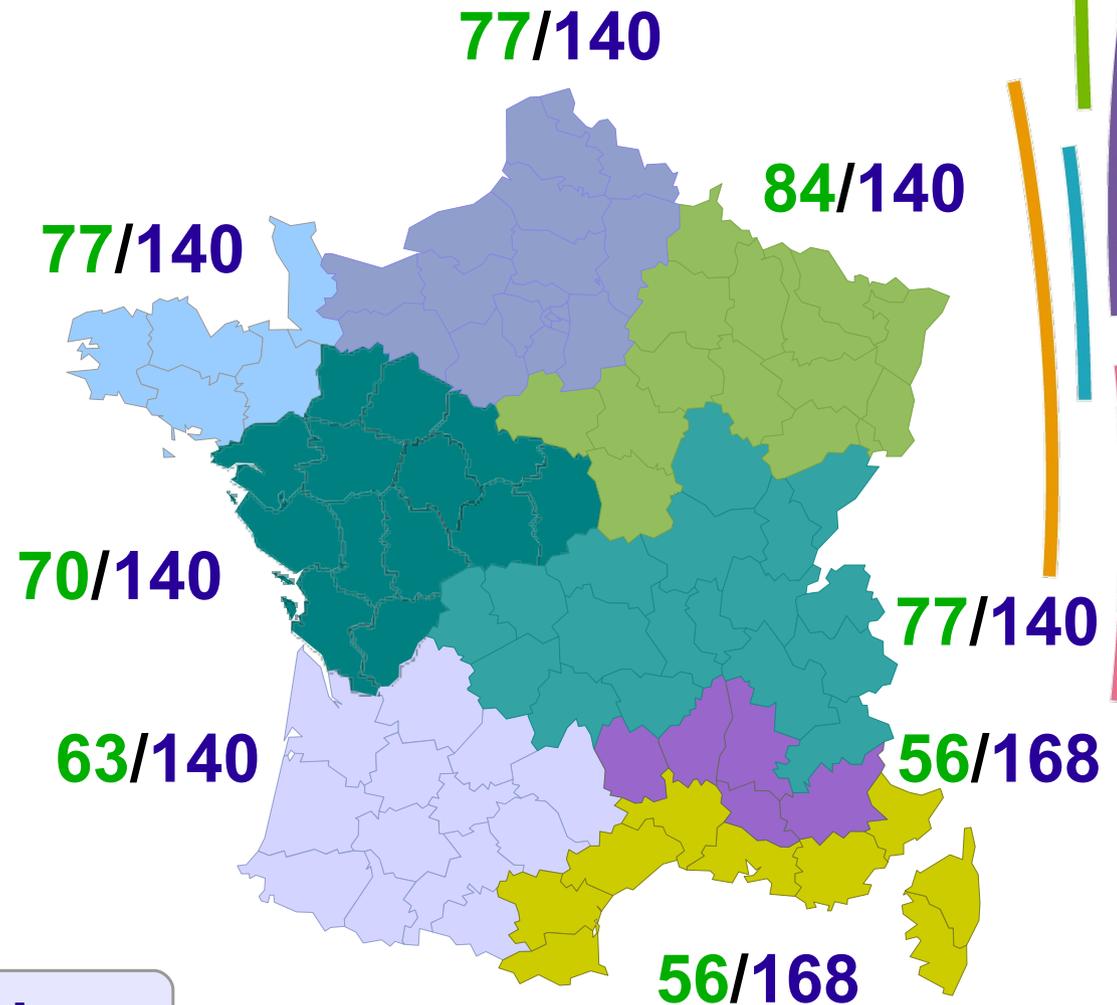


Bbio_{max}

Niveaux d'exigence du Bbio_{max} (II)

→ Bâtiments de bureaux

- ✓ Altitude ≤400m
- ✓ Catégories
CE1 ou **CE2**



Bbio_{max}

Sommaire



- *Objectifs de la RT 2012*
- *Principes généraux et définitions*
- *Besoin bioclimatique conventionnel*
- ***Consommation conventionnelle d'énergie***
- *Température intérieure conventionnelle*
- *Méthode de calcul Th-BCE 2012*
- *Les exigences de moyens*
- *Évaluation économique*
- *Exemples d'application*
- *Modalités d'application de la RT 2012*

Définition de la consommation conventionnelle d'énergie Cep

→ La consommation conventionnelle d'énergie Cep en $\text{kWh}_{EP}/(\text{m}^2.\text{an})$ comprend :

- ✓ Le chauffage
- ✓ Le refroidissement
- ✓ La production d'eau chaude sanitaire
- ✓ Les auxiliaires de ventilation, de chauffage, de refroidissement et d'eau chaude sanitaire
- ✓ L'éclairage
- ✓ Déduction faite de toute la *production locale d'électricité*

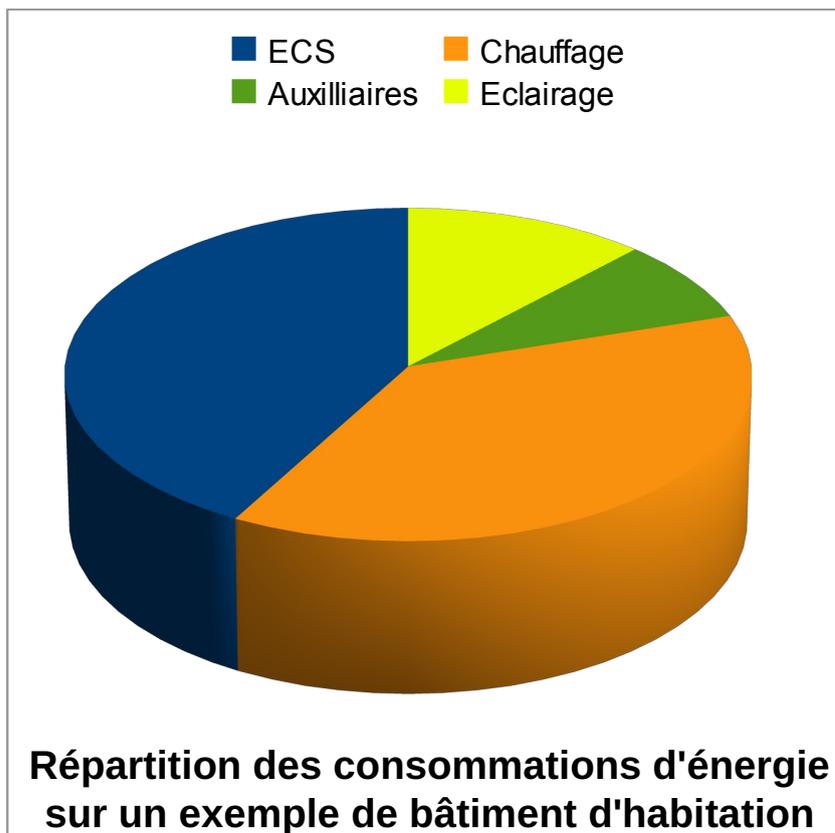
→ Pour les bâtiments à usage d'habitation :

- ✓ Exigence à respecter supplémentaire : Cep hors *production locale d'électricité* $\leq \text{Cep}_{\text{max}} + 12 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2.\text{an})$

Nouveauté

Enjeux sur le Cep

→ Pour les bâtiments d'habitation



- **En RT 2012, les consommations de chauffage sont fortement réduites par :**
 - ✓ La limitation des besoins (Bbio),
 - ✓ L'efficacité du système de chauffage
- **Le poste d'eau chaude sanitaire (ECS) devient le premier poste de consommation avant le chauffage**
 - ✓ Impossibilité de réduire significativement les besoins d'ECS (puisage des occupants)

Les modulations du Cep_{max}

→ Cas général :

- ✓ $Cep_{max} = 50 \times M_{ctype} \times (M_{cgéo} + M_{calt} + M_{csurf} + M_{cGES})$
- ✓ Exigence : $Cep \leq Cep_{max}$

→ Modulation en fonction de :

- ✓ M_{ctype} : coefficient de modulation selon l'usage du bâtiment ou de partie de bâtiment et sa catégorie CE1/CE2
- ✓ $M_{cgéo}$: coefficient de modulation selon la localisation géographique
- ✓ M_{calt} : coefficient de modulation selon l'altitude
- ✓ M_{csurf} : pour les **maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs**, coefficient de modulation selon la surface moyenne des logements
- ✓ M_{cGES} : coefficient de modulation selon les émissions de gaz à effet de serre des énergies utilisées
- ✓ Pour les bâtiments comportant **plusieurs zones**, définies par leur usage, le Cep_{max} du bâtiment est calculé au **prorata des surfaces** de chaque zone, à partir des Cep_{max} des différentes zones.

Cas particulier du Cep_{max} en logements collectifs (I)

- Une équation investissement / économies d'énergie moins favorable dans le logement collectif que dans la maison individuelle
- Une filière industrielle qui doit s'adapter (notamment proposer des systèmes d'ECS adaptés au collectif, performants et à coût maîtrisé)
- >> Pour ne pas pénaliser le logement collectif :
 - ✓ Augmentation temporaire de l'exigence de $7.5 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2.\text{an})$ pour les permis de construire **déposés avant le 31 décembre 2014** :

$$Cep_{max} = 57,5 \times M_{ctype} \times (M_{cgéo} + M_{calt} + M_{c surf} + M_{cGES})$$

Modulation du Cep_{max} selon les GES : M_{cGES} (I)

→ Le bois ou la biomasse :

- ✓ Une énergie renouvelable
- ✓ Un contenu en CO_2 quasi nul (13g de CO_2 par kWh)
- ✓ Des chaudières avec des rendements moins performants (combustible solide)



Chaufferie bois La Rivière (38)

>> Pour les bâtiments d'habitation uniquement :

- ✓ Modulation de + 30% sur le Cep_{max} en cas de chauffage ou de production d'ECS au bois ou à biomasse

Modulation du Cep_{max} selon les GES : M_{cGES} (II)

→ Les réseaux de chaleur ou de froid

- ✓ Pour tout type de bâtiment

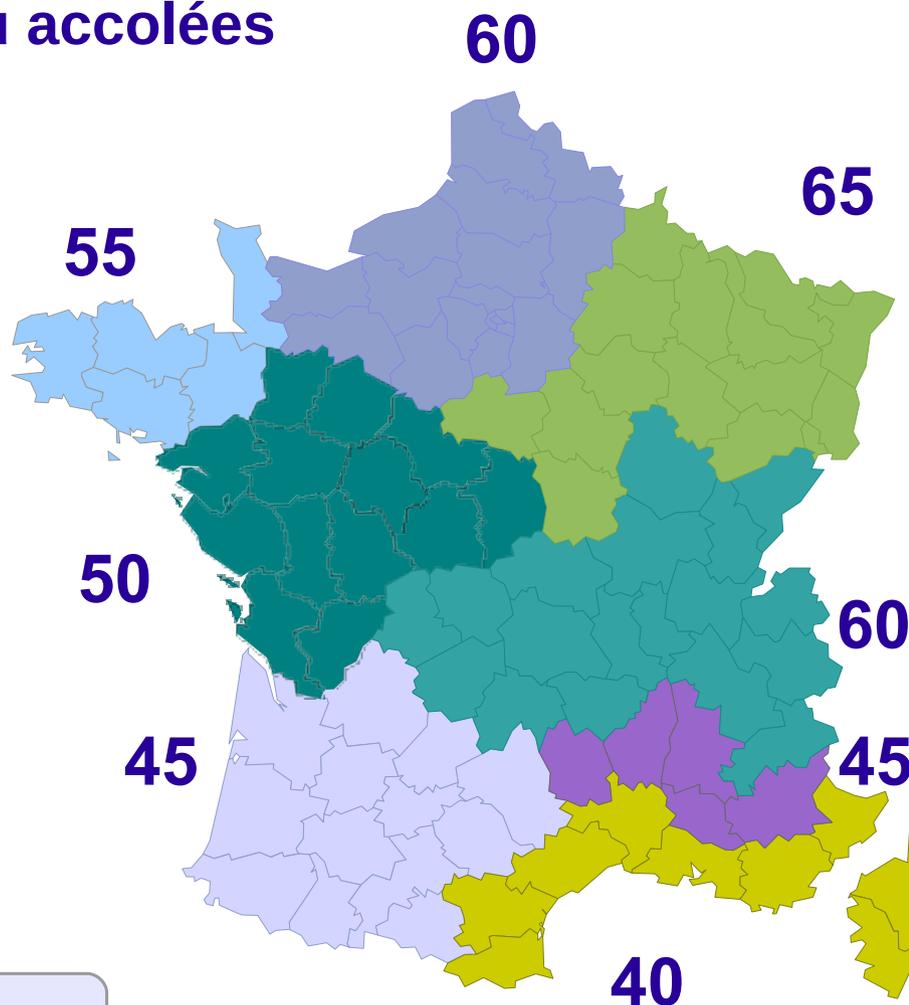
Contenu de CO ₂ des réseaux de chaleur ou de froid (en g/kWh)				
M_{cGES}	Contenu ≤ 50	50 < Contenu ≤ 100	100 < Contenu ≤ 150	Contenu > 150
		0,3	0,2	0,1

- ✓ Des contenus qui figurent en annexe 7 de l'arrêté du 15 septembre 2006 (DPE vente) et qui sont régulièrement mis à jour
- ✓ Pour les créations de réseaux ou en cas de travaux très significatifs : possibilité d'utiliser le dispositif Titre V

Niveaux d'exigence du Cep_{max} (I)

→ Maisons individuelles ou accolées et logements collectifs après le 1er janvier 2015

- ✓ Catégorie **CE1**
- ✓ Altitude $\leq 400m$
- ✓ Sans modulation de surface
- ✓ Sans modulation GES

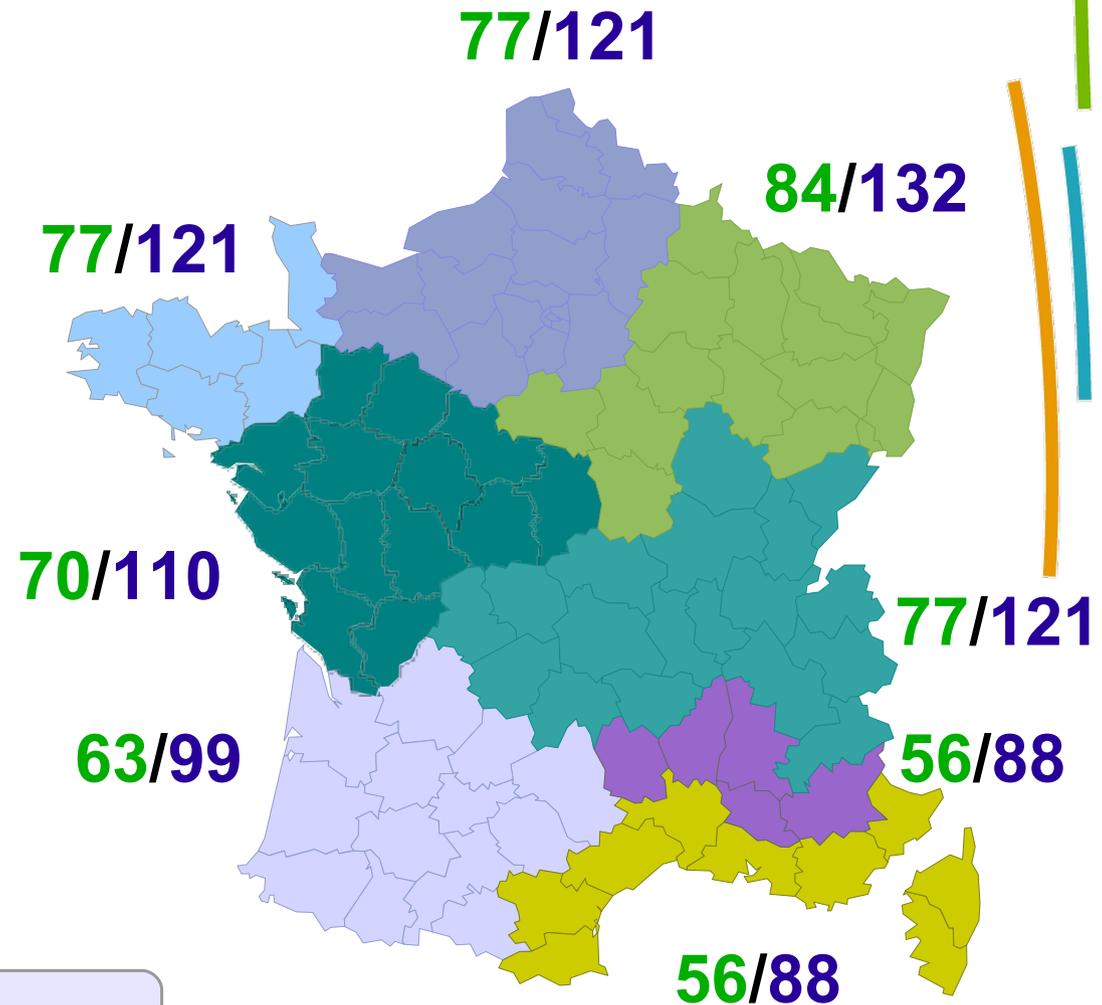


Cep_{max}

Niveaux d'exigence du Cep_{max} (II)

→ Bâtiments de bureaux

- ✓ Altitude $\leq 400m$
- ✓ Catégories **CE1** ou **CE2**
- ✓ Sans modulation GES



Cep_{max}

Exemple de calcul de l'exigence du Cep_{max} (I)

→ Bureau en zone H1a inférieure à 400 m, CE1, alimenté par un réseau de chaleur où le contenu en $CO_2 = 0,125$ kg/kWh

$$Cep_{max} = 50 \times M_{ctype} \times (M_{cgéo} + M_{calt} + M_{c surf} + M_{cGES})$$

M_{ctype}	Catégorie CE1	Catégorie CE2
	1,4	2,2

$$Cep_{max} = 50 \times 1,4 \times (1,2 + \dots)$$

$M_{cgéo}$	H1a	H1b	H1c	H2a	H2b	H2c	H2d	H3
CE1	1,2	1,3	1,2	1,1	1	1	0,9	0,9
CE2	1,1	1,2	1,1	1,1	1	0,9	0,9	0,8

Exemple de calcul de l'exigence du Cep_{max} (II)

→ Bureau en zone H1a inférieure à 400 m, CE1, alimenté par un réseau de chaleur où le contenu en $CO_2 = 0,125$ kg/kWh

$$Cep_{max} = 50 \times M_{ctype} \times (M_{cgéo} + M_{calt} + M_{c surf} + M_{cGES})$$

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

$$Cep_{max} = 50 \times 1,4 \times (1,2 + 0 + 0,1) = 91 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2.\text{an})$$

Contenu CO_2 des réseaux de chaleur et de froid (en g/kWh)				
M_{cGES}	Contenu ≤ 50	$50 < \text{Contenu} \leq 100$	$100 < \text{Contenu} \leq 150$	Contenu > 150
	0,3	0,2	0,1	0

Sommaire



- *Objectifs de la RT 2012*
- *Principes généraux et définitions*
- *Besoin bioclimatique conventionnel*
- *Consommation conventionnelle d'énergie*
- *Température intérieure conventionnelle*
- *Méthode de calcul Th-BCE 2012*
- *Les exigences de moyens*
- *Évaluation économique*
- *Exemples d'application*
- *Modalités d'application de la RT 2012*

Température intérieure conventionnelle Tic

→ Définition

- ✓ Valeur de la température opérative en période d'occupation

→ Exigence à respecter

➤ Pour les bâtiments de catégorie CE1 :

- ✓ Sur les 5 jours les plus chauds, la Tic la plus faible doit être inférieure à la $Tic_{réf}$
- ✓ Dépend de l'inertie, des facteurs solaires, des modes de fonctionnement des protections mobiles(**Nouveauté**) , ...

➤ Pas d'exigence de confort d'été pour les bâtiments de catégorie CE2

→ Révision du critère de confort d'été à venir :

- ✓ Définir un critère en valeur absolue
- ✓ Appuyer la logique de l'optimisation de la conception
- ✓ Paramétrage à préciser pour définir le niveau d'exigence

Sommaire



- *Objectifs de la RT 2012*
- *Principes généraux et définitions*
- *Besoin bioclimatique conventionnel*
- *Consommation conventionnelle d'énergie*
- *Température intérieure conventionnelle*
- ***Méthode de calcul Th-BCE 2012***
- *Les exigences de moyens*
- *Évaluation économique*
- *Exemples d'application*
- *Modalités d'application de la RT 2012*

Définition de la méthode de calcul conventionnelle

→ Il existe 2 types de données d'entrée

- **Les données vérifiables, connues lors de la livraison du bâtiment**
 - ✓ Descriptif du bâtiment et de ses équipements
 - ✓ A saisir par l'utilisateur
- **Les données non vérifiables et donc fixées par la méthode de calcul (données conventionnelles)**
 - ✓ Les conditions météorologiques
 - ✓ Les usages : horaires d'occupation, température de consigne, apports internes

Le calcul de la consommation d'énergie Cep est un calcul conventionnel et non prédictif. Après la réception du bâtiment et en considérant les données réelles d'occupation et de conditions climatiques, la consommation effective pourra différer du Cep calculé.

Les conventions

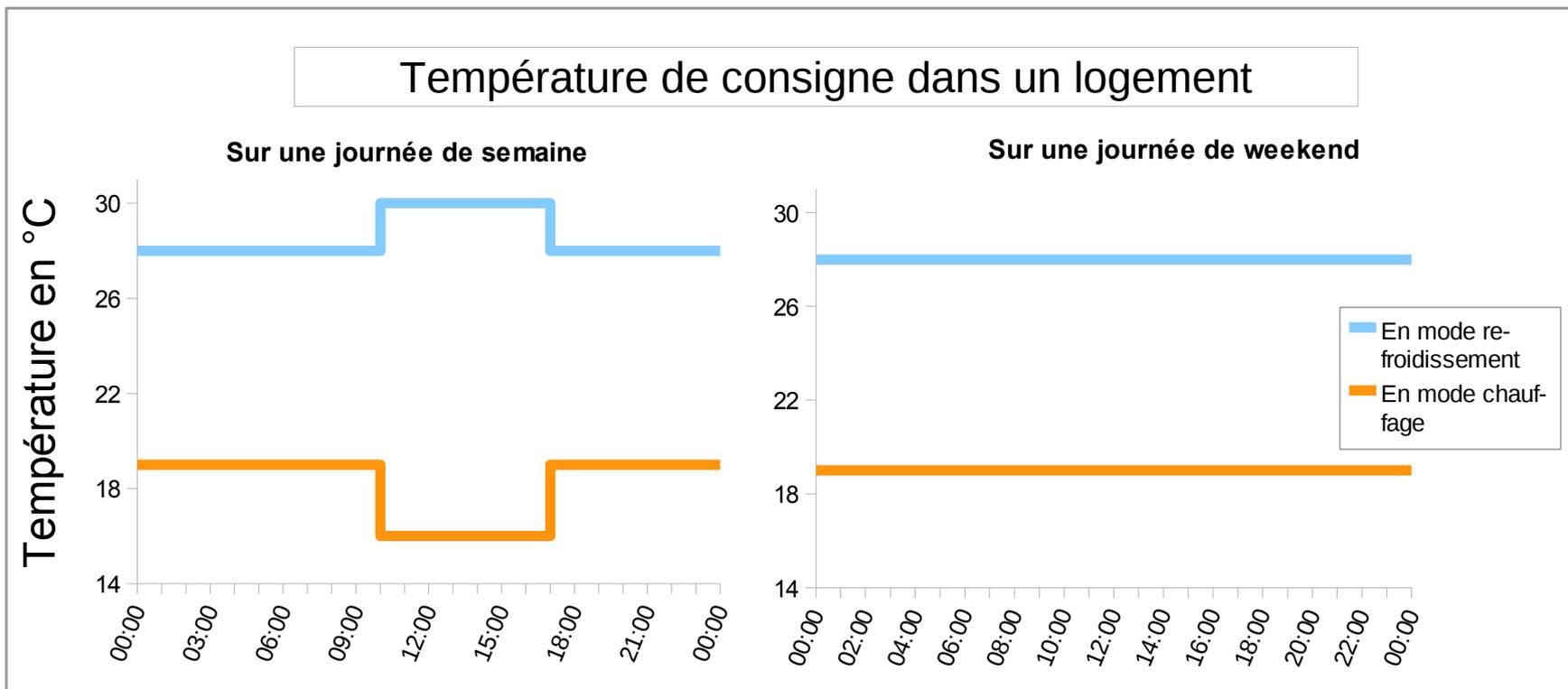
→ Conditions météorologiques

- 8 zones climatiques
- Données météorologiques horaires mises à jour sur la base des mesures des 15 à 20 dernières années (stations météo disposées sur 8 départements différents)
- Facteur correctif des données météorologiques selon l'altitude avec 3 niveaux : $\leq 400\text{m}$, de 401 à 800m, $> 800\text{m}$
- Types de données :
 - ✓ Température de l'air
 - ✓ Vitesse du vent
 - ✓ Rayonnement direct normal ...

→ Usages : scénarios d'usages affinés et redocumentés par rapport à la RT 2005 **Nouveauté**

Exemples de scénarios conventionnels (I)

➔ Scénario de chauffage : horaires d'occupation et température de consigne associée



Sommaire



- *Objectifs de la RT 2012*
- *Principes généraux et définitions*
- *Besoin bioclimatique conventionnel*
- *Consommation conventionnelle d'énergie*
- *Température intérieure conventionnelle*
- *Méthode de calcul Th-BCE 2012*
- ***Les exigences de moyens***
- *Évaluation économique*
- *Exemples d'application*
- *Modalités d'application de la RT 2012*

Les exigences de moyens en bref

→ Générales

- ✓ Traitement en moyenne des ponts thermiques significatifs
- ✓ Dispositifs de régulation d'éclairage artificiel dans les parties communes et les parkings

→ Pour les bâtiments d'habitation

- ✓ Respect d'un taux minimal de baies de 1/6 de la **surface habitable en logement**
- ✓ Recours aux énergies renouvelables (EnR) en maison individuelle ou accolée **Nouveauté**
- ✓ Vérification que $Cep_{\text{hors production locale d'électricité}} \leq Cep_{\text{max}} + 12 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2.\text{an})$ **Nouveauté**
- ✓ Traitement de la perméabilité à l'air des logements, avec respect d'un seuil maximal de perméabilité à l'air **Nouveauté**

→ Pour les bâtiments tertiaires et d'habitation

- ✓ Dispositions diverses sur les installations chauffage, refroidissement et auxiliaires

Recours aux énergies renouvelables (I)

→ **Toute maison individuelle ou accolée recourt à une source d'énergie renouvelable ou à une alternative**



ZAC de la Timonière (35)

- ✓ **Système d'ECS solaire**, 2 m² de capteurs certifiés, orientation sud et d'inclinaison entre 20° et 60°

Certifications possibles :



ou

- ✓ Raccordement à un **réseau de chaleur** alimenté à plus de 50 % par une énergie renouvelable ou de récupération

ou

- ✓ **Contribution des énergies renouvelables du bâtiment au Cep :**

$$A_{EPENR} = 5 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2.\text{an})$$

calculé selon la méthode de calcul Th-BCE 2012

Recours aux énergies renouvelables (II)

→ Toute maison individuelle ou accolée recourt à une source d'énergie renouvelable ou à une alternative

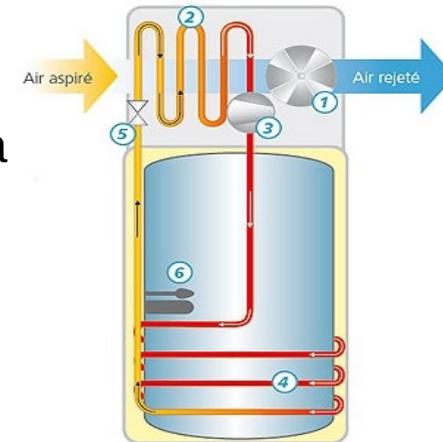
➤ Solutions alternatives

- ✓ Production d'**Eau Chaude Sanitaire par un système thermodynamique** COP > 2 selon la norme NF EN 16147 ($T_{\text{réf}} \geq 52,5^{\circ}\text{C}$, pour effectuer l'essai selon la norme)

ou

- ✓ Production de chauffage et/ou d'ECS assurée par une **chaudière à micro-cogénération** à combustible liquide ou gazeux de caractéristiques suivantes :
 - ⇒ Rendement thermique à pleine charge > 90 % PCI
 - ⇒ Rendement thermique à charge partielle > 90 % PCI
 - ⇒ Rendement électrique > 10 % PCI

Exemple : chauffe-eau thermodynamique air/eau



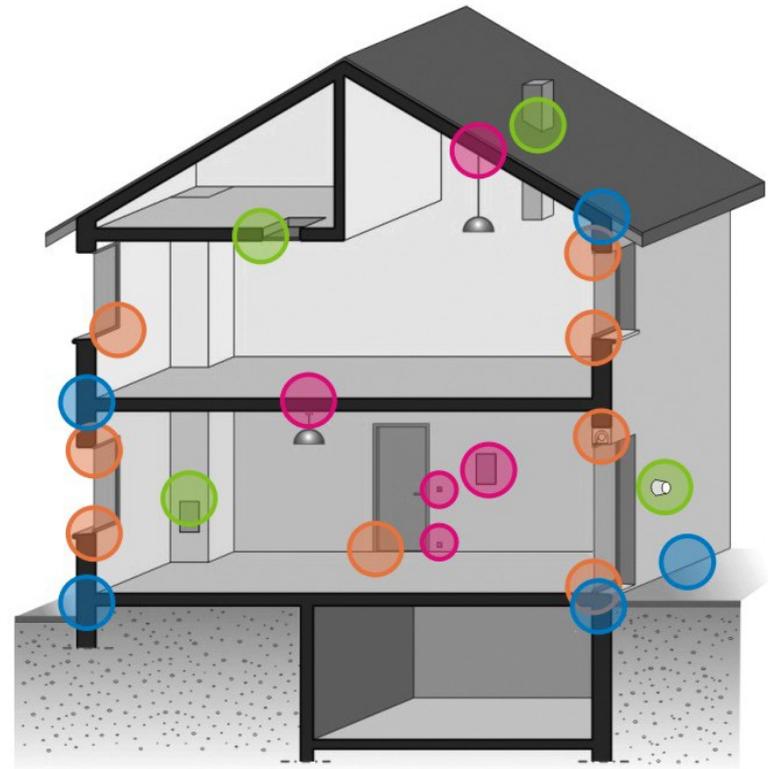
[Source : www.econology.fr]

La perméabilité à l'air de l'enveloppe (1)

→ Définition

- ✓ Qualité caractérisant les transferts d'air parasites à travers l'enveloppe
- ✓ Générée par l'ensemble des **fuites d'air parasites** du bâti et à l'origine de déperditions énergétiques et d'inconfort pour les occupants
- ✓ $Q_{4Pa-surf}$ $m^3/(h.m^2)$: débit de fuite sous 4 Pa divisé par la surface de parois déperditives (hors planchers bas).

→ Localisation des fuites



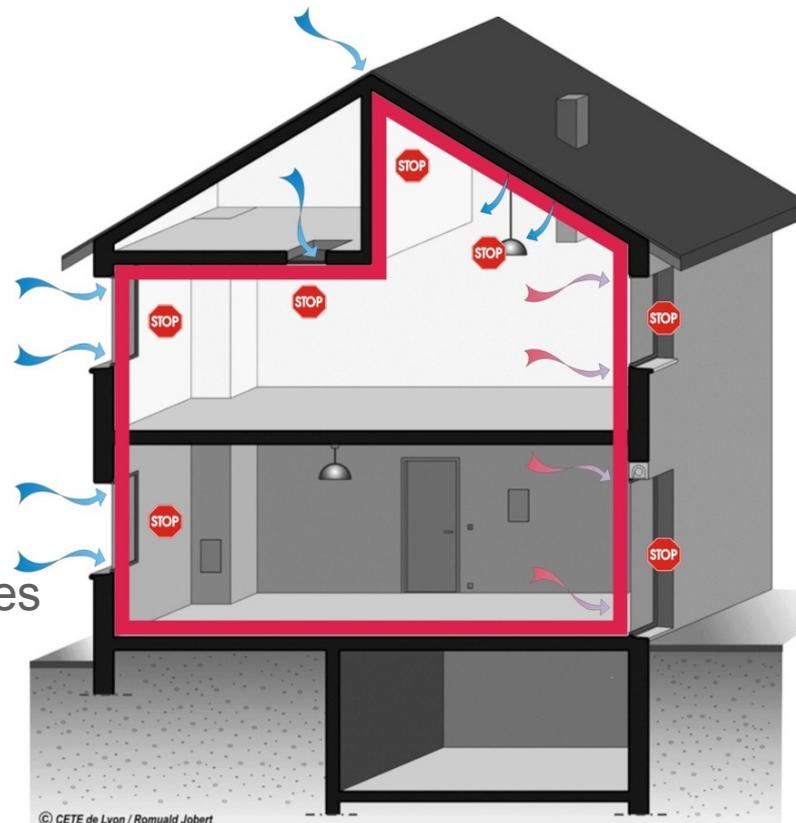
[Source : Perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments, CETE Lyon, 2006

Croquis : R. Jobert, CETE de Lyon

La perméabilité à l'air de l'enveloppe (2)

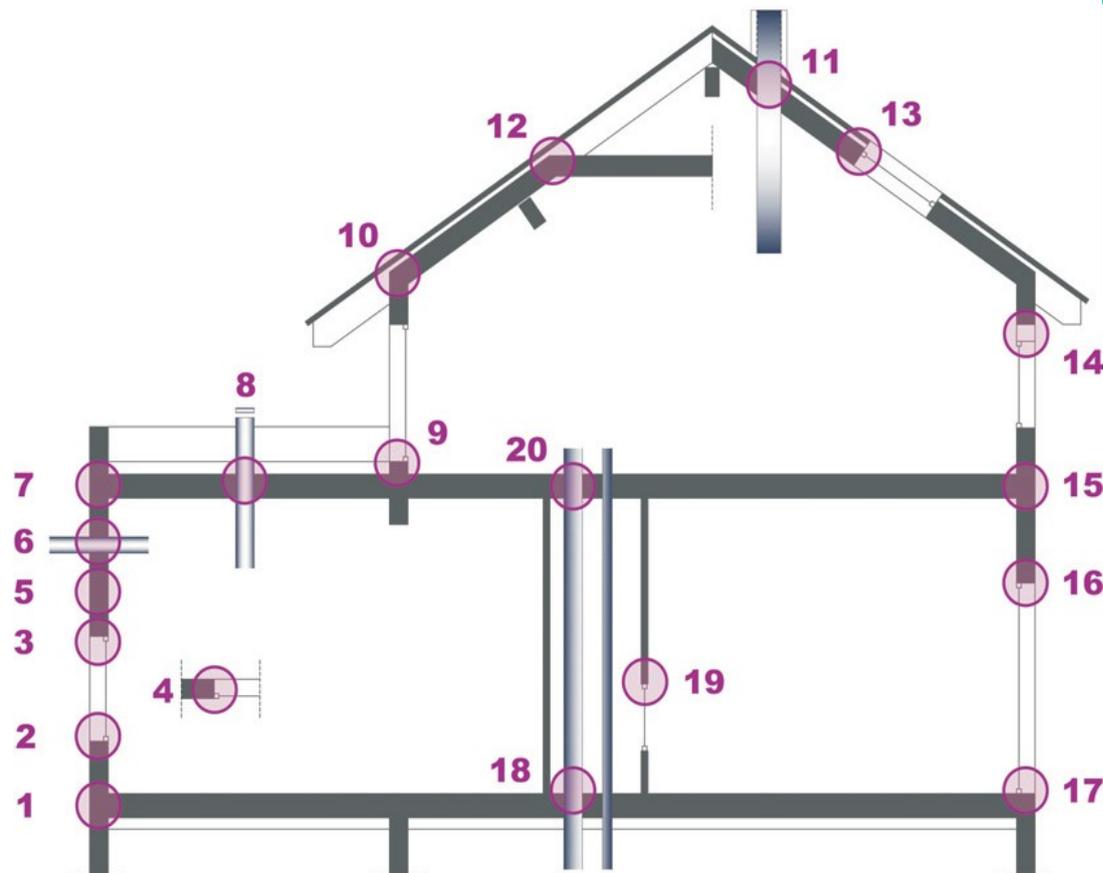
Mettre en place une méthodologie en phase de conception de l'enveloppe

- Appliquer le principe de la continuité
- Mettre en évidence les liaisons
- Soigner les détails dès la conception
- Choisir le matériau le plus adapté
- Analyser les recommandations techniques
- Choisir l'allotissement le plus cohérent



La perméabilité à l'air de l'enveloppe (3)

Mémento de conception et de mise en oeuvre à l'attention des concepteurs, artisans et entreprises du bâtiment



La perméabilité à l'air de l'enveloppe (4)

→ Carnets de détails

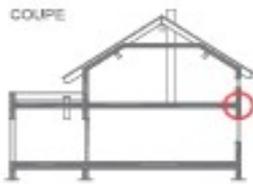
Date : 27 Octobre 2010

Réf : CSL-JTE-LIPI

© CETE de Lyon

Construction Structure Lourde

Localisation I



Corps d'état :



Matériaux d'étanchéité à l'air :

- Enduit hydraulique à base de plâtre
- Enduit hydraulique à base de chaux et / ou de ciment
- Mortier de ciment

Isolation Thermique Extérieure - Liaison Mur / Plancher Intermédiaire

Mur en maçonnerie de blocs élémentaires - Isolant rigide collé ou calé chevillé



Risque d'infiltration d'air :

- En cueille de plafond, au droit de la liaison entre mur et le plancher haut
- En pied de mur, au droit de la liaison entre le mur et le plancher bas

1. Bloc élémentaire de maçonnerie
2. Isolant rigide collé et/ou calé chevillé
3. Enduit mince et armature renforcée
4. Plaque d'about de dalle
5. Chaînage horizontal du plancher
6. Poutres et Hourdis
7. Dalle de compression
8. Isolant thermique ou phonique
9. Chape mortier de ciment
10. Revêtement de sol scellé

Travaux d'étanchéité à l'air :



Lot Gros oeuvre / Maçonnerie

A - Afin de limiter l'incidence de la perméabilité à l'air des maçonneries en paroi courante, il est recommandé de procéder au remplissage de l'évidement des joints verticaux à l'aide d'un mortier de ciment. Les joints horizontaux et verticaux doivent être exécutés de façon à ce qu'il n'existe pas de discontinuité entre le mortier des joints horizontaux et verticaux (Cf. Norme NF DTU 20.1 P1-1)



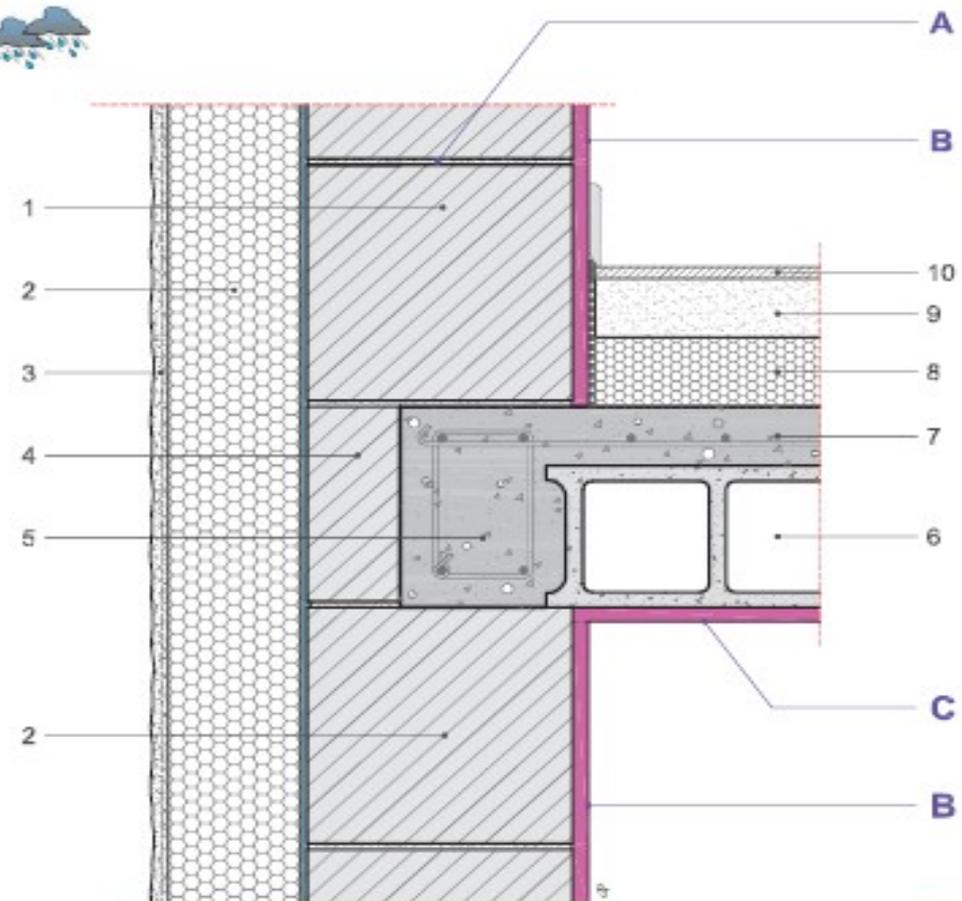
Lot Plâtrerie / Cloison / Doublage

B - Réalisation d'un enduit de plâtre ou hydraulique à base de chaux et/ou de ciment en partie courante des murs verticaux

- Bien prolonger la réalisation de l'enduit jusqu'au pied du mur, au droit de la dalle brute et jusqu'au plafond

C - Réalisation d'un enduit de plâtre ou hydraulique à base de chaux et/ou de ciment en partie courante du plafond

- Bien prolonger la réalisation de l'enduit jusqu'au mur, en continuité avec l'enduit réalisé en partie courante des murs verticaux



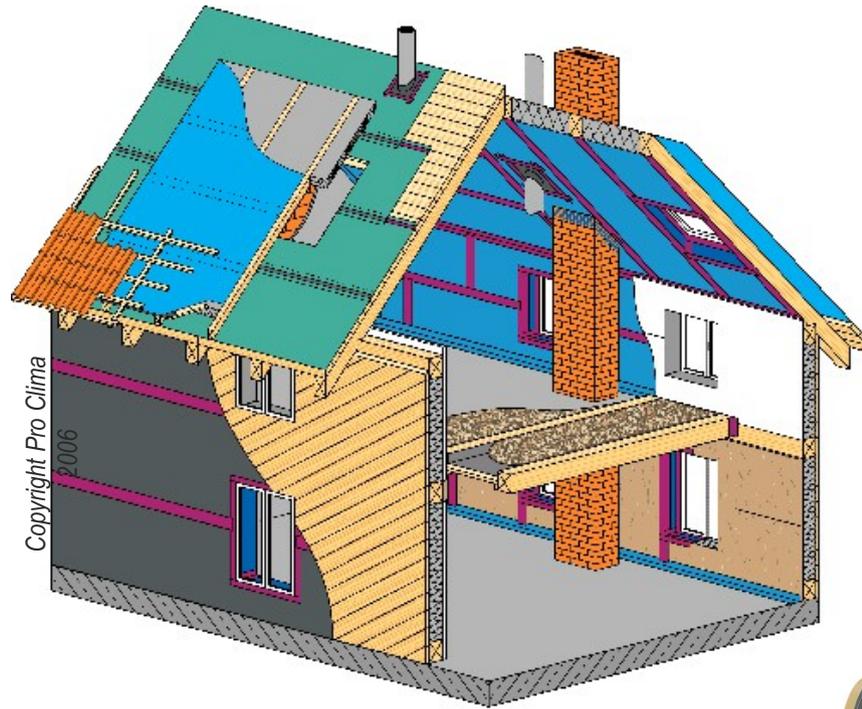
Coupe verticale

La perméabilité à l'air de l'enveloppe (5)

Choisir des matériaux adaptés et analyser les recommandations techniques (ATech, ATex, Pass In...?)



Manchons conduits



Bandes adhésives



Mousse expansive



Mastics et Colles



Manchettes câbles

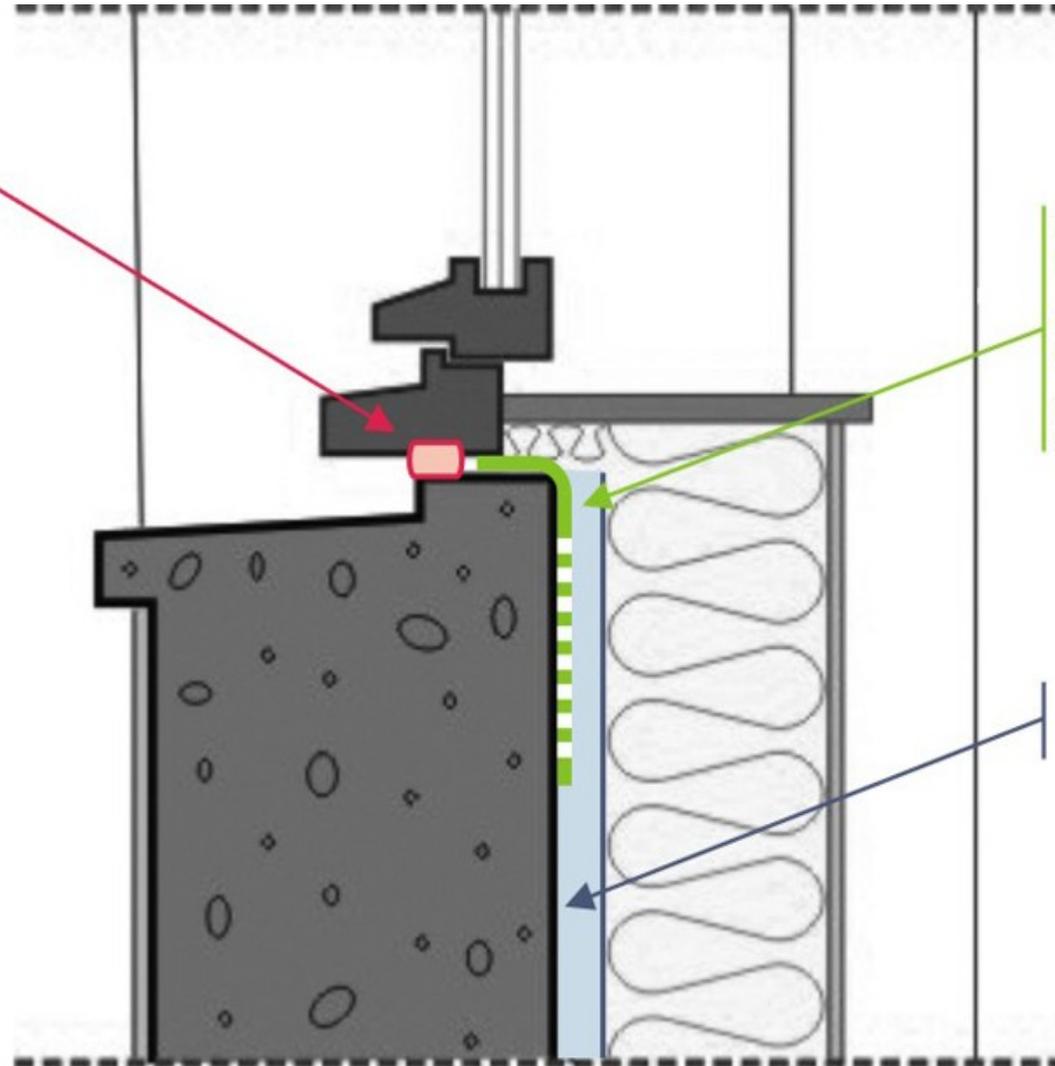


Joints mousse

La perméabilité à l'air de l'enveloppe (6)

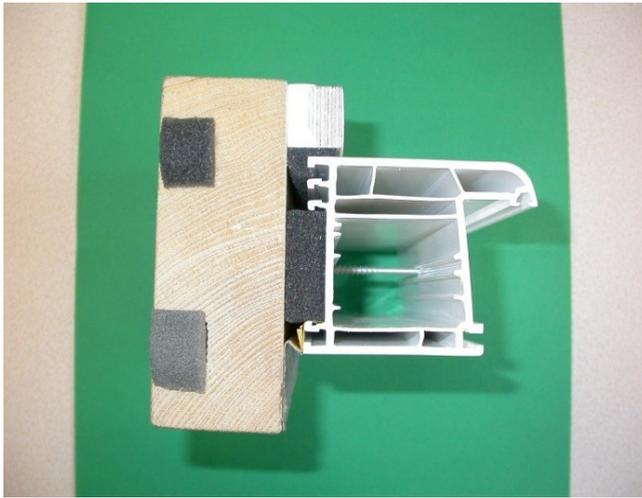
Schéma de détail

Joint Mousse
pré-comprimée
imprégnée
(Résine acrylique)
Classe 1 / NF-P8570



La perméabilité à l'air de l'enveloppe (7)

Membrane + joint mousse pré-comprimé



Les exigences de moyens

La perméabilité à l'air de l'enveloppe (8)

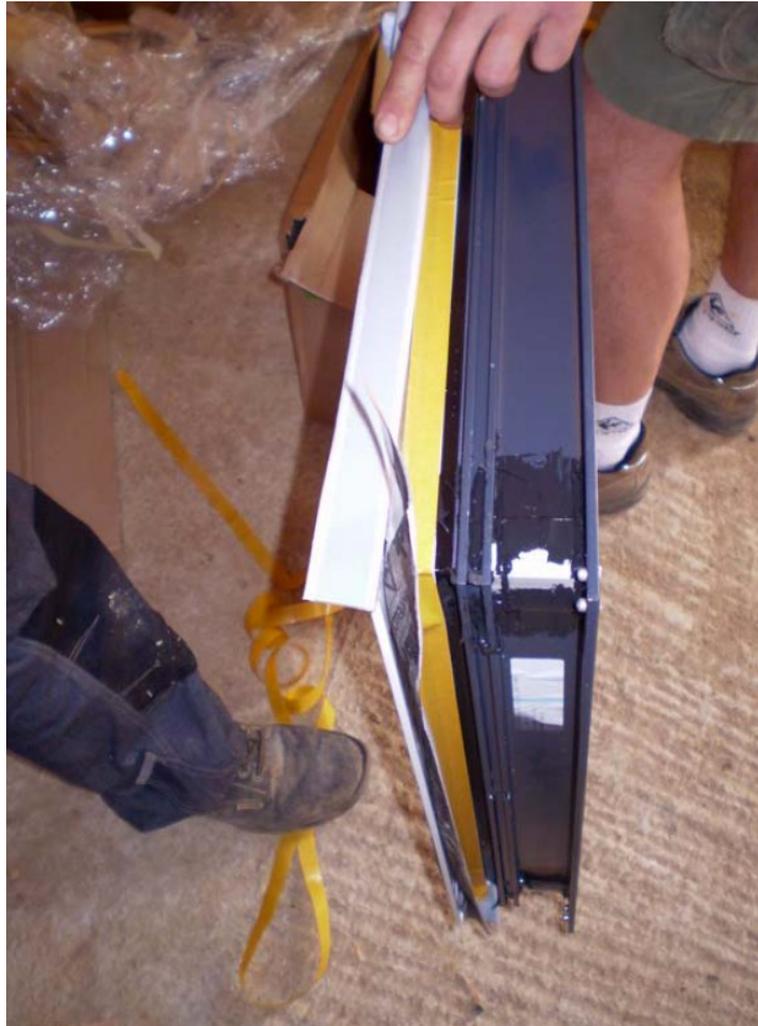
Pose d'une membrane avec grille polyester

Les exigences de moyens



La perméabilité à l'air de l'enveloppe (9)

Pose d'une membrane non tissé



La perméabilité à l'air de l'enveloppe (10)

Pose d'une membrane + joint mousse pré-comprimé



La perméabilité à l'air de l'enveloppe (11)

Pose d'un joint mousse



La perméabilité à l'air de l'enveloppe (12)

Pose d'une menuiserie avec un joint mousse pré-comprimé (type Tryo)



La perméabilité à l'air de l'enveloppe (13)

→ Obligation de résultat pour les maisons individuelles ou accolées et les immeubles collectifs d'habitation

➤ Exigences à respecter :

- ✓ Maison individuelles ou accolée : $Q_{4Pa-surf} \leq 0,6 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$
- ✓ Immeubles collectifs : $Q_{4Pa-surf} \leq 1 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$

➤ 2 Options possibles pour la justification :

- ✓ Soit par une **mesure** conformément à la norme NF EN 13829 et ses documents d'application, par un opérateur autorisé par le Ministère en charge de la construction
- ✓ Soit par une **démarche de qualité** de l'étanchéité à l'air (et des réseaux aérauliques) agréée par le Ministère en charge de la construction. La démarche qualité implique des mesures sur un échantillon du parc construit.

Porte soufflante



Liste des mesureurs autorisés sur: www.rt-batiment.fr

La perméabilité à l'air de l'enveloppe (14)

→ Obligation de résultat pour les maisons individuelles ou accolées et les immeubles collectifs d'habitation

- En maison individuelle ou accolée, les deux options sont possibles dès le 1^{er} janvier 2013
- En immeuble collectif :
 - ✓ Avant le 1^{er} janvier 2015 : mesure obligatoire
 - ✓ Après le 1^{er} janvier 2015 : les deux options sont possibles

Porte soufflante



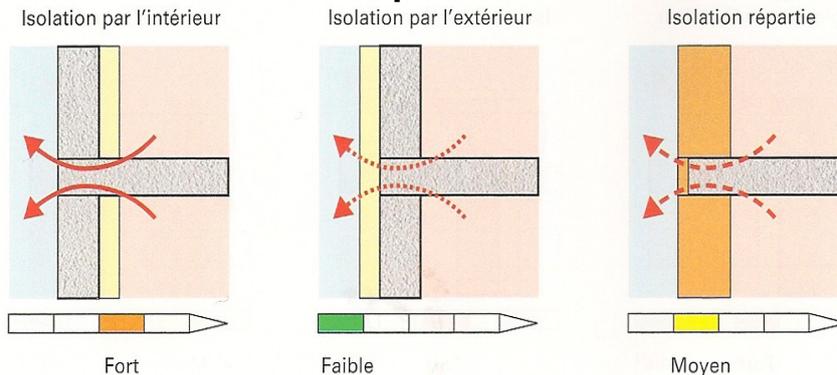
Définition des ponts thermiques

→ Ponts thermiques :

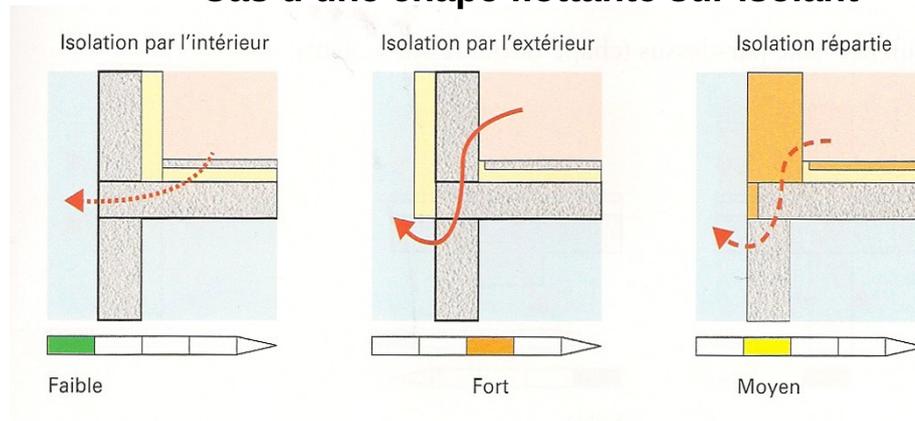
Définition :

zones qui dans l'enveloppe d'un bâtiment présentent un défaut ou une diminution de résistance thermique par ailleurs uniforme

Plancher courant / mur Cas d'un plancher lourd



Plancher sur VS / mur Cas d'une chape flottante sur isolant



Traitement des ponts thermiques (I)

→ Pour tous les bâtiments

- ✓ Exigence sur le ratio de transmission thermique linéique moyen global :
 $\psi \leq 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{SHON}_{\text{RT}}\cdot\text{K})$

Tolérance : $\psi \leq 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{SHON}_{\text{RT}}\cdot\text{K})$ en cas d'absence de technique disponible permettant de traiter les ponts thermiques des planchers bas et/ou intermédiaires (risque sismique, protection contre l'incendie), sur justification écrite du maître d'ouvrage



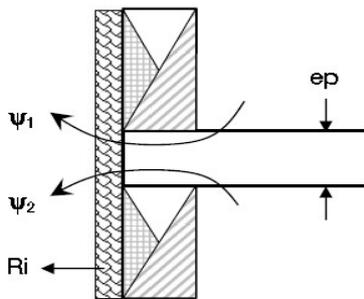
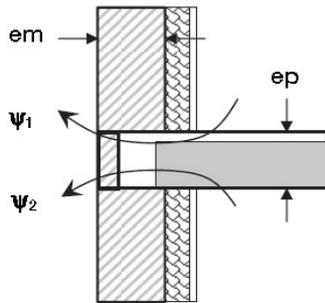
Traitement des ponts thermiques (II)

→ Pour tous les bâtiments



- Exigence sur le coefficient de transmission thermique linéique moyen des liaisons entre planchers intermédiaires et les murs donnant sur l'extérieur ou un local non chauffé :

✓ $\Psi \leq 0,6 \text{ W/(ml.K)}$



Limitation des consommations d'éclairage artificiel

→ Pour tous les bâtiments

- **Circulations et parties communes intérieures verticales et horizontales**
 - ✓ Dispositif(s) automatique(s) permettant :
 - ⇒ En cas d'inoccupation : l'extinction de l'éclairage ou l'abaissement au minimum réglementaire
 - ⇒ Dès que l'éclairement naturel est suffisant : extinction de éclairage
- **Parcs de stationnement couverts et semi couverts**
 - ✓ Dispositif(s) automatique(s) permettant en cas d'inoccupation l'extinction de l'éclairage artificiel ou l'abaissement du niveau d'éclairement au minimum réglementaire

>> avec exigence de surface

Sommaire



- *Objectifs de la RT 2012*
- *Principes généraux et définitions*
- *Besoin bioclimatique conventionnel*
- *Consommation conventionnelle d'énergie*
- *Température intérieure conventionnelle*
- *Méthode de calcul Th-BCE 2012*
- *Les exigences de moyens*
- ***Évaluation économique***
- *Exemples d'application*
- *Modalités d'application de la RT 2012*

Maison individuelle – étude de cas (I)

→ La maison choisie :

- Maison individuelle 90 m² SHAB (coût 2010 : 95 k€ TTC)
- Dans la configuration la plus pénalisante
 - ✓ Orientation Est-Ouest,
 - ✓ Plain pied et garage intégré (mauvais facteur de forme).

→ Partie technique :

- ✓ Réalisée avec le moteur de la RT 2012

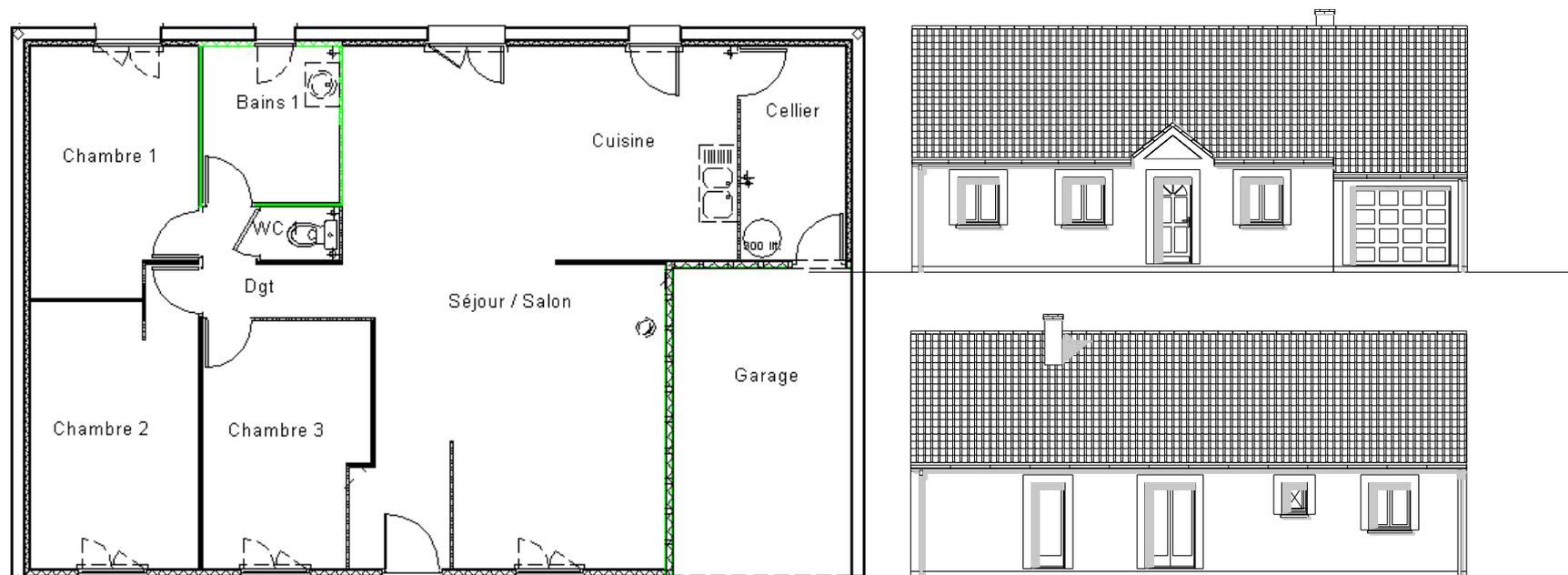
→ Partie économique :

- ✓ Sur la base des chiffrages de 3 grands constructeurs de maisons individuelles
- ✓ Prix de vente vérifiés par le groupe de BET applicateurs de la RT 2012

Maison individuelle – étude de cas (II)

→ Les coûts globaux sur 20 ans tiennent compte

- ✓ de l'investissement initial
- ✓ + 20 ans de frais énergétiques sur les 5 usages réglementés (4% d'augmentation annuelle du prix des énergies), d'abonnement(s) et de maintenance, en appliquant un taux d'actualisation annuel de 4%.



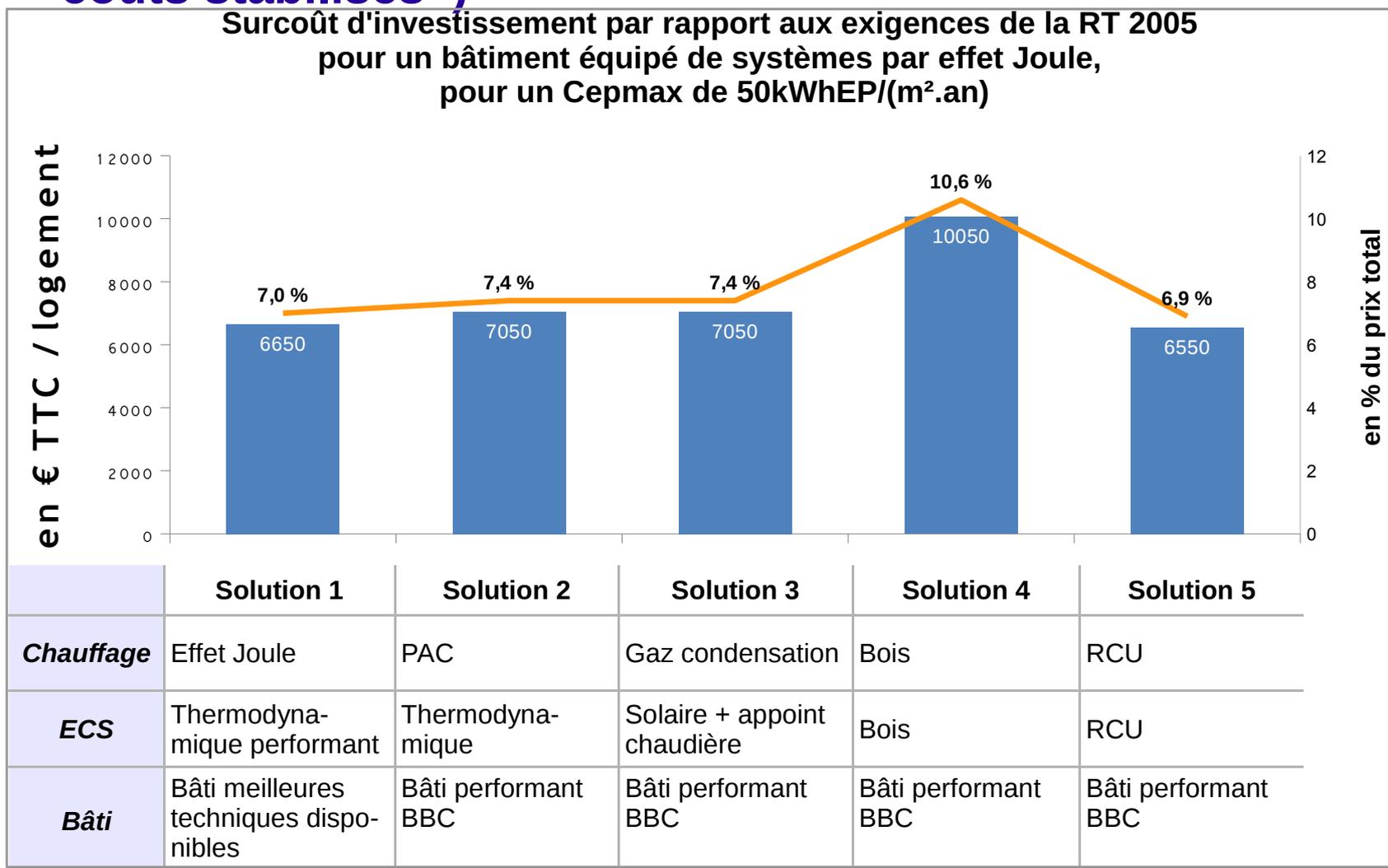
Maison individuelle – étude de cas (III)

→ Surcoûts d'investissement en 2013 (techniques et coûts stabilisés)

- ✓ Solution 1 : Effet Joule (convecteur) + ECS thermodynamique performant + Bâti meilleures techniques disponibles
- ✓ Solution 2 : Pompe à chaleur + ECS thermodynamique + Bâti performant BBC
- ✓ Solution 3 : Chaudière condensation gaz + ECS solaire avec appoint chaudière + Bâti performant BBC
- ✓ Solution 4 : Chaudière bois granulé + ECS bois + Bâti performant BBC
- ✓ Solution 5 : Réseau de chaleur urbain (RCU) + ECS RCU + Bâti performant BBC

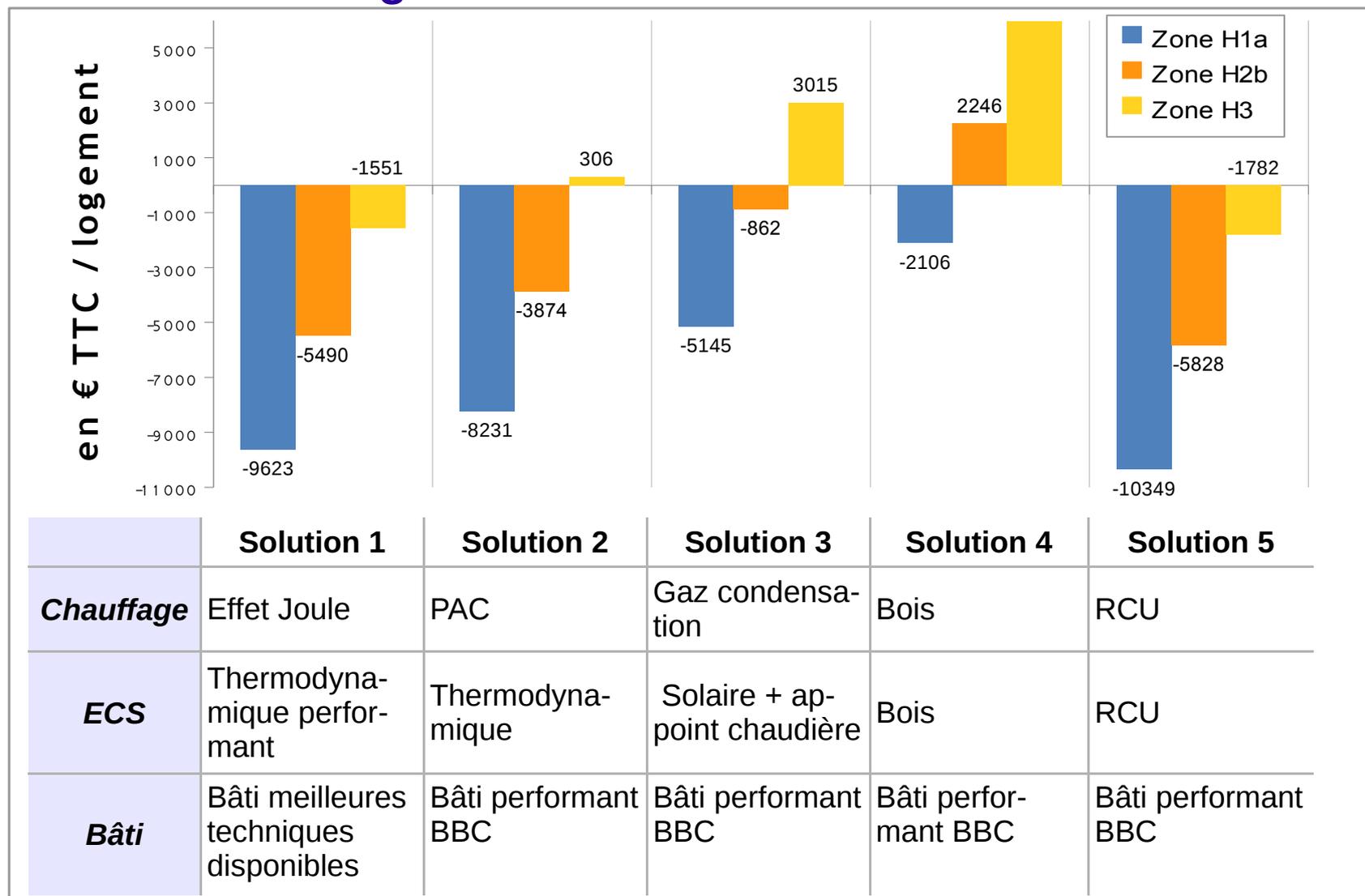
Maison individuelle – étude de cas (IV)

→ Surcoûts d'investissement en 2013 (techniques et coûts stabilisés)



Maison individuelle – étude de cas (V)

→ Écart de coût global sur 20 ans



Sommaire



- *Objectifs de la RT 2012*
- *Principes généraux et définitions*
- *Besoin bioclimatique conventionnel*
- *Consommation conventionnelle d'énergie*
- *Température intérieure conventionnelle*
- *Méthode de calcul Th-BCE 2012*
- *Les exigences de moyens*
- *Évaluation économique*
- ***Exemples d'application***
- *Modalités d'application de la RT 2012*

Logement collectif



- Description du bâtiment
- Simulation avec un bâti performant: Bbio
- Simulation avec chauffage gaz, ECS solaire: Cep

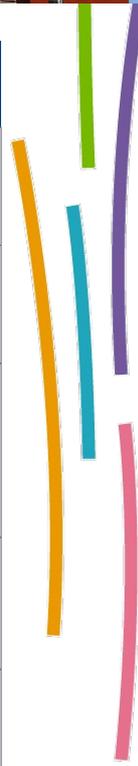
Logement collectif : description du bâtiment



Caractéristiques générales et architecturales

Nombre de logements	27	
Surface habitable	1653 m ²	
SHON _{RT}	1928 m ²	
Surface moyenne des logements	71,4 m ²	
Nombre de niveaux	R+7	
T1/T2/T3/T4/T5	2/6/9/8/2	
Surfaces déperditives	2248 m ²	
Surfaces vitrées	450 m ²	
Taux de surface totale des baies / (m ² .SHAB)	27,2% (> 16,6 %)	
Répartition des surfaces vitrées	Nord	20,9%
	Est	6,9%
	Sud	48,7%
	Ouest	23,6%

Logement collectif : Bbio (I)

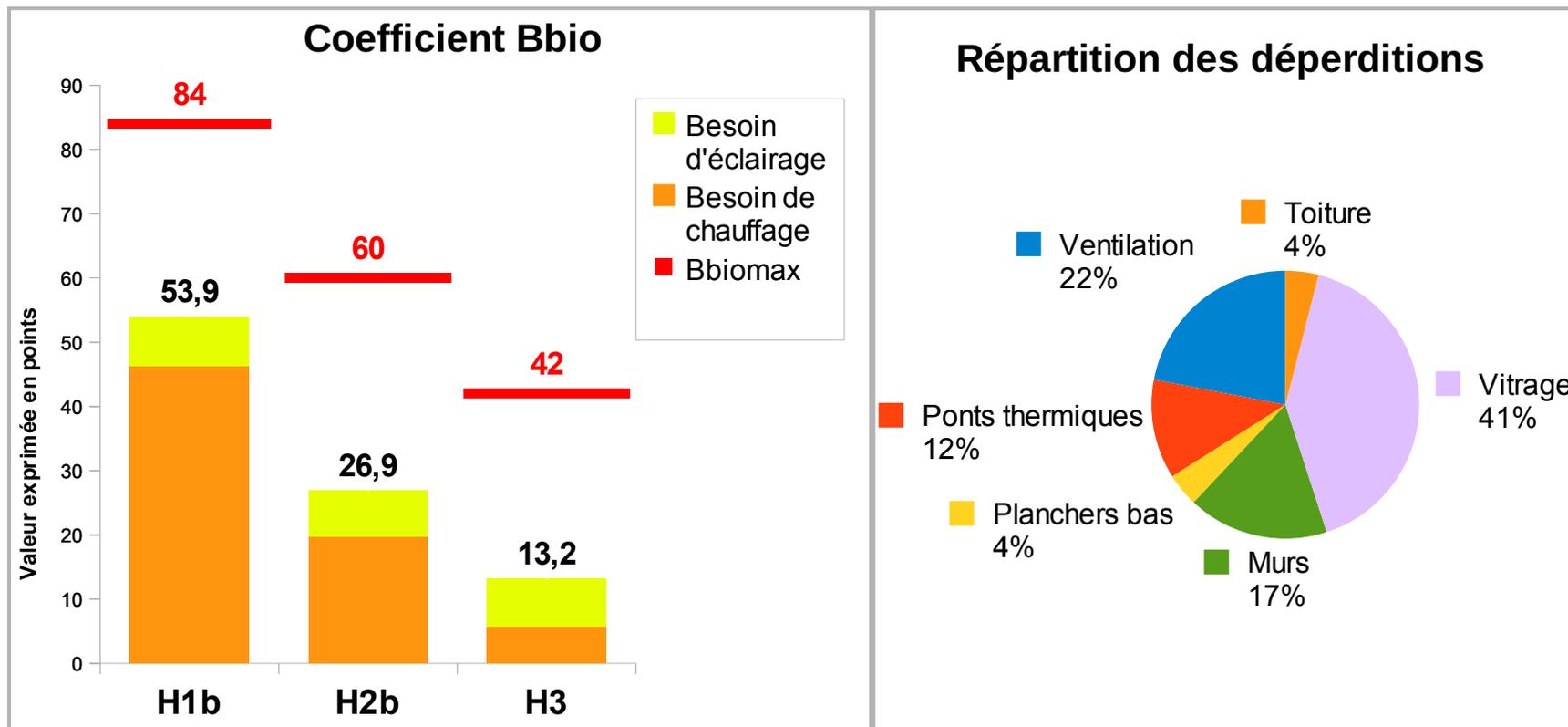


Description du bâti performant			
Parois verticales	Béton banché + isolation extérieure	R=3,8 m ² .K/W	Up=0,25 W/(m ² .K)
Toiture terrasse	Isolation sur dalle béton	R=4,2 m ² .K/W	Up=0,23 W/(m ² .K)
Plancher bas	Dalle béton + isolation sous chape	R=1,85 m ² .K/W	Ue=0,23 W/(m ² .K)
	isolation continue sous dalle	R=3,30 m ² .K/W	
Parois vitrées	Double vitrage 4/16/4 TL= 0,55 ; Sw _{hiver} =0,42		Uw=1,6 W/(m ² .K)
Protections solaires	Volets coulissants épaisseur < 22 mm Sw _{été} = 0,1		U=0,20 W/(m ² .K)
Ponts thermiques	Ratio $\Psi = 0,087 \text{ W}/(\text{K}.\text{m}^2)$ (<0,28 W/(K.m ²)) avec rupteur $\Psi_{\text{rpt}} = 0,28 \text{ W}/(\text{ml}.\text{K})$ pour liaison avec les balcons.		
Inertie	lourde		
Perméabilité à l'air	1 m ³ /(h.m ²) sous 4 Pa		

Logement collectif : Bbio (III)



Performance du bâti performant



Logement collectif : Cep (I)



Caractéristiques des systèmes

Chauffage Gaz	Générateur	Chaudière gaz à condensation hors volume chauffé
	Émetteurs	Radiateurs moyenne température
	Distribution	Isolation classe 5 (0,18W/m.K) Pcirculateur = 1,0 kW
ECS Solaire	Production collective	Panneaux solaires thermiques 30 m ² appoint chaudière gaz à condensation
	Stockage	2 X 1500 l ; Cr = 0,07Wh/(l.K.jr)
	Distribution	En réseau bouclé Pcirculateur = 300W
Ventilation	Simple flux hygroréglable de type B, basse consommation	

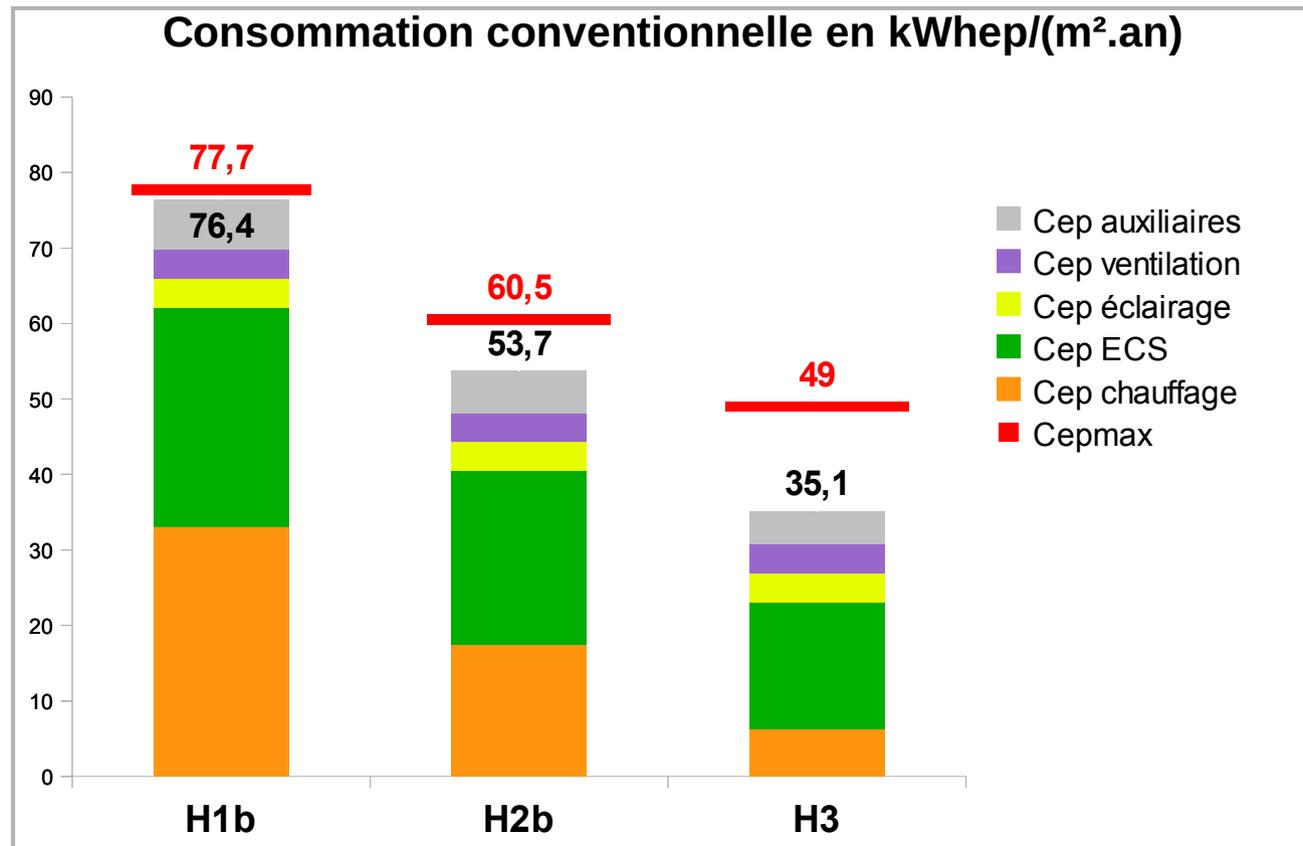
Logement collectif : Cep (II)



Exemples d'application



Performance du bâtiment



Bureau CE1 non climatisé



- Description du bâtiment
- Simulation avec un bâti performant: Bbio
- Simulation avec un chauffage PAC: Cep

Bureau CE1 non climatisé : description du bâtiment



Caractéristiques générales et architecturales

Surface utile SU_{RT}	1669 m ²	
$SHON_{RT}$	1836 m ²	
Périmètre	131 m	
Nombre de niveaux	2	
Surfaces déperditives	3 351,5 m ²	
Surfaces vitrées	215,72 m ²	
Taux de vitrage par m ² de façade	18%	
Répartition des surfaces vitrées	Nord	27%
	Est	5,9%
	Sud	59%
	Ouest	8,2%

Bureau CE1 non climatisé : Bbio (I)



Description de l'enveloppe

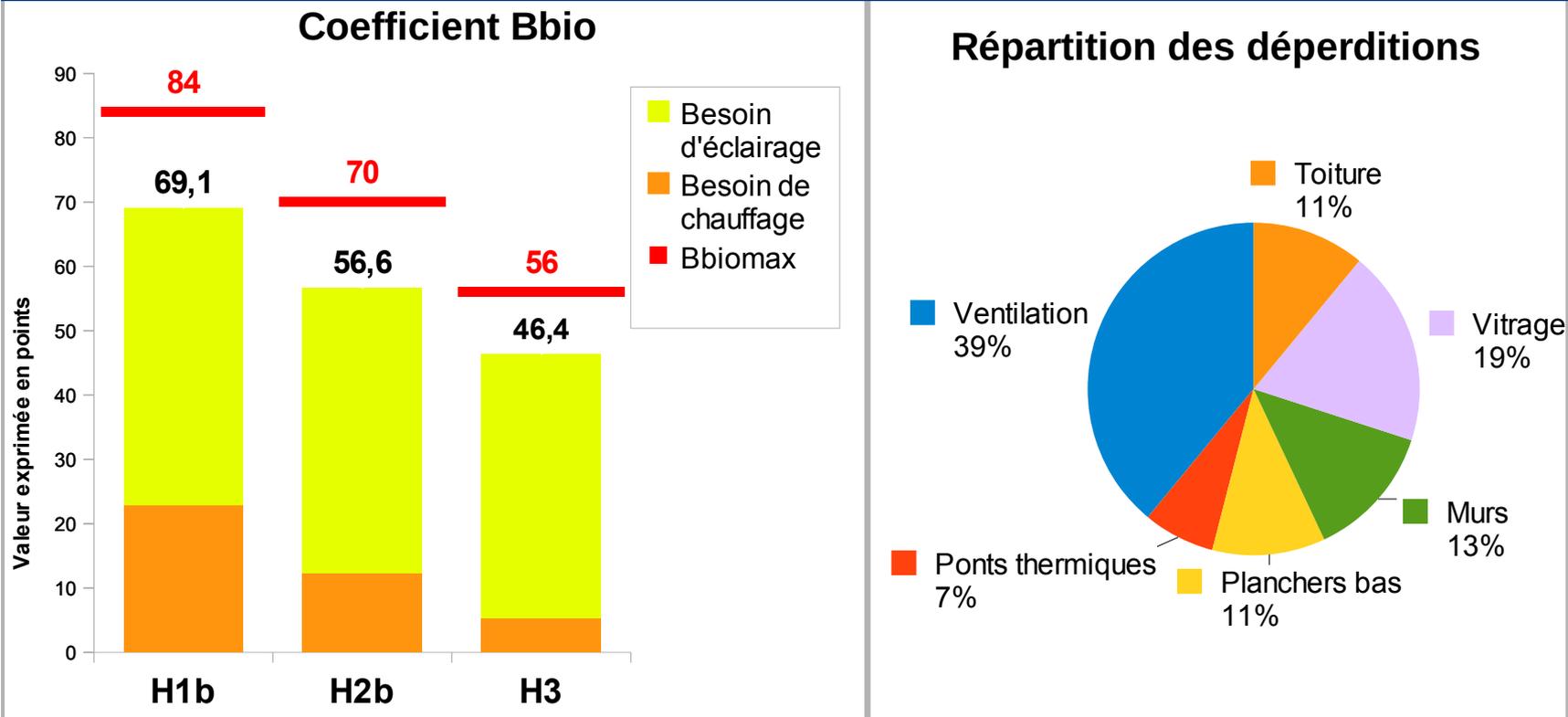
Parois verticales	Brique semi-isolante + doublage intérieur	$R=5,0 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$	$U_p=0,2 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Plancher haut	Type rampants	$R=6,25 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$	$U_p=0,16 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Plancher bas	Sur parking : Dalle béton + isolation sous chape	$R=2,75 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$	$U_e=0,16 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
	isolation continue sous dalle	$R= 2,20 \text{ m}^2.\text{K}/ \text{W}$	
Parois vitrées	Double vitrage 4/16 argon /4 TL= 0,6 ; $Sw_{\text{hiver}}=0,41$		$U_w=1,34 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$
Protections solaires	Stores extérieurs $Sw_{\text{été}} = 0,2$		
Ponts thermiques	Ratio $\Psi = 0,06 \text{ W}/ (\text{K}.\text{m}^2\text{SHON}_{\text{RT}})$ (<0,28) avec rupteur $\Psi_{\text{rpt}} = 0,28 \text{ W}/ (\text{m}.\text{K})$ aux liaisons murs extérieurs et planchers intermédiaires		
Inertie	moyenne		
Perméabilité à l'air	$1,7 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$ sous 4 Pa		

Bureau CE1 non climatisé : Bbio (II)



Exemples d'application

Performances de l'enveloppe



Bureau CE1 non climatisé : Cep (I)



Caractéristiques des systèmes

Chauffage <i>Pompe à chaleur air/eau</i>	Générateur	Pompe à chaleur de COP _{+7/35°C} = 4,4 hors volume chauffé
	Émetteurs	Radiateurs moyenne température
	Distribution	Isolation classe 4 (déperditions en ligne de 0,22 W/m.K) Pcirculateur = 500 W
ECS	Production collective	4 ballons ECS électriques
	Stockage	50 l ; Cr = 0,53h/(l.K .jr)
Ventilation	Double flux avec échangeur de rendement 75% non certifié	
Éclairage	Gestion par horloge + détection de présence Puissance d'éclairage : 10 W/m ² dans les bureaux pour 500 lux; 2 W/m ² dans les circulations	

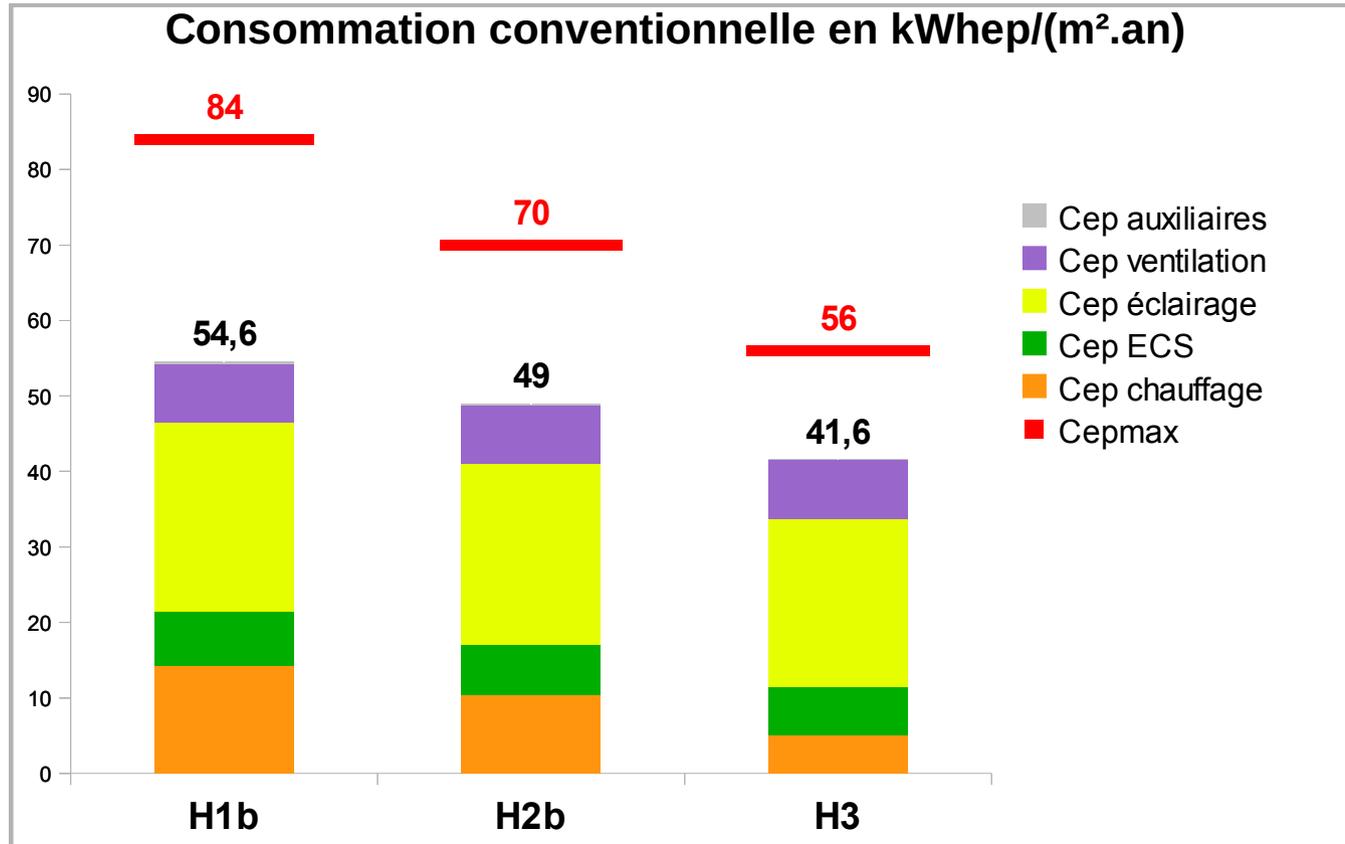
Bureau CE1 non climatisé : Cep (II)



Exemples d'application

Performance du bâtiment

Chauffage
Pompe à chaleur air/eau



Sommaire



- *Objectifs de la RT 2012*
- *Principes généraux et définitions*
- *Besoin bioclimatique conventionnel*
- *Consommation conventionnelle d'énergie*
- *Température intérieure conventionnelle*
- *Méthode de calcul Th-BCE 2012*
- *Les exigences de moyens*
- *Évaluation économique*
- *Exemples d'application*
- ***Modalités d'application de la RT 2012***

Étude thermique - calcul réglementaire

→ Appliquer l'une ou l'autre des deux solutions :

- **Faire réaliser un calcul réglementaire des Bbio, Cep et Tic**
 - ✓ Calcul réalisé par un bureau d'études thermiques
 - ✓ Utilisation d'un logiciel
 - ⇒ Disponible auprès des éditeurs de logiciel
 - ⇒ Doit être évalué avant le 1^{er} janvier 2013 selon une procédure définie par le ministère en charge de la construction (les rapports d'évaluation seront disponibles sur le site du ministère)
 - ✓ Mise à disposition d'un récapitulatif standardisé d'étude thermique

- **Utiliser en maison individuelle des modes d'application simplifiés agréés par le ministère en charge de la construction**

Justification des données d'entrées au calcul

→ Étanchéité à l'air **Nouveauté**

- ✓ Mesure par un opérateur autorisé par le ministère en charge de la construction (obligatoire jusqu'au 1^{er} janvier 2015 pour le logement collectif)
- ✓ Ou démarche qualité agréée par le ministère en charge de la construction

→ Valeurs par défaut de la conductivité thermique utile des isolants bio-sourcés définis en annexe de l'arrêté du 26/10/2010 **Nouveauté**

- ✓ Isolants en fibre de bois, à base de fibres végétales (Cellulose, Chanvre et lin, Paille comprimée et autres), à base de fibres animales (Laine de mouton et autres)

→ Valeurs par défaut de la méthode de calcul Th-BCE 2012

- ✓ Dans ce cas seulement, justification non nécessaire
- ✓ Valeurs pénalisantes correspondant aux valeurs les moins performantes des systèmes

Cas particulier – dispositif de Titre V

→ Dans le cas où la méthode de calcul Th-BCE 2012 ne prend pas en compte :

- Les spécificités *architecturales et techniques* d'un projet de construction
- Les spécificités d'un *système* ou d'un *réseau de chaleur ou de froid*

>> Demande d'agrément à adresser au ministère en charge de la construction. Trois types de demandes :

- ✓ Titre V « **opération** » dédié à une opération de construction : agrément ministériel fourni par **courrier au maître d'ouvrage**
- ✓ Titre V « **système** » dédié à un produit ou un système énergétique : arrêté publié au **Journal Officiel complétant la méthode de calcul Th-BCE 2012**
- ✓ Titre V « **Réseaux de chaleur ou de froid** » dédié à un réseau de chaleur ou de froid faiblement émetteurs de GES : agrément ministériel fourni **par courrier au gestionnaire du réseau**

Récapitulatif standardisé d'étude thermique (I)

➔ Le récapitulatif standardisé d'étude thermique est tenue à disposition par le maître d'ouvrage:

➤ **Sous quel format?**

- ✓ Format informatique XML

➤ **A partir de quand?**

- ✓ Au plus tard à l'achèvement des travaux

➤ **Pendant combien de temps?**

- ✓ 5 ans à compter de l'achèvement des travaux

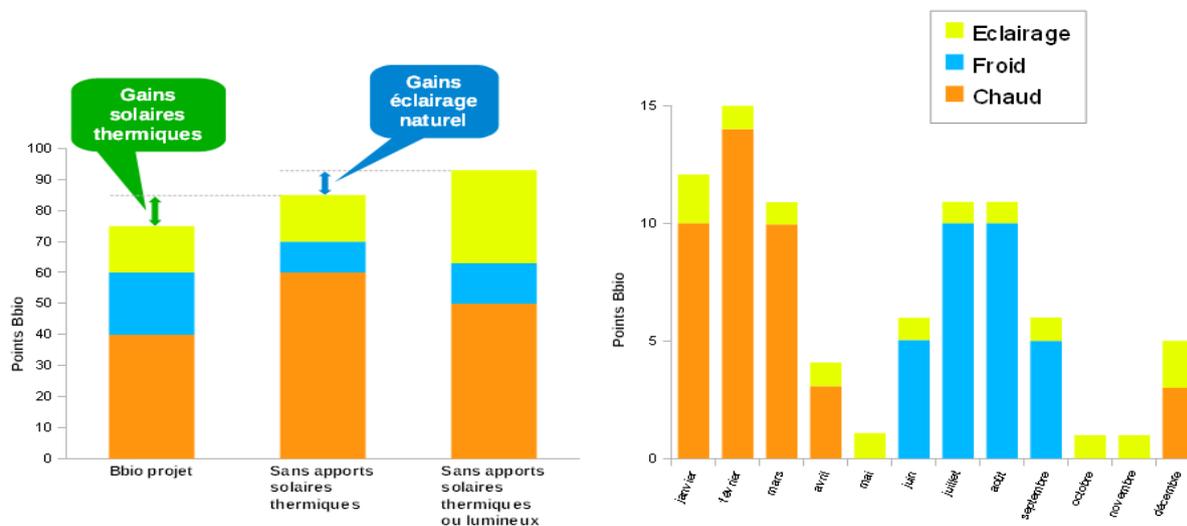
➤ **A disposition de qui?**

- ✓ Tout acquéreur
- ✓ Toute personne chargée d'établir le diagnostic de performance énergétique
- ✓ Toute personne chargée d'attester de la conformité du bâtiment à la réglementation thermique et/ou à un label de performance énergétique
- ✓ Tout contrôleur assermenté de l'application des règles de construction

Récapitulatif standardisé d'étude thermique (II)

→ Récapitulatif standardisé d'étude thermique, format XML

- ✓ Chapitre 1 : Données administratives du bâtiment
- ✓ Chapitre 2 : Exigences de résultats ($B_{bio} < B_{bio_{max}}$, $Cep < Cep_{max}$ et $Tic < Tic_{réf}$) et exigences de moyens
- ✓ Chapitre 3 : Indicateurs pédagogiques



- ✓ Chapitre 4 : Détails des données d'entrées et de sorties du calcul réglementaire
- ✓ Chapitre 5 : Impact de différents paramètres sur les résultats conventionnels

Justification par attestation de la prise en compte de la RT 2012 **Nouveauté**

- ➔ **Attestation par le maître d'ouvrage au dépôt de la demande de permis de construire :**
 - De la réalisation de l'étude de faisabilité des approvisionnements en énergie (depuis 13 juillet 2005 – loi POPE)
 - De la prise en compte de la réglementation thermique. Vérification entre autres de :
 - ✓ L'exigence : $B_{bio} < B_{io_{max}}$
 - ✓ Certaines exigences de moyens : 1/6 surface vitrée minimum dans les maisons individuelles ou accolées et les logements collectifs
- ➔ **Le maître d'ouvrage fait attester que le maître d'œuvre a pris en compte la réglementation thermique, à l'achèvement des travaux:**
 - ✓ **Attestation réalisée par qui ?**
 - >> un contrôleur technique, >> un diagnostiqueur de performance énergétique, >> un organisme certificateur >> un architecte

Le contrôle du respect des règles de construction: qu'est-ce que c'est?

Le CRC est une mission de police judiciaire menée en pratique par des agents de l'État avec un double objectif:

- **Vérification du respect des règles de construction**
 - ✓ Les règles de construction sont définies par le code de la construction et de l'habitation
 - ✓ Une non-conformité à ces règles constitue un délit et peut faire l'objet de poursuites pénales
- **Sensibilisation des professionnels de la construction**
 - ✓ Au respect :
 - ⇒ des règles de construction
 - ⇒ des bonnes pratiques professionnelles (règles de l'art)
 - ✓ À une meilleure qualité des bâtiments

Conclusion

Une avancée majeure du Grenelle Environnement



→ Généralisation des techniques performantes

- ✓ Conception / isolation du bâti nettement améliorée
- ✓ Amélioration des performances des systèmes de chauffage de 10 à 20 % pour le chauffage par PAC, par gaz condensation et par chaudières bois
- ✓ Généralisation du chauffe-eau thermodynamique ou de capteurs solaires thermiques

→ Par l'exigence en valeur absolue, la RT 2012 demande de prendre en compte tous les aspects de conception...

- ✓ ...mais en réduisant fortement les exigences de moyens

Conclusion

Une avancée majeure du Grenelle Environnement

→ L'optimisation doit être menée dès les phases initiales de conception

- ✓ Le dialogue maître d'ouvrage - architecte - bureau d'études – industriels - entreprises devient essentiel
- ✓ Le coefficient Bbio facilitera ce dialogue

→ Les paramètres essentiels varient suivant le climat et le type de bâtiment

- ✓ La conjugaison bâti / systèmes / ENR devient centrale...
- ✓ ... sans solution "unique" universelle

→ Une forte amélioration de la performance énergétique des bâtiments neufs

- ✓ Consommations d'énergie réduites d'un facteur 2 à 4, amélioration de la conception bioclimatique et de l'isolation, généralisation des techniques les plus performantes, ...

Conclusion

Une avancée majeure du Grenelle Environnement

→ Un choix

- ✓ Un surcoût de construction maîtrisé : + 5 à 8 % en 2013
- ✓ Un bouquet de solutions techniques disponibles (PAC, gaz/solaire, bois,...) à coûts très proches (ce qui favorisera la concurrence et la baisse des prix)
- ✓ Un investissement rentable : des mensualités d'emprunt largement couvertes par les économies d'énergie, et à l'issue un gain de pouvoir d'achat très important
- ✓ Une économie sur 20 ans de 5 000 € (immeuble collectif) à 15 000 € (maison individuelle)

→ 150 milliards de kWh économisés et 13 à 35 millions de tonnes de CO₂ en moins dans l'atmosphère sur la période 2013-2020

Liens Internet et crédits photo

Sites Internet ministériels

→ Rubrique RT 2012 sur le site Internet du ministère (dans « Bâtiment et construction »)

www.developpement-durable.gouv.fr/Chapitre-I-La-nouvelle

→ Rubrique RT 2012 sur le site Internet rt-batiment.fr

www.rt-batiment.fr/batiments-neufs/reglementation-thermique-2012

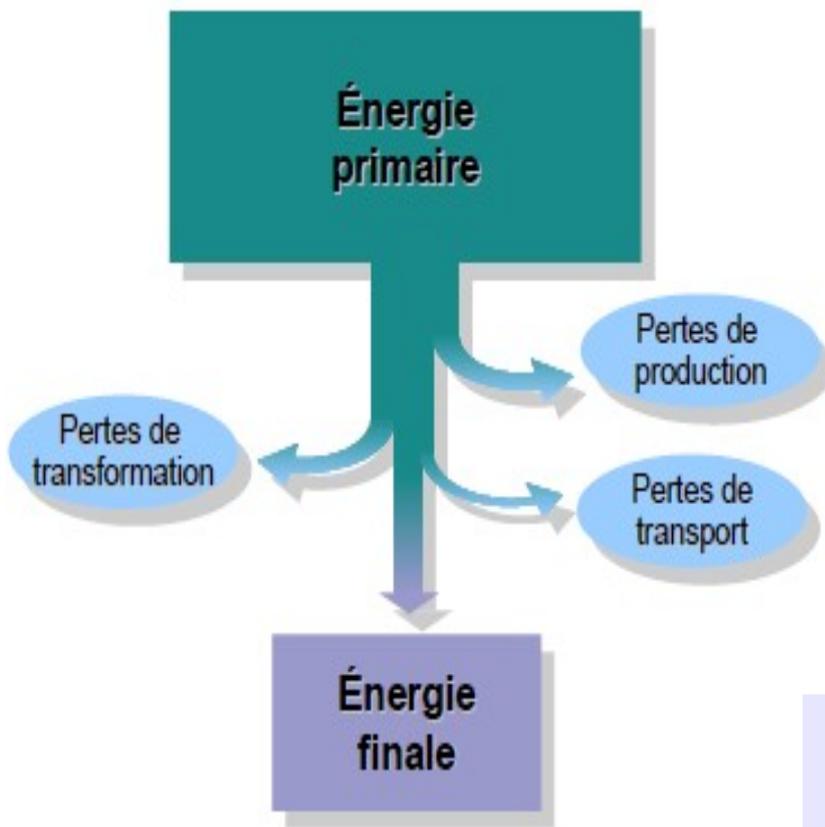
→ Diaporama sur le site internet

www.bourgogne.developpement-durable.gouv.fr/

Crédits photo

- ✓ Pages 1, 61 à 66 : Bernard Suard-MEDDTL
- ✓ Pages 29, 44 : LOAD
- ✓ Pages 46 à 48 : CETE Lyon
- ✓ Pages 67 à 71 : Laurent Mignaux - MEDDTL

Définition de l'énergie primaire



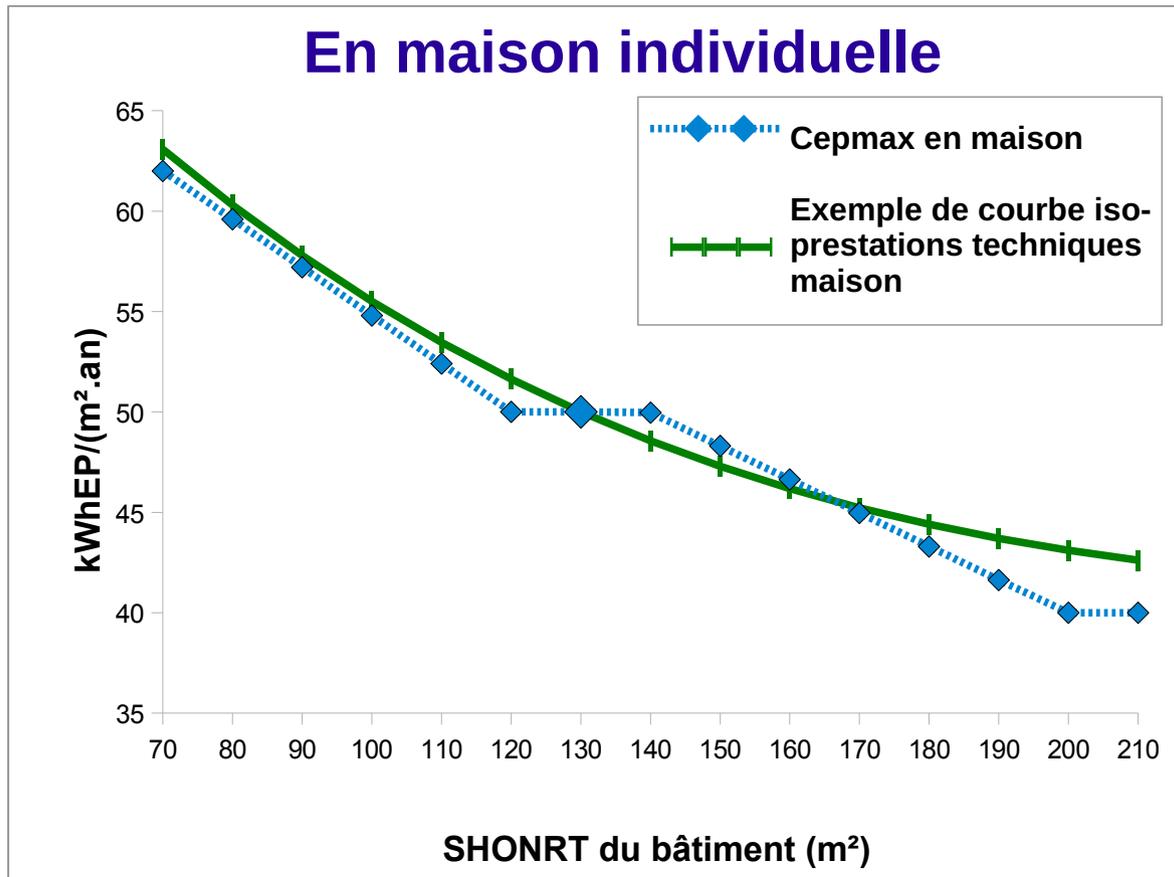
- ✓ L'énergie finale (kWh_{EF}) est la quantité d'énergie disponible pour l'utilisateur final.
- ✓ L'énergie primaire (kWh_{EP}) est la consommation nécessaire à la production de cette énergie finale.
- ✓ Par convention, du fait des pertes liées à la production, la transformation, le transport et le stockage :

• $1 \text{ kWh}_{EF} \Leftrightarrow 2,58 \text{ kWh}_{EP}$
pour l'électricité

• $1 \text{ kWh}_{EF} \Leftrightarrow 1 \text{ kWh}_{EP}$
pour les autres énergies (gaz, réseaux de chaleur, bois, etc.)

Modulation du Cep_{max} selon la surface moyenne des logements : M_{csurf}

➔ Pour ne pas pénaliser les logements de petite surface, l'exigence du Cep_{max} est modulée en fonction de la surface du logement

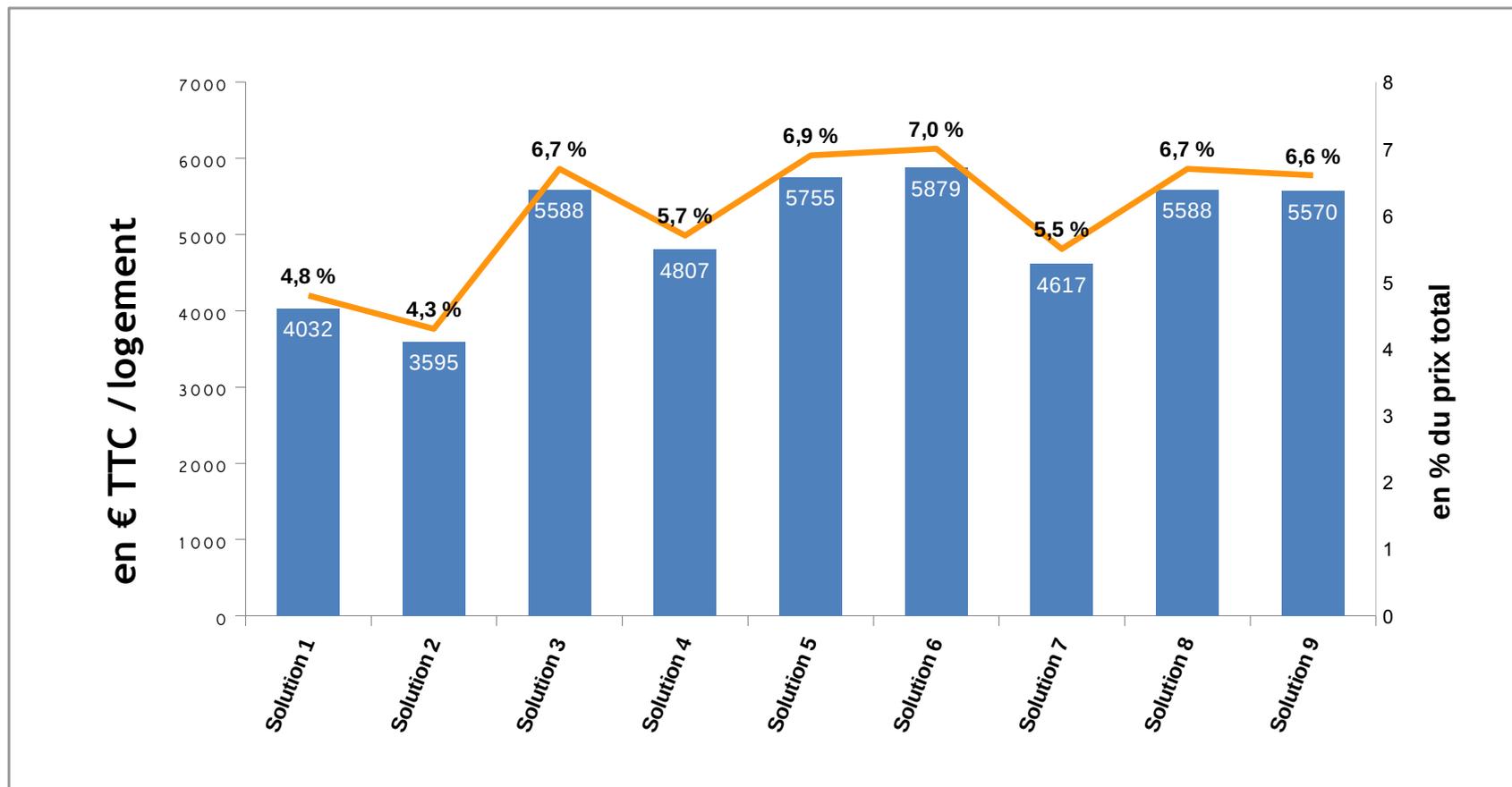


La courbe iso-prestation illustre l'évolution de la consommation d'énergie primaire d'un bâtiment, en fonction de sa surface.

Ici, le bâtiment de référence fait 130m² de $SHON_{RT}$, avec une consommation de 50 kWh_{EP} / (m².an).

Immeuble collectif – étude de cas – 17 logements en zone H2b(1214 m²) (I)

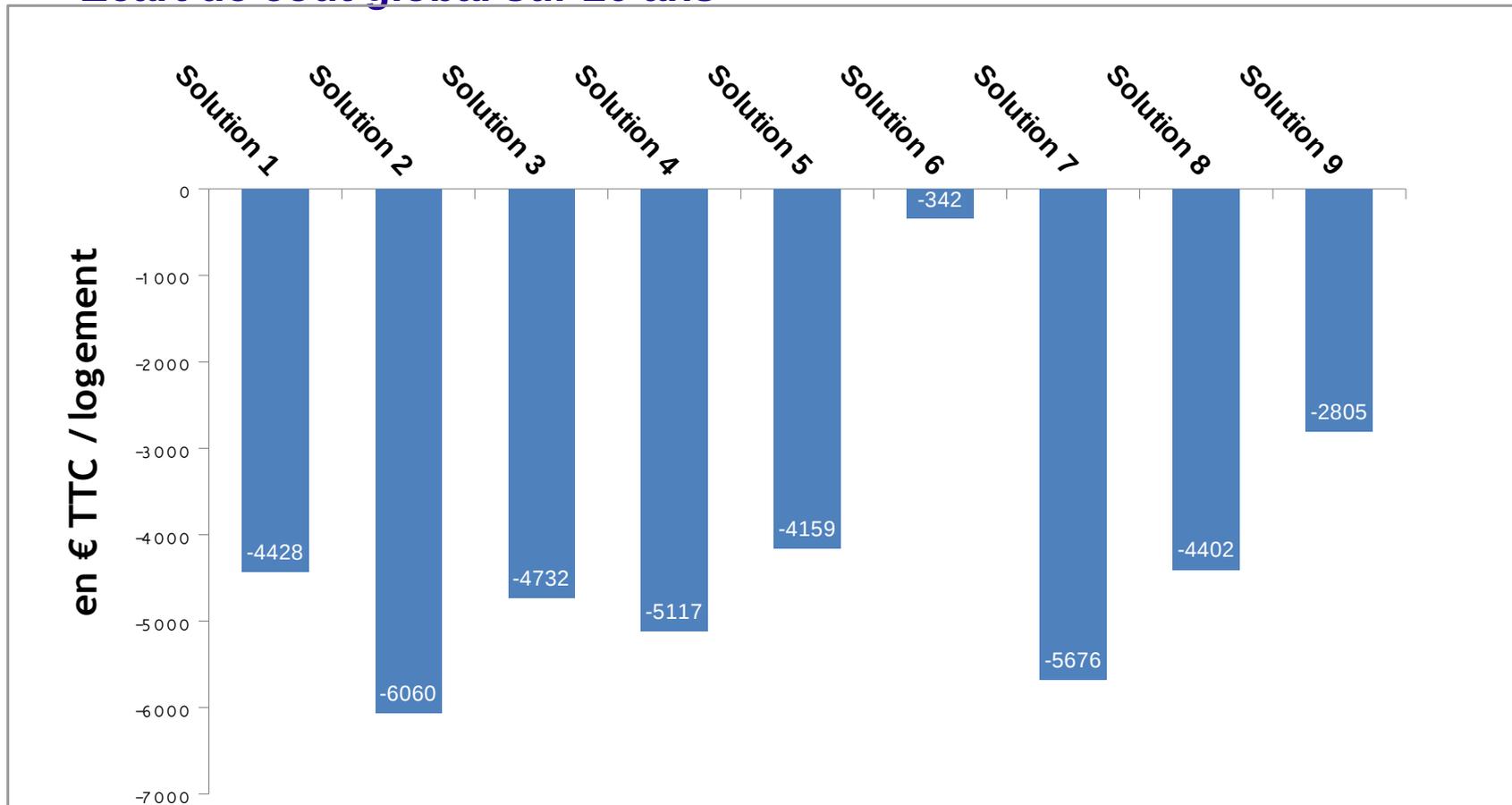
→ Surcoûts d'investissement en 2013 (techniques et coûts stabilisés)



- ✓ **Solution 1** : Effet Joule + ECS solaire avec appoint thermodynamique; **Solution 2** : Effet Joule (convecteur) + ECS thermodynamique individuelle performante; **Solution 3** : Pompe à chaleur collective + ECS thermodynamique collective ; **Solution 4** : Chaudière collective condensation gaz + ECS gaz; **Solution 5** : Chaudière collective condensation gaz + ECS solaire avec appoint chaudière; **Solution 6** : Chaudière individuelle + ECS instantanée; **Solution 7** : Réseau de chaleur urbain (RCU) + ECS RCU; **Solution 8** : Réseau de chaleur urbain (RCU) + ECS solaire avec appoint RCU; **Solution 9** : Bois + ECS bois

Immeuble collectif – étude de cas – 17 logements en zone H2b (1214 m²) (II)

→ Écart de coût global sur 20 ans



- ✓ **Solution 1** : Effet Joule + ECS solaire avec appoint thermodynamique; **Solution 2** : Effet Joule (convecteur) + ECS thermodynamique individuelle performante; **Solution 3** : Pompe à chaleur collective + ECS thermodynamique collective ; **Solution 4** : Chaudière collective condensation gaz + ECS gaz; **Solution 5** : Chaudière collective condensation gaz + ECS solaire avec appoint chaudière; **Solution 6** : Chaudière individuelle + ECS instantanée; **Solution 7** : Réseau de chaleur urbain (RCU) + ECS RCU; **Solution 8** : Réseau de chaleur urbain (RCU) + ECS solaire avec appoint RCU; **Solution 9** : Bois + ECS bois

Logement collectif : Cep 2^{ème} simulation (I)



Caractéristiques des systèmes

Chauffage <i>Pompe à chaleur air/eau</i>	Générateur	Pompe à chaleur de COP _{+7/35°C} = 3,7 certifiée
	Émetteurs	Radiateurs moyenne température
	Distribution	Isolation classe 5 (0,18W/m.K) Pcirculateur = 1,0 kW
ECS <i>Ballon thermo-dynamique</i>	Production collective	Ballon thermodynamique de COP _{+7/35°C} = 3,7
	Stockage	2 X 1500 l ; Cr = 0,07 Wh/(l.K.jr)
	Distribution	En réseau bouclé Pcirculateur = 300W
Ventilation	Simple flux hygroréglable de type B, basse consommation	

Logement collectif : Cep 2^{ème} simulation (II)



Exemples d'application

Performance du bâtiment

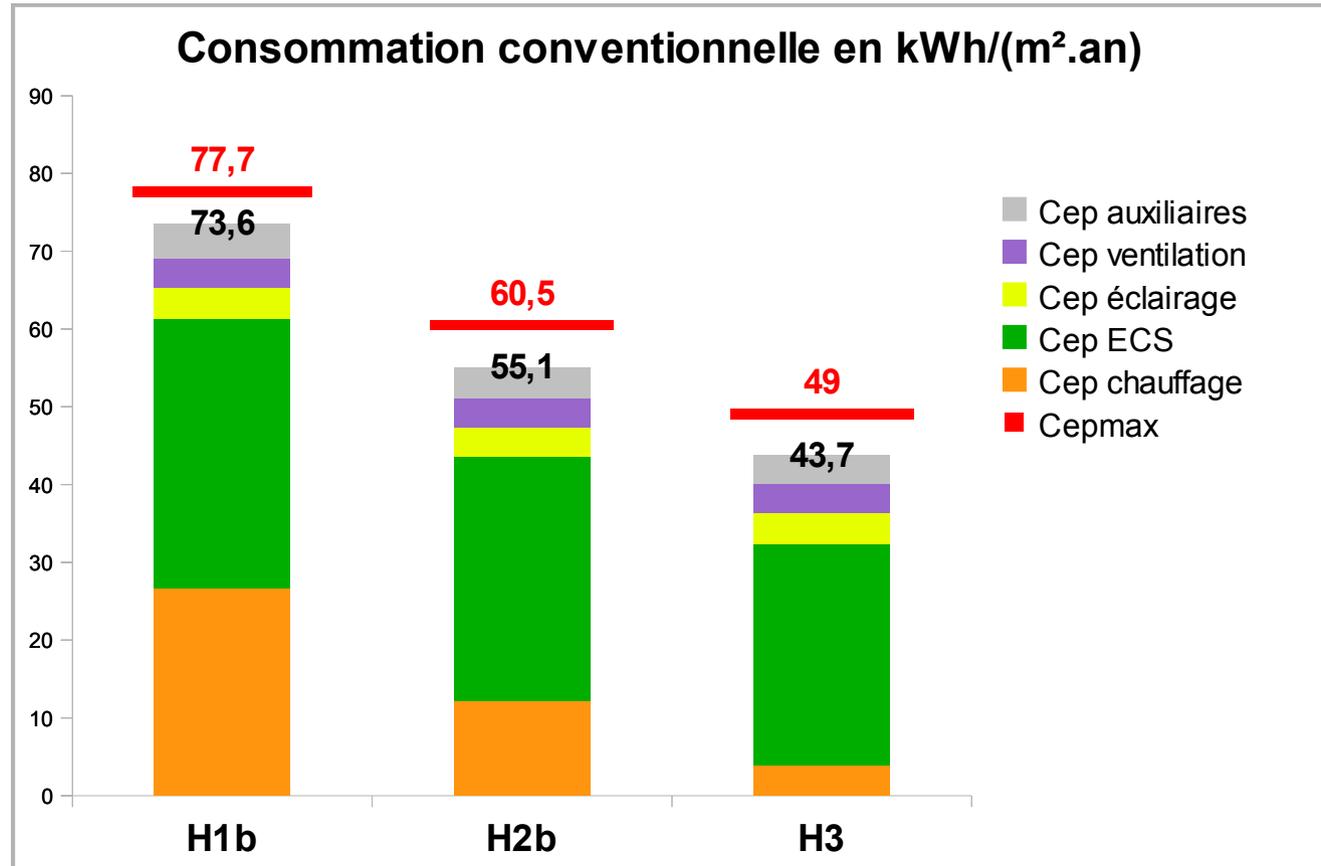
Chauffage

Pompe à
chaleur
air/eau

ECS

Ballon
thermo-
dynamique

Consommation conventionnelle en kWh/(m².an)



Logement collectif : Bbio 3ème simulation (I)



Description du bâti TRES performant

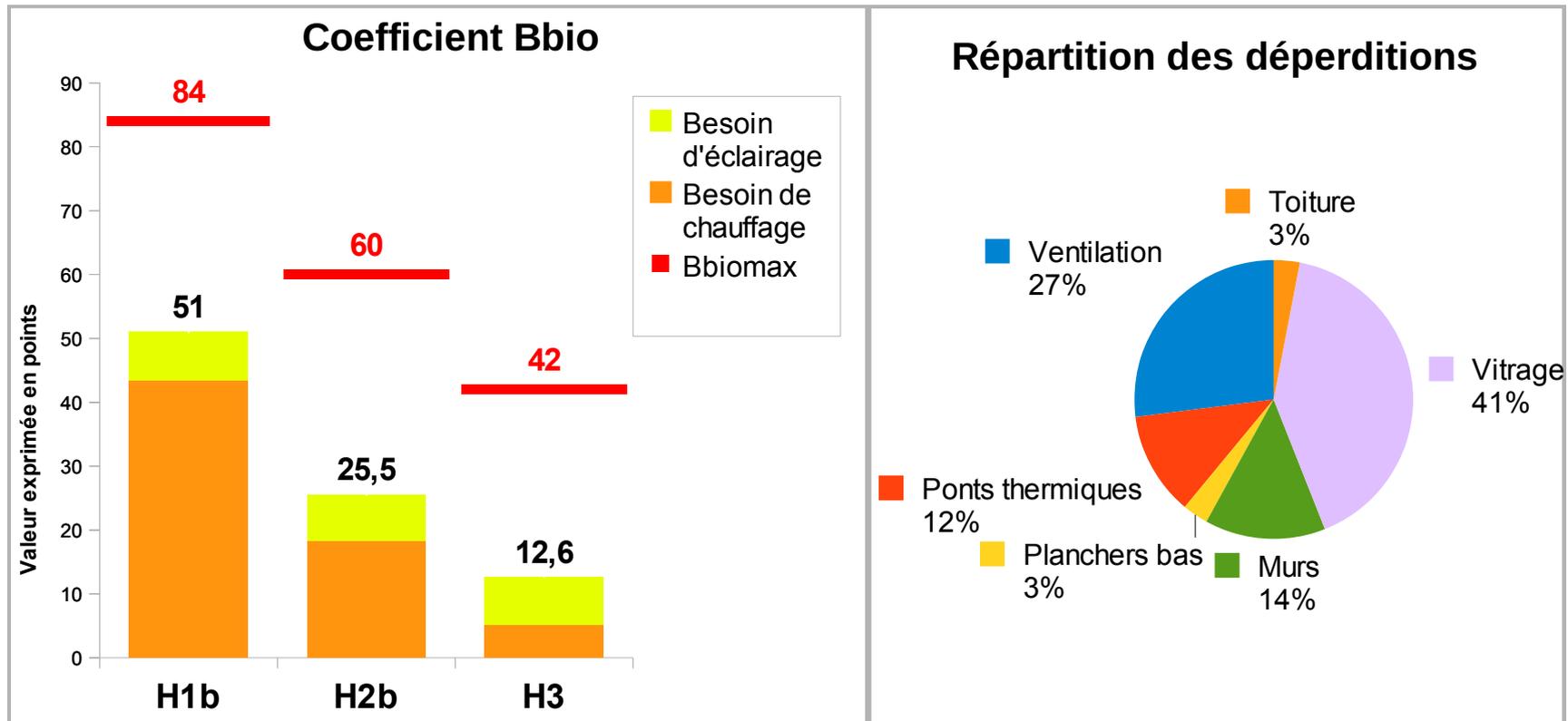
Parois verticales	Béton banché + isolation extérieure	R=4,37 m ² .K/W	Up=0,22 W/(m ² .K)
Plancher haut	Isolation sur dalle béton	R=4,86 m ² .K/W	Up=0,20 W/(m ² .K)
Plancher bas	Dalle béton + isolation sous chape	R=1,80 m ² .K/W	Ue=0,18 W/(m ² .K)
	isolation continue sous dalle	R=2,70 m ² .K/W	
Parois vitrées	Double vitrage 4/16/4 TL= 0,55 ; Sw _{hiver} =0,42		Uw=1,6 W/(m ² .K)
Protections solaires	Volets coulissants épaisseur < 22 mm Sw _{été} = 0,1		U=0,20 W/(m ² .K)
Ponts thermiques	Ratio $\Psi = 0,087$ W/(K.m ²) avec rupteur $\Psi_{rpt} = 0,28$ W/(ml.K) pour liaison avec les balcons.		
Inertie	lourde		
Perméabilité à l'air	0,6 m ³ /(h.m ²) sous 4 Pa		

Logement collectif : Bbio 3ème simulation (II)



Exemples d'application

Performance du bâti TRES performant



Logement collectif : Cep 3ème simulation (III)



Caractéristiques des systèmes

Chauffage	Générateur	Panneau rayonnant
	Émetteurs	Radiateurs basse température
Effet Joule	Distribution	Pas de distribution
ECS	Production individuelle	Ballon thermodynamique de $COP_{+7/35^{\circ}C} = 2,6$
	Stockage	27 X 200 l ; Cr = 0,10 Wh/(l.K.jr)
	Distribution	En réseau bouclé Pcirculateur = 300W
Ventilation	Simple flux hygroréglable de type B, basse consommation	

Logement collectif : Cep 3ème simulation (IV)

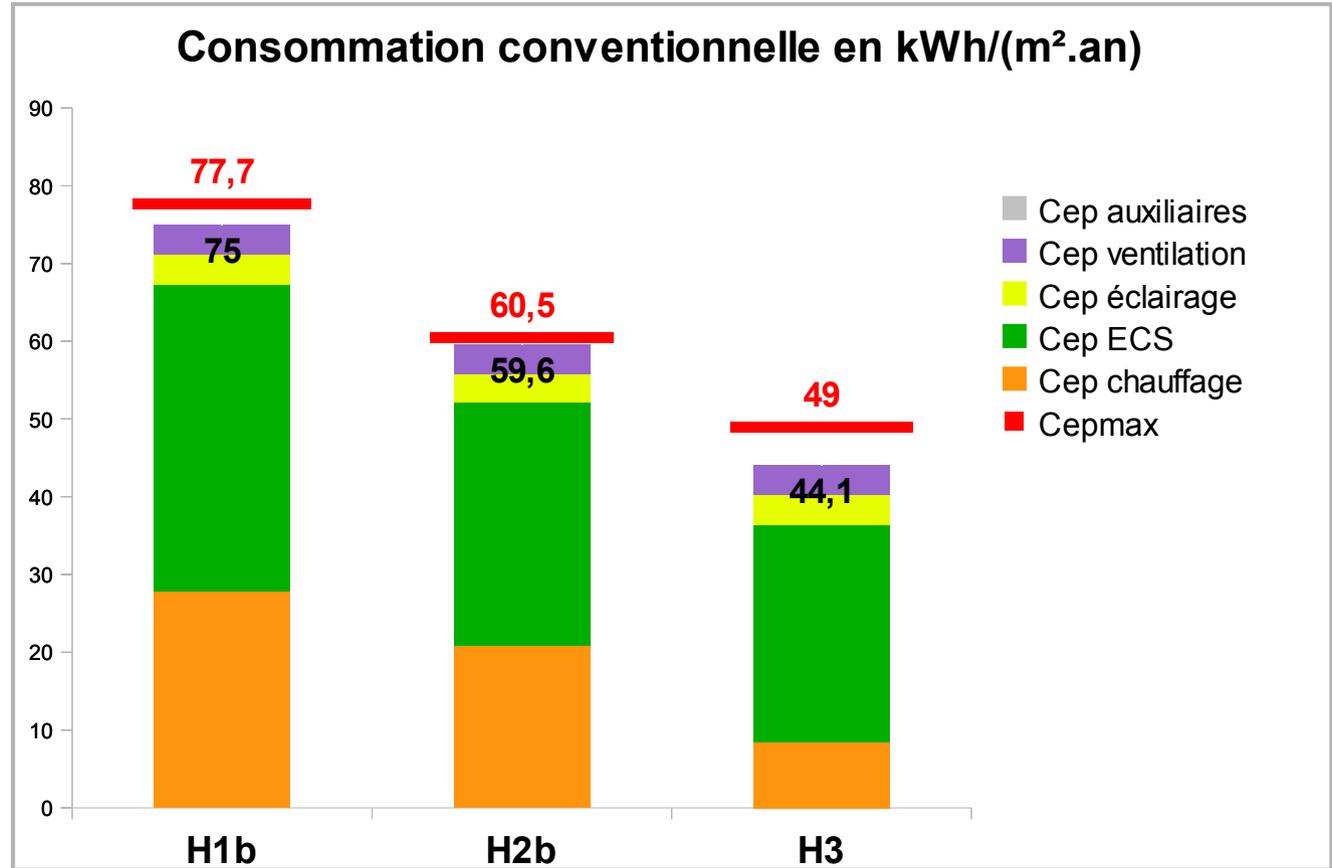


Exemples d'application

Performance du bâtiment

Chauffage
Effet Joule

ECS
Ballon thermo-dynamique



Bureau CE1 non climatisé : Cep 1^{ère} simulation (I)



Caractéristiques des systèmes

Chauffage Gaz	Générateur	Chaudière gaz à condensation hors volume chauffé
	Émetteurs	Radiateurs moyenne température
	Distribution	Isolation classe 4 (déperditions en ligne de 0,22 W/m.K) Pcirculateur = 500 W
ECS	Production collective	4 ballons ECS électriques
	Stockage	50 l ; Cr = 0,53 Wh/(l.K .jr)
Ventilation	Double flux avec échangeur de rendement 75% (non certifié)	
Éclairage	Gestion par horloge + détection de présence Puissance d'éclairage : 10 W/m ² dans les bureaux pour 500 lux; 5 W/m ² dans les circulations	

Bureau CE1 non climatisé : Cep 1^{ère} simulation (II)



Exemples d'application

Performance du bâtiment

