

Présentation Université d'été SLC
Dijon 25 septembre 2010

RENOVATION ENERGETIQUE DES BATIMENTS

Jean-Claude TERRIER

Consultant en rénovation énergétique

Affilié au réseau de consultants indépendants



RENOVATION ENERGETIQUE DES BATIMENTS

Cas du logement individuel

- Rappel des enjeux & ordres de grandeur
- Approche Négatep / Négawatt : besoins, efficacité, ENR or not ENR
- Modèle thermique : calcul déperditions, puissance, kWh/m²
- Difficultés des rénovations : technique, coût total
- Comment financer : aides, prêt, précarité,.....

– **Sources : MEEDDM / EC database / Rapports annuels Sociétés**

Energie & GES - France

	Energie (2007)	<u>GES 2003</u>	<u>1990-2003</u>
• Transport	32%	26%	+23%
• Batiment	43%	23%	+14%
• Industrie		20%	-22%
• Agriculture		18%	- 9%
• Energie		13%	-10%

=> Reflet de nos modes de vie occidentaux

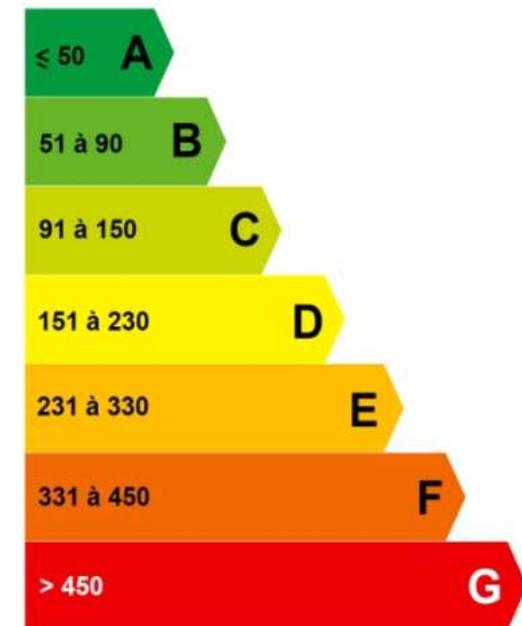
(maison individuelle, distance domicile/travail, mondialisation...)

BATIMENT - France

- Parc 30 M. logements, dont 2/3 antérieur à 1975
- Taux renouvellement à neuf = environ 1%
- Etat actuel

Label DPE = Chauffage + Eau chaude

- Avant 1975 = conso 375 kWh / m² [F]
- Depuis 2000 = conso 170 kWh / m² [D]
- RT 2012 => BBC 50 kWh / m² [A]



=> LA RENOVATION est l'Enjeu MAJEUR

Cible = moins de 100 kWh/m² [labels A-B]

BATIMENT = principes d'actions type Négawatt / Négatep

- Priorité N°1 => Réduire les besoins

énergies les + ENR = kWh non consommés

- Priorité N°2 => Efficacité des dispositifs

Lampes BC, PAC, chaudières à condensation, électro-ménager classe A ...

- Priorité N°3 => Choix de l'énergie

- Minimiser l'émission GES (court/moyen terme)
- Minimiser les ressources (moyen/long terme)

Propriétés thermiques des matériaux

- Conductivité thermique d'un matériau LAMBDA : caractérise la transmission de chaleur par conduction
- Majorité des isolants = Lambda 0.03 à 0.05
 - Air sec = bon isolant
 - Air humide = conducteur
 - Matériaux léger rempli d'air = bon isolant
 - Gaz isolants : argon, krypton

Modélisation thermique d'un bâtiment

Calcul de résistance thermique :

Résistance thermique R = Epaisseur / Lambda

Les résistances s'ajoutent :

- $R_{\text{mur}} = R_{\text{moellon}} + R_{\text{isolant}} + R_{\text{brique}}$
- fonction au 1er ordre de l'épaisseur d'isolant

Calcul de déperditions :

Conductivité U = $1 / R$ en Watts / $m^2.K$

Déperditions (en Watts / K) = $U \times \text{Surface}$

représente la perte thermique pour chaque $\Delta T^\circ = 1K$

Modélisation thermique “statique”

Caractériser les principaux postes de déperditions

Murs opaques

Plancher bas

Combles

Portes & fenêtres

Fuites d'air = ventilation, orifices sécurité gaz, apport poêle

Bilan thermique :

Pertes thermiques totales, en W / K

représentent les déperditions totales du bâtiment pour chaque variation de température de $1^{\circ}C$

Modélisation thermique “statique”

Puissance thermique requise en kW

- = Pertes totales x delta T° [20°C – T°Mini en hiver]
- Pour une consigne de chauffage de 20 °C
 - T°mini selon zone géographique & altitude

Consommation annuelle :

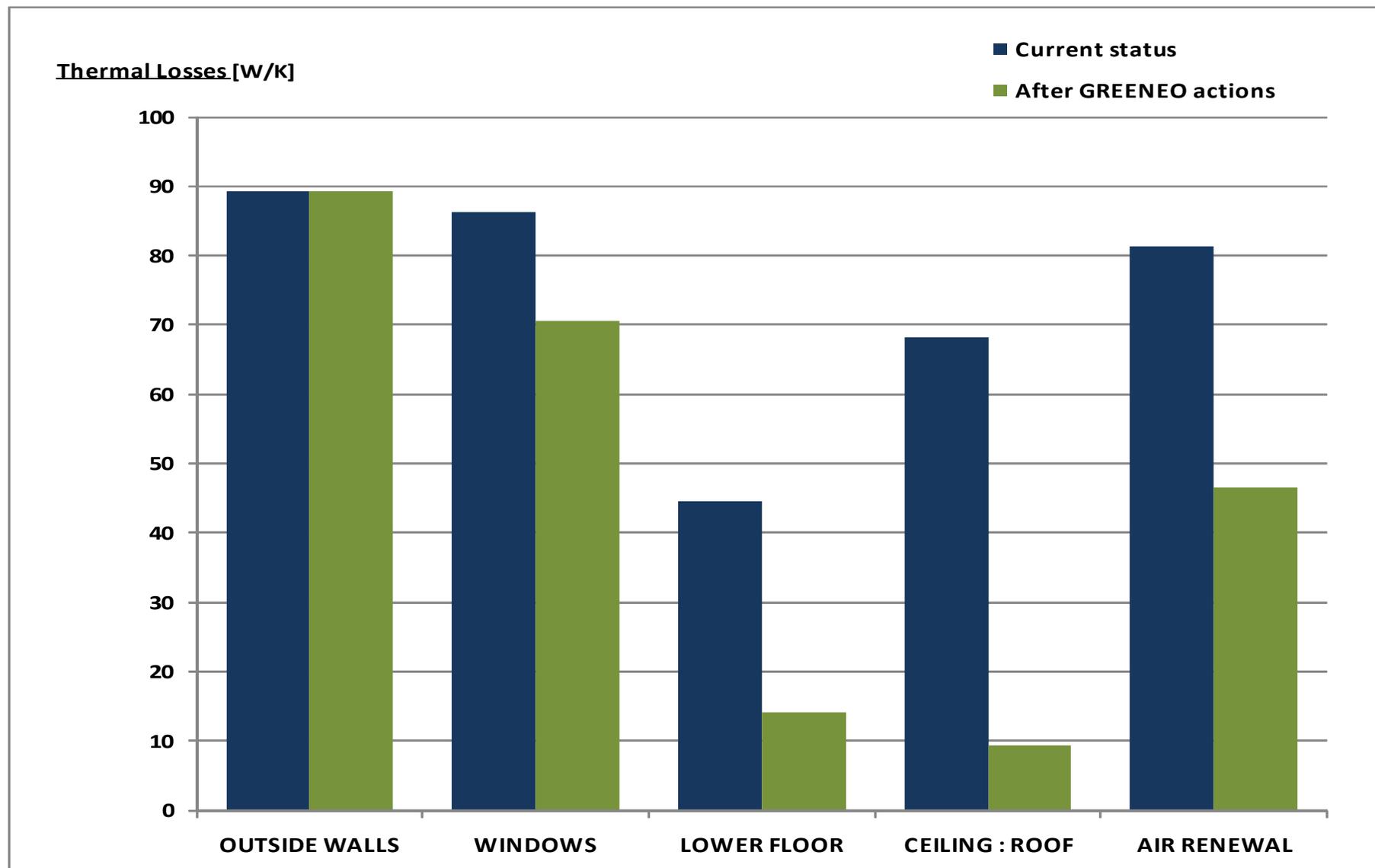
Variable selon apports solaires gratuits, nombre de personnes, ..

Total des consommations “Chauffage + Eau Chaude”

Label DPE = kWh EP / m² SHON

Avec facteur correctif 2,58 pour Electricité

Modèle thermique => Répartition déperditions



Caméra IR = outil de validation qualitative

- Jaune = déperditions
- Violet = isolation efficace



Isolation d'hiver & protection d'été

- Modèle thermique élaboré (simulation dynamique)
 - Intégrer les apports solaires gratuits (bio-climatisme)
 - Tenir compte de l'inertie des matériaux (capacité de stockage des rayons solaires en hiver)
 - Intégrer si besoin les ponts thermiques (balcon, refend, dalles, défauts de mise en oeuvre)
- Protections en été => se protéger des pics de T° en particulier toitures Sud & Ouest
(notion de déphasage thermique)

Valeurs typiques pour Batiment Basse Consommation

- Epaisseur requise d'isolant en murs : 15 à 25 cm
(BBC=batiment basse conso => Future Réglementation RT2012)

- Epaisseur d'isolant pour protection solaire en combles : 30 à 40 cm
avec des matériaux denses retardant les pics de T°

Répartition des déperditions dans l'ancien

- **Maison non isolée** (avant 1975)
 - Murs par l'extérieur = 25 – 30 %
 - Combles = 25 – 30 %
- Maison “moyennement isolée” :
 - Pas de poste majeur de déperditions
 - Paroi correctement isolée avec 10 cm d'isolant

Problèmes majeurs en rénovation

- **Coût élevé des opérations d'isolation** (maison 100 m²)
 - Murs par l'extérieur = 25 – 30 k€
 - Menuiseries = 5 - 10 k€
 - Combles = 5 – 10 k€

soit un coût minimum de 400 €/m² en individuel

- En habitat collectif = 200€/m² selon O.Sidler (Négawatt)

Problèmes majeurs en rénovation

- Ventilation : peu d'artisans maîtrisent ce sujet
- Étanchéité à l'air, qui deviendra une nouvelle exigence à neuf (RT 2012 = mesure d'infiltrométrie)
- Interfaces entre corps de métiers
 - Mauvaises pratiques du bâtiment : chacun pour soi
 - Manque de connaissances générales sur l'isolation, l'étanchéité à l'air et la ventilation

Efficacité des dispositifs de chauffage

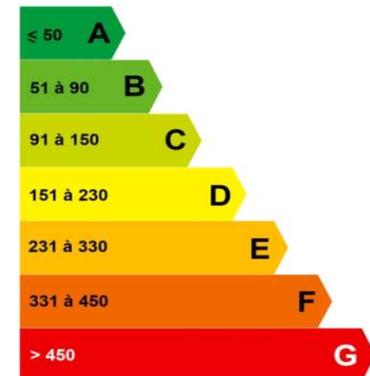
- Chaudière à combustible : efficacité maxi avec récupération des calories contenues dans fumées, auparavant 50-70%, maintenant 95%
- Chaudière bois : efficacité > 70% (label “Flamme Verte”)
- Chauffage électrique : technologie des pompes à chaleur, rendement variant de 250% (air/air) à 450% (géothermie)

Efficacité des dispositifs électro-ménagers

- Famille 4 personnes = env 4 000 kWh Tendance
 - Loisirs électroniques = 10-15 % ++ kWh
 - Réfrigération = 20-25% - - kWh
 - Machines à laver = 10-20% - - kWh
 - Cuisson = 15% stable
 - Renouvellement d'air (VMC) 10 – 15% - - kWh
- Gain possible = 1000 kWh/an avec lampes BC, électroménager classe A, VMC basse consommation, arrêt des veilles, ...

Consommations d'énergies pour Chauffage

- Famille 4 personnes / Maison surface 100 m²
- Consomm. chauffage = entre 150 & 450 kWh / m²
 - Moyenne 300 kWh / m²
 - Total = 30 000 kWh/an
 - Coûts de l'énergie 2010 (hors abonnement)
 - 0.05 - 0.07 cts€/kWh combustibles gaz / fuel
 - 0.07 (HC) - 0.11 (HP) cts€ pour électricité



TOTAL chauffage = 1500 à 3000 €/an

Quelle énergie choisir pour le particulier ?

- Critères de choix pour le particulier :
 - Cout d'investissement Construction neuve
 - Coût annuel Charges récurrentes
 - Valeur patrimoniale Vente / location
 - Emissions GES Sensibilité Développt Durable
 - Les (+) and (–) pour chaque énergie
 - Analyse de risque : tendance Prix / sécurité d'approvisionnement
- Chacun a son propre champ d'objectifs & contraintes .

Coûts d'investissement

(hors distribution de chaleur)

- Le moins cher = convecteurs électriques 4 k€
- Chaudières gaz/fuel = 4 à 6 k€ + radiateurs ou plancher chauffant
- Pompe à chaleur air/eau = 10 à 30 k€ + réseau ...
- Chaudières bois = 15 à 25 k€ + réseau ...
- Chauffage solaire = 6 k€ (chauffe-eau) à 20 k€ (chauffage solaire)

=> C'est pourquoi le chauffage électrique est autant développé en construction neuve :

- faible coût d'investissement
- relatif bas tarif kWh (comparé aux autres pays européens)

Coût de l'énergie en France

Délicat de prévoir les prix des énergies, mais quelques rappels :

- Tendence Fuel/Gaz = forte hausse (145 \$/baril 2008 + taux €/€)
- Electricité = moyenne hausse
- Bois = reste une énergie pas très chère
- Solaire = énergie gratuite
- Hypothèse 2007 (ADEME)

BOIS + 3% par an

ELECTRICITE + 4% pa

PROPANE + 5% pa

GAZ de VILLE + 10% pa

FUEL = +12% pa

GES par energie (gramme CO₂ / kWh)

- Combustibles gaz/fuel = 200 – 300 g / kWh
- Electricité : dépend du combustible utilisé
 - France : nucléaire = 60 g (EDF)
 - Allemagne : charbon = de 500 (EON)
à 800 g (RWE)
- Renouvelables (bois, éolien, solaire) < 20 g

Analyse de risque

Facteur =>

PRIX

Disponibilité (années)

- Fossiles +++ 50 (pétrole) à 200 (charbon)
- Electricité ++ 50 (U) à infini (ENR)
- Bois + Renouvelable (si géré durablement)
- Solaire 0 Renouvelable, mais intermittent

=> De l'intérêt de disposer d'un appoint en chauffage (poêle bois, ...)

Les difficultés de la rénovation

- Manque d'approche globale

vs Greenwashing : chacun préconise sa solution ...

- Manque de technicité

ventilation, étanchéité, interfaces métiers

- Rentabilité des investissements d'isolation

vs mirages = PAC puis Photovoltaïque

Rénovation énergétique Batiments

Comment aider les familles en précarité à rénover leurs logements anciens ?

[enjeu 2/3 des batiments]

Eco PTZ : jusqu'à 30 k€ (coût = 260€/mois x 10ans)

mais ne permet pas toujours une rénovation complète,
en particulier les postes non énergétiques (électricité, salubrité)

- Subventions ANAH : certains crédits 2010 épuisés dès Juillet ...

Rénovation énergétique Batiments

- RENOVIATION = l'un des enjeux clés de la réduction des GES en Europe, mais :
 - Parc ancien = 2/3 des logements < 1975
 - Précarité énergétique
 - Rythme de rénovation 2000-10 = très insuffisant
- Incitation et / ou obligation ...
 - Quid d'obligation de rénovation après achat (O.Sidler / Négawatt)
 - Quid crédit d'impôts uniquement sur réduction des besoins