

Faculté Polytechnique

L'énergie solaire thermique et photovoltaïque en Belgique

Regain d'intérêt pour les énergies renouvelables

Véronique Feldheim

veronique.feldheim@umons.ac.be

Plan de la présentation

Energie solaire

Climat belge

Situation belge

- Solaire thermique
- Solaire photovoltaïque

Règlementation PEB

- Solaire photovoltaïque
- Solaire thermique

Conclusion



- SOLAIRE THERMIQUE
- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
- SOLAIRE THERMIQUE

Energie solaire

Solaire Thermique

- Capteurs solaires plans: capteurs liquides ou à air – températures moyennes (365K)
- Chauffage ECS, piscines, conditionnement d'air à absorption
- Technique au point et viable économiquement



Energie solaire

Solaire Thermique

- Capteurs solaires à concentration : centrales électriques solaires
- Températures élevées (4000 K)
- Coût comparable aux centrales nucléaires



Almeria - Espagne



Californie – Kramer Junction

ENERGIE SOLAIRE

CLIMAT BELGE

SITUATION BELGE

- SOLAIRE THERMIQUE
- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

RÉGLEMENTATION PEB

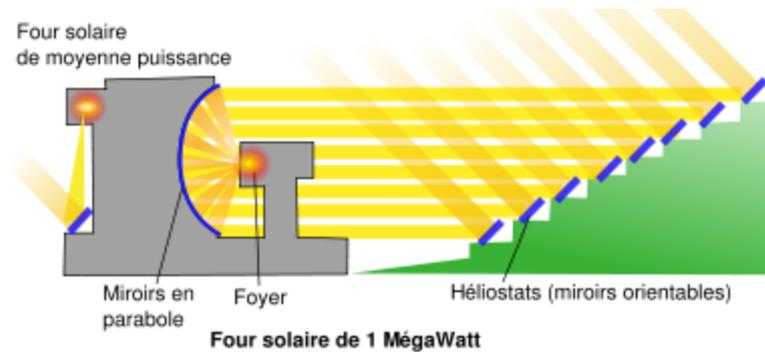
- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
- SOLAIRE THERMIQUE

CONCLUSION

Energie solaire

Solaire Thermique

- Capteurs solaires à concentration : fours solaires



Odeillo - France

Energie solaire

Solaire Thermique

- Capteurs solaires à concentration : fours solaires



Odeillo - France

- Puissance : 1MW
- Température: $> 3000^{\circ}\text{C}$
- 63 héliostats
- Etude de chocs thermiques – développements de nouveaux matériaux réfractaires
- Plus de 3000 heures de soleil par an!

Energie solaire

Solaire Photovoltaïque

- Conversion électrique de l'énergie solaire : effet photoélectrique
- Rendement (systèmes photovoltaïque au silicium – cellules de 1^{ère} génération): théorie 30% - cellule 25 % (pratique) – système complet: 10 à 14%!
- Eviter l'ombrage des cellules → perte de rendement



ENERGIE SOLAIRE

CLIMAT BELGE

SITUATION BELGE

- SOLAIRE THERMIQUE
- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

RÉGLEMENTATION PEB

- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
- SOLAIRE THERMIQUE

CONCLUSION

Energie solaire

Photosynthèse

- Rendement: pourcent!
- Vitale



Energie éolienne

- Moulins à vent – éoliennes



Energie océanique

- Utilisation des gradients de température à la surface des océans dans systèmes à basse pression
- Coût prohibitif!

ENERGIE SOLAIRE

CLIMAT BELGE

SITUATION BELGE

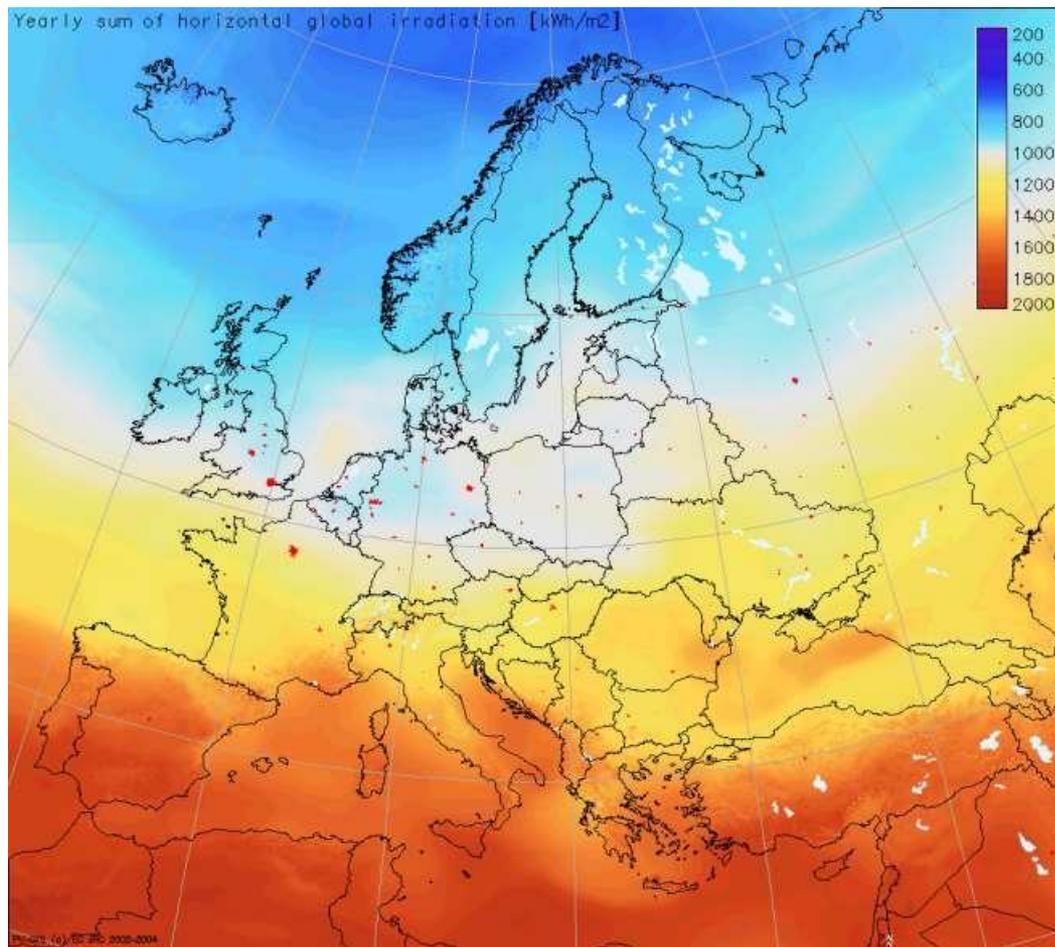
- SOLAIRE THERMIQUE
- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

RÉGLEMENTATION PEB

- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
- SOLAIRE THERMIQUE

CONCLUSION

Gisement solaire européen



Ensoleillement global annuel sur
une surface horizontale
[kWh/m²]

Source: Energie facteur 4 Asbl – www.ef4.be

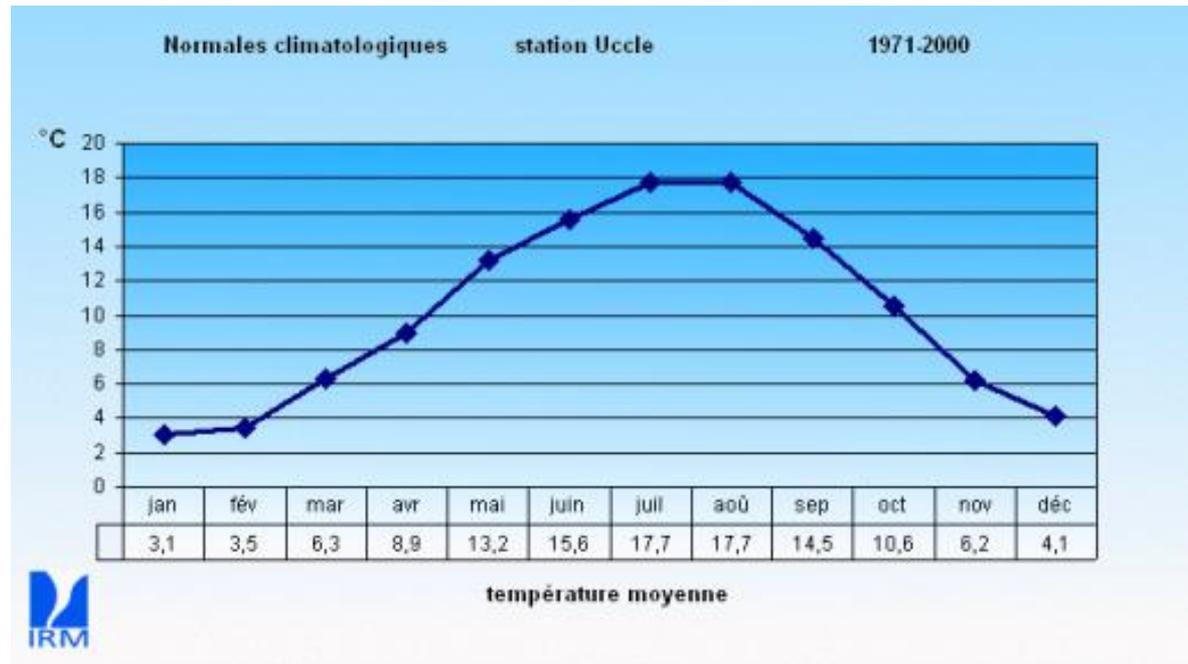
- SOLAIRE THERMIQUE
- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
- SOLAIRE THERMIQUE

Climat belge

Climat tempéré

Température moyenne:



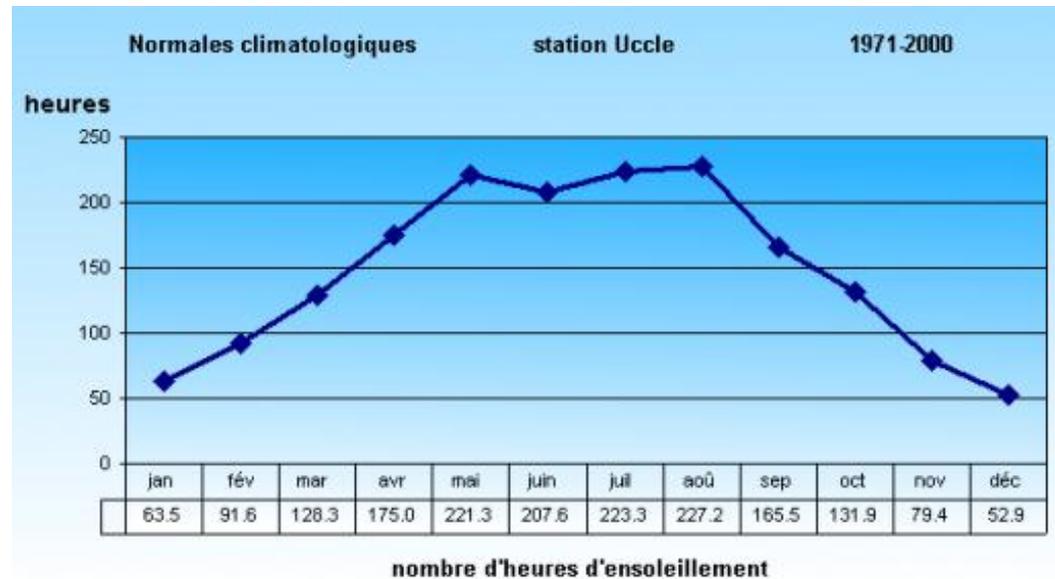
Source: site de l'IRM (Institut Royal Météorologique)
<http://www.meteo.be/meteo/view/fr/360955-Normales+mensuelles.html>

- SOLAIRE THERMIQUE
- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
- SOLAIRE THERMIQUE

Climat belge

Nombre d'heures de soleil par an:



Source: site de l'IRM (Institut Royal Météorologique)
<http://www.meteo.be/meteo/view/fr/360955-Normales+mensuelles.html>

CLIMAT BELGE

SITUATION BELGE

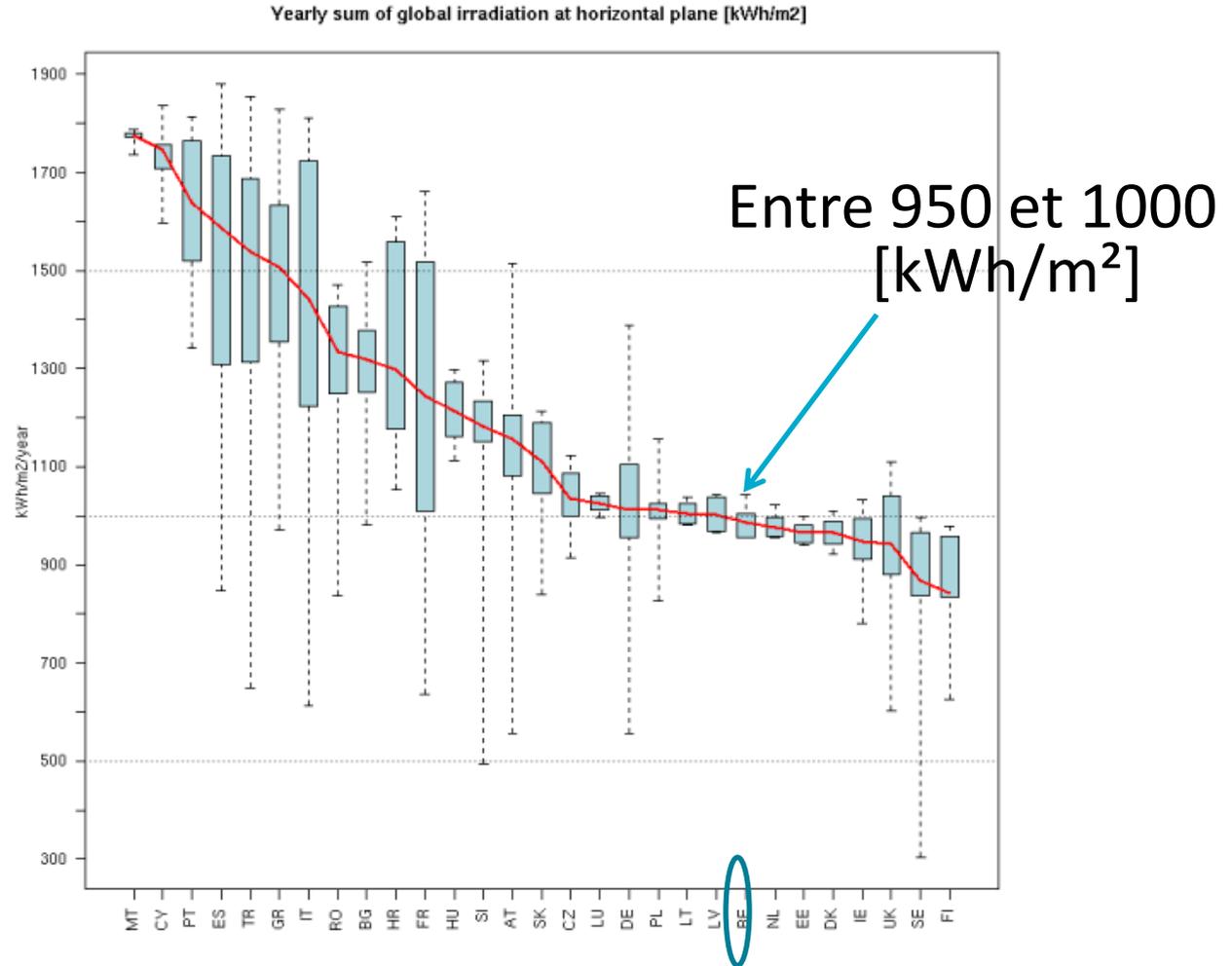
- SOLAIRE THERMIQUE
- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

RÉGLEMENTATION PEB

- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
- SOLAIRE THERMIQUE

CONCLUSION

Climat belge et européen

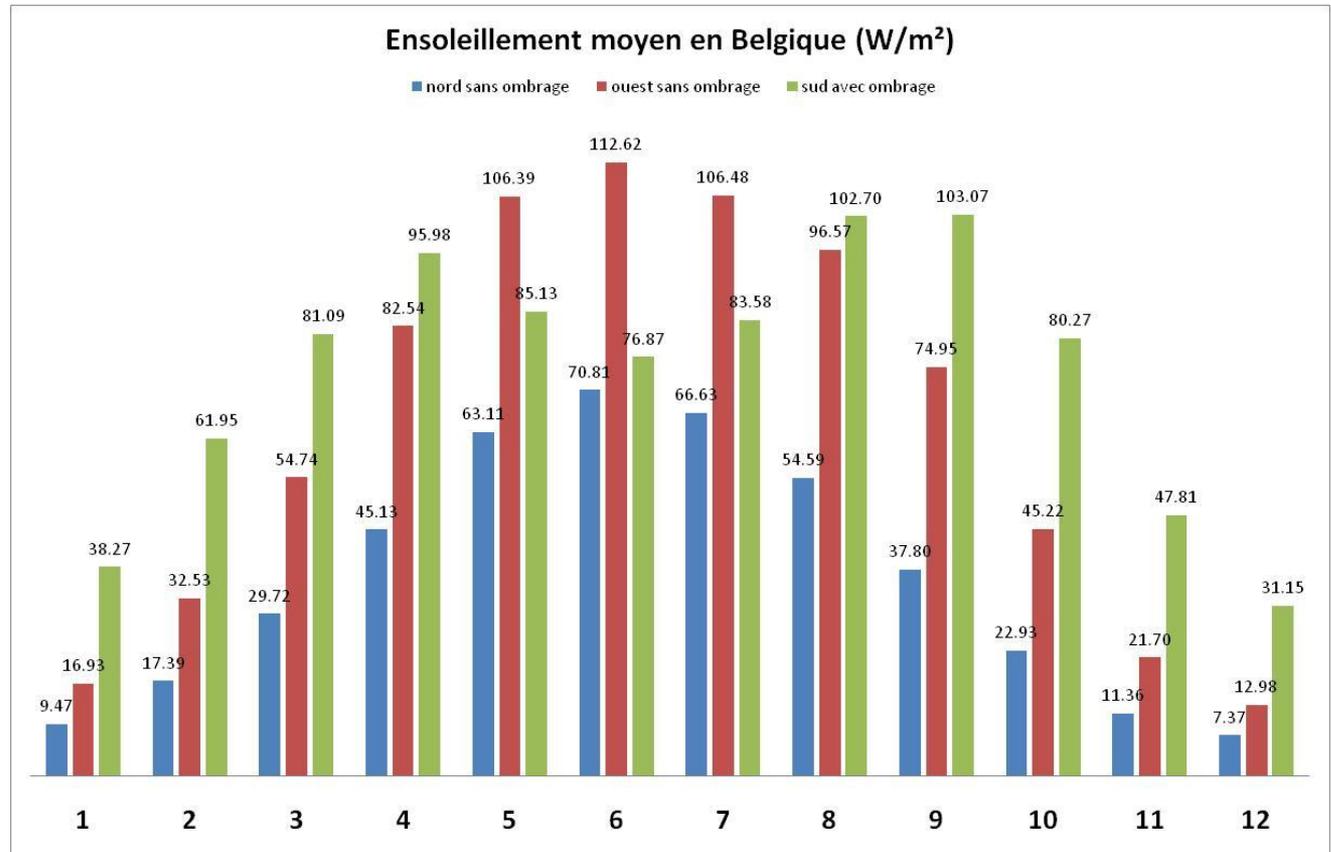


Source: Energie facteur 4 Asbl – www.ef4.be

- SOLAIRE THERMIQUE
- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
- SOLAIRE THERMIQUE

Climat belge



ECS: installation bien dimensionnée peut couvrir +/- la moitié des besoins annuels d'une famille

SITUATION BELGE

- SOLAIRE THERMIQUE
- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

RÉGLEMENTATION PEB

- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
- SOLAIRE THERMIQUE

CONCLUSION

Situation belge

3 régions: Flandre, Wallonie, Bruxelles capitale
Gouvernement fédéral et 3 gouvernements régionaux
Actions au niveau des communes



→ Situation complexe ! Et variable dans le temps (cfr récente crise économique)

Situation belge

Europe

- En 2006: 3200 MWc installés (surtout en Allemagne)

Région wallonne

- En 2000: moins de 2% des besoins énergétiques wallons sont satisfaits grâce au renouvelable (bois, hydroélectricité, vent)
- Objectif: renouvelable = 10% en 2010
- En 2006: production électrique totale renouvelable = 4.8% de la consommation électrique régionale
- En 2008 : 7500 kWc installés (6 GWh produits par an)

Région flamande

- 2008: 1.6% de l'énergie verte provient de l'énergie solaire
- PV: $32 \cdot 10^6$ kWh → besoins de 9000 familles (480 000 m² de panneaux PV)
- 2007: solaire thermique $28 \cdot 10^6$ kWh → ECS de 10.000 familles (40 000 m² de panneaux solaires thermiques)

Région Bruxelles Capitale

- Fin 2006: 855 ménages équipés de chauffe-eau solaires (surface variable entre 4 et 7m²)
- En 2009: plus de 3000 m² de panneaux solaires thermiques
- Projets exemplaires: climatisation solaire, chauffage de piscine par le solaire thermique

SITUATION BELGE

- SOLAIRE THERMIQUE
- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

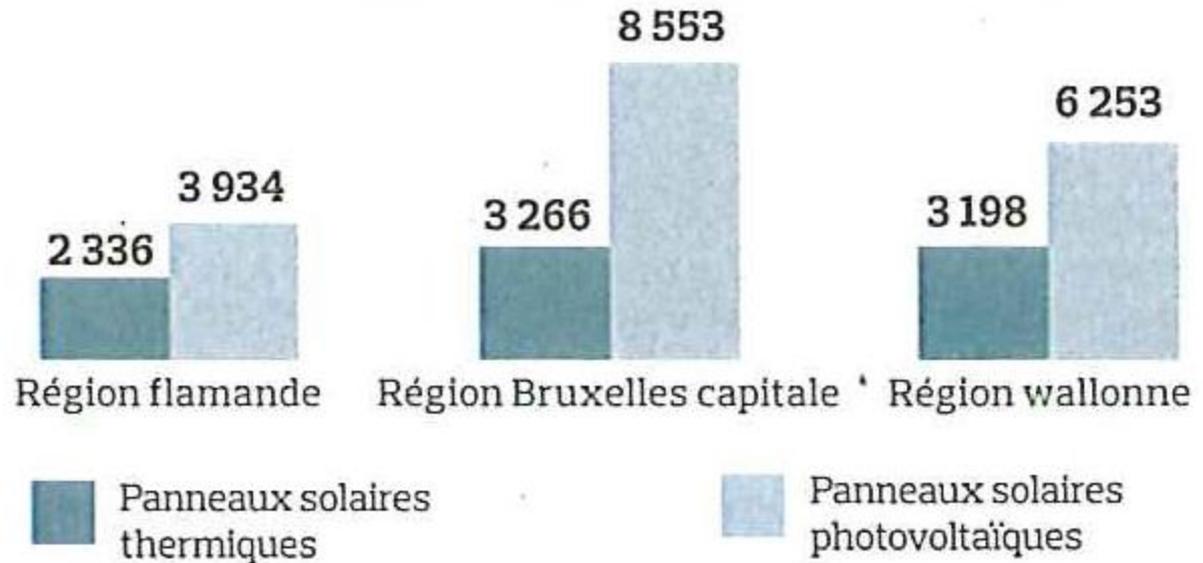
RÉGLEMENTATION PEB

- SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE
- SOLAIRE THERMIQUE

CONCLUSION

Résumé des incitants

AIDE FINANCIÈRE MOYENNE POUR DES PANNEAUX SOLAIRES (PAR RÉGION)*



* total comprenant l'avantage fiscal et les primes des régions, des provinces, des communes et des gestionnaires de réseaux, sans les certificats verts

Source: Test Achats – mai 2009

Solaire thermique en RW

Plan « Soltherm »

- Plan d'action pour le développement du solaire thermique en Wallonie: 200 000 m² d'ici 2020
- Créer et développer le marché des chauffe-eau solaires
- Prime: 1500€ pour une installation de 2 à 4 m² (et supplément de 100€ par m² supplémentaire – 6000 € maximum)
- Prime des communes: jusqu'à 700 €
- Réduction d'impôt (niveau fédéral): 40% du montant de l'installation (majoré à 3380€)
- Primes provinciales: de 400 à 700 € (ou emprunt)
- Exigences sur l'installation:
 - Capteur bien orienté (Sud, jusqu'à l'Est ou à l'Ouest)
 - Performances du capteur attestées
 - Installation pourvue d'instruments de mesure
 - Installateur agréé

→ Le montant des primes peut atteindre jusqu'à 70% du coût total

▪ **SOLAIRE THERMIQUE**

▪ SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

RÉGLEMENTATION PEB

▪ SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

▪ SOLAIRE THERMIQUE

CONCLUSION

Solaire thermique en RBC

Coût

- Acquisition d'un système de base: 5500 € (TVA et placement compris)

Primes – subsides

- 50% de la facture (maximum 3.000 € par logement pour l'eau chaude sanitaire et maximum 6.000 € par logement pour l'eau chaude sanitaire et l'appoint du chauffage central)
- Réduction d'impôt (niveau fédéral): 40% du montant de l'installation (majoré à 3380€)
- Primes communales à l'installation d'un chauffe-eau solaire (de 250 à 500 €)

Exemple

- 7.2 m² pour le chauffage de l'ECS de 2 familles
- Investissement (en 2001) : 4230 €
- Aides financières (en 2001) : 2100 €
- Rem: aides financières actuelles : 3807 €!
- Economie de gaz annuelle: 2281 kWh
- Prix kWh sur 25 ans: 3.7 c€/kWh
- *Temps de retour : 25 ans*



▪ **SOLAIRE THERMIQUE**

▪ SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

RÉGLEMENTATION PEB

▪ SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

▪ SOLAIRE THERMIQUE

CONCLUSION

Solaire thermique en RF

Coût

- Boiler solaire pour 4 personnes: 4250€ (TVA de 6% incluse)
- Installation: 800 €

Primes – subsides

- Réduction d'impôt (niveau fédéral): 40% du montant de l'installation (majoré à 3380€)
- Prime de 300€ pour un boiler solaire si niveau E<80
- Prime de 75€/m² de panneau solaire (525 € min et 1500 € max)
- Primes communales à l'installation d'un chauffe-eau solaire: jusqu'à 20% de subsides (pour les communes elles-mêmes : exemple à la population)

Photovoltaïque en RW

Rappel: kWc

- Puissance crête d'un système PV: correspond à la puissance électrique délivrée par ce système sous des conditions standards d'ensoleillement (1000 W/m^2), de température (25°C) et de standardisation du spectre solaire
- En Belgique: correspond à la puissance maximale

Plan « Solwatt »

- Prime installation: 20% du coût de l'installation (max: 3500 €)
- Réduction d'impôt (niveau fédéral): 40% du montant de l'installation (majoré à 3380€)
- Dispense possible d'un permis d'urbanisme
- Certificats verts: système garanti 15 ans
- CV: 7 certificats verts par MWh produit pour les 5 premiers kWc de l'installation – 1 CV = 65€

2010 : du changement

- Modalités de sortie de la prime: les efforts budgétaires décidés par le Gouvernement wallon et une rentabilité suffisante hors prime ont pour conséquence une modification du régime de primes pour l'installation de panneaux solaires photovoltaïques...

Photovoltaïque en RBC

Primes – subsides

- Prime de 3€ par Watt-crête
- Certificats verts : 1 CV par tranche de 217kg de CO₂ économisés
- CV valables 5 ans
- 92€ par certificat vert
- Réduction d'impôt (niveau fédéral): 40% du montant de l'installation (majoré à 3600€)
- ! D'abord placer du double vitrage et avoir prévu l'isolation du toit

Exemple chiffré (tertiaire)

- 75 m² de panneaux solaires PV cristallins (~10kWc)
- Coût: 60 000€ - investissement net: 36 000 €
- Hypothèse: consommation de 100% de l'électricité produite par le PV et échange des CV sur le marché
- → temps de retour sur investissement: 7 ans (de 3.5 à 5 ans si augmentation annuelle de 4% du prix de l'électricité pendant 10 ans)

Photovoltaïque en RF

Primes – subsides

- Prêts verts: entre 1250 et 15000€ par année, par personne et par maison
- Certificats verts: 450€/1000kWh pendant 20 ans puis évolution dégressive
- Gouvernement fédéral: diminution d'impôt de 40% des dépenses effectuées (max 3600 €)
- Communes: primes pour l'installation de panneaux (entre 5 et 15% de l'investissement)
- Nécessité d'avoir un toit bien isolé pour prétendre aux primes

Exemple chiffré (résidentiel)

- Panneau PV 1 kWc + surface de 10 m² → 800 à 900 kWh par an
- Investissement : 6000€ + TVA/kWc
- Pour une famille: installation de 24000 € (TVA de 6% incluse – habitation de plus de 5 ans)
- → investissement rentable au bout de 10 ans

RÉGLEMENTATION PEB

Réglementation PEB

Objectif de la directive sur la performance énergétique des bâtiments

Diminuer le gaspillage énergétique

Améliorer la performance énergétique

- = diminuer la dépendance énergétique de la Région Wallonne
- = limiter les émissions de CO₂
- = améliorer la compétitivité des entreprises
- = réduire la charge financière pour les faibles revenus

Or, dans la Communauté Européenne, les secteurs résidentiel et tertiaire représentent 40% de la consommation finale d'énergie et sont en expansion.

Une étude préalable à cette directive a montré qu'il était possible de réduire de 22% la consommation actuelle d'énergie nécessaire au chauffage, à l'eau chaude, à l'éclairage et à la climatisation d'ici 2010.

Réglementation PEB

En Région Wallonne

A partir de septembre 2009

- Niveau d'isolation thermique globale $K < K45$

A partir de mai 2010

- Niveau de consommation en énergie primaire $E \leq 100$
- Consommation totale en énergie primaire $\leq 170 \text{ kWh/m}^2$
plancher chauffé an
- Risque de surchauffe modéré: degrés-heures $< 17\ 500 \text{ Kh}$

ENERGIE SOLAIRE

CLIMAT BELGE

SITUATION BELGE

▪ SOLAIRE THERMIQUE

▪ SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

RÉGLEMENTATION PEB

▪ SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

▪ SOLAIRE THERMIQUE

CONCLUSION

Philosophie PEB

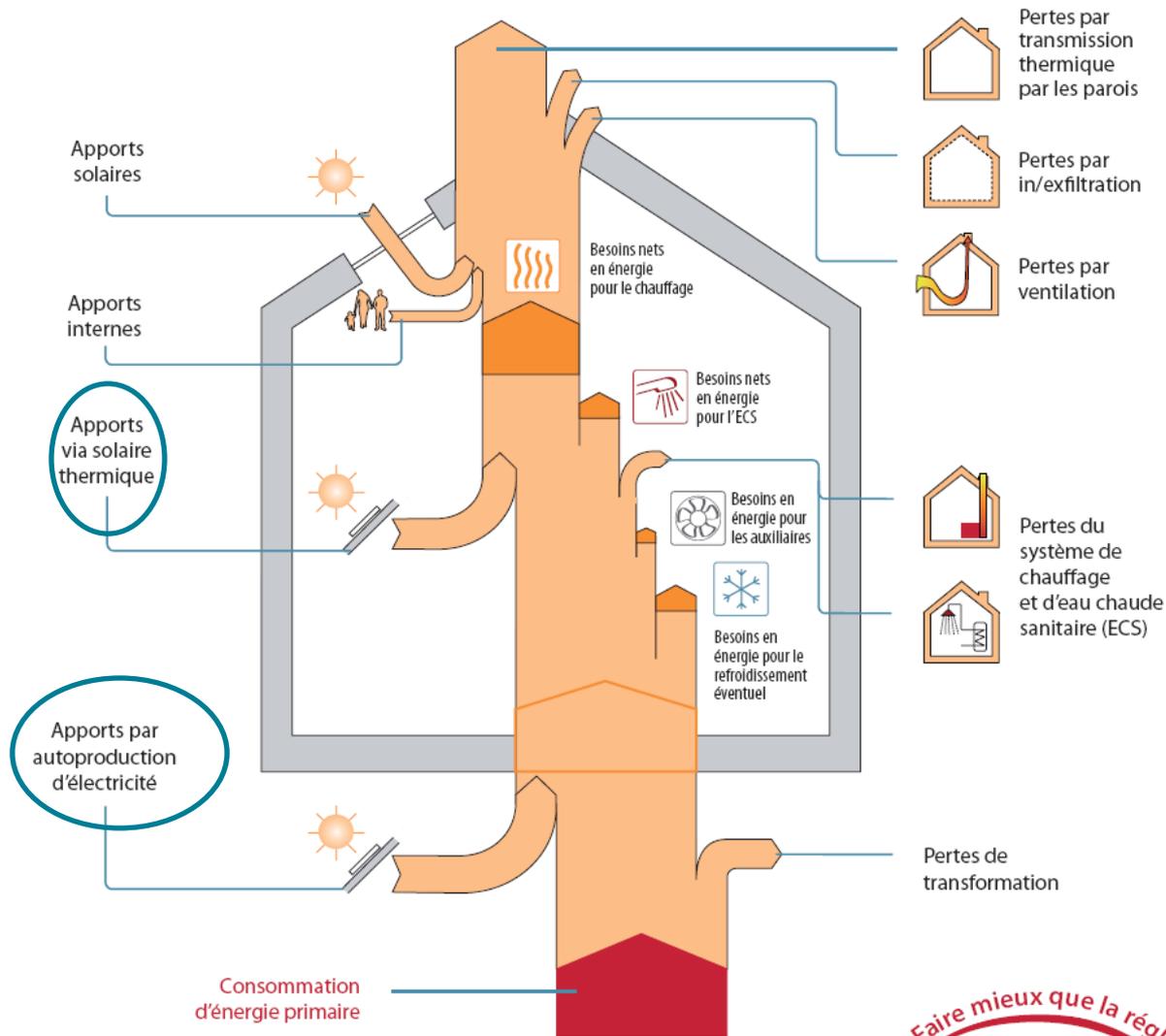


Figure extraite du « Guide Performance Energétique des Bâtiments » – CIFIUL – DGO4 – à paraître

Réglementation PEB

Le niveau de consommation d'énergie primaire :

$$E = \frac{E_{\text{prim,est.}}}{E_{\text{prim,ref}}} \times 100$$

La consommation annuelle d'énergie primaire estimée ou réelle (numérateur) pour les **bâtiments résidentiels** :

$$E_{\text{prim,est}} = \sum_{12 \text{ mois}} (E_{\text{prim,heat,m}} + E_{\text{prim,ECS,m}} + E_{\text{prim,aux,m}} + E_{\text{prim,cool,m}} - E_{\text{prim,pv,m}} - E_{\text{prim,cogen,m}})$$

↑
Chauffage

↑
Eau chaude sanitaire

↑
Auxiliaires

↑
Refroidissement
0 même sans installation
de climatisation

↑
Photovoltaïque

↑
Cogénération

Réglementation PEB

Chauffage:

- Besoins nets: déperditions par transmission et ventilation + prise en compte du rendement de récupération des apports gratuits (internes et externes)
- Besoins bruts: prise en compte des rendements des systèmes (émission, distribution, production)
- Besoins finaux: considération de la fraction fournie par le solaire thermique

$$Q_{\text{heat,final,seci,m,pref}} = \frac{f_{\text{heat,m,pref}} \times (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \times Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,pref}}}$$

$$Q_{\text{heat,final,seci,m,npref}} = \frac{(1 - f_{\text{heat,m,pref}}) \times (1 - f_{\text{as,heat,seci,m}}) \times Q_{\text{heat,gross,seci,m}}}{\eta_{\text{gen,heat,npref}}}$$

Réglementation PEB

Eau chaude sanitaire

- Besoins nets: liés au volume du bâtiment (analyse statistique)
- Besoins bruts: prise en compte du rendement de l'installation
- Besoins finaux: considération de la fraction fournie par le solaire thermique

$$Q_{\text{water,bath i,final,m,pref}} = \frac{f_{\text{water,bath i,m,pref}} \times (1 - f_{\text{as,water,bath i,m}}) \times Q_{\text{water,bath i,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,bath i,m,pref}}}$$

$$Q_{\text{water,bath i,final,m,npref}} = \frac{(1 - f_{\text{water,bath i,m,pref}}) \times (1 - f_{\text{as,water,bath i,m}}) \times Q_{\text{water,bath i,gross,m}}}{\eta_{\text{gen,water,bath i,m,npref}}}$$

Conclusion

Energie solaire:

- Ressource inépuisable, disponible en permanence, le jour!
- Pas la priorité dans la hiérarchie des mesures à prendre pour améliorer la performance énergétique du bâti d'un pays tel que la Belgique
 - Isolation de l'enveloppe
 - Etanchéité
 - Ventilation : système de ventilation mécanique contrôlée + récupération sur la ventilation
 - Améliorer le rendement des installations (chaudière à haut rendement)
 - Energie renouvelable : solaire thermique ou photovoltaïque

Perspectives du solaire – recherches actuelles

- Systèmes combinés « combi-système »: solaire thermique + utilisation de planchers chauffants + stockage (boiler)
- La climatisation solaire (machines à 3 sources)
- Matériaux à changement de phase



**Merci pour votre
attention**