

Séminaire Bâtiment Durable :

La pompe à chaleur, du potentiel à Bruxelles !

4 mars 2016

Bruxelles Environnement

Intégration, régulation et association des pompes à chaleur avec les autres énergies renouvelables

Raphaël CAPART

Service du Facilitateur Bâtiment Durable- Spécialiste PAC



BRUXELLES ENVIRONNEMENT

IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Plan de l'exposé

1. Combinaison PAC/PV pour le chauffage
2. Combinaison PAC/PV pour l'ECS
3. Combinaison PAC/solaire thermique pour l'ECS
4. ECS : comparaison entre combinaison PAC/PV et solaire thermique
5. PAC et smart grid



1. Combinaison PAC/PV pour le chauffage

- Peut-on couvrir la consommation électrique nécessaire pour le chauffage par un installation photovoltaïque?
- Pour les installations < 5 kWc: dans le cadre de la réglementation actuelle (bilan entre consommation et production sur base annuelle).
- 2 cas de figure
 - ▶ Chauffage électrique direct
 - ▶ Chauffage par PAC



1. Combinaison PAC/PV pour le chauffage

- Performances actuelles des panneaux :
 - ▶ Entre 120 et 200 Wc/m²
 - ▶ À Bruxelles, on produit environ 850 kWh pour 1 kWc installé dans les meilleures conditions (pas d'ombrage, orientation sud, inclinaison de 35°)
→ **1 m² de panneau produit entre 102 et 170 kWh/an**



Source : IBGE



Source : IBGE



1. Combinaison PAC/PV pour le chauffage

Chauffage électrique direct

	Maison individuelle		Petit immeuble à appartement	
	Passif	« Très basse énergie »	Passif	Très basse énergie
Superficie chauffée	200 m ²		100 m ²	
BNE chauffage	3000 kWh	6000 kWh	1500 kWh	3000 kWh
Rendement émission/régulation	93%			
Consommation chauffage électrique direct	3226 kWh	6452 kWh	1613 kWh	3226 kWh
Superficie nécessaire pour couvrir la consommation de chauffage	19 ... 32 m ²	38 ... 64 m ²	9 ... 16 m ² /appartement	19 ... 32 m ² /appartement

Attention à la limite des 5 kWc

Envisageable

Dépend du nombre d'étages de l'immeuble



1. Combinaison PAC/PV pour le chauffage

Chauffage par PAC (hypothèse FPS = 3.0)

	Maison individuelle		Petit immeuble à appartement	
	Passif	« Très basse énergie »	Passif	Très basse énergie
Superficie chauffée	200 m ²		100 m ²	
BNE chauffage	3000 kWh	6000 kWh	1500 kWh	3000 kWh
Rendement émission/régulation	93%			
Consommation chauffage PAC	1075 kWh	2150 kWh	538 kWh	1075 kWh
Superficie nécessaire pour couvrir la consommation de chauffage	6 ... 9 m ²	13 ... 18 m ²	3 ... 4.5 m ² /appartement	6 ... 9 m ² /appartement

~~Attention à la limite des 6 kWc~~



Toujours possible



Le plus souvent possible : dépend du nombre d'étages de l'immeuble

1. Combinaison PAC/PV pour le chauffage

- Réglementation pour installation > 5 kWc et à moyen terme pour toutes les installations :
 - ▶ Compteur bi-directionnel
 - ▶ Électricité injectée vendue à un prix relativement (très) bas
 - ▶ Seule l'auto-consommation instantanée est valorisée



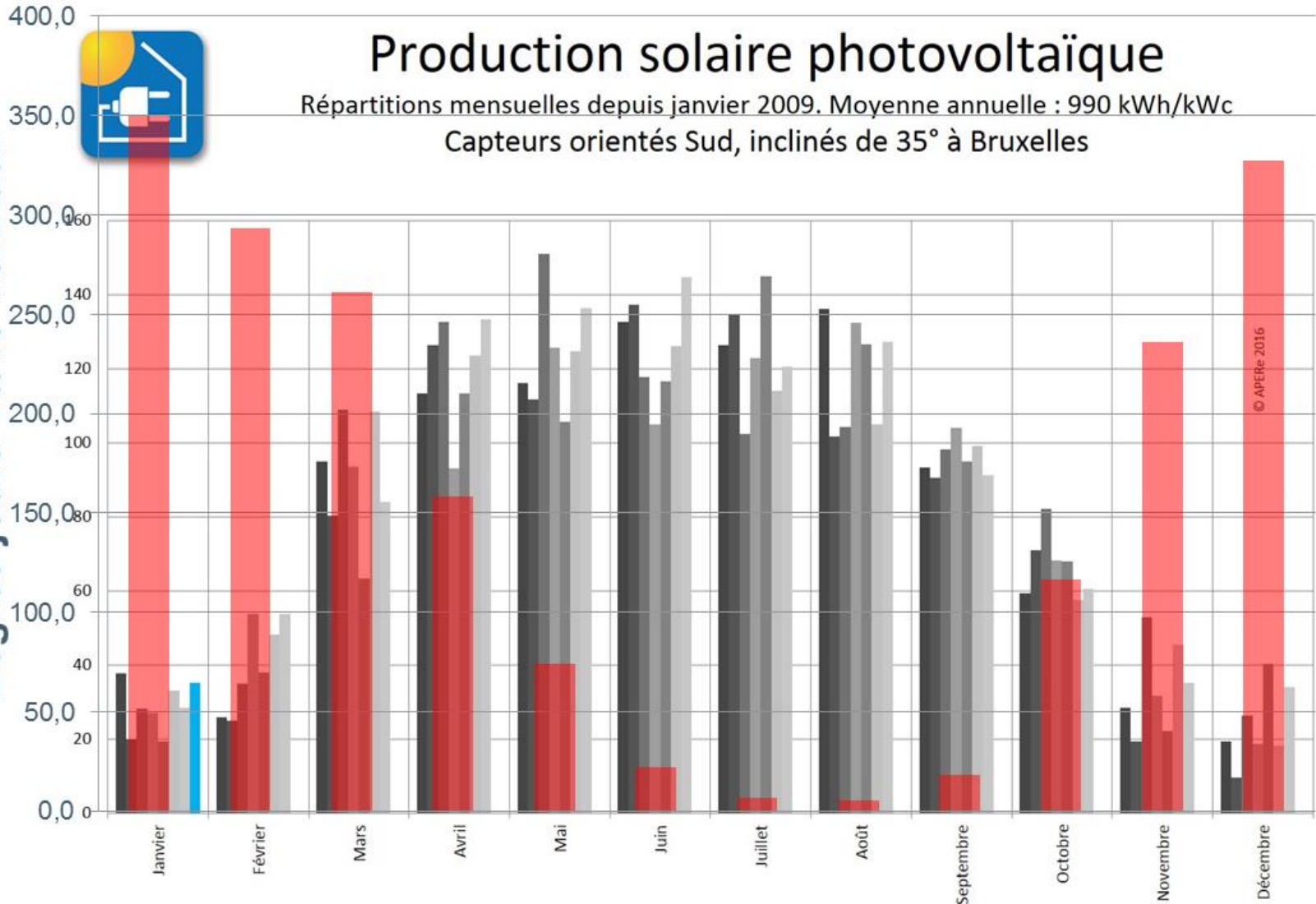
1. Combinaison PAC/PV pour le chauffage



Production solaire photovoltaïque

Répartitions mensuelles depuis janvier 2009. Moyenne annuelle : 990 kWh/kWc
 Capteurs orientés Sud, inclinés de 35° à Bruxelles

Degrés-jours 15/15 normaux

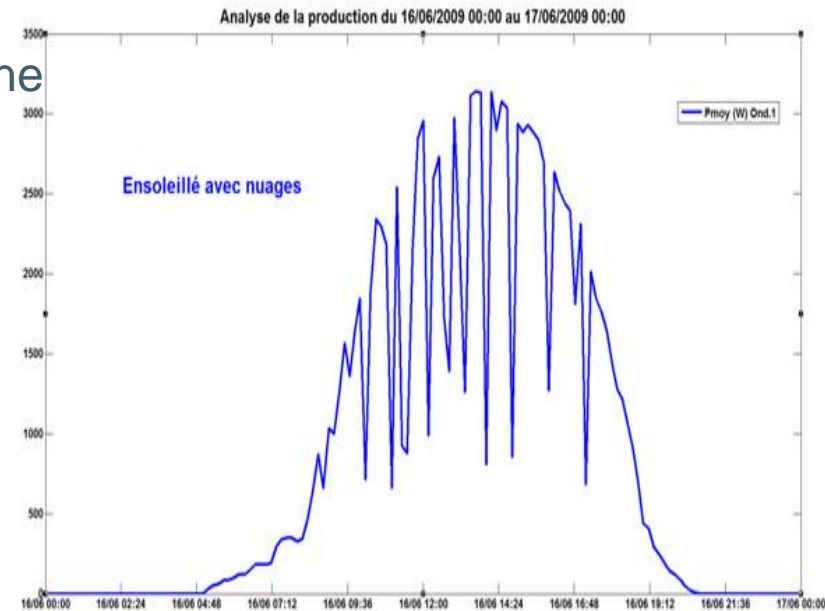


- 2009 : 985 kWh/kWc
- 2010 : 927 kWh/kWc
- 2011 : 1.040 kWh/kWc
- 2012 : 976 kWh/kWc
- 2013 : 953 kWh/kWc
- 2014 : 1.003 kWh/kWc
- 2015 : 1.049 kWh/kWc
- 2016 : 998 kWh/kWc (est. Fev. 16)



1. Combinaison PAC/PV pour le chauffage

- Impossibilité de valoriser entièrement la production photovoltaïque pour le chauffage par PAC (il faudrait pouvoir faire du stockage intersaisonnier)
- Durant un même mois, semaine, journée => la production d'électricité fluctue
- La régulation de la PAC peut dans une certaine mesure optimiser les fluctuations journalières
 - ▶ En profitant de l'inertie du bâtiment
 - › Régulation délicate
 - › Risque de surchauffe
 - ▶ En utilisant un ballon de stockage
 - › Impact sur les performances si stockage à haute température
 - › Volume du ballon de stockage
 - ▶ Nécessité d'avoir une régulation intelligente :
 - › Communication avec l'installation PV
 - › Communication avec le réseau intelligent
 - › Prise en compte de prévisions météo
 - › ...



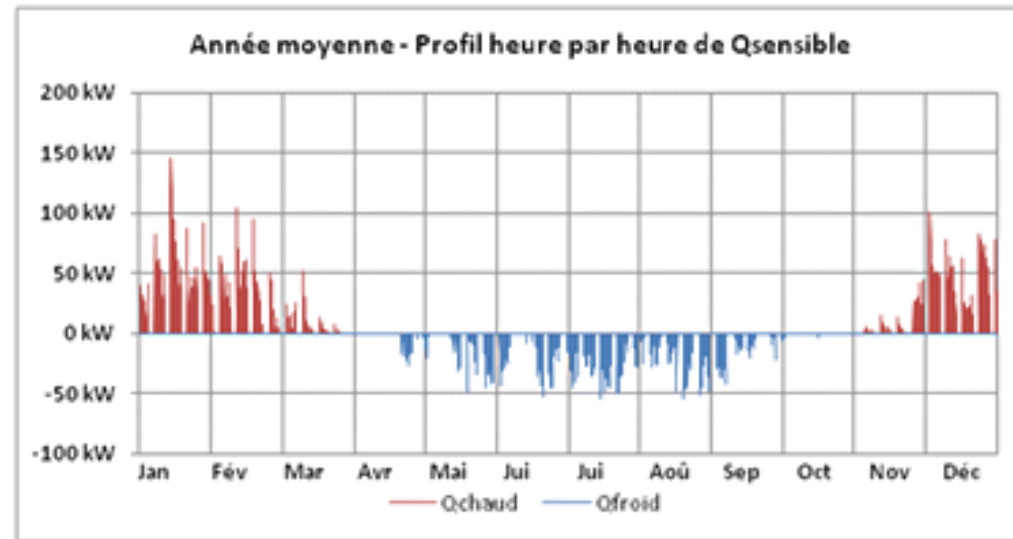
Source : www.smartgrids-cre.fr



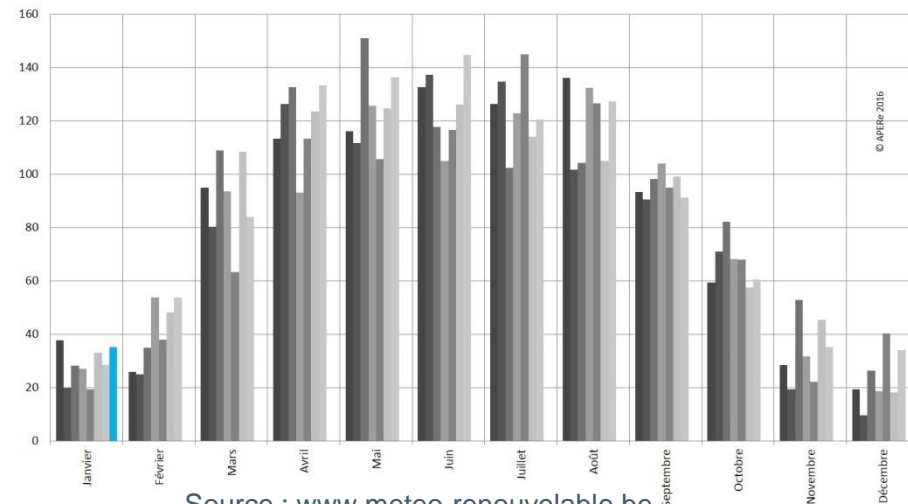
1. Combinaison PAC/PV pour le chauffage

Avantage des bâtiments avec besoins en froid (tertiaire)

=> la consommation pour le refroidissement se fait au moment où la production est maximale



Source : energie+



2. Combinaison PAC/PV pour l'ECS

- Les besoins sont constants toute l'année
- Un dimensionnement correct permet de maximiser l'auto-consommation :
 - ▶ Capacité du ballon correspondant au minimum aux besoins d'une journée
 - › au plus la capacité est importante, au plus on maximise les possibilités d'auto-consommation mais aussi les performances de la PAC si elle produit de l'eau à plus basse température
 - › Attention : une capacité importante représente des pertes plus importantes (« pertes d'entretien »)
 - ▶ Puissance de la PAC permettant de recharger le ballon en quelques heures
- Régulation : mêmes besoins spécifiques que pour le chauffage



2. Combinaison PAC/PV pour l'ECS

- Les besoins sont constants toute l'année
- Un dimensionnement correct permet de maximiser l'auto-consommation :
 - ▶ (...)
 - ▶ Exemple :
 - › 300 litres, $P = 1.4 \text{ kW}_{\text{élec}}$
 - › Quantité d'énergie nécessaire pour une recharge :
 $1.166 \times 0.3 \times (50-10) = 14 \text{ kWh}$
 - › Temps de recharge si $\text{COP} = 2.5$: $14 / (1.4 \times 2.5) = 4 \text{ heures}$
- Régulation : mêmes besoins spécifiques que pour le chauffage



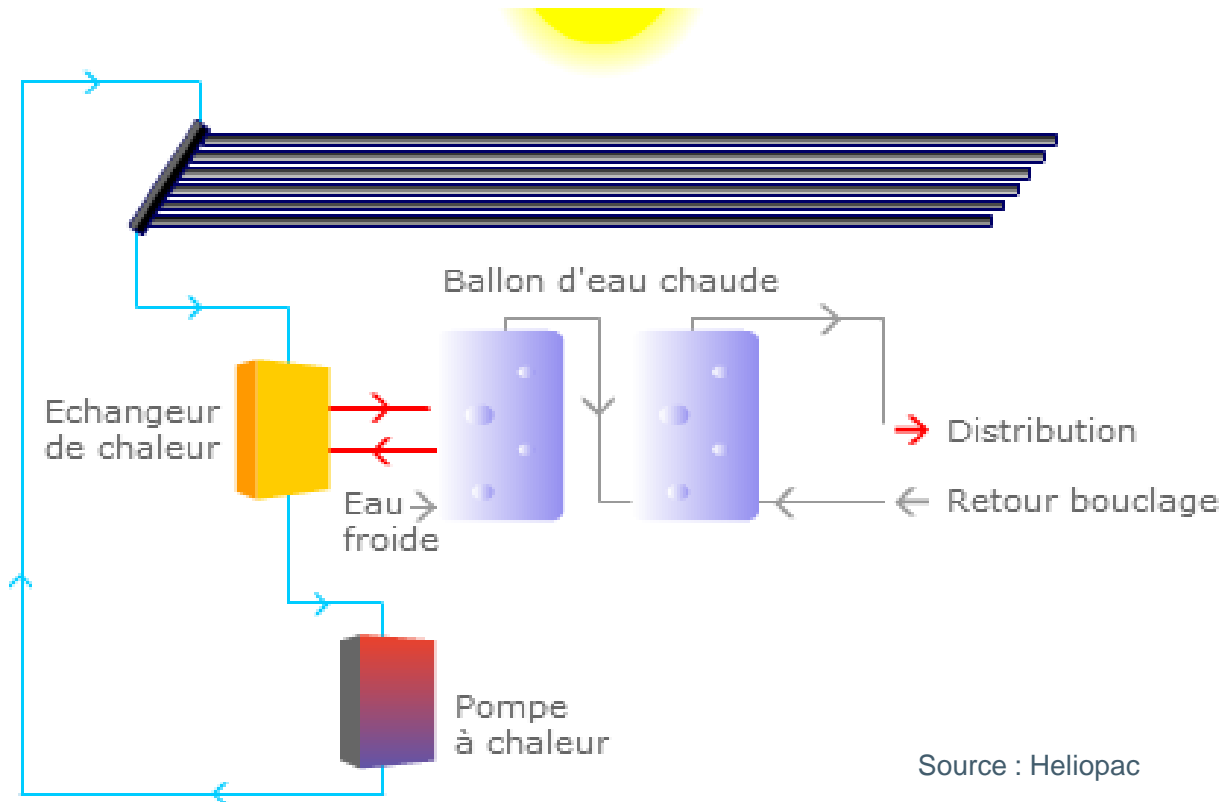
3. Combinaison PAC/solaire thermique pour l'ECS

- L'utilisation d'une PAC pour les appoints plutôt que :
 - ▶ résistance électrique : favorable
(réduction de la consommation d'électricité d'un facteur égal au FPS)
 - ▶ Autre type de générateur (chaudière/chauffe-eau gaz/mazout) :
l'éventuel surcoût de l'investissement doit être analysé
- Les deux systèmes sont performants dans les mêmes conditions (période estivale, temps clément)
 - ▶ L'appoint par la PAC se fera dans les conditions souvent défavorables (si source froide = air essentiellement)
 - ▶ Ce mode de fonctionnement a un impact négatif sur le FPS de la PAC
- La régulation doit être bien pensée pour maximiser le potentiel des deux moyens de production
 - ▶ Ne pas réchauffer inutilement le ballon si du soleil est prévu
 - ▶ ...



3. Combinaison PAC/solaire thermique pour l'ECS

- Il existe des PAC qui combinent les 2 technologies
 - ▶ Capteurs solaire = capteurs pour la source froide
 - ▶ Les capteurs ne sont pas isolés de l'air extérieur => en l'absence de soleil, transfert de chaleur depuis l'air (fonctionnement équivalent à une pompe à chaleur air/eau statique)



Source : Heliopac

Source : Heliopac

4. ECS : combinaison PAC/PV vs. solaire thermique

- Rendement :
 - ▶ PV : les meilleurs panneaux atteignent un rendement de 20%
 - › Combiné à une PAC avec un FPS de 2 à 3 => rendement de 40% à 60%
 - ▶ Solaire thermique : rendement de 30 à 40%
- Production en conditions défavorables
 - ▶ Par temps couvert
 - › la production des capteurs plans est quasiment nulle
 - › L'installation PV continue à produire grâce au rayonnement diffus
 - ▶ Exemple Janvier 2016 (données : meteo-renouvelable.be + IRM)
 - › Production moyenne pour journée avec ensoleillement inférieur à 1h avec installation de 5 kWc : 2.5 kWh
 - › Si FPS = 2 => 5kWh (recharge ~ 1/3 ballon de 300 litres)
 - › Production moyenne par jour avec installation de 5 kWc = 5.7 kWh/jour => environ la moitié des besoins pour recharger un ballon de 300 litres

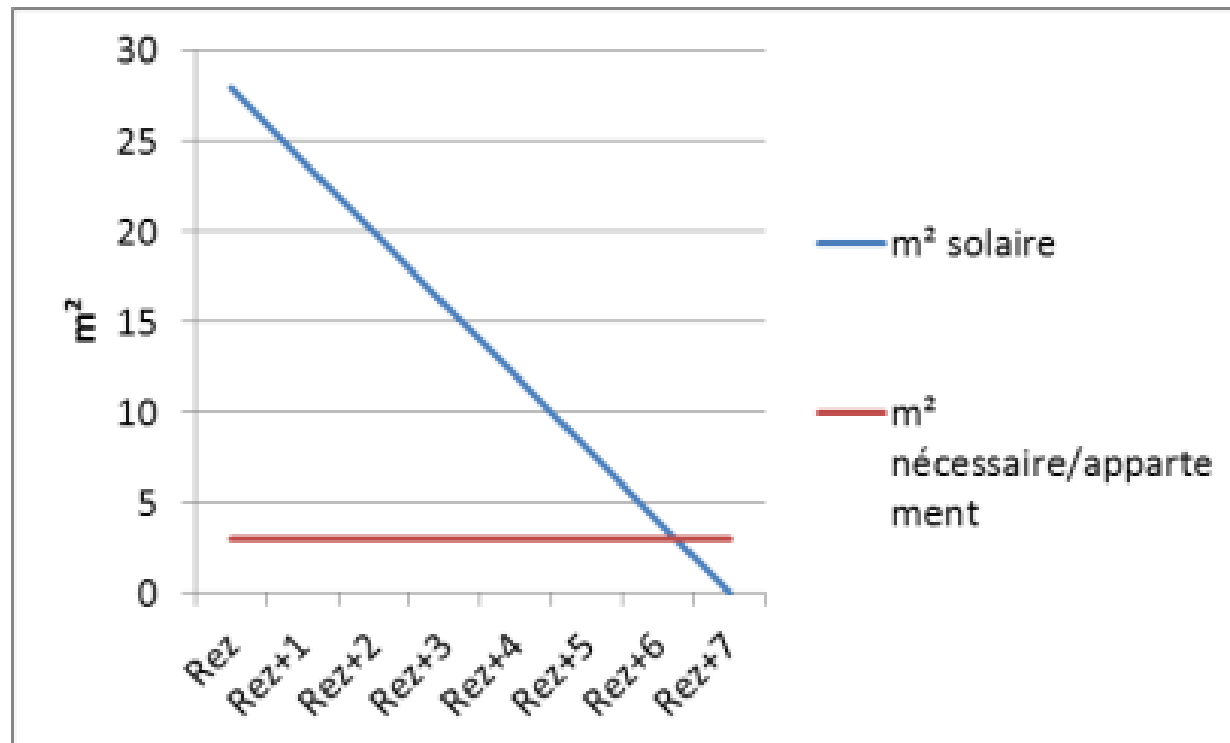


4. ECS : combinaison PAC/PV vs. solaire thermique

Exemple d'un immeuble à appartements de 85 m² de toiture plate

Option 1 : solaire thermique (ST)

- Soit $85/3 = 28$ m² de surface exploitable pour le ST
- Les besoins en ECS sont de l'ordre de 17,5 kWh/(m².an)
- Couverture solaire thermique de ~350 à 500 kWh/(m².an) soit ~4 m²/appart.

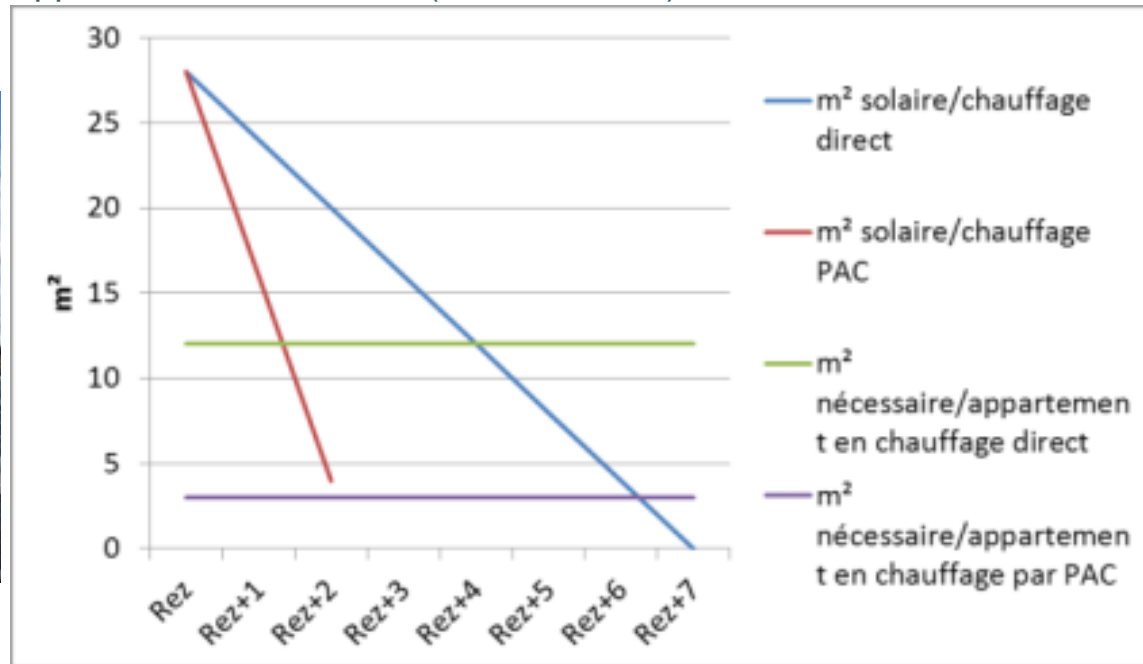


4. ECS : combinaison PAC/PV vs. solaire thermique

Exemple d'un immeuble à appartements de 85 m² de toiture plate

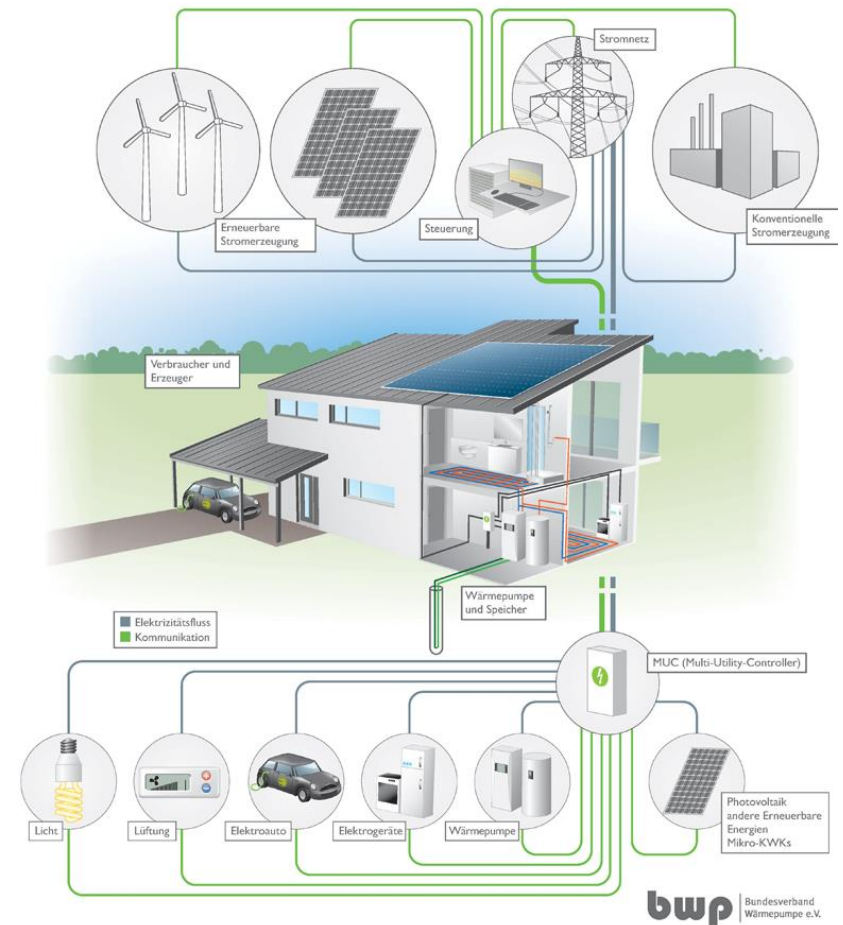
Option 2 : combinaison PAC/PV

- Soit $85/3 = 28$ m² de surface exploitable pour le PV
- Les besoins en ECS sont de l'ordre de 17,5 kWh/(m².an)
- Couverture PV de ~102 à 170 kWh/(m².an)
 - soit 11 m² de PV/appart. en électricité directe
 - ou 5.5 à 3.5 m² de PV/appart avec une PAC de (SPF de 2 et 3)



5. PAC et smart grid

- Les PAC transforment l'énergie électrique en chaleur de manière efficace
- La chaleur peut être
 - ▶ stockée
 - › lorsque l'offre d'électricité est importante et donc peu couteuse
 - ▶ restituée plus tard
 - › lorsque l'offre d'électricité est faible et donc couteuse



Source : www.waermepumpe.de



5. PAC et smart grid

- Nécessite une régulation adaptée et un protocole de communication
 - ▶ Des initiatives pour des standards de communication existent
 - ▶ Il existe un label allemand :



- Actuellement, il n'existe pas de moyen de rentabiliser la gestion de charge dans le secteur résidentiel
 - ▶ certain de ces systèmes intelligents peuvent aider à l'autoconsommation de la production des PV
 - ▶ à long terme, des compteurs intelligents associés à des tarifs fluctuants le permettront vraisemblablement



Outils, sites internet, etc... intéressants :

- <http://www.energieplus-lesite.be>
- <http://www.meteo-renouvelable.be/>
- Manuel pour optimiser la consommation de courant photovoltaïque :
http://www.vese.ch/wp-content/uploads/VESE_Manuel_optimiser_l_autoconsommation.pdf
- Info sur le site de Bruxelles Environnement :
<http://www.environnement.brussels/thematiques/energie/quest-ce-que-lenergie-verte/les-pompes-chaleur>
- Brochure éditée par la région wallonne :
<http://energie.wallonie.be/fr/les-pompes-a-chaleur.html?IDC=6190&IDD=26697>
- <http://www.energieplus-lesite.be>
- Monitoring de PAC installées en direct : <http://www.liveheatpump.be>



Ce qu'il faut retenir de l'exposé

- Une installation photovoltaïque résidentielle (moins de 5 kWc) combinée à une PAC permet, pour un bâtiment performant, de compenser la consommation de chauffage et d'ECS sur base d'un bilan annuel
 - Pour les installations de plus grande puissance (plus de 5kWc) et pour toute les installation à moyen terme, l'auto-consommation instantanée ne permet pas cet équilibre
 - La production de chauffage et d'ECS peut être optimisée pour maximiser l'auto-consommation à l'échelle de quelques jours au mieux mais uniquement au moyen d'une régulation spécifique qui n'est actuellement pas encore totalement disponible
 - D'un point de vue strictement énergétique (kWh par m² installé), le rendement d'une production par PAC+PV est (au moins) équivalent à une production par capteurs solaires thermiques
- Cependant** d'autres aspects sont à considérer : montant de l'investissement, installation déjà existante, possibilité de valoriser autrement la production estivale plus importante des PV, ...



Contact

Raphaël Capart

Service du facilitateur bâtiment durable

Spécialiste PAC pour la Région Bruxelles Capitale

Tel : 0800 85 775

Courriel : facilitateur@environnement.irisnet.be

ICEDD asbl

Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable asbl

Bvd Frère Orban, 4

B-5000 Namur (Belgique)

 : 081 25 04 80

E-mail : rc@icedd.be

