

L'eau chaude sanitaire, l'URE, le solaire thermique et les énergies renouvelables

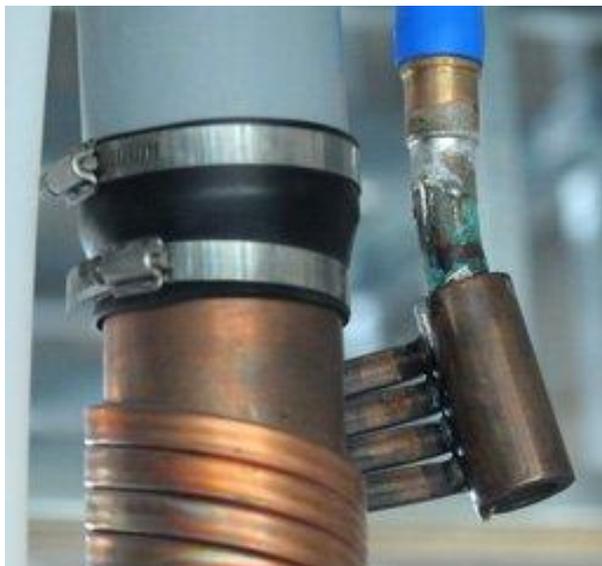


1. La récupération sur l'ECS (mesure URE)

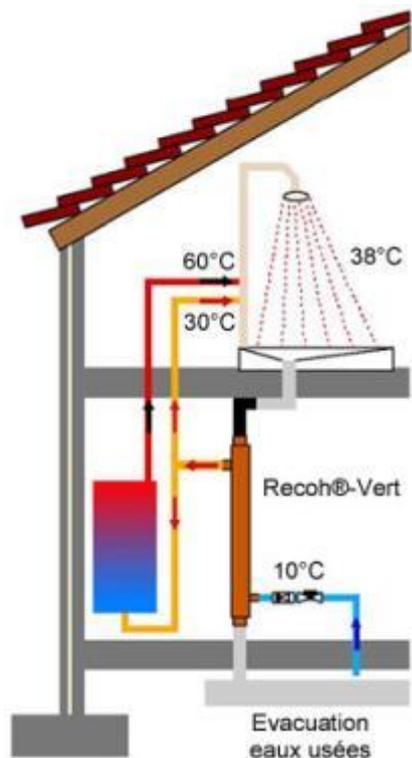
DECOUVRIR : LA RECUPERATION DE CHALEUR

La récupération de chaleur sur les eaux grises

- En rénovation c'est difficile à adapter !
- Donc plutôt en rénovation importante et nouvelle conception !
- Récupération annoncée de l'ordre de 30-40 %



Source : Solénove Energie

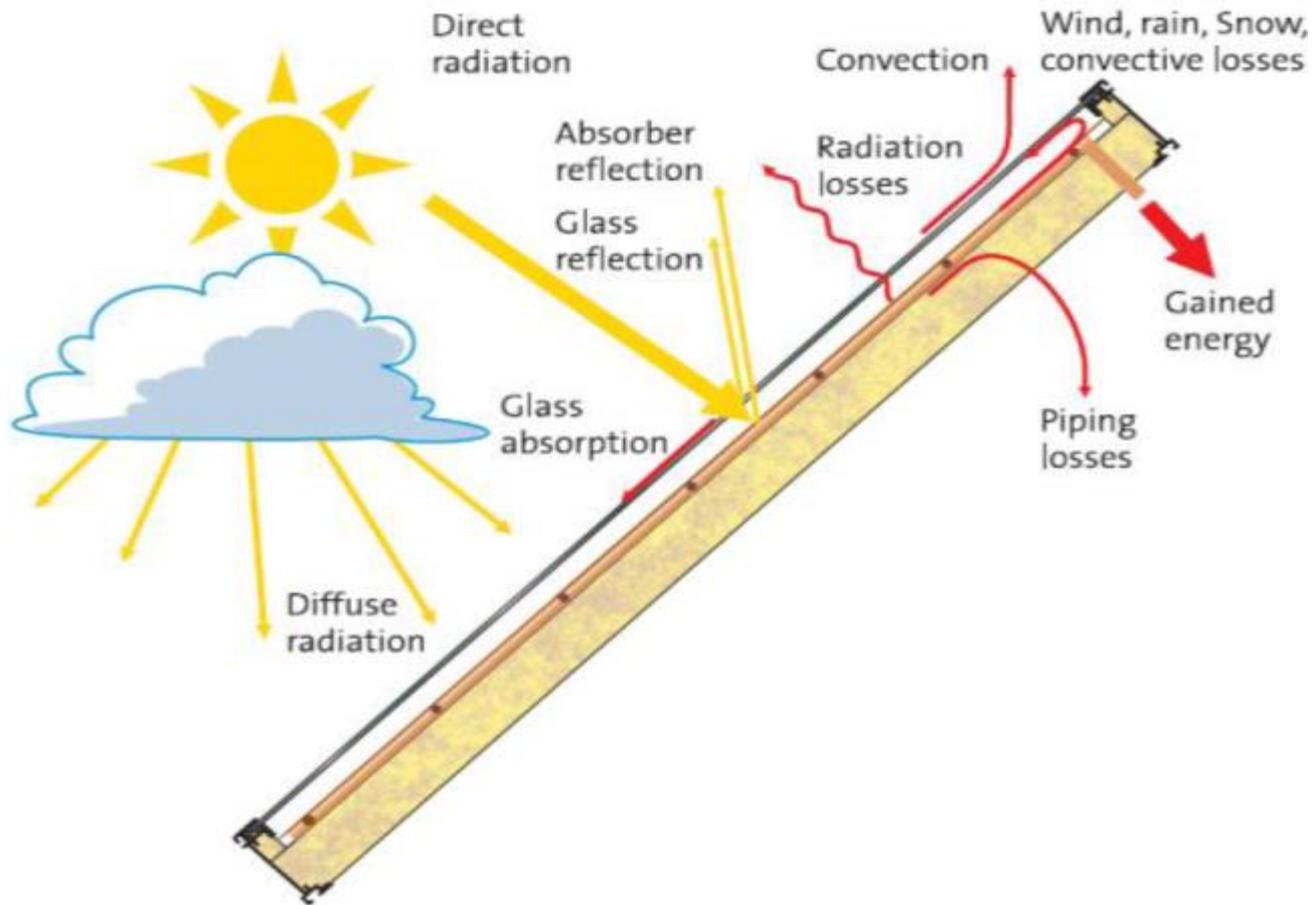


Source : Recoh-Vert Gaïa Green

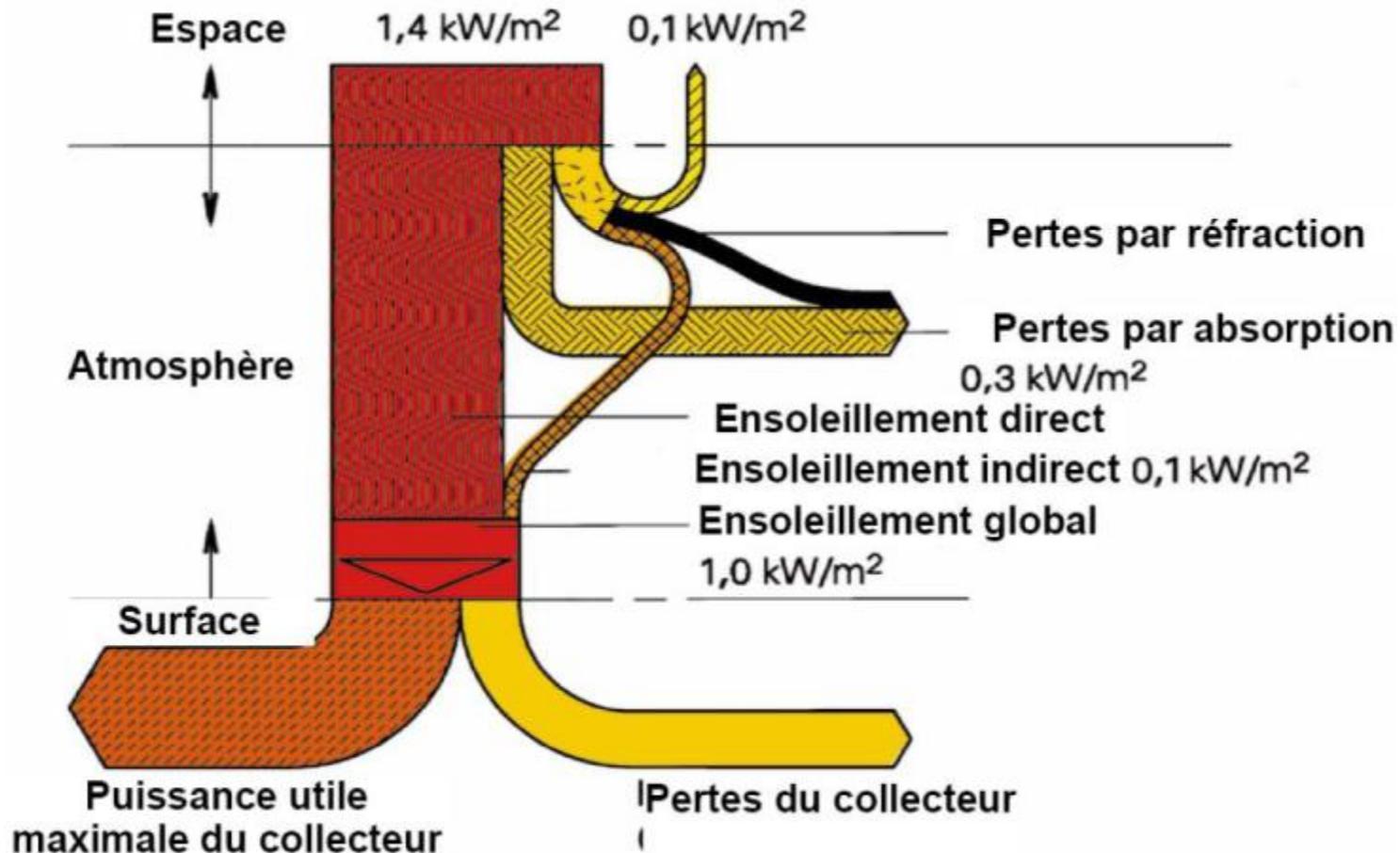


2. Le solaire thermique ... la symbiose parfaite avec l'ECS ?

DECOUVRIR : LE RAYONNEMENT SOLAIRE

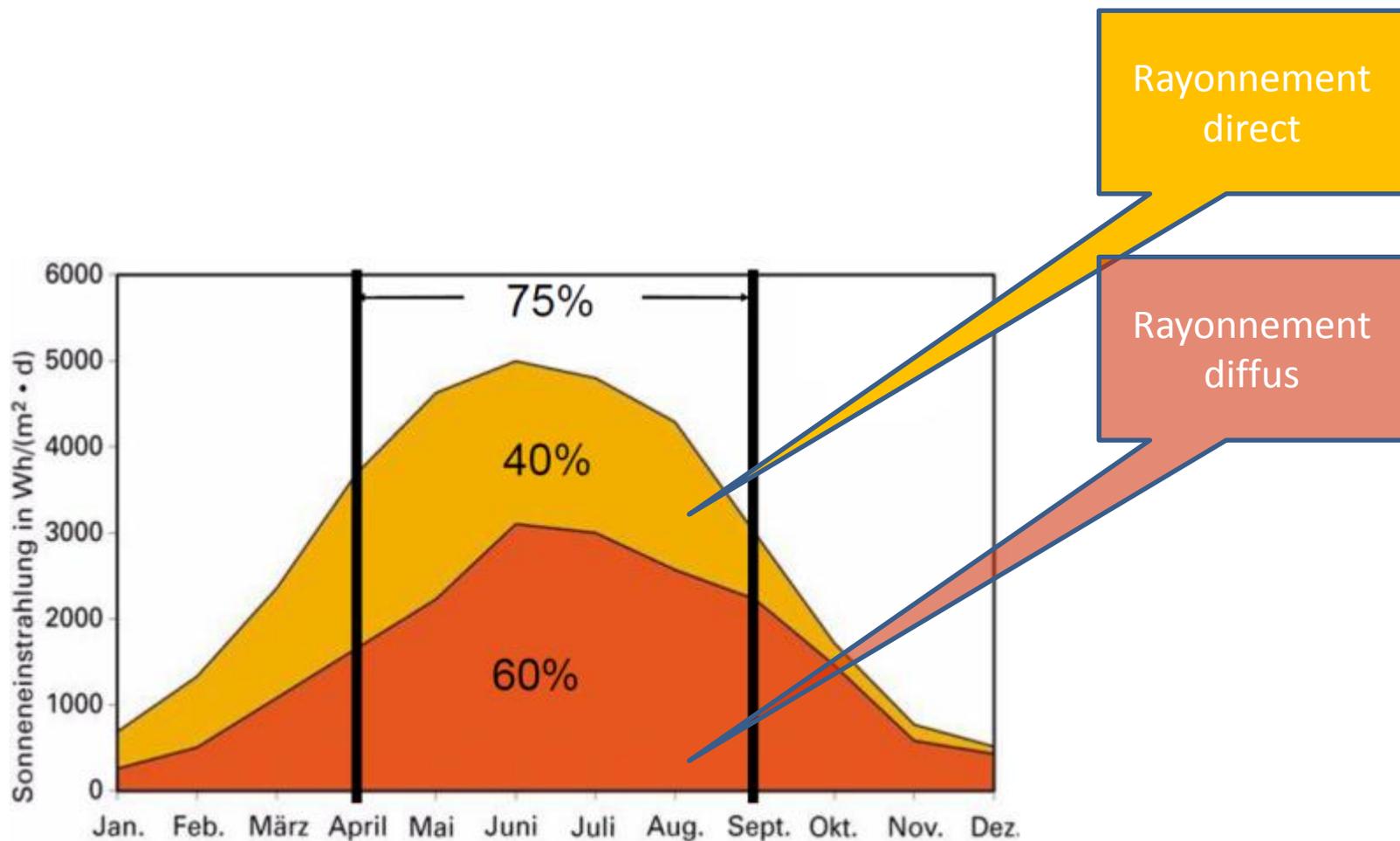


DECOUVRIR : LE RAYONNEMENT SOLAIRE



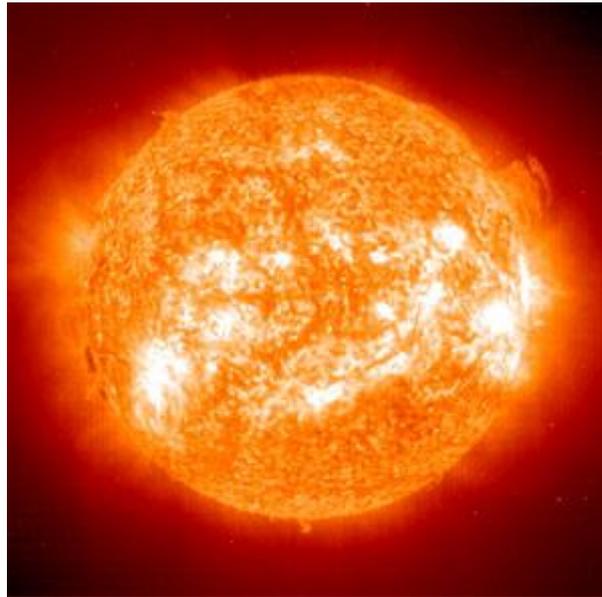
DECOUVRIR : LE RAYONNEMENT SOLAIRE

Ensoleillement à Uccle : 960 kWh/(m².an)

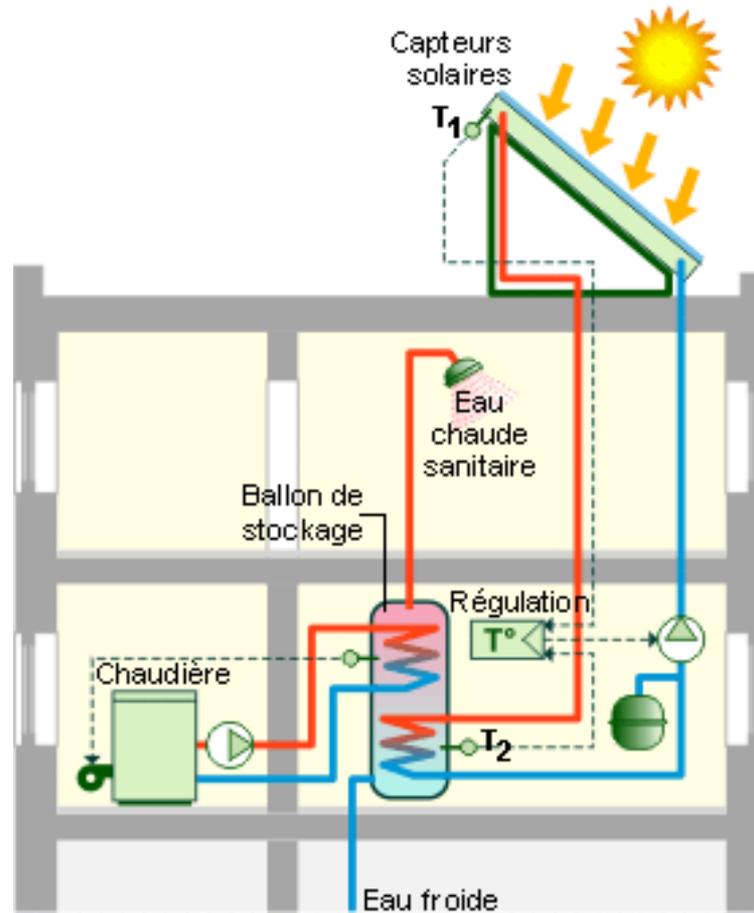


DECOUVRIR : INTERET DU SOLAIRE THERMIQUE

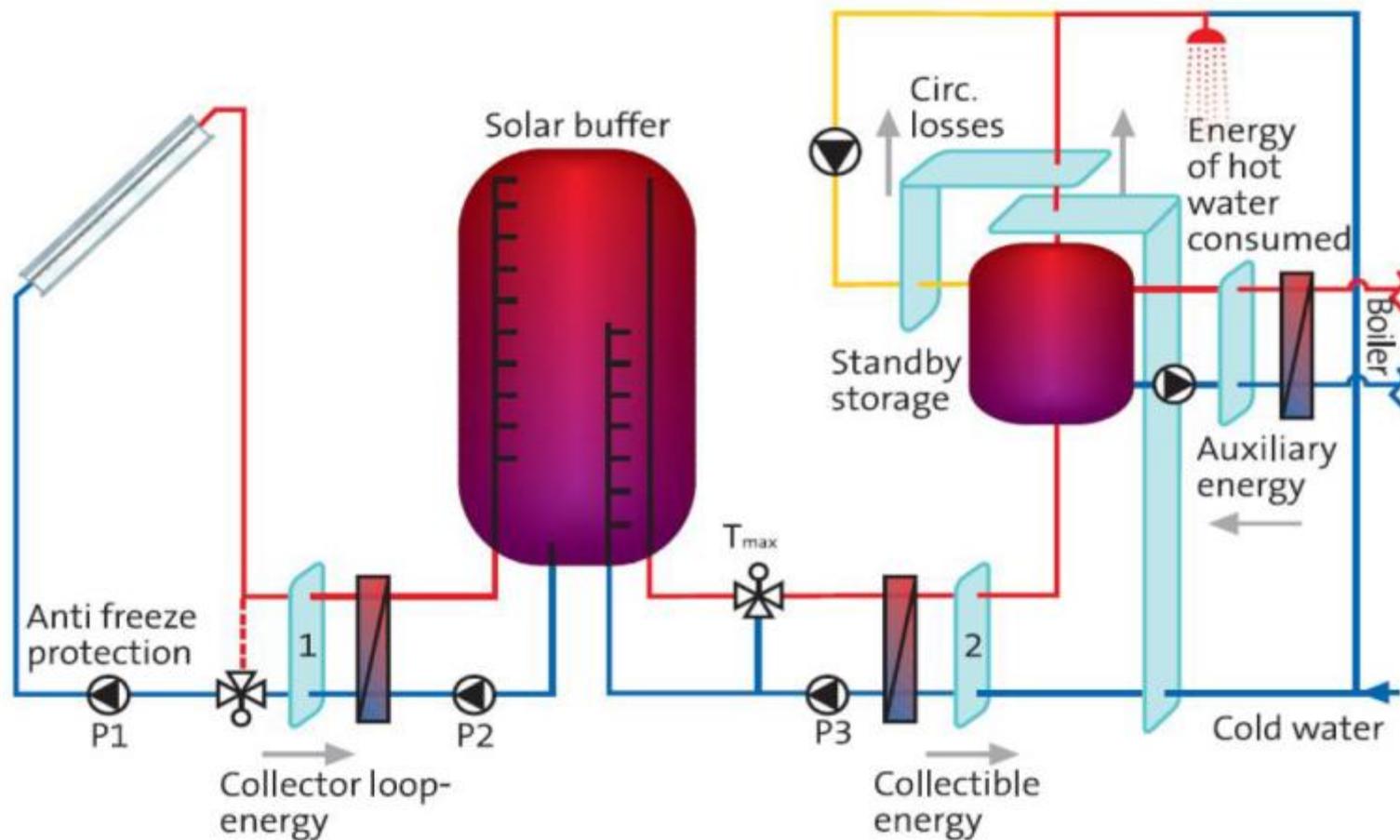
- **Energie gratuite**
- **Pas d'émission de CO2**
- **Durée de vie des équipements solaires de plus de 20 ans**
- **L'exploitation très peu couteuse. Seul l'investissement intervient**
- **Pédagogique**
- **Source renouvelable visible**



DECOUVRIR : PRINCIPE DE L'INSTALLATION SOLAIRE



DECOUVRIR : GRANDE INSTALLATION



DECOUVRIR : TYPE DE CAPTEURS

Les capteurs plans

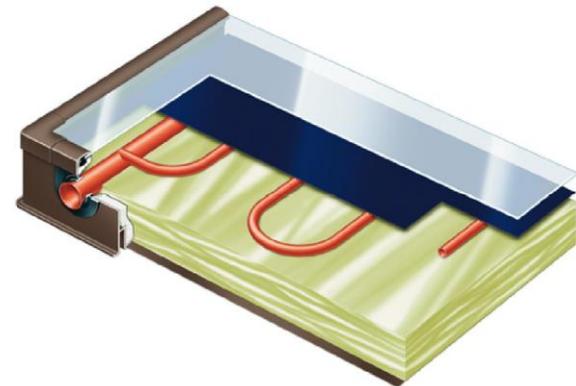
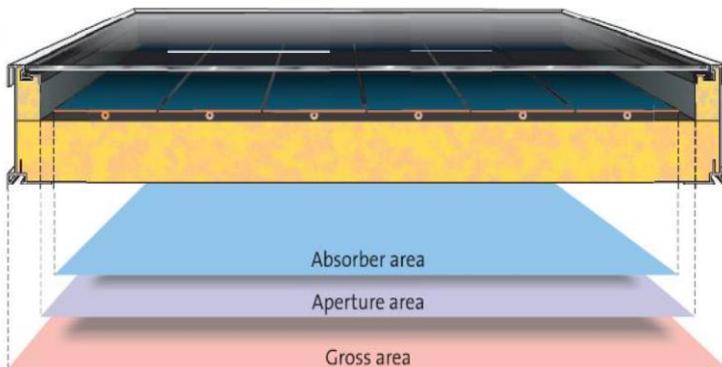
- Intégration
- Surimposition



DECOUVRIR : TYPE DE CAPTEURS

Les capteurs plans :

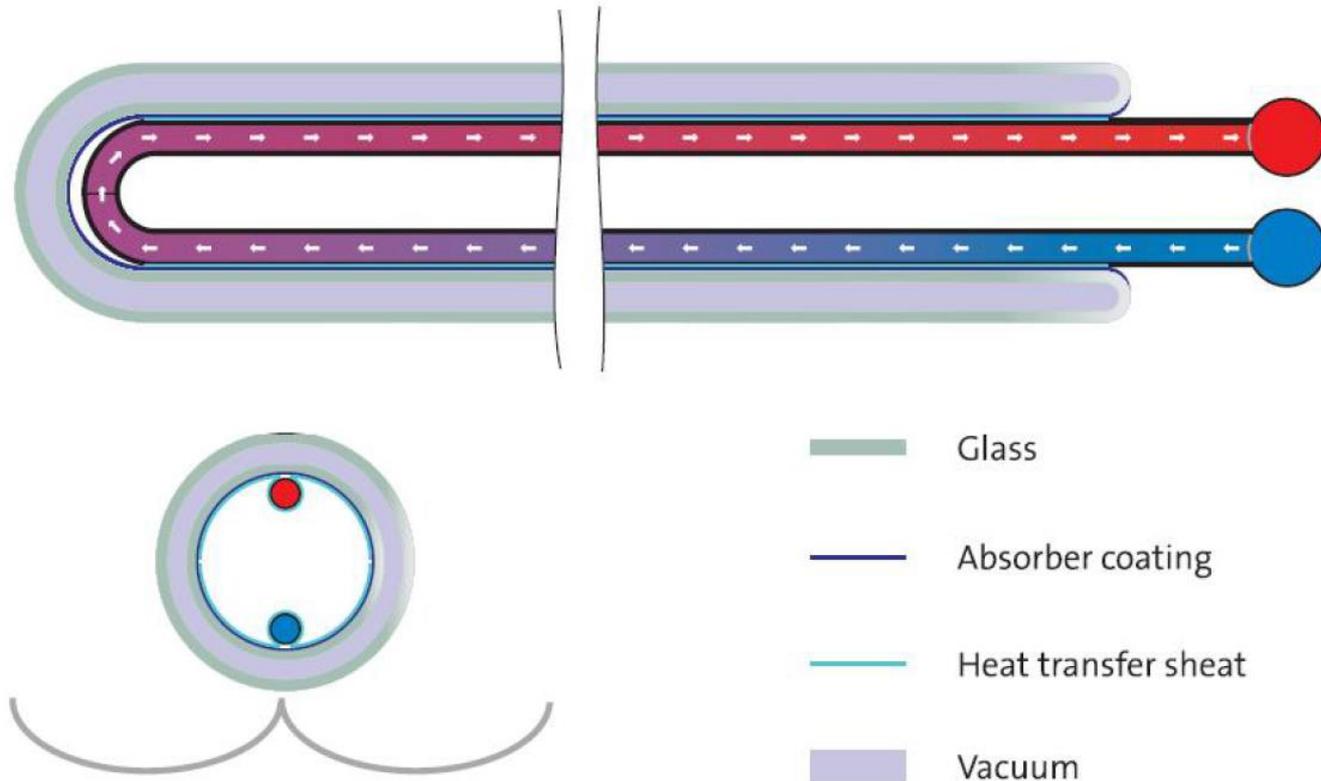
- Coupes et composition



DECOUVRIR : TYPE DE CAPTEURS

Les capteurs sous vide :

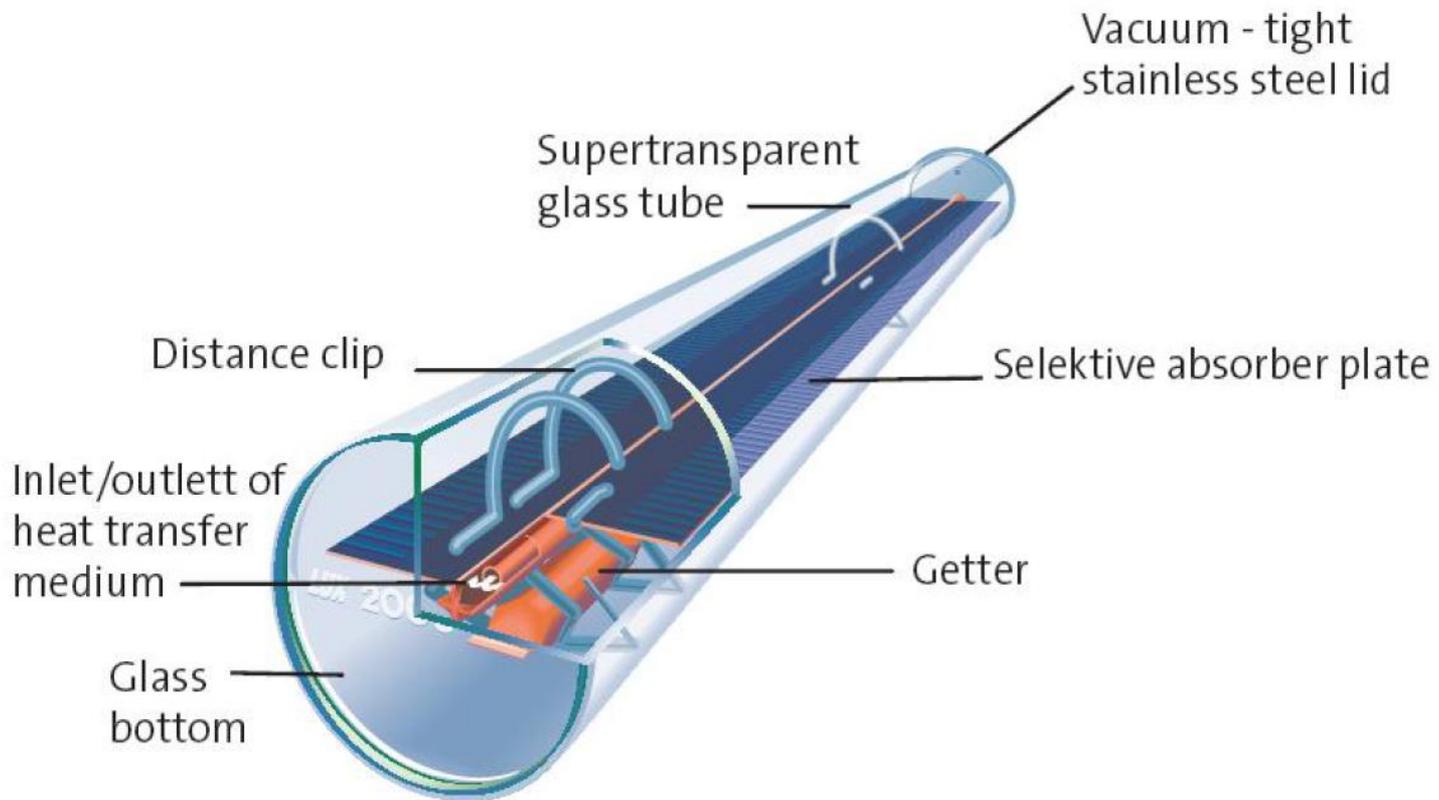
- Sous vide « sidney »



DECOUVRIR : TYPE DE CAPTEURS

Les capteurs sous vide

- Sous vide « cuivre »



DECOUVRIR : LES BALLONS

- Ballon mono-énergie si mis en série avec appoint
- Ballon bi-énergie si appoint (chaudière ou résistance électrique) chauffe directement
- Isolation poussée ($R > 2$).
Perte de 3 à 5 °C/ 24h sans puisage
- Anode anticorrosion sacrificielle ou électrique



PERFORMANCE : CAPTEUR PLAN/CAPTEUR TUBE SOUS VIDE

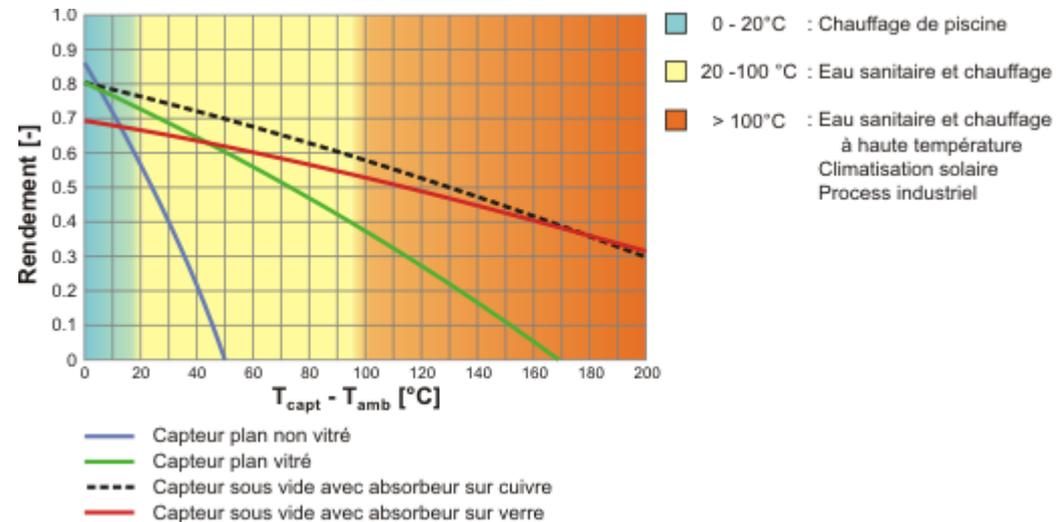
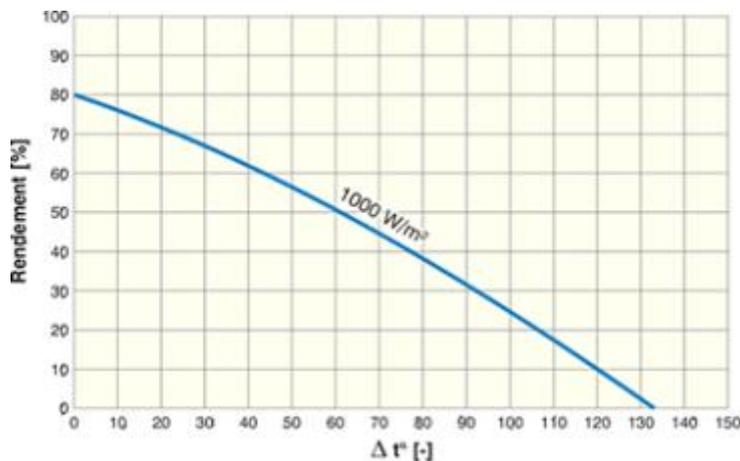
Tout à un coût !

Fraction solaire	Surface capteur tube sous vide	Surface capteur plan	Surface capteur tube sous vide/Surface capteur plan
25 %	58 m ²	80 m ²	0,725
50 %	113 m ²	200 m ²	0,655

PERFORMANCE : RENDEMENT DES CAPTEURS

$$\eta = \eta_0 - (a_1 \times \Delta T / E_0) - (a_2 \times \Delta T^2 / E_0)$$

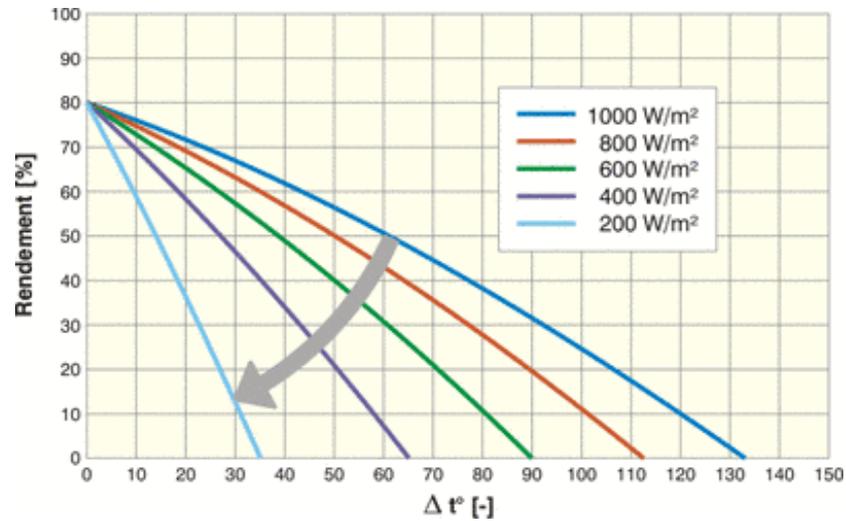
- η_0 : rendement optique ou rendement maximum du capteur
- E_0 : 1 000 W/m².
- $\Delta T = T^{\circ}\text{capt} - T^{\circ}\text{amb}$
- a_1 [W/m². K] : coefficient linéaire de transfert thermique, généralement compris entre 1,2 et 4.
- a_2 [W/m². K²] : coefficient quadratique de transfert thermique, généralement compris entre 0,005 et 0,015.



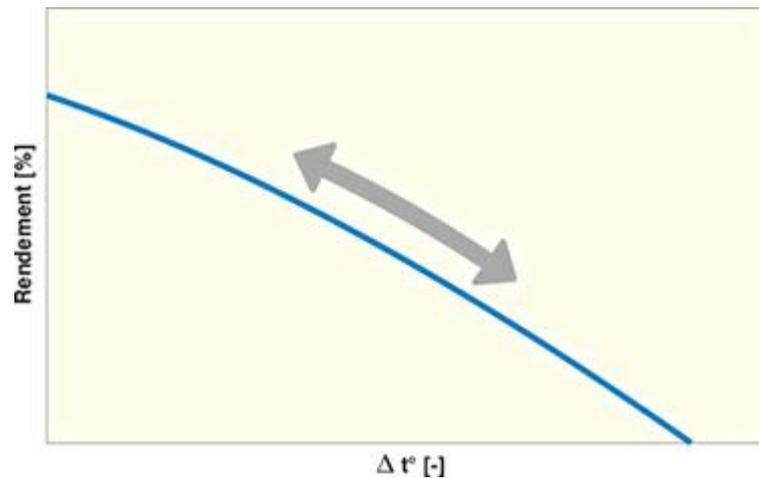
Représentation de la courbe de rendement associée. (exemple avec un $\eta_0=0.8$; $a_1= 4$ [W/m². K]; $a_2=0.015$ [W/m². K²])

PERFORMANCE : FACTEURS D'INFLUENCE

- Influence de la puissance solaire

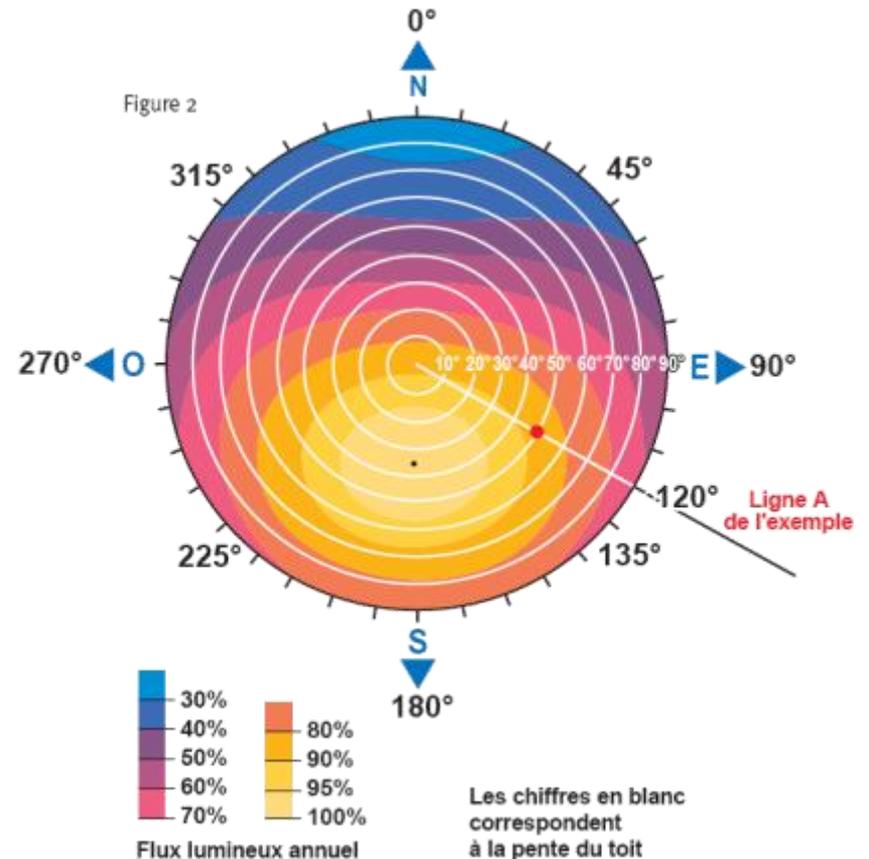


- Influence du delta T° entre l'absorbeur et l'extérieur



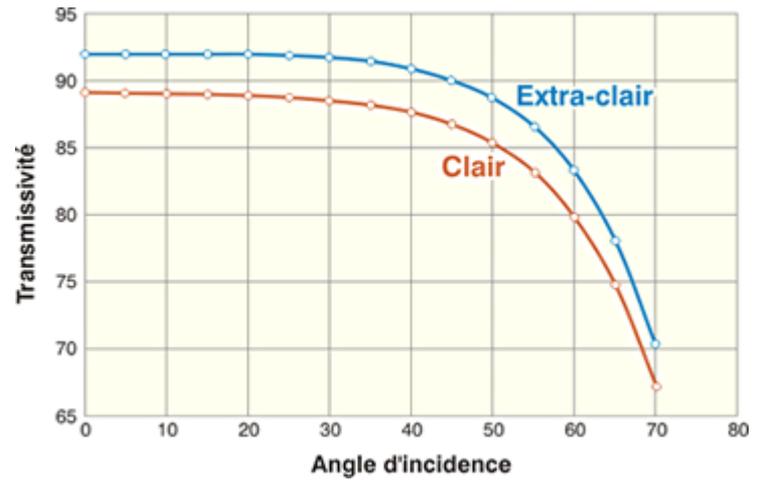
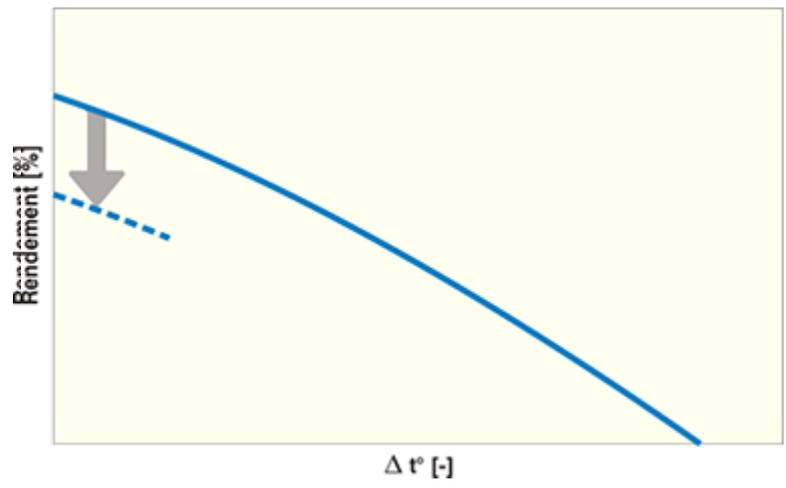
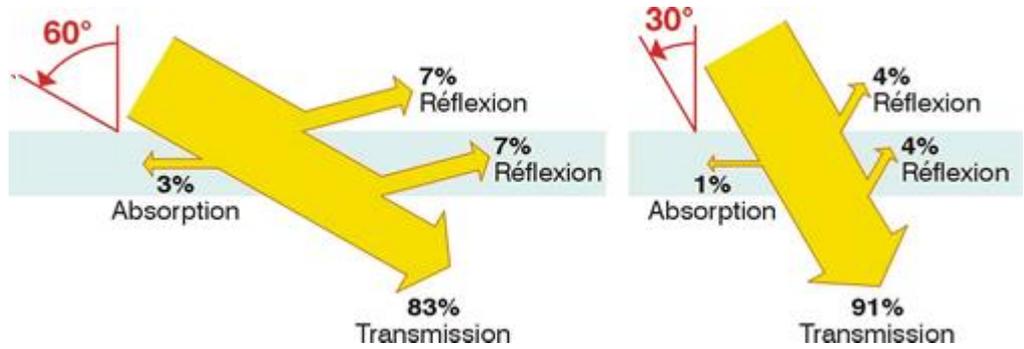
PERFORMANCE : FACTEURS D'INFLUENCE

- L'orientation
 - Entre l'est et l'ouest en passant par le sud
 - Inclinaison idéale : 35°
- L'ombrage
 - Perte de puissance au prorata de la partie ombragée. Moins important que solaire photovoltaïque



PERFORMANCE : FACTEURS D'INFLUENCE

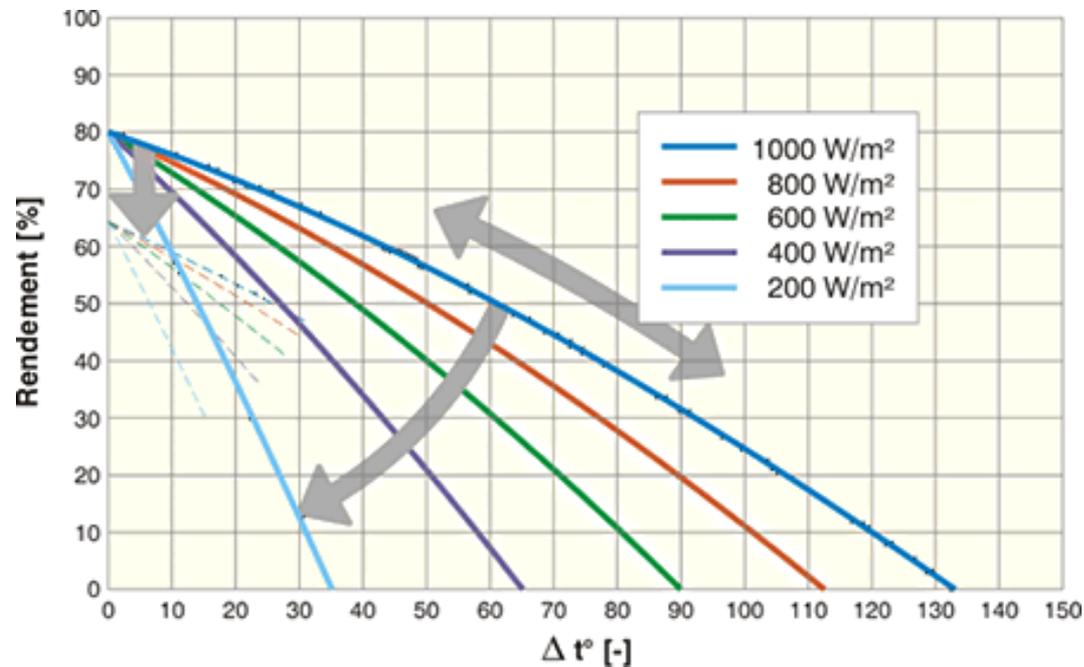
- Influence de l'inclinaison



PERFORMANCE : SYNTHESE

Un capteur est d'autant plus performant :

- qu'il fonctionne à une température proche de la température ambiante (ΔT° faible) → Travail à basse température idéal ;
- que l'irradiation est importante → Orientation et inclinaison adaptée.



ETUDE DE FAISABILITE ET DIMENSIONNEMENT

Profils

- Evaluation des besoins d'ECS surtout en été
- Ordres de grandeur dans le logement :
 - Taille des capteurs : 1 à 2 m²/personne
 - Taille du ballon : 50 l/m² de capteur solaire

Usage de l'eau chaude	Conso d'ECS par usage (norm.à 45°C)
Bain	± 90 l
Douche	± 35 l
Lave-vaisselle	± 20 l
Lave-linge	± 25 l
Vaisselle/nettoyage	± 65 l

Source : RW

ETUDE DE FAISABILITE ET DIMENSIONNEMENT

Profils

- Dans le tertiaire

	Litre/jour/pers			Litre/jour/pers	
	45°C	55°C		45°C	55°C
Général			Institut sociaux		
Se laver les mains	3	2	Maison de repos	55-75	42-58
Douche	35	27	Hôpital	50-65	38-50
Bain	120	93	Maison des jeunes	40-60	31-46
Laver les cheveux	9	7	Garderie	40	31
Ménage			Ecole	1-3	1-3
Nettoyage	3	2	Hôtel, pension		
Cuisiner	2	2	Chambre bain/douche	170-260	131-200
Laver linge		30	Chambre bain	85-170	65-131
vaisselle		15	Chambre douche	70-130	54-100
Ménage 4 pers			autres	35-60	27-46
Besoin faible	25-35	19-27			
Besoin moyen	35-65	27-50			
Besoin élevé	65-120	50-92			

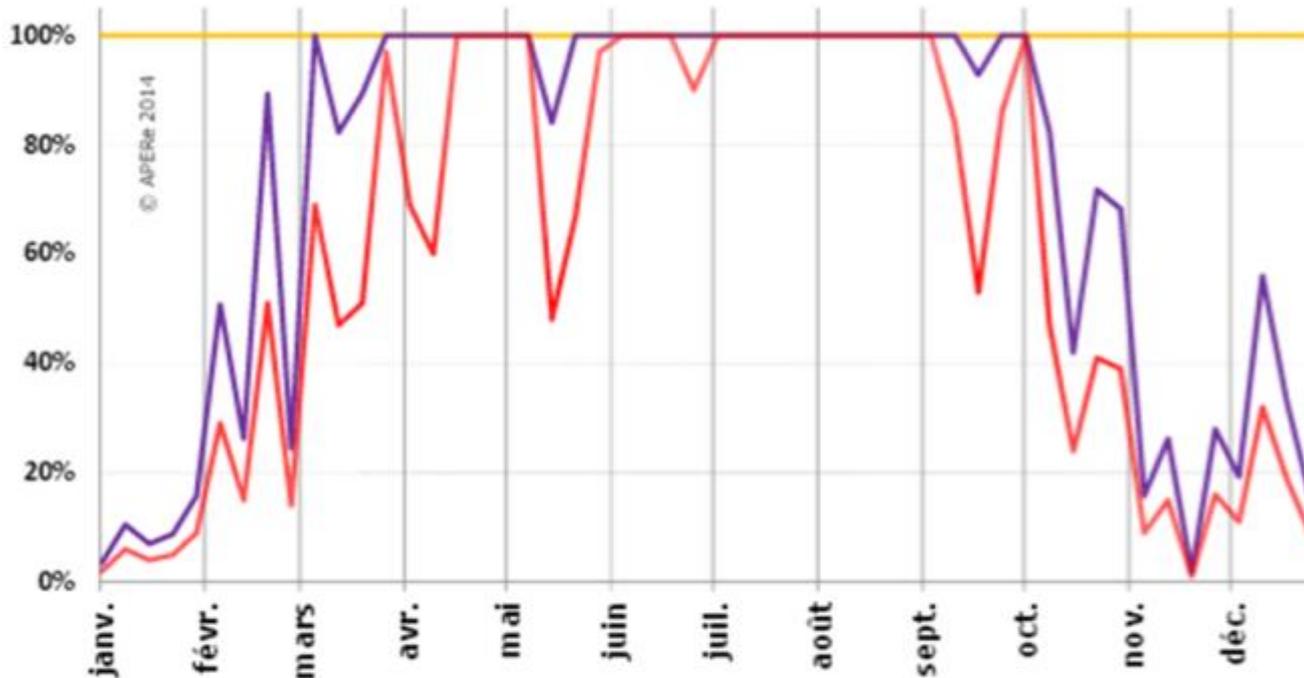
ETUDE DE FAISABILITE ET DIMENSIONNEMENT

Ratios intéressants

Fraction solaire (%)	Type d'installation	Surface de capteur (m ² /l d'ECS à 60°C)	Volume de stockage (l/m ²)
20-40	Grandes	1/70	50
40-50	Moyennes	1/50-60	50-60
50-60	petites	1/30-40	60

ETUDE DE FAISABILITE ET DIMENSIONNEMENT

- Couverture solaire : de l'ordre de 60 % en moyenne pour les petites installations
- Objectif : 6 mois d'autonomie pendant la période de non-chauffe des bâtiments → l'appoint comme la chaudière peut être coupé



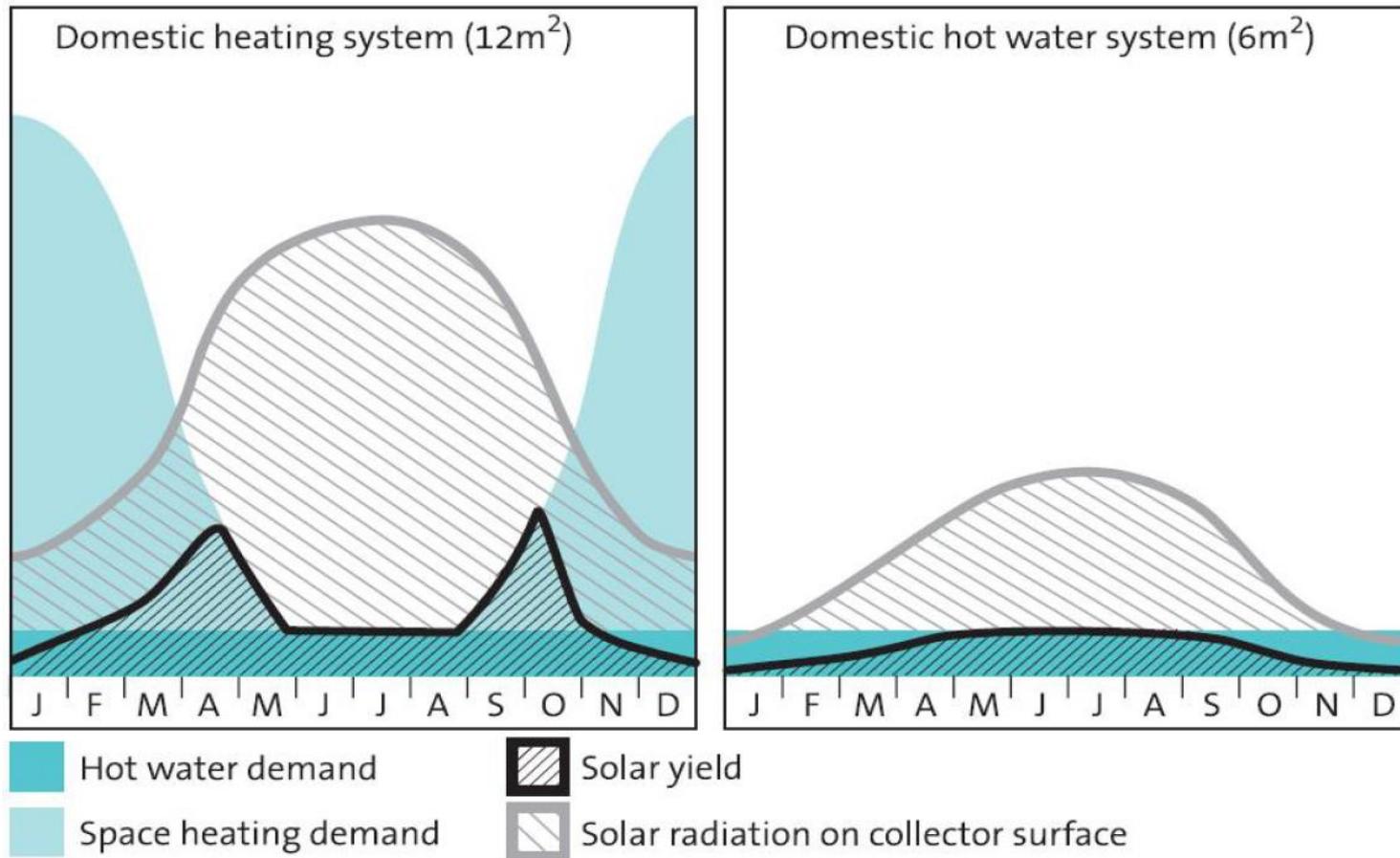
Ménage équipé d'un chauffe-eau solaire de 4,6 m² (300l) bien exposé pour une consommation d'eau chaude (50°C) **standard de 140 l/j** ou **URE 80 l/j**

973 kWh/an
72 % de couverture solaire
21 % de rendement

1420 kWh/an
60 % de couverture solaire
30 % de rendement

ETUDE DE FAISABILITE ET DIMENSIONNEMENT

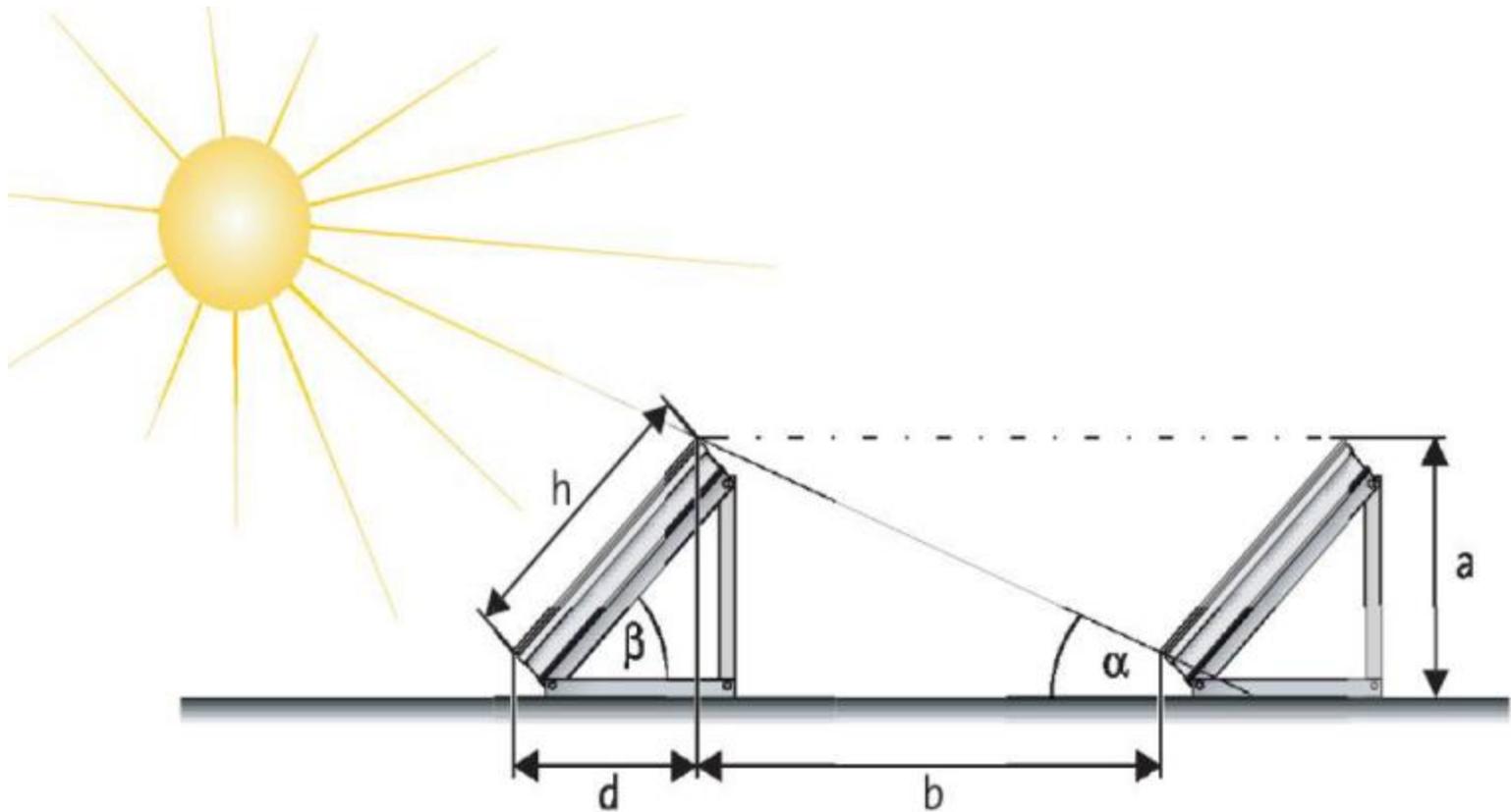
Surdimensionnement



POSE DES CAPTEURS

Attention aux ombres reportées sur les toitures plates !

On ne dispose en gros que d'un tiers de la surface totale de la toiture



POSE DES CAPTEURS

Capteurs plans



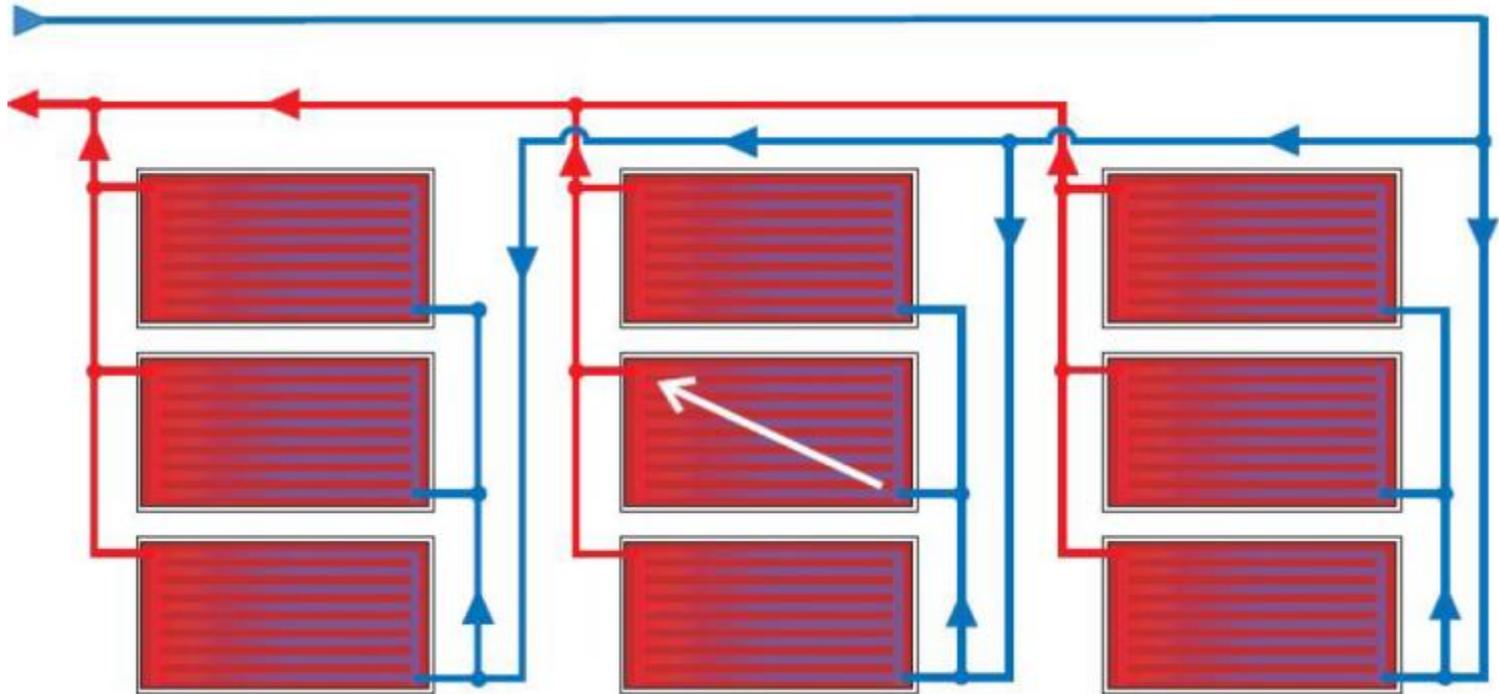
POSE DES CAPTEURS

Capteurs tubes



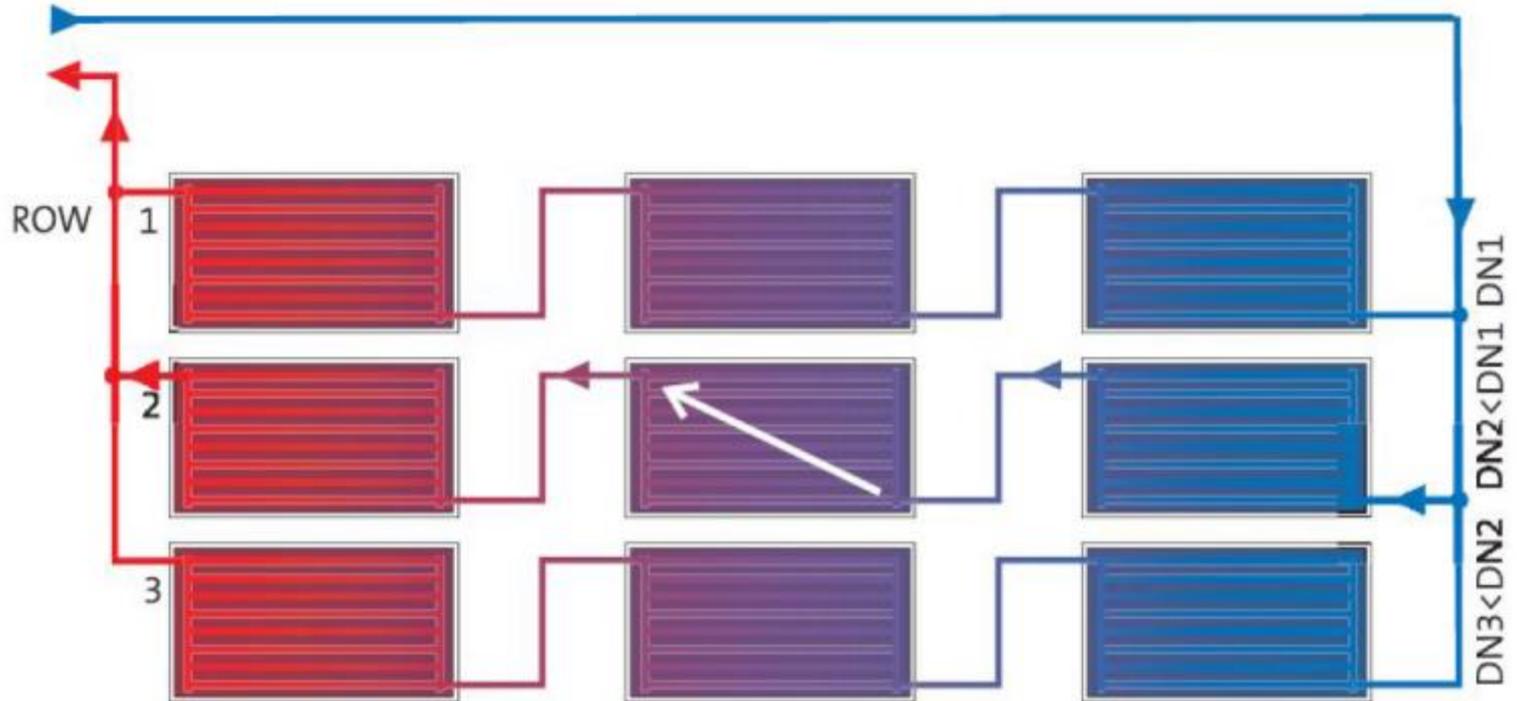
HYDRAULIQUES DES CAPTEURS

Raccordement en parallèle



HYDRAULIQUES DES CAPTEURS

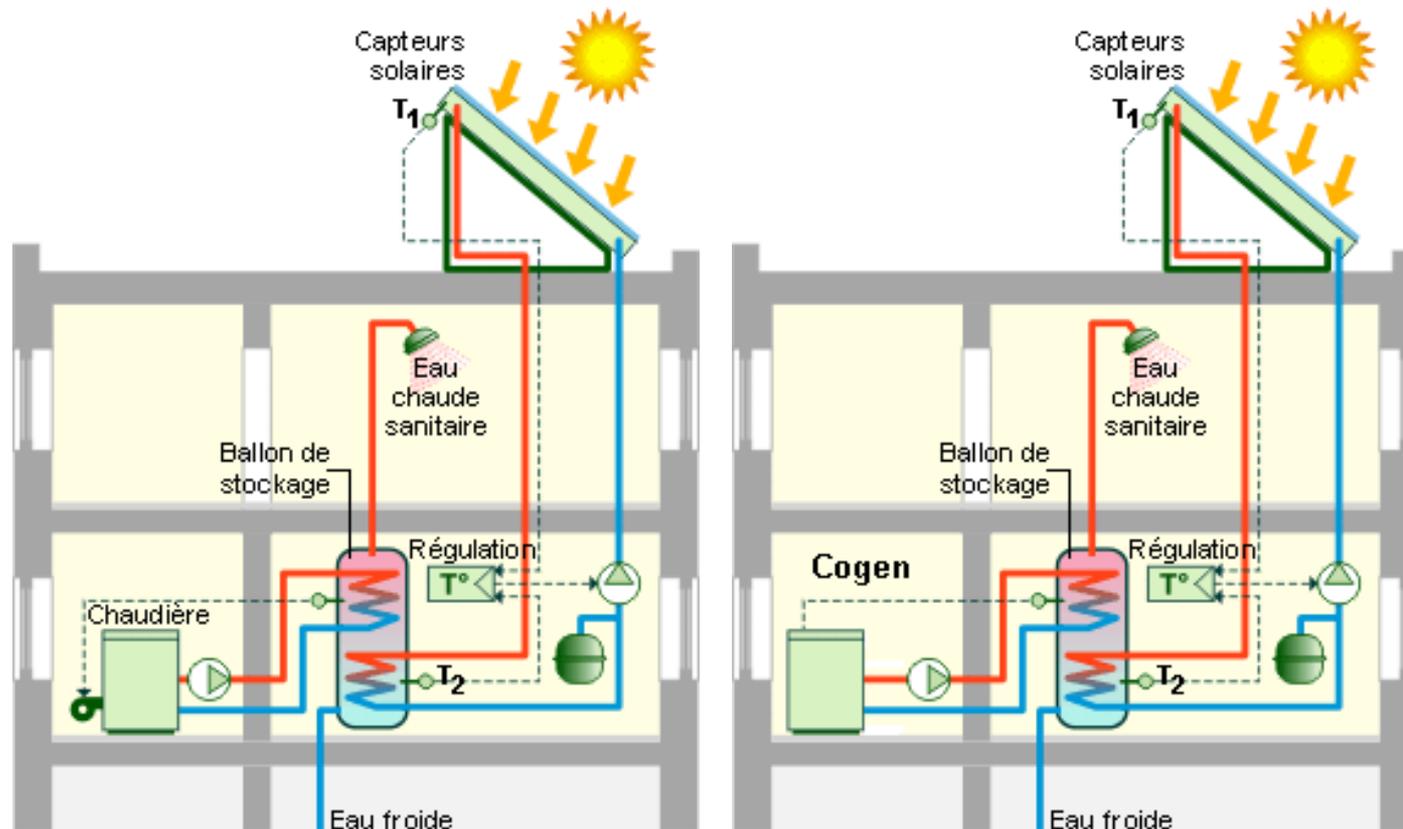
Raccordement en parallèle/série



APPOINT DE L'INSTALLATION SOLAIRE

Sous nos latitudes, hélas, l'installation solaire n'est pas suffisante pour assurer les besoins d'ECS :

- combinaison avantageuse avec une chaudière prévue pour assurer les besoins d'ECS et de chauffage
- Associer une autre énergie renouvelable ou assimilée comme la cogénération : attention à la redondance et à la concurrence

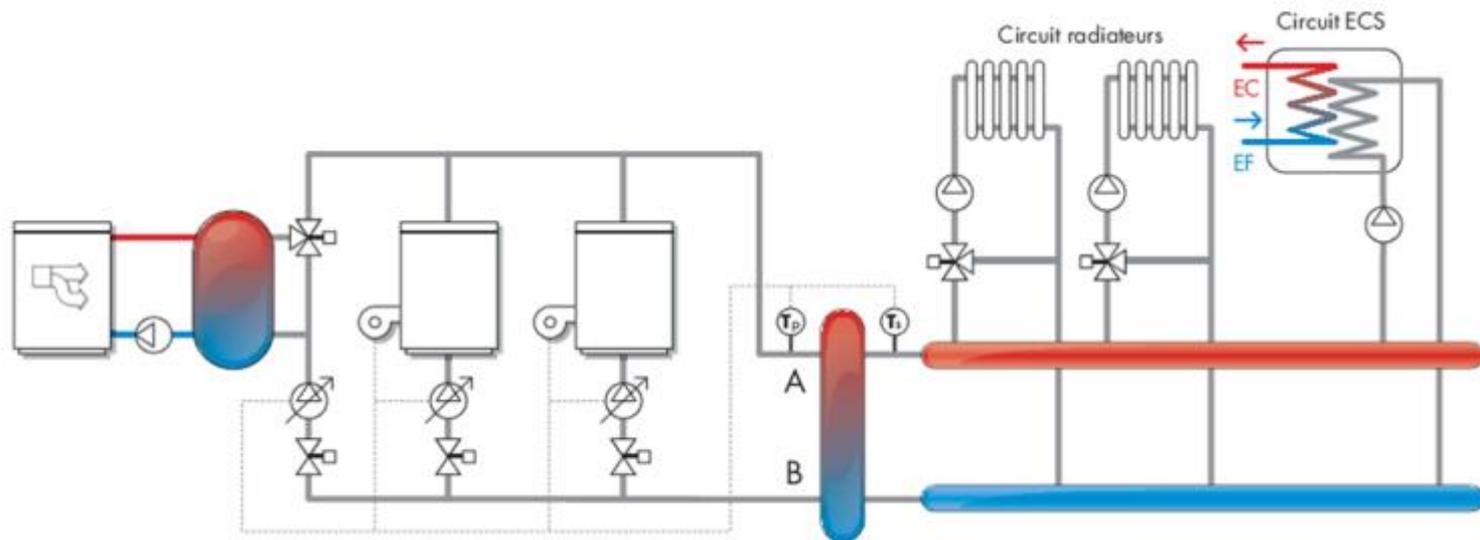


3. Les autres énergies renouvelables et l'ECS ?

MUTUALISATION DES BESOINS

Pour maximiser la couverture des besoins par des énergies renouvelables ou assimilés, il est souvent nécessaire de les centraliser :

- ECS + chauffage dans les logements collectifs et les bâtiments tertiaires
- ECS + chauffage + eau de bassin dans les piscines
- Réseau de chaleur pour un quartier
- ...

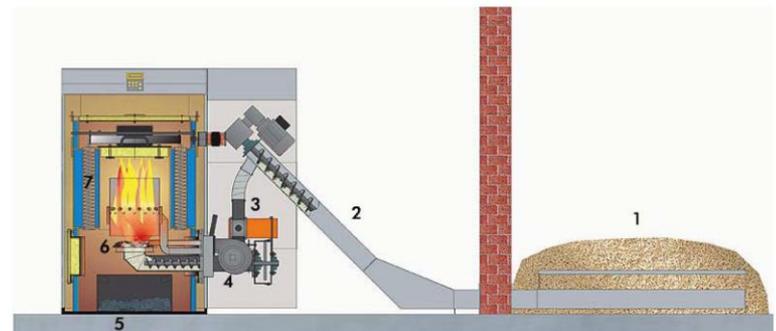


Exemple de centralisation pour une cogénération

SOLUTIONS POSSIBLES D'ENERGIE RENOUVELABLE

Les scénarios courants de combinaison

- PV + PAC géo/hydro/aérothermique sont complémentaires → attention au COP saisonnier de la PAC. Dans certains cas de bâtiments performants, le zéro énergie peut être atteint
- PV + cogénération peuvent être, suivant le cas complémentaires ou concurrents → pour atteindre le zéro énergie, on fait appel à cette combinaison
- ST + cogénération → souvent complémentaires lorsqu'on ne fait pas fonctionner la cogen en été
- ST + chaudière bois → complémentaire surtout pour couper la chaudière bois en été
- ...



SOLUTIONS POSSIBLES D'ENERGIE RENOUVELABLE

Les pompes à chaleur PAC

- Attention que les PAC à haute température pour l'ECS ont des SPF (Seasonal Performance Factor) ou COP saisonniers faibles → de l'ordre de 2- 2,5
- Dans certaines configurations, les PAC travaillent essentiellement sur les besoins de chauffage et temporairement sur des besoins d'ECS faible en priorité ECS → le SPF n'est pas trop dégradé
- Pour les petits bâtiments (logements individuels, collectifs et petits tertiaires), il existe des PAC statiques avec des bons SPF



Source : Viessmann



Source : Solaris-Pac

SOLUTIONS POSSIBLES D'ENERGIE RENEUVELABLE

Les pompes à chaleur PAC de rehausse de température

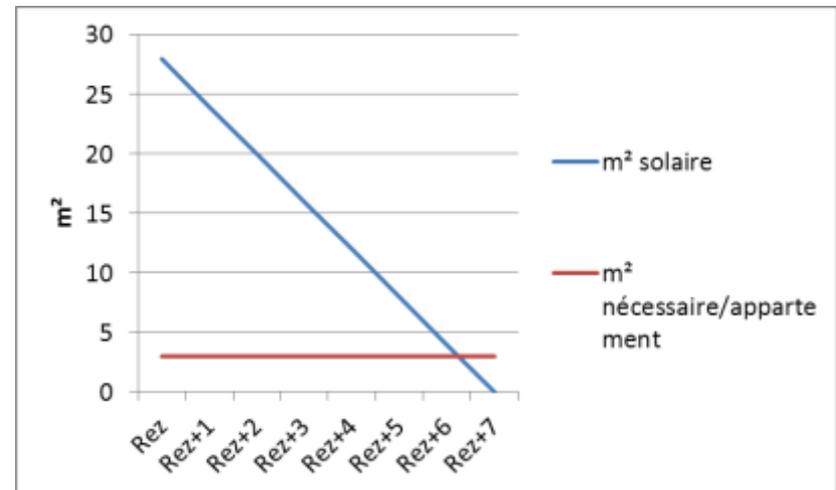
- Il existe des PAC de rehausse de chaleur des chaudières dédiées à l'ECS
→ les SPF peuvent être intéressants
- Ce système de rehausse pourrait être intéressant pour les réseaux de chaleur

SOLUTIONS POSSIBLES D'ENERGIE RENOUVELABLE

Le ST <> le PV + préparateur électrique direct ou préparateur thermodynamique (PAC) ?

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

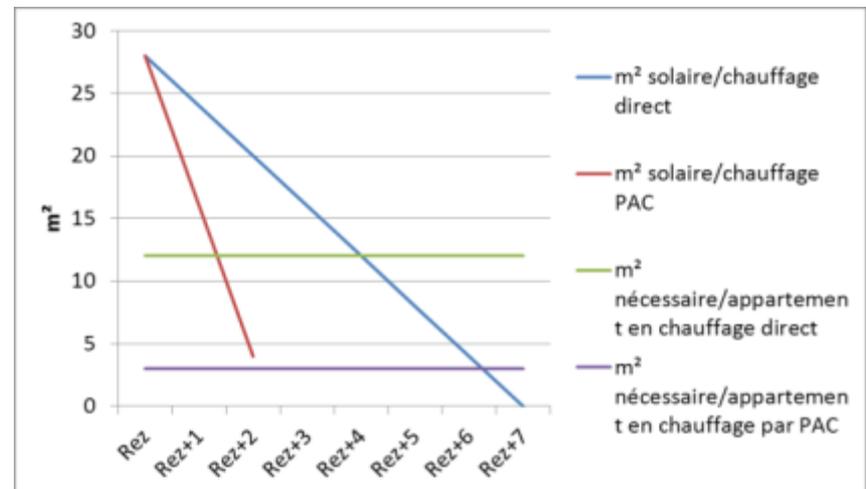


SOLUTIONS POSSIBLES D'ENERGIE RENOUVELABLE

Le ST <> le PV + préparateur électrique direct ou préparateur thermodynamique (PAC) ?

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

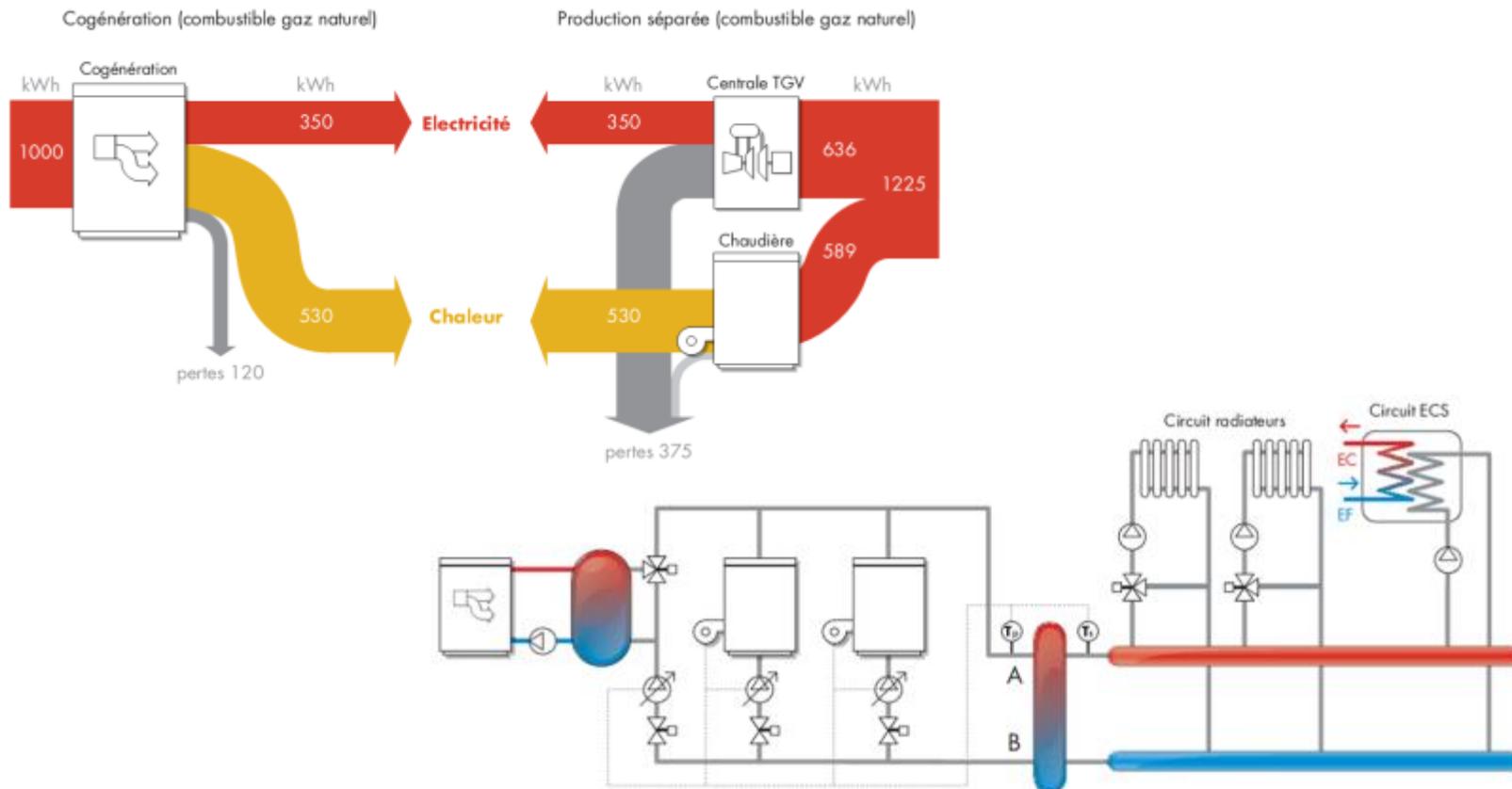
- Soit $85/3 = 28$ m² de surface exploitable pour le PV
- Les besoins en ECS sont de l'ordre de 17,5 kWh/(m².an)
- Couverture PV de ~106 à 140 kWh/(m².an) soit 12 m² de PV/appart. En électricité directe ou 6 à 4 m² de PV/appart avec une PAC de (SPF de 2 et 3)



SOLUTIONS POSSIBLES D'ENERGIE RENOUVELABLE

La cogénération

- Production de chaleur et d'électricité locale
- Pour les cogénérateurs à condensation, il est intéressant de revenir avec des températures froides (condensation et éviter les courts cycles) → l'interface chaufferie/système ECS doit être bien dimensionné (ΔT de l'ordre de 20-25 K)

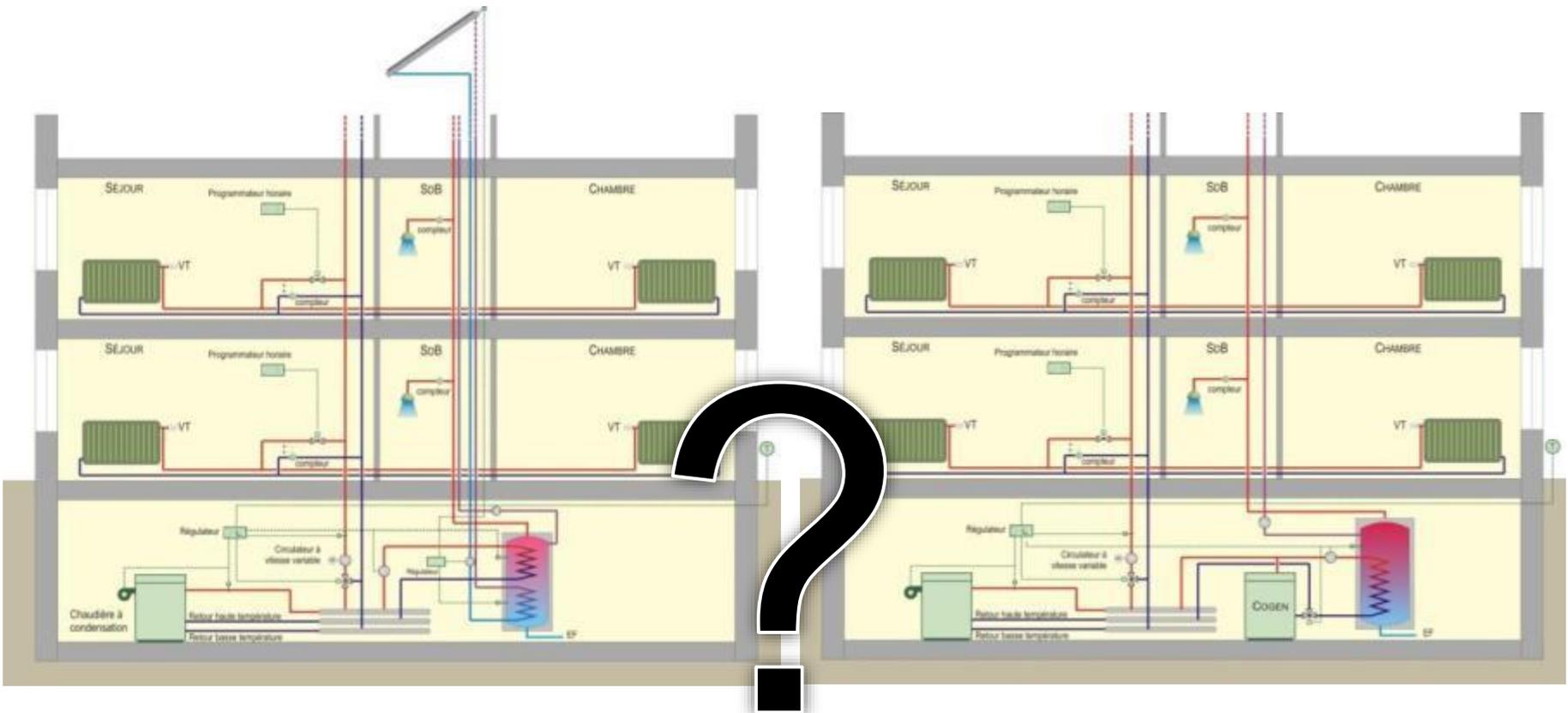


SOLUTIONS POSSIBLES D'ENERGIE RENOUVELABLE

La cogénération <> Solaire thermique Concurrence ?

Exemple théorique pour un immeuble de l'ordre de 30 appartements

- Couverture solaire des besoins d'ECS de l'ordre de 40 %
- Couverture de la cogénération des besoins d'ECS de l'ordre de 95 %

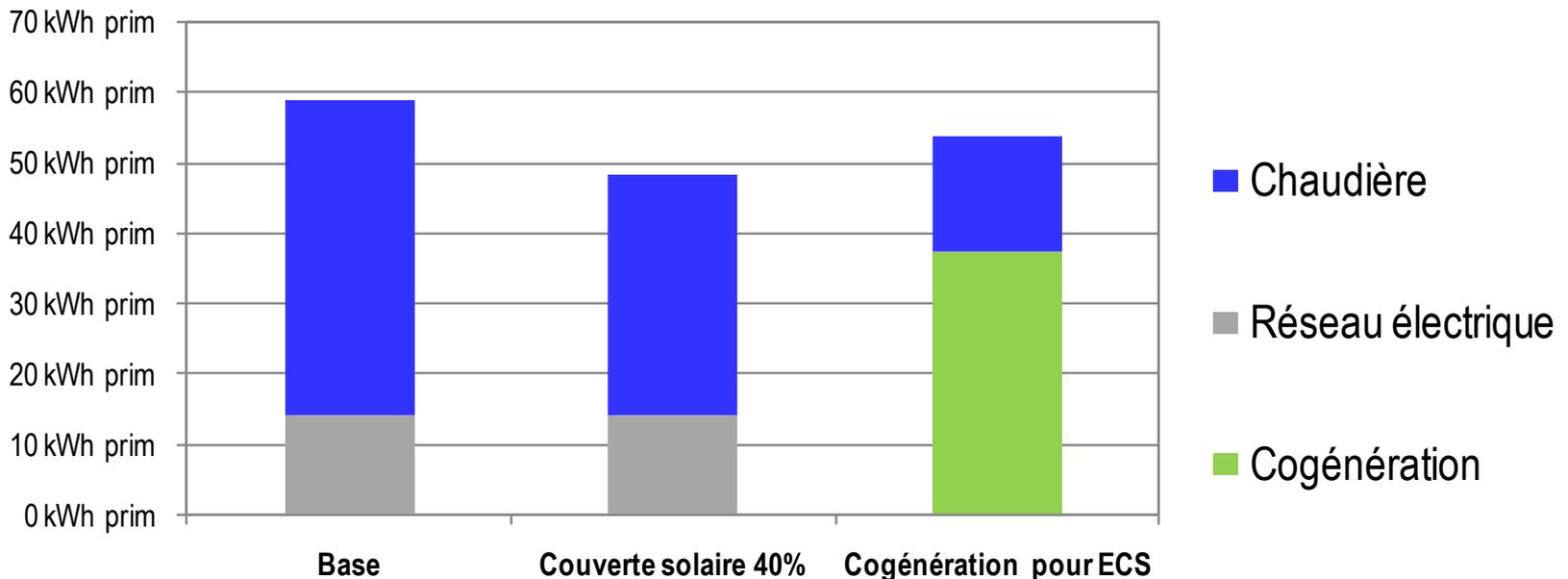


SOLUTIONS POSSIBLES D'ENERGIE RENOUVELABLE

La cogénération <> Solaire thermique Concurrence ?

Exemple théorique pour un immeuble de l'ordre de 30 appartements

- D'un point de vue environnemental, c'est « kif kif »
- Attention c'est du cas par cas
- On pourrait aussi combiner la cogénération avec le solaire thermique. On pourrait profiter de l'été pour couper la cogénération (courts cycles et entretien propice à cette période de l'année

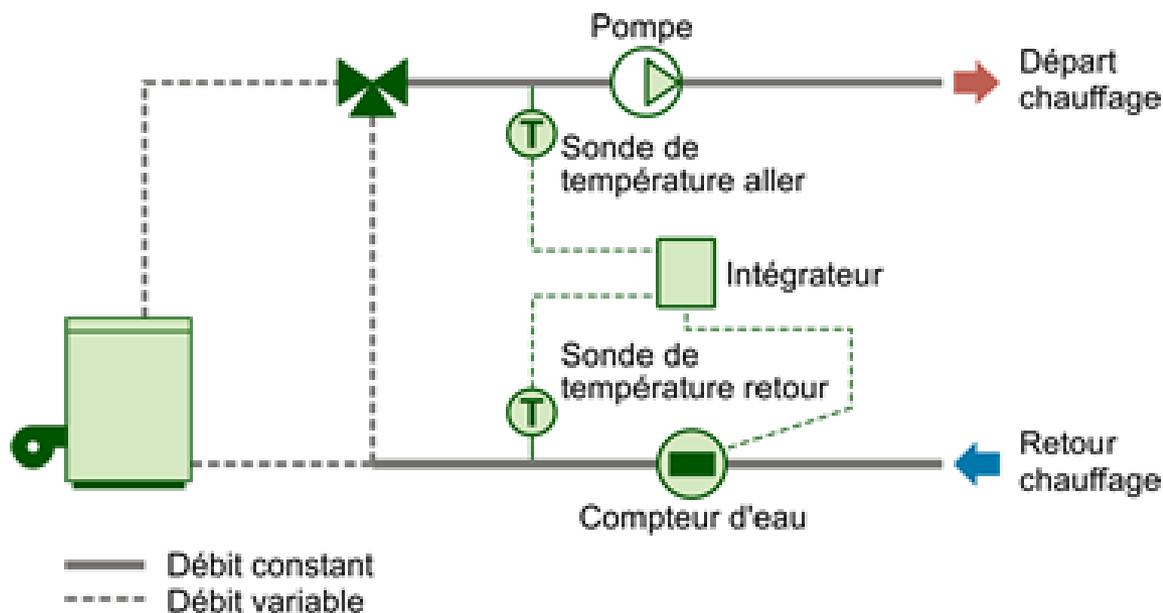


4. Comptage

Comptage de chaleur

Une mesure utile à prendre en considération dès le début d'un projet de conception ou de rénovation

- Différencier le comptage de l'ECS par rapport au chauffage
- Bien choisir l'endroit où on place le compteur et les sondes de températures (erreur de 20-30% si on ne fait pas attention)



Principe de comptage (source : Meterbuy)

Comptage de chaleur

Une mesure utile à prendre en considération dès le début d'un projet de conception ou de rénovation



Compteur compact



Compteur à ultrasons

5. Conclusion

Conclusions

- **Priorité aux mesures URE**
- **Solaire thermique c'est bien mais le profil de consommation a énormément d'importance !**
- **Mutualisation des besoins (chauffage et ECS) pour les couvrir par des énergies renouvelables**
- **Bien étudier les conflits possibles d'intégration d'énergies renouvelables concurrentes (ST et cogen par exemple)**
- **Le comptage de chaleur différencié (chauffage et ECS séparés) est un plus !**