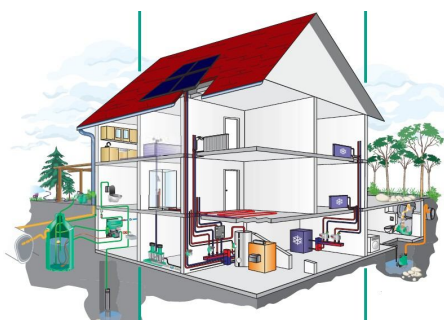


## Raccorder des panneaux solaires thermiques à une installation existante



ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espasa](http://www.vanmarcke.com/espasa)



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge



*Faut-il placer des  
panneaux solaires thermiques ?*

*Evidemment que oui !!!*

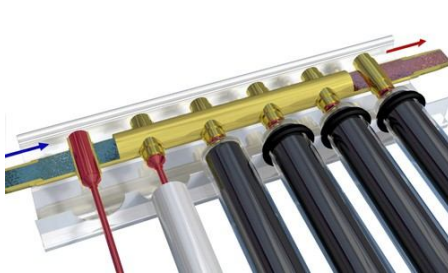


ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espasa](http://www.vanmarcke.com/espasa)



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

Mais quelle technique  
mettre en oeuvre ?



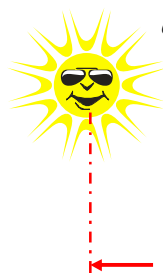
ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

Ce qu'il faut savoir...

Constante solaire =  $1.370 \text{ W/m}^2$



$63,5 \text{ MW/m}^2$



Diminution de la puissance  
rayonnée à cause de la distance

$1370 \text{ W/m}^2$



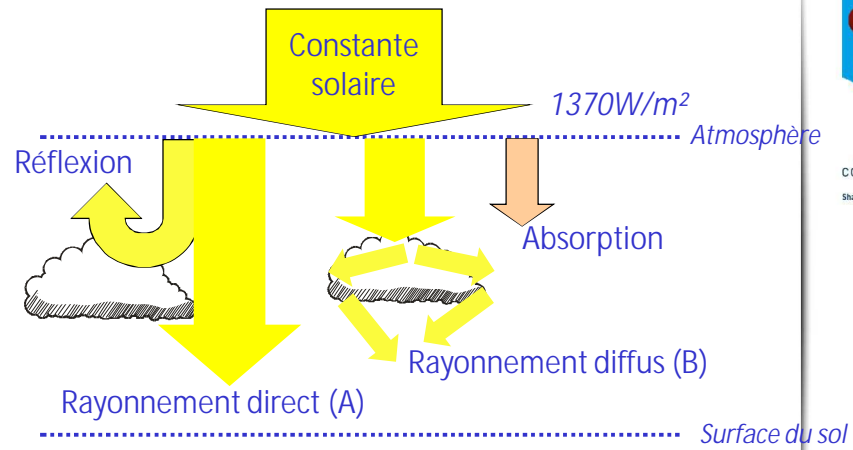
150.000.000 km

ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## Ce qu'il faut savoir...



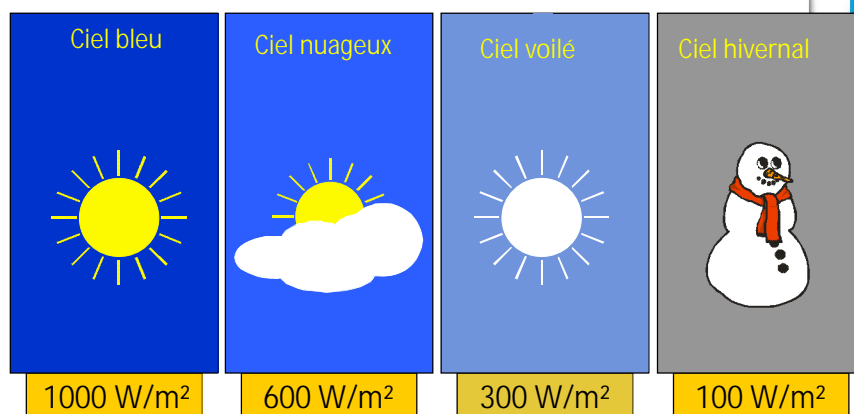
$$\text{Rayonnement global} = A + B = \text{MAX } 1000\text{W/m}^2 !$$

ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espana](http://www.vanmarcke.com/espana)



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## Ce qu'il faut savoir...

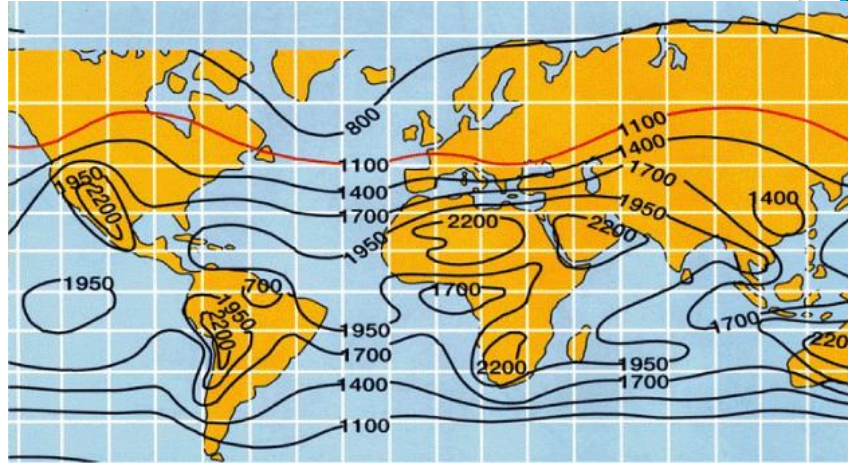


ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espana](http://www.vanmarcke.com/espana)



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## Ce qu'il faut savoir...



En Belgique -> +/- 1000 kWh/m²/an

ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## Ce qu'il faut savoir...

### Rendement d'un panneau solaire thermique

$$\eta_{\text{panneau}} = \eta_0 - U_1 \cdot \left( \frac{T_m - T_a}{G} \right)$$

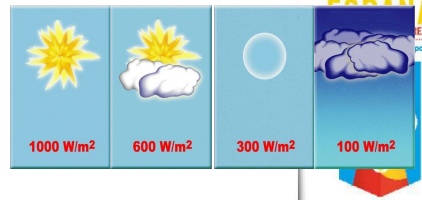
- $\eta_0$  : rendement optique du panneau  
( $\eta_0 = F' \cdot \alpha \cdot \zeta$  donc dépend de la qualité du fluide caloporteur  $F'$ , du coefficient d'absorption  $\alpha$  et de la perméabilité du verre  $\zeta$ )
- $U_1$  : coefficient de perte thermique
- $T_m$  :  $T^\circ$  moyenne du fluide caloporteur
- $T_a$  :  $T^\circ$  de l'air ambiant (extérieur)
- $G$  : rayonnement solaire incident (en  $W/m^2$ )

ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## Ce qu'il faut savoir...



### Rendement d'un panneau solaire thermique

Exemple avec un rayonnement de 1000 W/m² :

Panneau à 60°C

Rendement optique du panneau ( $\eta_0$ ) = 0,8

T°ext = 10°C

Rayonnement solaire = 1000 W/m²

Pertes thermiques du panneau = 4 W/m².K

$$\eta_{\text{panneau}} = 0,8 - 4 \cdot \left( \frac{60 - 10}{500} \right) = 0,6 !!!$$

## Ce qu'il faut savoir...



### Rendement d'un panneau solaire thermique

Exemple avec un rayonnement de 500 W/m² :

Panneau à 60°C

Rendement optique du panneau ( $\eta_0$ ) = 0,8

T°ext = 10°C

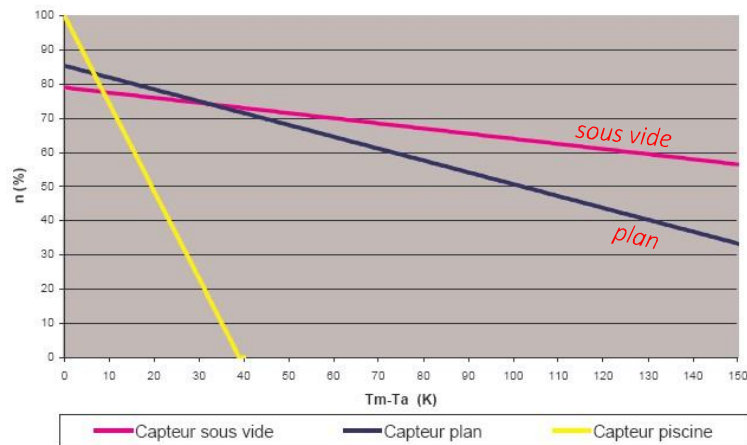
Rayonnement solaire = 500 W/m²

Pertes thermiques du panneau = 4 W/m².K

$$\eta_{\text{panneau}} = 0,8 - 4 \cdot \left( \frac{60 - 10}{500} \right) = 0,4 !!!$$

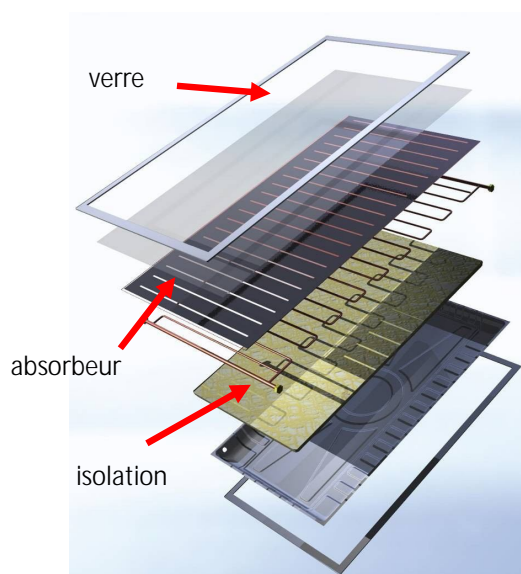
## Ce qu'il faut savoir...

### Rendement d'un panneau solaire thermique



## Les techniques

### Panneau solaire thermique « classique »

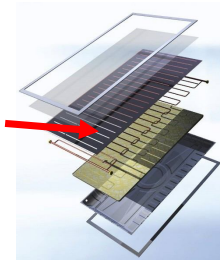


Le verre doit :

- ✓ avoir une bonne résistance mécanique (grêle, neige, etc...) et thermique (haute T°)
- ✓ procurer l'effet de serre
- ✓ éviter l'effet miroir
- ✓ assurer un bon passage des rayons solaires  
-> taux de transmission ( $\tau$  tau)

## Les techniques

### *Panneau solaire thermique « classique »*



L'absorbeur doit :

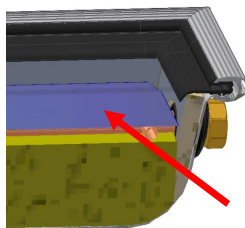
- ✓ absorber le + de rayonnement possible
- ✓ transmettre le + de chaleur possible au fluide caloporteur
- ✓ être léger pour limiter l'inertie thermique



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## Les techniques

### *Panneau solaire thermique « classique »*



La surface "sélective"  
(traitement électrochimique)  
va absorber optimalement  
une certaine fréquence (UV)  
et empêcher le rayonnement  
d'une autre fréquence  
(émission IR)

->  $\alpha$  (alpha) : *coefficient d'absorption le plus grand possible*

->  $\epsilon$  (epsilon) : *coefficient d'émission le plus petit possible*

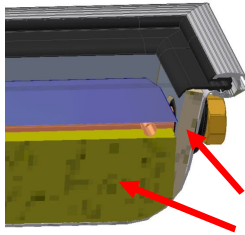


VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge



## Les techniques

### *Panneau solaire thermique « classique »*



Il faut encore que le panneau qui est chauffé par la chaleur absorbée ne perde pas cette chaleur vers l'extérieur !  
Il faut donc que le panneau soit bien isolé latéralement et dans sa partie inférieure.

->  $U_1$  : coefficient de déperdition thermique  
(le plus petit possible)



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## Les techniques

### *Panneau solaire thermique « sous vide (vacuum) »*



ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana

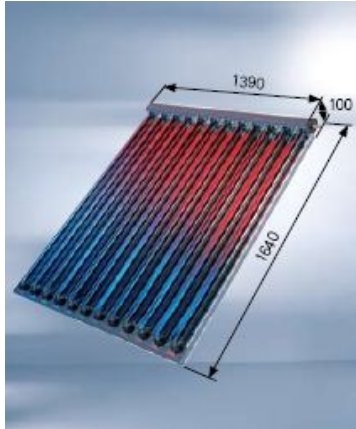


VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge



## Les techniques

### Panneau solaire thermique « sous vide (vacuum) »



2 types de capteurs sous vide existent :

- 1) avec absorbeur et transfert de chaleur sous vide
- 2) à bouteilles à tubes thermos (tubes Sydney ou CPC)

CPC = Compoud Parabolic Concentrator

## Les techniques

### Panneau solaire thermique « sous vide (vacuum) »

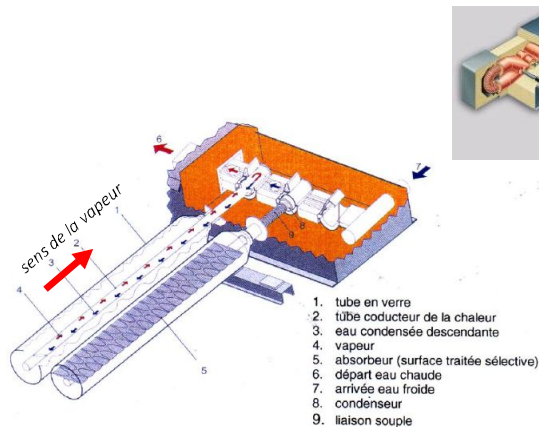


#### Variante 1

2 tuyaux en cuivre séparés ou concentriques. Principe similaire aux panneaux classiques. (plans)

## Les techniques

### Panneau solaire thermique « sous vide (vacuum) » de type « Heat Pipe »



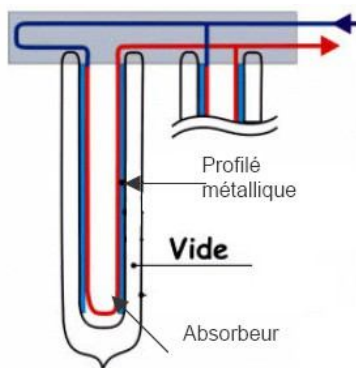
Meilleur rendement  
-> pour les pays froids (nord de l'Europe)

#### Variante 2

Système à caloduc.  
(Heat-pipe)  
Le fluide se vaporise  
et condense.

## Les techniques

### Panneau solaire thermique « sous vide (vacuum) » de type « THERMOS »

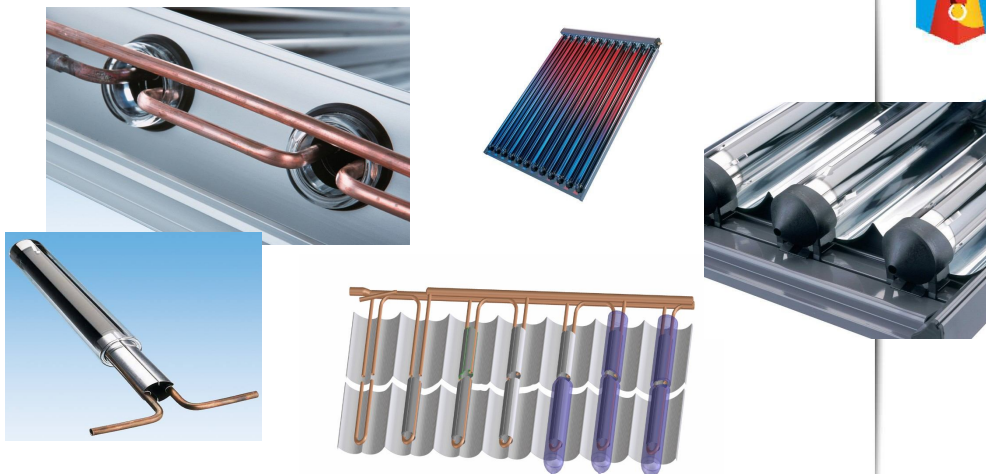


Bouteille "thermos"  
constituée de verre  
à double paroi.  
L'absorbeur est sous vide  
tandis que les tuyaux sont  
"dans" la bouteille thermos !



## Les techniques

*Panneau solaire thermique « sous vide (vacuum) » de type « THERMOS »*



*Raccordement Tichelman*

ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espana](http://www.vanmarcke.com/espana)



## Les techniques

*Panneau solaire thermique « sous vide (vacuum) »*



*Prix + élevé !*



Tubes sous vide intéressants...

- ✓ si surface de toiture insuffisante
- ✓ si orientation plein sud impossible
- ✓ si inclinaison optimale impossible
- ✓ pour le support chauffage (haute T°)
- ✓ démontables donc pas besoin de grue !



ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espana](http://www.vanmarcke.com/espana)



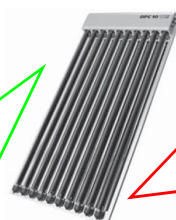
VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## Les techniques

*Panneau solaire thermique « sous vide (vacuum) »  
Avantages & inconvénients...*



- ✓ meilleur rendement annuel
- ✓ multi-positions
- ✓ très bonne résistance à la grêle
- ✓ orientation optimale par rotation
- ✓ Pour les "Heat pipe"
- ✓ meilleure résistance aux chocs thermiques
- ✓ pas de surchauffe
- ✓ démontables individuellement



- rendement optique plus faible
- plus fragile au montage
- risque d'usure de l'antigel
- non-intégrable en toiture
- plus chers !
- pas HOR ou VER pour les HP (entre 20 et 70°)

ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana

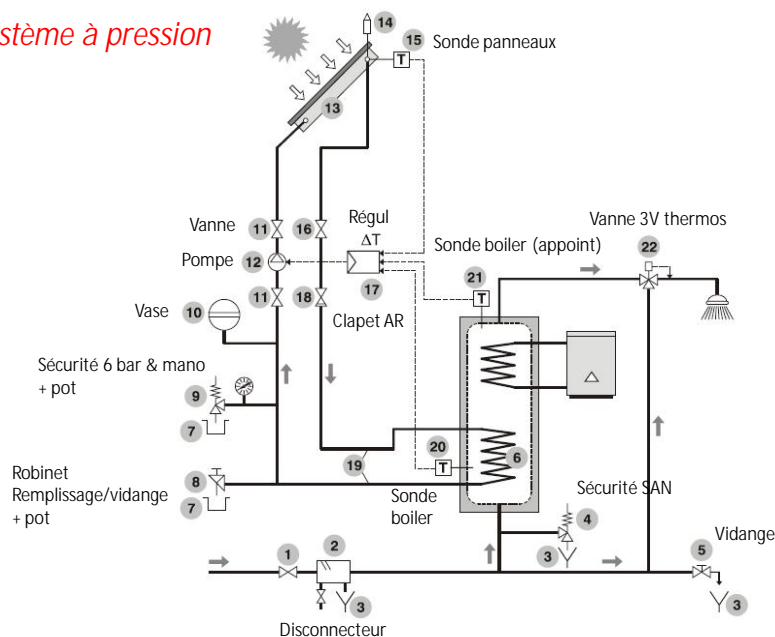
ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

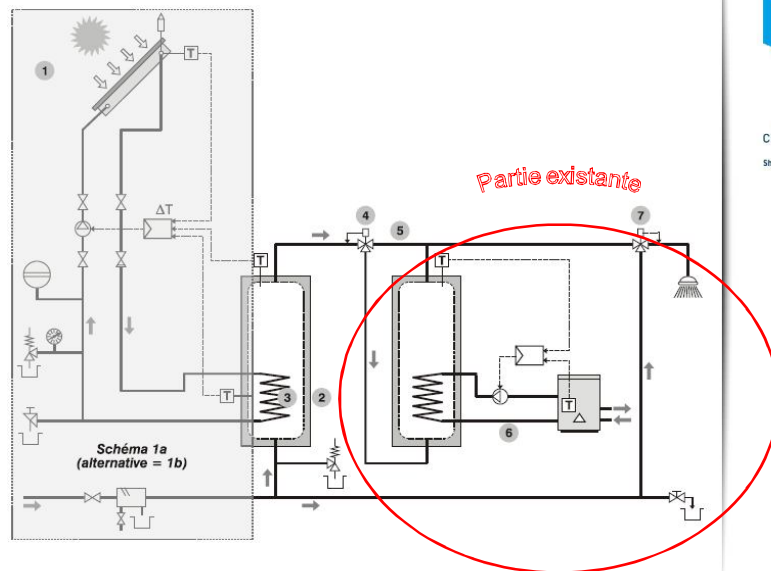
## L'installation

*Système à pression*



## L'installation

*Système à pression en complément d'une installation existante avec boiler*



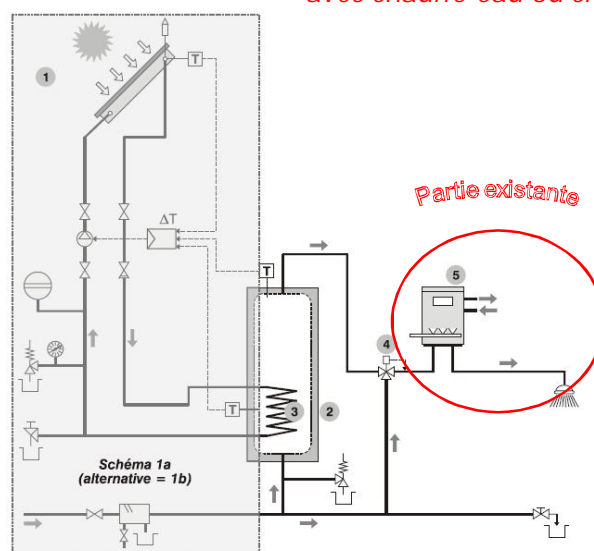
ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## L'installation

*Système à pression en complément d'une installation existante  
avec chauffe-eau ou chaudière mixte*



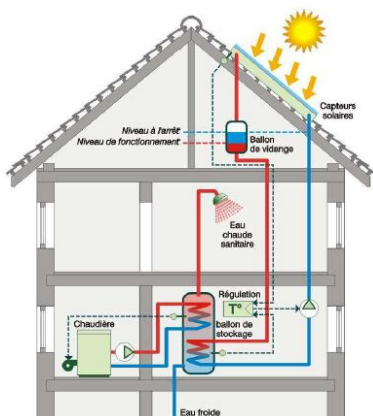
ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## L'installation

### Système à vidange « DRAIN BACK »



#### Système à vidange

-> le fluide caloporteur est récupéré dans un réservoir (n°16) à chaque arrêt de la pompe !

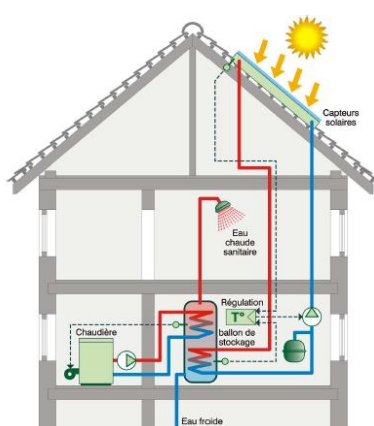
ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

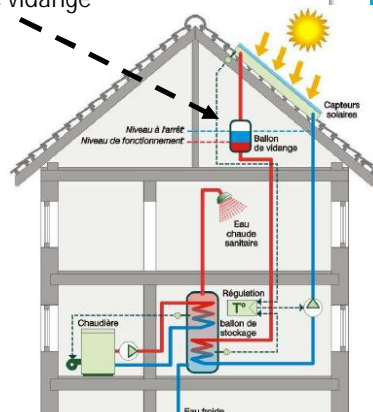
## L'installation

### Système à vidange « DRAIN BACK »



Système à pression

Ballon de vidange



Système à vidange

ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana

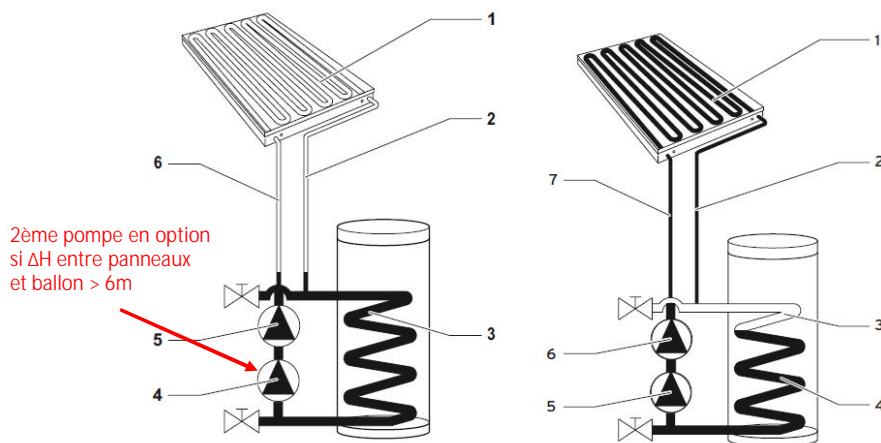


VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge



## L'installation

### Système à vidange « DRAIN BACK »



Variante dans le système à vidange, pas de réservoir, c'est l'échangeur qui joue ce rôle !

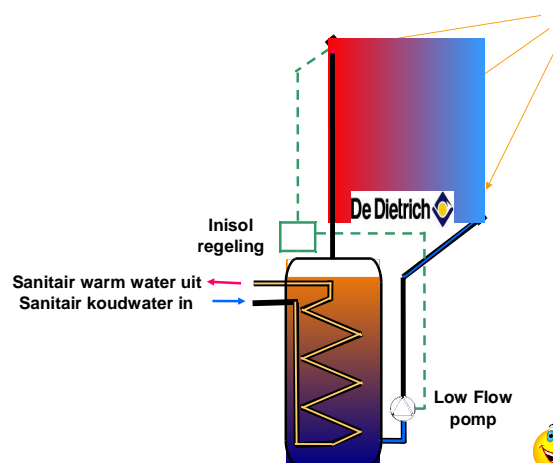
ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana



VAN MARCKE  
COLLEGE  
ring our knowledge

## L'installation

### Système à vidange « DRAIN BACK »



Pour le système De Dietrich  
ECS dans le serpentin, donc boiler  
sans pression, donc en plastique,  
moins cher et moins lourd !

Autre variante au système : l'ECS passe dans le serpentin !

ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana



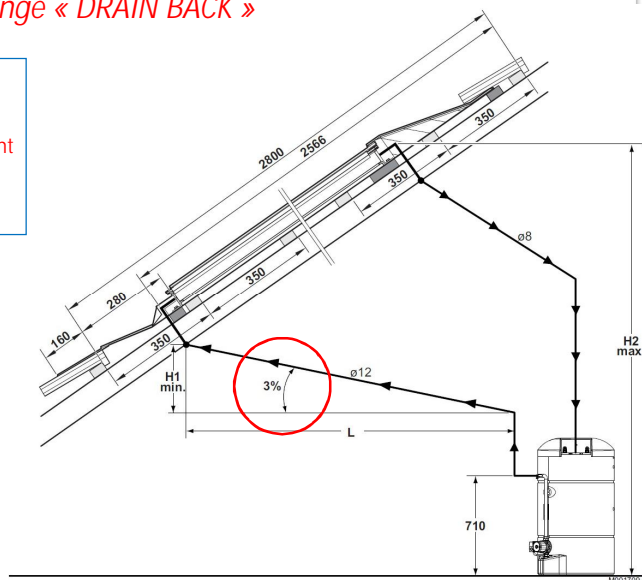
VAN MARCKE  
COLLEGE  
ring our knowledge



## L'installation

### Système à vidange « DRAIN BACK »

Attention à l'inclinaison minimale des tuyaux !  
Sinon risque de gel...  
Certains fabricants imposent l'usage de glycol avec le système à vidange (ex. Bulex)



ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## L'installation

### Avantages & inconvénients du système à vidange



Système principalement moins cher !

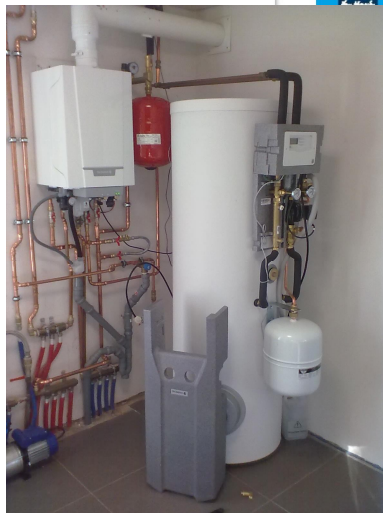
- ✓ pas besoin d'antigel
- ✓ meilleur échange thermique
- ✓ pas besoin de vase
- ✓ pas besoin de purgeur (c'est le réservoir qui remplit ces 2 fonctions !)
- ✓ pas besoin de disconnecteur (uniquement clapet a-retour)



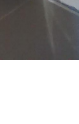
- mesure de sonde moins fiable (la sonde mesure la T° de l'air !)
- rendement global plus faible car le système s'arrête à 100°
- entrée d'air ! (il existe toutefois des systèmes étanches à l'air)
- consommation de pompe car puissance plus élevée
- risque de gel si inclinaison insuffisante des tuyaux !

ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
www.vanmarcke.com/espana

## Casestudy – la conception



ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espana](http://www.vanmarcke.com/espana)



## Casestudy – estimation de la consommation d'ECS

### **Situation :**

2 personnes dont la dame tient un salon de coiffure (pour dames !)

Conso privée : 50 litres à 50°C par personne par jour

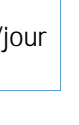
Conso coiffure : 3 lavages/rinçages par client de 2 à 3 min à 3..4 litres/min  
donc 36 litres x le nombre de clients par jour (+/- 6)  
soit 216 litres à 45°C

Conversion à 60°C (règle de trois des  $\Delta T$ )

$$40 \times 2 \times \frac{50 - 10}{60 - 10} = 64 \text{ litres à } 60^\circ\text{C}$$

$$216 \times \frac{45 - 10}{50 - 10} = 189 \text{ litres à } 60^\circ\text{C} \text{ soit au total } 189 + 64 = 253 \text{ litres à } 60^\circ\text{C/jour}$$

ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espana](http://www.vanmarcke.com/espana)



## Casestudy – estimation de la consommation d'ECS

### Calcul de la chaleur nécessaire annuelle :

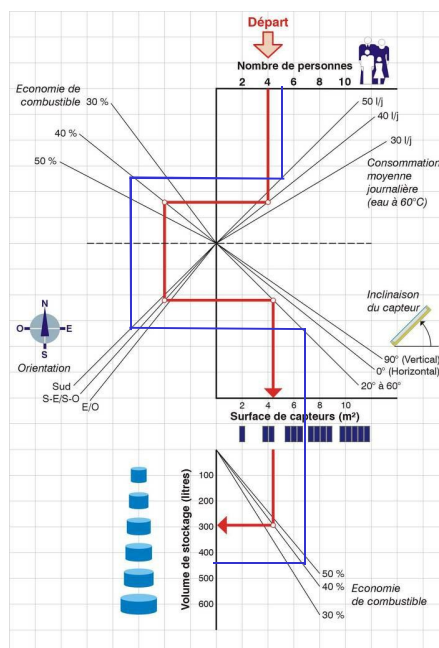
$$Q = \text{volume en m}^3 \times \Delta T \times 365 = 0,253 \times 1,163 \times (60 - 10) \times 365 = 5.369 \text{ kWh/an}$$

### Calcul graphique du nombre de m<sup>2</sup> de panneaux et du volume du boiler :

Voir graphique suivant



## Casestudy – nombre de m<sup>2</sup> et volume boiler

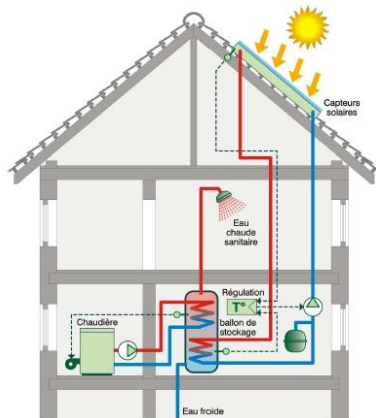


Le résultat graphique indique  
6,5 m<sup>2</sup> de panneaux  
et un boiler de 420 litres !



## Casestudy – les « MUSTS » à vérifier !

### Pression du vase



### Pression de gonflage du vase

- ✓ 0,3 bar minimum au point le + haut pour éviter absolument d'être en dépression
  - ✓ 0,5 bar en + pour éviter au fluide glycolé de se vaporiser !
  - ✓  $\Delta H$  de l'installation (ici 10 m soit 1 bar)
  - ✓ Ne pas oublier la HM de la pompe en + si le vase se trouve en aval de celle-ci
- soit au total  $0,3 + 0,5 + 0,35 + 1 = 2,2$  bar

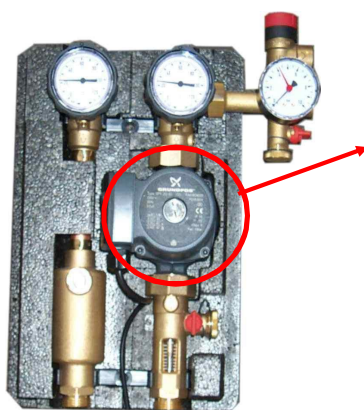
### Pression de l'installation

- ✓ Pression de gonflage du vase + 1 bar

*A mesurer dans TOUS LES CAS annuellement !*

## Casestudy – les « MUSTS » à vérifier !

### Le débit



Si pompe à vitesse fixe,  
réglage du débit via le débitmètre  
gravimétrique !

Pompe pouvant fonctionner en :

**High Flow :**  
haut débit (+/- 40 l/h.m<sup>2</sup>) donc  
pour les grandes quantités d'eau

**Low Flow :**  
faible débit (+/- 15 l/h.m<sup>2</sup>) donc  
pour de + grands  $\Delta T$

**Mix Flow :**  
pompe modulante assurant un  
 $\Delta T$  constant



Option intéressante :  
débitmètre volumétrique  
pour apport annuel !

## Casestudy – les « MUSTS » à vérifier !



✓ bien isoler TOUS les tuyaux !

✓ utiliser uniquement des composants HT°

Protéger contre les animaux

ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espasa](http://www.vanmarcke.com/espasa)



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## Casestudy – les « MUSTS » à vérifier !

### Le remplissage



✓ bien rincer & purger l'installation



ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espasa](http://www.vanmarcke.com/espasa)



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## Casestudy – les « MUSTS » à vérifier !

### La programmation des heures de fonctionnement du boiler



- ✓ Il faut que l'appoint s'enclenche le MOINS possible donc programmer les heures de fonctionnement du boiler en fonction de la présence des gens !

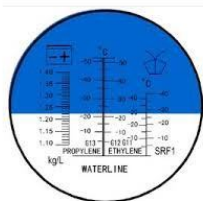
ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espana](http://www.vanmarcke.com/espana)



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## Casestudy – les « MUSTS » à vérifier !

### La vérification du glycol



- ✓ Vérifier le glycol régulièrement afin de prévenir son usure ! (régulièrement par exemple 1x/an)

ESPAÑA  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espana](http://www.vanmarcke.com/espana)



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge

## Investissement, primes & rentabilité



### Système à pression

### Système à vidange

<i>Matériel + MO</i>	5000 €	4000 €
<i>Prime R.W.</i>	- 1500 €	- 1500 €
<i>Prime Province</i>	- 650 €	- 650 €
<i>Prime Communale</i>	- 250 €	- 250 €
<i>Investissement</i>	2.600 €	1.600 €
<i>Rentabilité</i>	8 ans	5,3 ans

- Consommation sanitaire annuelle ménage = 500 litres ou m3
- 5m2 de panneaux - Fraction solaire = 65 % pour système à pression et 60 % pour système à vidange
- Inclinaison à 45 ° et orientation plein sud à Spa

**ESPAÑA**  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espana](http://www.vanmarcke.com/espana)



**VAN MARCKE COLLEGE**  
Sharing our knowledge

## Investissement, primes & rentabilité



### Système à pression

### Système à vidange

<i>Matériel + MO</i>	5000 €	4000 €
<i>Prime Gest. réseau</i>	- 2750 €	- 2200 €
<i>Prime Province</i>	0 €	0 €
<i>Prime Communale</i>	- 300 €	- 300 €
<i>Investissement</i>	1.950 €	1.500 €
<i>Rentabilité</i>	6 ans	5 ans

- Consommation sanitaire annuelle ménage = 500 litres ou m3
- 5m2 de panneaux - Fraction solaire = 65 % pour système à pression et 60 % pour système à vidange
- Inclinaison à 45 ° et orientation plein sud à Courtrai

**ESPAÑA**  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espana](http://www.vanmarcke.com/espana)



**VAN MARCKE COLLEGE**  
Sharing our knowledge



## Investissement, primes & rentabilité



	<b>Système à pression</b>	<b>Système à vidange</b>
<i>Matériel + MO</i>	5000 €	4000 €
<i>Prime R.BR.</i>	- 1500 €	- 1500 €
<i>Prime Province</i>	0 €	0 €
<i>Prime Communale</i>	- 500 €	- 500 €
<i>Investissement</i>	2.600 €	1.600 €
<i>Rentabilité</i>	8 ans	5,3 ans

- Consommation sanitaire annuelle ménage = 500 litres ou m3
- 5m2 de panneaux - Fraction solaire = 65 % pour système à pression et 60 % pour système à vidange
- Inclinaison à 45 ° et orientation plein sud à Evere

**ESPAÑA**  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espana](http://www.vanmarcke.com/espana)



**VAN MARCKE  
COLLEGE**  
Sharing our knowledge

## Investissement, primes & rentabilité



	<b>Système à pression</b>	<b>Système à vidange</b>
<i>Matériel + MO</i>	5000 €	4000 €
<i>Prime Gest. réseau</i>	- 2750 €	- 2200 €
<i>Prime Province</i>	0 €	0 €
<i>Prime Communale</i>	- 300 €	- 300 €
<i>Investissement</i>	1.950 €	1.500 €
<i>Rentabilité</i>	6 ans	5 ans

- Consommation sanitaire annuelle ménage = 500 litres ou m3
- 5m2 de panneaux - Fraction solaire = 65 % pour système à pression et 60 % pour système à vidange
- Inclinaison à 45 ° et orientation plein sud à Courtrai

**ESPAÑA**  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espana](http://www.vanmarcke.com/espana)



**VAN MARCKE  
COLLEGE**  
Sharing our knowledge



*Van Marcke présente des solutions*

**ESPAÑA**  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espasa](http://www.vanmarcke.com/espasa)



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge



Merci de votre  
attention

**ESPAÑA**  
VAN MARCKE CONGRESS  
[www.vanmarcke.com/espasa](http://www.vanmarcke.com/espasa)



VAN MARCKE  
COLLEGE  
Sharing our knowledge