



Université de Carthage

Ecole Nationale des Sciences et Technologies Avancées de Borj Cedria



Centrales Solaires

Classe: 3ème STEP

Dr.Ing. Sana KORDOGHLI

Année Universitaire 2021-2022

Dimensionnement d'une installation solaire collective

V. Dimensionnement des pompes de circulation

1. Détermination de la puissance de la pompe

La puissance de la pompe peut prendre la forme suivante :

$$P = \rho * g * Q * (H + \Sigma(pdc))$$

H est la hauteur d'élévation du fluide

Q est le débit à assurer par la pompe

Pdc est la perte de charge régulière ou singulière

Dimensionnement d'une installation solaire collective

V. Dimensionnement des pompes de circulation

2. Méthodes de calcul des pertes de charge

a. Méthode théorique

Calculer les pertes de charges singulières par la relation $h = \xi V^2 / 2g$ avec ξ est un coefficient qui dépend de la singularité

b. Méthode pratique

Prendre pour les pertes de charge linéaires 20mmCE (1mmCE=0,1bar) pour un m de conduite et majorer de 30% pour les pertes de charges singulières.

Dimensionnement d'une installation solaire collective

V. Couverture Solaire

Le taux de couverture solaire indique le pourcentage annuel d'énergie nécessaire à la production d'eau chaude sanitaire pouvant être **couvert** par l'installation solaire. Plus le taux de couverture solaire est choisi élevé, plus l'on économise de l'énergie traditionnelle.

1. Lecture directe sur les abaques

Exemple : Si la consommation est 101l/j

La lecture directe sur l'abaque donne une couverture solaire de 80%.

Dimensionnement d'une installation solaire collective

V. Couverture Solaire

1. Détermination à partir de l'énergie récupérable

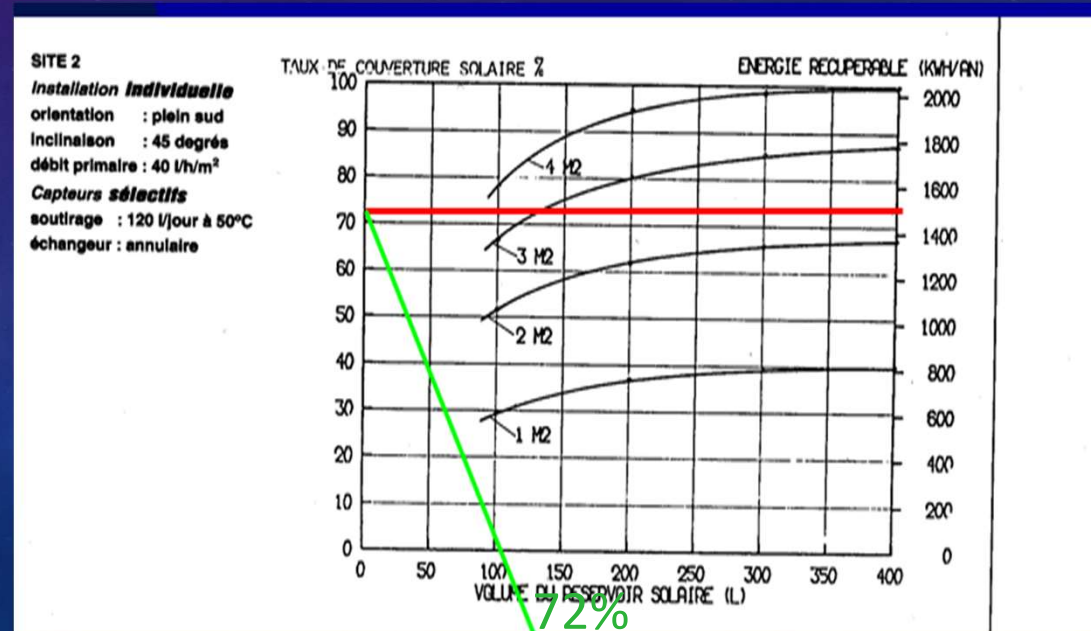
Le calcul est donc fait au niveau de l'énergie "utile", c'est-à-dire l'énergie délivrée au niveau des besoins.

$$\text{Taux de couverture} = \text{Production solaire utile} / \text{Becs}$$

Avec Becs : besoins pour l'eau chaude sanitaire

Exemple : Si la consommation est 120l/j et l'énergie récupérable est $\Psi = 1530 \text{ KWh/an}$

La lecture directe sur l'abaque donne une couverture solaire de 72%.



Applications

1. Capteur Solaire pour un logement individuel

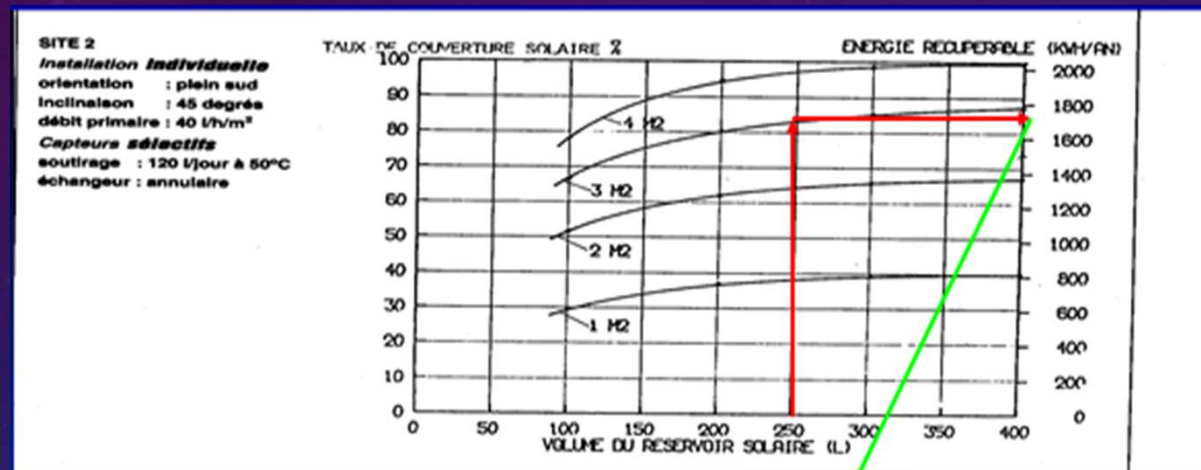
Le choix est porté sur :

-capteur plan vitré sélectif installé sur une toiture d'inclinaison de 25°, orientation sud-ouest et de 3m² de surface

- Un ballon de stockage de 250l*
- Surface de l'échangeur 2m²*
- Débit de fluide caloporteur 40l/hm²*
- Chauffage d'appoint électrique*
- Consommation 120l/j à 50°C*
- Température de l'eau froide : 10°C*

Applications

1. Capteur Solaire pour un logement individuel



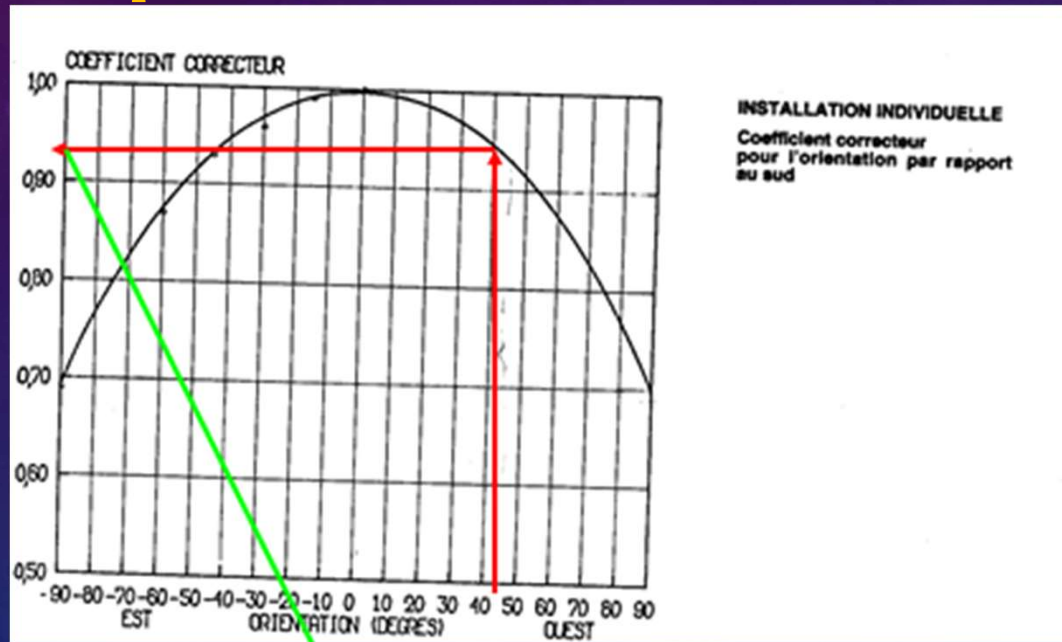
$$\Psi = 1680 \text{ Kwh/m}^2$$

Les conditions opératoires ne sont pas les mêmes que celles établies pour les abaques → il faut faire des corrections

Applications

1. Capteur Solaire pour un logement individuel

a. Correction pour l'orientation

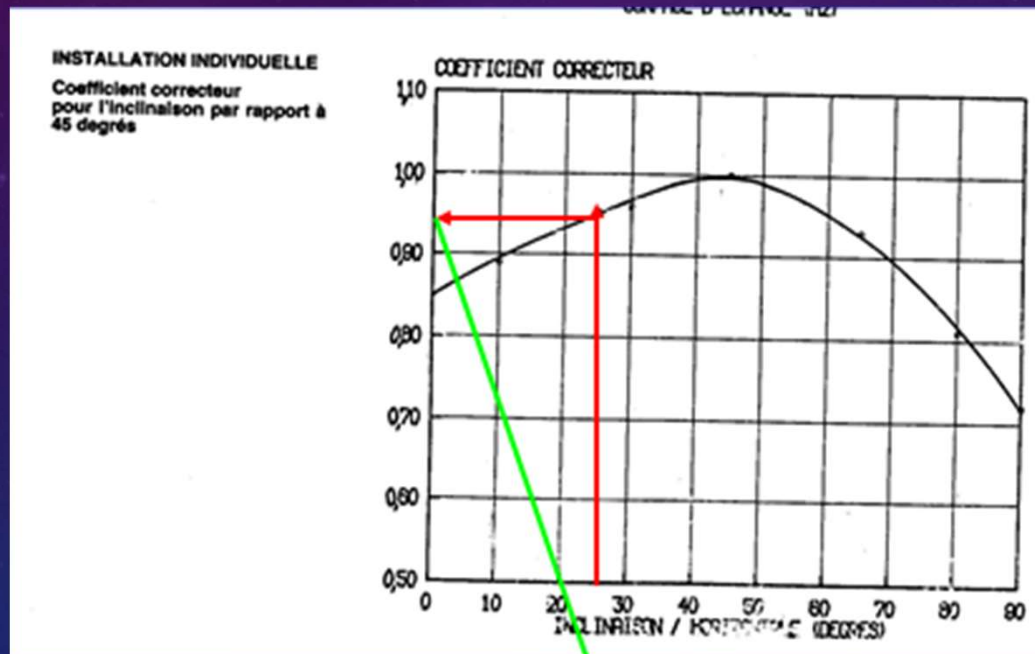


$$F1=0,93$$

Applications

1. Capteur Solaire pour un logement individuel

b. Correction pour l'inclinaison

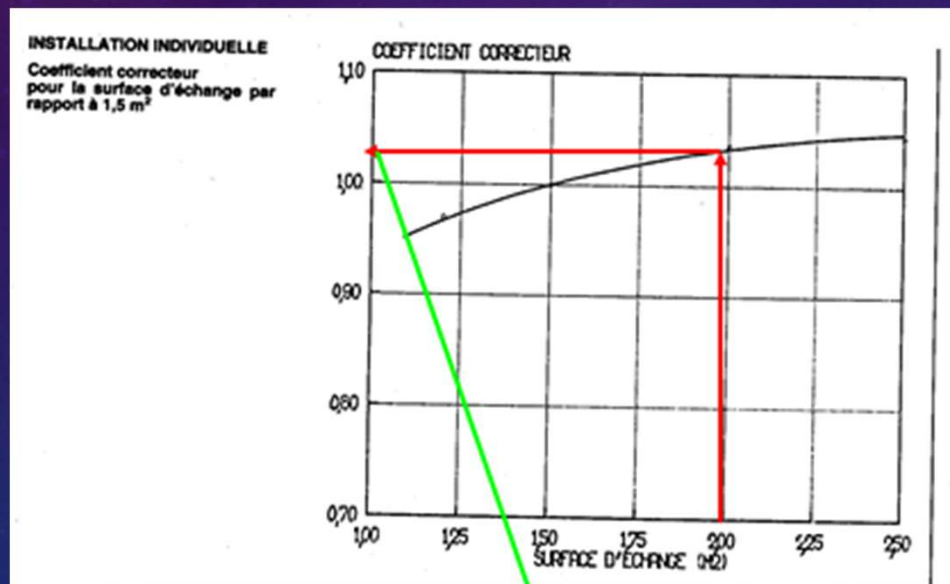


$F1=0,95$

Applications

1. Capteur Solaire pour un logement individuel

b. Correction pour la surface d'échange



$$F1=1,036$$

Applications

1. Capteur Solaire pour un logement individuel

Energie Réellement récupérée est donnée par la formule suivante :

$$\varphi_c = k * \varphi$$

Avec

k: facteur de correction

$K = \sum Fi - (n-1)$, n étant le nombre de facteurs de correction

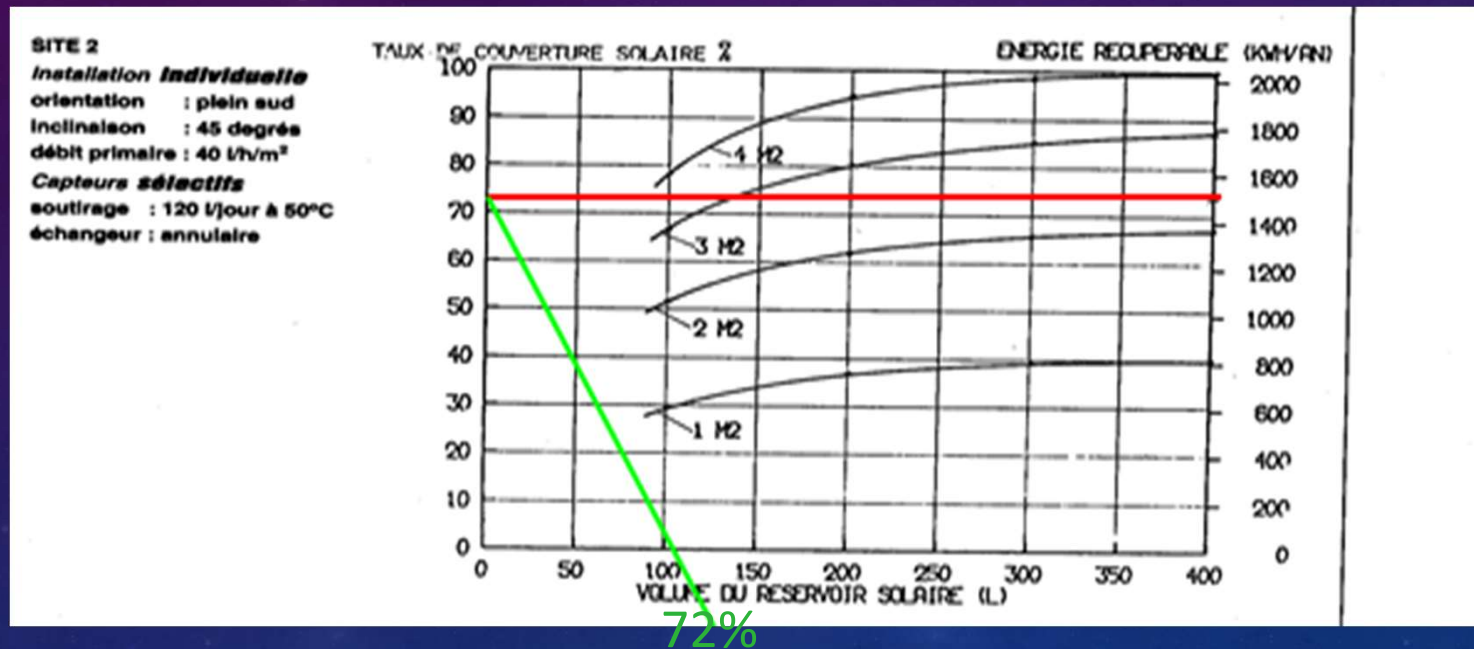
D'où:

$$\varphi_c = 1532 \text{ Kwh/an}$$

Applications

1. Capteur Solaire pour un logement individuel

Si la consommation est 120l/j



Sinon il faut calculer les besoins

$$\text{Taux de couverture} = \frac{\varphi c}{\text{besoins}}$$

Correction PROSIT Solaire

1. Calcul des besoins en eau chaude en utilisant l'égalité des énergies nécessaires pour le chauffage

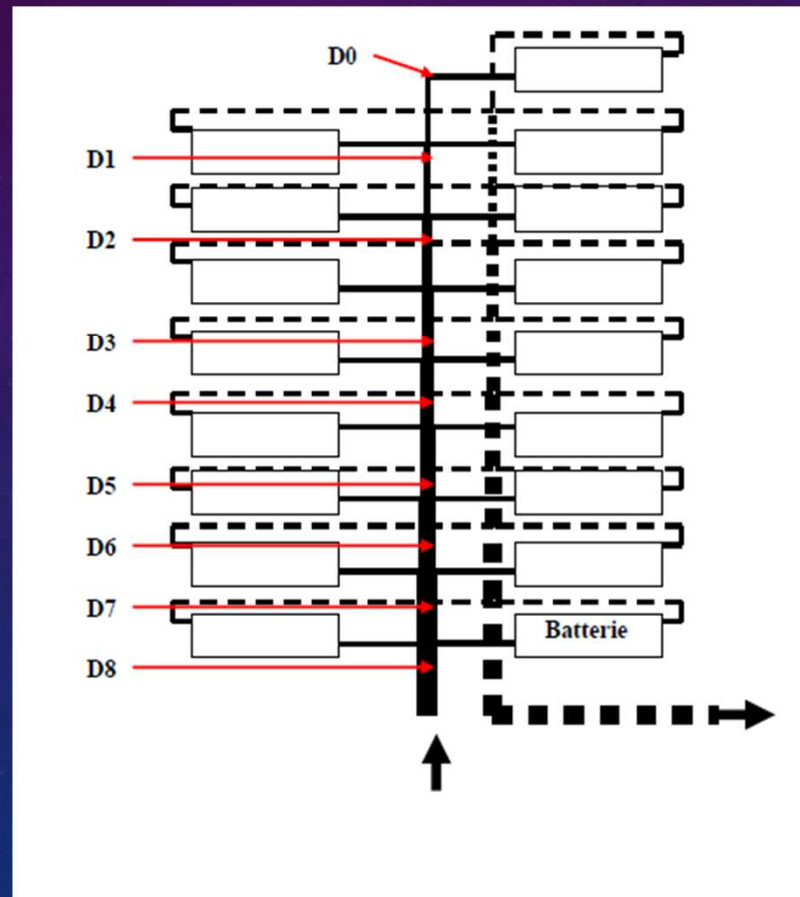
$$m_1 C_{p1} \Delta T_1 = m_2 C_{p2} \Delta T_2$$

2. Dimensionnement de la surface d'échange et de volume de stockage

Utilisation de la formule de 1m² pour chaque 100l de besoins en eau chaude

Correction PROSIT Solaire

3. Le choix de la configuration (c'est un choix)



Correction PROSIT Solaire

4. La détermination des différents débits de D0 à D8

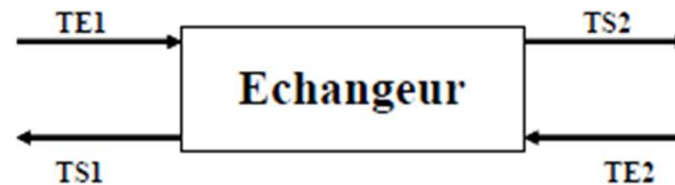
Selon la configuration choisie

$$D0 = \frac{\text{débit d'un seul capteur} * \text{nombre de capteurs par batterie} * \text{nombre total des batteries} * \text{surface du capteur}}{3600}$$

Correction PROSIT Solaire

5. Dimensionnement de l'échangeur (détermination de la puissance échangée et la puissance spécifique)

Exemple de calcul



$$m = \frac{m_2 C_P}{m_1 C_P} = \frac{m_2}{m_1} = 0,5 \Rightarrow m_2 = 20 \text{ l / hm}^2$$

$$\varepsilon = \frac{TS2 - TE2}{TE1 - TE2} = 0,8 \Rightarrow TS2 = 0,8(TE1 - TE2) + TE2$$

TE2= 10°C et si on considère que TE1=60°C, nous obtenons TS2=50°C.

La puissance de l'échangeur sera donc $P = m_2 C_p (TS2 - TE2) = 20 \cdot 40 \cdot 4,18 = 3344 \text{ KJ/h m}^2$, la puissance totale est donc $P_{\text{éch}} = 197,8 \text{ Kw.}$

La puissance spécifique généralement fournie par le fournisseur est la puissance divisée par la différence des températures moyennes des deux circuits, On trouve donc $P_{\text{échs}} = 46,5 \text{ w/m}^2$.

Correction PROSIT Solaire

6. Dimensionnement des pompes de circulation en prenant en considération les pertes de charges linéaires et singulières

En utilisant la formule suivante

$$\rho g Q (H + \Sigma \Delta H).$$

Dans ce cas il y a 2 pompes de circulation

Correction PROSIT Solaire

7. Détermination de la couverture solaire: (on utilise des abaques)

- a. Calcul du soutirage par capteur $S = \frac{\text{Les besoins en eau chaude}}{\text{nombre des capteurs}}$
- b. Détermination de l'énergie récupérable en utilisant les abaques
- c. Détermination des facteurs de correction
- d. Calcul de l'énergie réellement récupérable
- d. Détermination de la couverture solaire

Correction PROSIT Solaire

7. Détermination de la couverture solaire

Exemple de calcul

Pour déterminer la couverture solaire, on utilise les abaques présentés dans le cours. Les besoins en eau chaude ont été estimés à 21337 L/J à 55°C.

Le soutirage par capteur est donc 209,2 L/j capt.

Le volume de stockage est pris égal à 20000 Litres donc pour un capteur 196 L/capt, L'énergie récupérable est donc 1630 Kwh/an.

Le facteur de correction relatif à l'inclinaison est $K1 = 1$, celui relatif à l'orientation est $K2 = 0,97$ alors que celui relatif au soutirage est $K3 = 1,32$. Le facteur de correction est donc $K = \sum Ki - (n-1) = 1,29$.

L'énergie récupérée est donc $\Phi_C = 2102,7 \text{ Kwh/an}$.

Pour calculer la couverture solaire et puisque le soutirage est différent de 110 L/j, il faut calculer les besoins :

Besoins = $209,2 \times 4,18 \times 45 \times 365 = 3389,7 \text{ Kwh/an}$.

La couverture solaire est donc : $\Phi_C / \text{Besoins} = 62\%$.

C.S = 62%.

Correction PROSIT Solaire

8. Etude économique

1. Méthode comptable

$$F = F_c + \frac{I}{T} + \frac{I}{2}i$$

Avec:

F : les frais annuels

FC les frais courants annuels qui englobent les frais de maintenance et les frais énergétiques

I: investissement

i: taux d'actualisation

T: durée de vie des équipements

Correction PROSIT Solaire

8. Etude économique

1. Méthode comptable

Les frais énergétiques sont donnés par la formule suivante :

$$(1-CS) * \text{Besoins} * \text{Prix du kwh}$$

Avec:

CS est la couverture solaire

Correction PROSIT Solaire

8. Etude économique

2. Temps de retour brut

$$T_{RB} = \frac{I_0 - I_1}{F_{C1} - F_{C0}}$$

Avec :

I_0 : investissement de l'installation solaire

I_1 investissement de l'installation classique

En considérant le temps de retour comme critère de rentabilité, l'installation solaire est plus rentable que l'installation classique puisque le temps de retour brut est inférieur à la durée de vie des équipements.

Bonne révision