

## Modèle de capteur solaire à concentration

Pour atteindre des températures élevées (supérieures à 120°C), il est nécessaire de concentrer les rayons solaires par des jeux appropriés d'éléments réfléchissants (miroirs) ou de lentilles. La contrainte principale, outre le coût des dispositifs plus élevé que celui des capteurs plans, est le système de poursuite destiné à suivre le soleil dans sa course. Toute une série de concentrateurs a été proposée et développée, le choix des capteurs cylindro-paraboliques correspondant au meilleur compromis technico-économique pour les centrales du désert de Mojave.

Le flux solaire reçu par le capteur est d'abord réfléchi sur les miroirs du concentrateur, puis il traverse généralement un vitrage destiné à isoler thermiquement le foyer où il est absorbé par une surface appropriée. La réflexion, la transmission à travers le vitrage, et l'absorption se traduisent par des pertes optiques, caractérisées globalement par une efficacité  $\tau$ . Dans les capteurs à concentration élevée, seule la composante directe du rayonnement solaire peut être dirigée vers le foyer, la composante diffuse ne pouvant être concentrée.

L'absorbeur s'échauffe et perd de la chaleur vers l'extérieur sous forme essentiellement de rayonnement et de convection. Cette perte peut être caractérisée par un coefficient de pertes thermiques  $U$ . Un fluide caloporteur refroidit l'absorbeur en emportant la chaleur utile qui est ensuite convertie ou transférée pour différents usages.

Les paramètres du modèle de capteur solaire à concentration sont ainsi les suivants :

- l'efficacité optique du capteur  $\tau$
- le coefficient de pertes thermiques  $U$  (W/m<sup>2</sup>/K)
- la puissance solaire directe incidente  $I$  (W/m<sup>2</sup>)
- la surface du capteur  $S_c$  (m<sup>2</sup>)
- éventuellement (si  $U$  est ramené à cette valeur) la surface de l'absorbeur  $S_a$  (m<sup>2</sup>)
- la température extérieure  $T_{ext}$  (°C)

Les données d'entrée du modèle sont les suivantes (fournies par les autres composants du système) :

- la température du fluide caloporteur à l'entrée du capteur  $T_{amont}$  (°C)
- le débit  $\dot{m}$  du fluide caloporteur (kg/s)

Les sorties sont :

- la température du fluide caloporteur à la sortie du capteur  $T_{aval}$  (°C)
- la puissance thermique reçue par le fluide caloporteur  $Q_{ex}$  (W/m<sup>2</sup>)
- le rendement du capteur

Deux modes de calcul sont possibles : déterminer l'état du point de sortie connaissant les surfaces du capteur et de l'absorbeur, ou bien déterminer ces deux surfaces (avec l'hypothèse que leur rapport est fixé) connaissant l'état du point de sortie.

Avec les notations ci-dessus,  $U$  étant exprimé par rapport à la surface  $S_c$  du capteur et non à celle de l'absorbeur  $S_a$ , et en supposant d'une part que l'absorbeur est à la même température que le caloporteur, et d'autre part une répartition linéaire des températures dans le capteur, hypothèse valable si le débit n'est pas trop faible, ce qui est souvent le cas en pratique, l'équation du modèle est la suivante,  $T_m$  étant la température moyenne de l'absorbeur :

$$Q_{ex} = \dot{m} C_p (T_{aval} - T_{amont}) = [\tau I - U (T_m - T_{ext})] S_c$$

Les pertes thermiques d'un capteur à concentration suivant généralement une loi parabolique, le coefficient de pertes  $U$  peut souvent être bien représenté par une fonction affine de l'écart de température entre l'absorbeur et l'air ambiant :

$$U = U_0 + U_1 (T_m - T_{ext})$$

A titre d'exemple, le tableau ci-dessous donne des valeurs de coefficients valables pour quatre catégories de capteurs : des cylindro-paraboliques Luz, un concentrateur parabolique et un capteur à lentille de Fresnel linéaire.

	Luz 2	Luz 3	parabolique	Fresnel
$\tau$	0,737	0,8	0,7	0,66
Sc/Sa	22,6	26,1	500	20
U0	-0,0223	-0,0725	0,21	-0,031
U1	0,000803	0,00089	0,000134	0,00061

En divisant la chaleur collectée par le produit de la surface du capteur par l'ensoleillement reçu I, on peut exprimer le rendement sous la forme :

$$\eta = \tau - U \frac{(T_m - T_{ext})}{I}$$