

---

---

**Energie solaire — Champs de capteurs  
— Vérification de la performance**

*Solar energy — Collector fields — Check of performance*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 24194:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8d6b2d35-496e-41df-b07d-467e0b55d130/iso-24194-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8d6b2d35-496e-41df-b07d-467e0b55d130/iso-24194-2022>



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 24194:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8d6b2d35-496e-41df-b07d-467e0b55d130/iso-24194-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8d6b2d35-496e-41df-b07d-467e0b55d130/iso-24194-2022>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2022

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	v
Introduction .....	vi
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Symboles</b> .....	<b>1</b>
<b>5</b> <b>Procédure de vérification de la performance en termes de puissance des champs de capteurs thermiques solaires</b> .....	<b>5</b>
5.1    Estimation de la puissance thermique de sortie d'un champ de capteurs .....	5
5.2    Calcul de la puissance de sortie .....	6
5.2.1    Généralités .....	6
5.2.2    Capteurs sans concentration — <a href="#">Formule (1)</a> .....	6
5.2.3    Capteurs sans ou à faible concentration — <a href="#">Formule (2)</a> .....	7
5.2.4    Capteurs à concentration ayant un facteur de concentration élevé — <a href="#">Formule (3)</a> .....	7
5.3    Estimation de la performance .....	7
5.4    Restrictions relatives aux conditions de fonctionnement .....	8
5.5    Ombres .....	8
5.5.1    Ombres sur capteurs fixes en rangées .....	8
5.5.2    Ombres sur capteurs suiveurs à un axe en rangées .....	9
5.6    Angle d'incidence du capteur .....	12
5.7    Exemple de mise en place d'une équation pour l'estimation de la performance .....	12
5.8    Détermination des périodes potentielles de validité .....	13
5.9    Vérification de la performance en termes d'alimentation du champ de capteurs .....	13
<b>6</b> <b>Procédure de vérification du rendement journalier des champs de capteurs solaires thermiques</b> .....	<b>15</b>
6.1    Estimation du rendement journalier d'un champ de capteurs .....	15
6.2    Calcul du rendement énergétique journalier .....	15
6.2.1    Généralités .....	15
6.2.2    Capteurs sans système suiveur et sans concentration — <a href="#">Formule (20)</a> .....	15
6.3    Estimation de la performance .....	16
6.4    Restrictions relatives aux conditions de fonctionnement .....	16
6.5    Ombres .....	16
6.6    Angle d'incidence du capteur .....	17
6.7    Exemple de mise en place d'une équation pour l'estimation de la performance .....	17
6.8    Détermination des périodes potentielles de validité .....	18
6.9    Vérification de la performance du champ de capteurs .....	18
<b>7</b> <b>Mesurages nécessaires</b> .....	<b>18</b>
7.1    Généralités .....	18
7.2    Exigences relatives aux mesurages et aux sondes .....	20
7.2.1    Exactitude .....	20
7.2.2    Temps .....	21
7.2.3    Mesurage du rayonnement solaire .....	22
7.2.4    Mesurages de température .....	23
7.2.5    Mesurage du débit .....	24
7.2.6    Mesurage/calcul de la puissance .....	24
7.2.7    Mesurage de la vitesse du vent .....	24
7.3    Enregistrements de données valides .....	25
<b>Annexe A (informative) Modèle de présentation recommandé — Méthode de la puissance</b> .....	<b>26</b>
<b>Annexe B (informative) Modèle de présentation recommandé — Méthode du rendement journalier</b> .....	<b>29</b>

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 24194:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8d6b2d35-496e-41df-b07d-467e0b55d130/iso-24194-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8d6b2d35-496e-41df-b07d-467e0b55d130/iso-24194-2022>

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 180, *Énergie solaire*, sous-comité SC 4, *Systèmes - Performance thermique, fiabilité et durabilité*, en collaboration avec le Comité Technique CEN/TC 312, *Installations solaires thermiques et leur composants* du Comité Européen de Normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

Le présent document spécifie les procédures de vérification de la performance des champs de capteurs thermiques solaires. Il compare la performance mesurée à la performance calculée et donne les conditions de conformité.

Trois niveaux d'exactitude peuvent être choisis concernant la vérification:

- niveau I: permet d'obtenir une estimation présentant une exactitude élevée (avec un faible coefficient de sécurité, par exemple  $f_{\text{safe}} = 0,95$ ), mais requiert l'utilisation d'un équipement de mesure coûteux;
- niveau II/III: permettent d'obtenir une estimation présentant une exactitude moins élevée (avec un coefficient de sécurité plus élevé, par exemple  $f_{\text{safe}} = 0,90$ ), et d'utiliser un équipement de mesure moins coûteux.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 24194:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8d6b2d35-496e-41df-b07d-467e0b55d130/iso-24194-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8d6b2d35-496e-41df-b07d-467e0b55d130/iso-24194-2022>

# Energie solaire — Champs de capteurs — Vérification de la performance

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie deux procédures de vérification de la performance des champs de capteurs thermiques solaires. Le présent document est applicable aux capteurs plans vitrés, aux capteurs à tubes sous vide et/ou aux capteurs suiveurs à concentration utilisés comme capteurs dans les champs.

La vérification peut porter sur la puissance thermique de sortie du champ de capteurs et peut également porter sur le rendement journalier du champ de capteurs.

Le présent document spécifie pour les deux procédures comment comparer une puissance mesurée avec une puissance calculée.

Le présent document s'applique aux champs de capteurs de toutes tailles.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 9060, *Énergie solaire — Spécification et classification des instruments de mesurage du rayonnement solaire hémisphérique et direct*

ISO 9488, *Énergie solaire — Vocabulaire*

ISO 9806, *Énergie solaire — Capteurs thermiques solaires — Méthodes d'essai*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 9488 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

### 3.1

#### plan transversal

plan défini par la normale au plan du capteur et la ligne orthogonale à l'axe du concentrateur, ou la plus courte ligne de symétrie pour des géométries planes bi axiales

## 4 Symboles

$A_G$	Superficie hors-tout du capteur telle que définie dans l'ISO 9488	$m^2$
$A_{GF}$	Superficie hors-tout du champ de capteurs	$m^2$

$a_{1,\Delta Q}$	Coefficient de perte thermique à $(\vartheta_m - \vartheta_a) = 0$	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$T_{\Delta Q}$	Effet de la température sur le coefficient de perte thermique	W/(m <sup>2</sup> ·K <sup>2</sup> )
$v_{\Delta Q}$	Effet du vent sur le coefficient de perte thermique	J/(m <sup>3</sup> ·K)
$T_s$	Effet de la température du ciel sur le coefficient de perte thermique	—
$a_5$	Capacité thermique effective. Notée $C_{eff}$ dans certains documents et fiches techniques. Noter que l'unité de $C_{eff}$ est kJ/m <sup>2</sup> K.	J/(m <sup>2</sup> ·K)
$v$	Effet du vent sur le rendement optique	s/m
$v_{IR}$	Effet du vent sur l'échange de rayonnement infrarouge	W/(m <sup>2</sup> ·K <sup>4</sup> )
$a_8$	Effet des pertes de rayonnement	W/(m <sup>2</sup> ·K <sup>4</sup> )
$b_u$	Coefficient de rendement du capteur (en fonction du vent)	s/m
$C$	Capacité thermique effective du capteur	J/K
$C_R$	Facteur de concentration géométrique	—
$c_f$	Capacité thermique massique du fluide caloporteur	J/(kg·K)
$c_{f,i}$	Capacité thermique massique du fluide caloporteur à l'entrée du capteur	J/(kg·K)
$c_{f,e}$	Capacité thermique massique du fluide caloporteur à la sortie du capteur	J/(kg·K)
$I_{DN}$	Rayonnement solaire reçu par unité de surface sur une surface toujours maintenue perpendiculaire (ou normale) aux rayons arrivant en ligne droite de la direction du soleil à sa position actuelle	W/m <sup>2</sup>
$I_L$	Irradiance de grandes longueurs d'onde ( $\lambda > 3 \mu\text{m}$ )	W/m <sup>2</sup>
$f_P$	Coefficient de sécurité tenant compte des pertes thermiques liées aux tuyaux, etc. dans la boucle de captage	-
$f_U$	Coefficient de sécurité tenant compte de l'incertitude de mesure	-
$f_O$	Coefficient de sécurité pour les autres incertitudes, par exemple celles liées à des conditions non idéales telles qu'une répartition non idéale de l'écoulement ou des pertes thermiques imprévues, et les incertitudes liées au modèle/à la procédure	-
$f_{safe}$	Produit mathématique basé sur les facteurs de sécurité $f_P f_U f_O$	-
$f_{sh}$	Facteur d'ombre	-
$D$	Écart entre les capteurs adjacents	m
$G_{hem}$	Irradiance solaire hémisphérique sur le plan du capteur	W/m <sup>2</sup>
$G_b$	Irradiance solaire directe (irradiance directe) sur le plan du capteur	W/m <sup>2</sup>
$G_d$	Irradiance solaire diffuse sur le plan du capteur	W/m <sup>2</sup>
$G_{hem,tot}$	Somme totale de l'irradiation journalière sur le plan du capteur sans ombre	kWh/m <sup>2</sup>



$h$	Hauteur solaire. $\sin h = \cos \theta_z$	°
$h_{\min}$	Hauteur solaire minimale	°
$H_{\text{sh}}$	Hauteur de la zone ombragée	m
$K_{\text{hem}}(\theta_L, \theta_T)$	Facteur d'angle d'incidence pour le rayonnement solaire hémisphérique	—
$K_b(\theta_L, \theta_T)$	Facteur d'angle d'incidence pour l'irradiance solaire directe	—
$K_{\theta_L}$	Facteur d'angle d'incidence sur le plan longitudinal	—
$K_{\theta_T}$	Facteur d'angle d'incidence sur le plan transversal	—
$K_d$	Facteur d'angle d'incidence pour le rayonnement solaire diffus	—
$K_{\text{hem,av}}$	Modificateur de l'angle d'incidence moyen journalier pour le rayonnement solaire hémisphérique	—
$L$	Longueur d'un capteur	m
$L_{\text{pipe}}$	Longueur totale du système de tuyauterie sans les capteurs	m
$L_{\text{sh}}$	Longueur de la zone ombragée	m
$\dot{m}$	Débit massique de fluide caloporteur	kg/s
$N_c$	Nombre de capteurs dans une rangée	-
$P_X$	Coordonnée du point C sur l'axe X (C étant le point qui atteindrait l'ombre formée par le sommet du côté d'une rangée de capteurs faisant face au soleil s'il n'était pas obstrué)	-
$P_Y$	Coordonnée du point C sur l'axe Y	-
$\dot{Q}_{\text{measured}}$	Puissance de sortie mesurée	W
$\dot{Q}_{\text{estimate}}$	Puissance de sortie estimée	W
$Q_{\text{cap,d}}$	Pertes thermiques journalières de l'installation solaire thermique	J
$Q_{\text{estimate-sys,d}}$	Estimation du rendement journalier de l'installation solaire thermique	J
$\dot{Q}_{\text{estimate-col,d}}$	Puissance brute moyenne journalière à la sortie du champ de capteurs	W
$Q_{\text{HM,d}}$	Mesure de rendement journalier du calorimètre	J
$\dot{Q}_{\text{pipe,d}}$	Pertes thermiques moyennes journalières de la tuyauterie	W
$q_{l\text{-pipe}}$	Pertes thermiques spécifiques empiriques par mètre de tuyau	W/m
$S$	Entraxe entre les rangées adjacentes	m
$T$	Température absolue	K
$t$	Temps	s
$t_s$	Heure de début du mesurage	s
$t_e$	Heure de fin du mesurage	s

$u$	Vitesse de l'air environnant (vitesse du vent)	m/s
$u'$	Vitesse de l'air environnant réduite $u' = u - 3$ m/s	m/s
$V_f$	Contenance en fluide du capteur	m <sup>3</sup>
$\dot{V}$	Débit volumique	m <sup>3</sup> /s
$\dot{V}_e$	Débit volumique à la sortie du capteur solaire	m <sup>3</sup> /s
$\dot{V}_i$	Débit volumique à l'entrée du capteur solaire	m <sup>3</sup> /s
$V_{\text{pipe}}$	Volume du système de tuyauterie sans les capteurs	l
$w$	Largeur d'un capteur	m
$\Delta t$	Intervalle de temps	s
$\Delta T$	Différence de température entre la sortie et l'entrée du fluide ( $\vartheta_e - \vartheta_i$ )	K
$\beta$	Pente (ou inclinaison), angle formé par le plan du capteur et l'horizontale <i>Note: Pour les capteurs tournant autour d'un axe nord-sud, <math>\beta</math> est positif le matin lorsque les capteurs sont orientés vers l'est, et négatif l'après-midi lorsqu'ils sont orientés vers l'ouest</i>	
$\gamma$	Azimut de la surface, écart de la projection sur le plan horizontal de la normale à la surface par rapport au méridien local, avec zéro plein sud, négatif à l'est et positif à l'ouest	°
$\gamma_s$	Azimut solaire, débattement angulaire par rapport au sud, de la projection du rayonnement solaire direct sur le plan horizontal, négatif à l'est et positif à l'ouest	°
$\delta$	Déclinaison, position angulaire du soleil au midi solaire par rapport au plan de l'équateur, positif au nord	°
$\phi$	Latitude, position angulaire au nord ou au sud de l'équateur, positive au nord	°
$\eta_b$	Rendement du capteur fondé sur l'irradiance directe $G_b$	—
$\eta_{\text{hem}}$	Rendement du capteur fondé sur l'irradiance hémisphérique $G_{\text{hem}}$	—
$\eta_{0,b}$	Rendement de crête du capteur ( $\eta_b$ à $\vartheta_m - \vartheta_a = 0$ K) fondé sur l'irradiance directe $G_b$	—
$\eta_{0,\text{hem}}$	Rendement de crête du capteur ( $\eta_{0,\text{hem}}$ à $\vartheta_m - \vartheta_a = 0$ K) fondé sur l'irradiance hémisphérique $G_{\text{hem}}$	—
$\eta_{\text{hem},\dot{m}_i}$	Rendement du capteur en référence au débit massique $\dot{m}_i$	—
$\omega$	Angle horaire, débattement angulaire du soleil à l'est ou à l'ouest du méridien local en raison de la rotation de la terre sur son axe à 15° par heure; négatif le matin, positif l'après-midi	°
$\theta$	Angle d'incidence	°
$\theta_L$	Angle d'incidence longitudinal: angle formé par la normale au plan du capteur et le faisceau solaire incident projeté dans le plan longitudinal	°

$\theta_T$	Angle d'incidence transversal: angle formé par la normale au plan du capteur et le faisceau solaire incident projeté dans le plan transversal	°
$\theta_Z$	Distance zénithale, angle entre la verticale et la ligne vers le soleil, c'est-à-dire l'angle d'incidence du rayonnement solaire direct sur une surface horizontale. $\cos \theta_Z = \sin h$	°
$\vartheta_a$	Température de l'air ambiant	°C
$\vartheta_{am}$	Température de l'air ambiant mesurée	°C
$\vartheta_{as}$	Température de l'air ambiant pour la température de stagnation standard	°C
$\vartheta_e$	Température à la sortie du capteur	°C
$\vartheta_i$	Température à l'entrée du capteur	°C
$\vartheta_m$	Température moyenne du fluide caloporteur dans la boucle de captage	°C
$\vartheta_{max\_op}$	Température maximale de service	°C
$\rho_i$	Masse volumique du fluide caloporteur à la température à l'entrée du capteur	kg/m <sup>3</sup>
$\rho_{i,sec}$	Masse volumique du fluide caloporteur à la température à l'entrée de l'échangeur de chaleur	kg/m <sup>3</sup>
$\sigma$	Constante de Stefan-Boltzmann	W/(m <sup>2</sup> ·K <sup>4</sup> )

## 5 Procédure de vérification de la performance en termes de puissance des champs de capteurs thermiques solaires

### 5.1 Estimation de la puissance thermique de sortie d'un champ de capteurs

La puissance de sortie estimée du champ de capteurs est donnée par une équation dépendant des paramètres du capteur selon l'ISO 9806 et des conditions de fonctionnement. La puissance mesurée doit être conforme à la puissance calculée correspondante selon cette équation. La puissance mesurée et la puissance calculée ne sont comparées que dans certaines conditions spécifiques, le but étant d'éviter des incertitudes trop importantes - voir [5.4](#).

L'estimation peut être donnée pour des champs de types de capteurs combinés, par exemple à vitrage simple et à vitrage double:

- Si les dimensions et les températures d'entrée et de sortie sont disponibles pour chaque champ de capteurs de même type, des estimations peuvent être données pour chacun de ces champs.
- Une estimation globale pour les champs comprenant plusieurs types de capteurs similaires peut être donnée en choisissant des paramètres de capteurs représentatifs.

Note Les capteurs plans à simple vitrage et les capteurs plans à double vitrage sont des exemples de types de capteurs similaires.

Lorsque l'estimation est donnée, il doit être précisé si elle doit être vérifiée selon le niveau d'exactitude I, II ou III (voir Introduction et [7.2](#)).

## 5.2 Calcul de la puissance de sortie

### 5.2.1 Généralités

Selon le type de capteur et les mesurages solaires, il existe trois possibilités pour les formules:

- a) [Formule \(1\)](#): équation simple utilisant le rayonnement total sur le plan du capteur, valable pour:
  - les capteurs sans concentration uniquement
- b) [Formule \(2\)](#): équation plus avancée utilisant le rayonnement direct et diffus, valable pour:
  - les capteurs sans concentration
  - les capteurs à concentration dont le facteur de concentration est faible  $C_R < 20$
- c) [Formule \(3\)](#): formule utilisant le rayonnement direct spécifiquement pour les capteurs à concentration ayant un facteur de concentration élevé, valable pour:
  - les capteurs à concentration dont le facteur de concentration  $C_R \geq 20$

On donne l'estimation en indiquant l'équation à utiliser pour le calcul de la puissance de sortie, y compris les valeurs spécifiques des paramètres de l'équation. Les trois équations possibles sont données dans les trois paragraphes ci-dessous.

Il convient que les paramètres de rendement du module de capteur,  $\eta_{0,hem}$ ,  $\eta_{0,b}$ ,  $K_b(\theta_L, \theta_T)$ ,  $K_d$ ,  $a_{1,\Delta Q}$ ,  $T_{\Delta Q}$ ,  $a_5^{1)}$  et  $a_8$ , soient fondés sur des résultats d'essai spécifiques<sup>2)</sup>. Lorsqu'une estimation est donnée, l'équation à utiliser pour vérifier la performance doit toujours être indiquée:

- a) vérification simple, utilisant le rayonnement total sur le plan du capteur lors de la vérification de la puissance de sortie (dans le présent document, [Formule \(1\)](#)).
- b) vérification avancée, utilisant le rayonnement direct et diffus sur le plan du capteur lors de la vérification de la puissance de sortie (dans le présent document, [Formule \(2\)](#)).
- c) vérification avancée, utilisant uniquement le rayonnement direct sur le plan du capteur lors de la vérification de la puissance de sortie (dans le présent document, [Formule \(3\)](#)).

Vérifier que les paramètres soient relatifs à la superficie hors-tout du champ de capteurs,  $A_{GF}$ . Si nécessaire, les paramètres doivent être convertis conformément à l'ISO 9806.

### 5.2.2 Capteurs sans concentration — [Formule \(1\)](#)

La [Formule \(1\)](#) donne une estimation simple de la performance en termes de puissance des capteurs sans concentration:

$$\dot{Q}_{estimate} = A_{GF} \cdot \left[ \eta_{0,hem} K_{hem}(\theta_L, \theta_T) G_{hem} - a_{1,\Delta Q} (\vartheta_m - \vartheta_a) - T_{\Delta Q} (\vartheta_m - \vartheta_a)^2 - a_5 (d\vartheta_m / dt) \right] \cdot f_{safe} \quad (1)$$

$\vartheta_m$  est la valeur moyenne des températures à l'entrée et à la sortie du capteur.

Si l'on utilise la [Formule \(1\)](#), on obtiendra en principe une incertitude plus importante que si l'on utilise la [Formule \(2\)](#), car il n'y a pas de distinction entre le rayonnement direct et le rayonnement diffus.

$f_{safe}$  est choisi en tenant compte de l'effet éventuel des pertes thermiques dans les tuyaux, des incertitudes de mesure, des incertitudes liées au modèle, etc. et doit être spécifié avec une précision de 2 chiffres.

1) Dans les anciennes fiches techniques solar keymark, la valeur  $a_5$  est notée  $C_{eff}$ .

2) Par exemple : solar keymark ou similaire.