
**Énergie solaire — Composants et
matériaux du collecteur —**

**Partie 3:
Durabilité de la surface de l'absorbeur**

Solar energy — Collector components and materials —

Part 3: Absorber surface durability
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22975-3:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c24eb325-9662-4f62-a070-3368c12ef23e/iso-22975-3-2014>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22975-3:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c24eb325-9662-4f62-a070-3368c12ef23e/iso-22975-3-2014>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2014

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées 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 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Exigences et classification	2
5 Méthodes d'essai d'évaluation des propriétés de matériau en tant que mesure des performances d'absorbeur	4
5.1 Prélèvement et préparation des éprouvettes d'essai.....	4
5.2 Conditionnement d'échantillon.....	4
5.3 Absorptance solaire.....	4
5.4 Émissivité thermique.....	4
5.5 Adhérence.....	4
6 Essais d'évaluation de la stabilité thermique des surfaces d'absorbeur	4
6.1 Principe.....	4
6.2 Appareillage.....	6
6.3 Mode opératoire pour l'exécution d'essais à températures élevées.....	7
6.4 Mode opératoire de qualification.....	7
7 Essais de détermination de la résistance vis-à-vis de l'eau condensée sur les surfaces d'absorbeur	8
7.1 Principe.....	8
7.2 Appareillage.....	9
7.3 Mode opératoire pour l'exécution des essais à condensation constante.....	10
7.4 Mode opératoire de qualification.....	10
8 Essai de détermination de la résistance à la corrosion d'une surface d'absorbeur vis-à-vis de l'air présentant une forte humidité et contenant du dioxyde de soufre	11
8.1 Principe.....	11
8.2 Appareillage.....	12
8.3 Éprouvette d'essai témoin.....	13
8.4 Mode opératoire pour l'exécution d'essais de corrosion dans de l'air à forte humidité contenant du dioxyde de soufre.....	13
8.5 Détermination des plus courtes durées avant défaillance acceptables à l'aide d'éprouvettes d'essai témoins.....	14
8.6 Mode opératoire de qualification.....	14
9 Rapport	15
Annexe A (normative) Mode opératoire pour la détermination de l'absorption solaire et de l'émissivité thermique des surfaces d'absorbeur	16
Annexe B (normative) Caractéristiques de température et de durée avant défaillance obtenues lors de l'évaluation de la stabilité thermique d'une surface d'absorbeur	20
Annexe C (normative) Caractéristiques de température/de condensation et de durée avant défaillance ainsi que principe de qualification lors de l'évaluation de la résistance vis-à-vis de l'eau condensée sur la surface d'absorbeur	26
Annexe D (informative) Conceptions appropriées pour l'appareillage à utiliser pour l'essai de qualification des surfaces d'absorbeur solaire	29
Bibliographie	32

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 (CEI) 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/CEI, 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/CEI, Partie 2, www.iso.org/directives.

L'attention est appelée 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 sur la liste ISO des déclarations de brevets reçues, www.iso.org/patents.

Les éventuelles appellations commerciales utilisées dans le présent document sont données pour information à l'intention des utilisateurs et ne constituent pas une approbation ou une recommandation.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, aussi bien que pour des informations au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC) voir le lien suivant: Foreword – Supplementary information.

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c24eb325-9662-4f62-a070-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c24eb325-9662-4f62-a070-3368c12ef23e/iso-22975-3-2014)

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 180, *Énergie solaire*.

L'ISO 22975 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Énergie solaire — Composants et matériaux d'un capteur d'énergie solaire*:

— *Partie 3: Durabilité de la surface d'absorbeur*

Les parties suivantes sont en cours de préparation:

— *Partie 1: Tubes sous vide — Durabilité et performance*

— *Partie 2: Caloduc pour application thermique solaire — Durabilité et performance*

Introduction

De manière à sélectionner, utiliser et entretenir efficacement un matériau dans une application donnée, sa dégradation dans des conditions de service doit être prédite avant l'utilisation. De préférence, il convient que la durabilité du matériau soit exprimée quantitativement en termes de durée de vie en service attendue. La durabilité dans ce cas correspond à l'aptitude d'un matériau à résister à une détérioration provoquée par les facteurs externes environnementaux, qui sont susceptibles d'influencer les performances du matériau dans des conditions de service. La durée de vie en service est définie comme étant la période de temps après l'installation au cours de laquelle des propriétés de matériau spécifiques importantes pour les performances du matériau respectent ou vont au-delà des valeurs minimales acceptables.

La durée de vie en service d'un matériau dépend par conséquent non seulement de ses propriétés physiques et chimiques, mais également de son exigence de performance dans l'application considérée ainsi que des facteurs externes environnementaux, qui sont susceptibles d'influencer les performances dans les conditions de service. Au cours du travail de conception, l'aspect le plus important est de vérifier si un matériau particulier est susceptible de dépasser une certaine valeur de durée de vie en service, aussi appelée durée de vie en service de conception; cette dernière est fixée par des considérations de coût au cours de la durée de vie en prenant en compte le système total. L'évaluation de la durée de vie en service peut être basée sur des données de retour d'informations issues de la pratique ou sur des résultats provenant de ce que l'on appelle les essais de qualification ou d'acceptation de la durabilité.

Le présent mode opératoire de qualification recommandé applicable à la durabilité de la surface des absorbeurs solaires est fondé sur la réalisation d'une série d'essais de durabilité de courte durée. Au cours d'un essai, les performances optiques de la surface d'absorbeur soumise à essai sont déterminées en mesurant son absorptance solaire et son émissivité thermique. A partir de la perte de performances optiques de la surface d'absorbeur, sa durée avant défaillance lors de l'essai effectué est évaluée et comparée à la plus courte durée avant défaillance acceptable établie par la durée de vie en service de conception de l'absorbeur. La durée de vie en service de conception, l'exigence de performances définissant la durée avant défaillance en termes de perte de performances optiques, la classification de type et les niveaux de contrainte environnementale sont établis avec l'hypothèse que la surface d'absorbeur soumise à essai sera installée sur un capteur solaire plan aéré destiné à être utilisé dans des systèmes de production d'eau chaude sanitaire et systèmes combinés ou dans des conditions similaires de fonctionnement.

Le mode opératoire de qualification recommandé peut être utilisé de façon avantageuse lors du développement et de la validation de nouveaux types de surface d'absorbeur. A partir des résultats des essais, il est possible de conclure sur le degré de probabilité selon lequel une surface d'absorbeur soumise à essai peut satisfaire à l'exigence pour une durée de vie en service acceptable également en pratique. Il a été démontré que le mode opératoire d'essai de durabilité recommandé donne des résultats qui sont en assez bonne concordance, aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif, avec ce qui est actuellement observé sur les surfaces d'absorbeurs soumises à essai sur de plus longues périodes de temps dans des capteurs solaires fonctionnant dans des conditions correspondant à celles de systèmes types de production d'eau chaude sanitaire ou de système combiné. Néanmoins, si l'absorbeur soumis à essai ne peut pas être qualifié par la présente procédure une recherche plus complète sur la durabilité est recommandée et peut toujours mener à une qualification.

La présente procédure comprend trois parties pour soumettre à essai l'absorbeur en ce qui concerne sa stabilité contre des températures élevées, de fortes humidité et condensation et contre la corrosion générées par le dioxyde de soufre atmosphérique. Les trois parties sont indépendantes et peuvent être évaluées individuellement.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 22975-3:2014](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c24eb325-9662-4f62-a070-3368c12ef23e/iso-22975-3-2014)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c24eb325-9662-4f62-a070-3368c12ef23e/iso-22975-3-2014>

Énergie solaire — Composants et matériaux du collecteur —

Partie 3: Durabilité de la surface de l'absorbeur

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 22975 est applicable à la détermination du comportement à long terme et de la durée de vie en service des absorbeurs solaires sélectifs destinés à être utilisés dans des capteurs solaires plan aéré fonctionnant dans des conditions correspondant à celles de systèmes solaires de types de production d'eau chaude sanitaire ou de système combiné.

La présente partie de l'ISO 22975 spécifie un critère de défaillance d'un absorbeur solaire basé sur des modifications des performances optiques de l'absorbeur. Les propriétés optiques concernées sont l'absorptance solaire et l'émissivité thermique.

La présente partie de l'ISO 22975 spécifie des modes opératoires d'essai de durabilité focalisés sur la résistance aux températures élevées et de la condensation d'eau sur la surface d'absorbeur autant que la résistance à une forte humidité en présence de dioxyde de soufre.

(standards.iteh.ai)

2 Références normatives

Les documents de référence suivants, en tout ou partie sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables à son application. 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 4624, *Peintures et vernis — Essai de traction*

ISO 8407, *Corrosion des métaux et alliages — Élimination des produits de corrosion sur les éprouvettes d'essai de corrosion*

ISO 9050, *Verre dans la construction — Détermination de la transmission lumineuse, de la transmission solaire directe, de la transmission énergétique solaire totale, de la transmission de l'ultraviolet et des facteurs dérivés des vitrages*

ISO 10062, *Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion en atmosphère artificielle à très faible concentration en gaz polluants*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

durée de vie en service

durée d'exposition dans des conditions de service qui s'est écoulée depuis l'installation et au cours de laquelle la surface d'absorbeur est censée satisfaire à l'exigence de performances

3.2

durée avant défaillance

durée d'exposition lors de l'essai à laquelle la limite d'exigence de performances est atteinte

3.3

absorptance solaire, α_s

fraction de l'énergie du rayonnement solaire absorbée par une surface d'absorbeur

3.4

émissivité thermique, ε

rapport entre l'énergie par unité de surface rayonnée par une surface à une température donnée et de l'énergie correspondante rayonnée par un corps noir parfait à la même température

3.5

fonction de critère de performances

PC

modification de performances d'une surface d'absorbeur en termes de modifications de l'absorptance solaire et de l'émissivité thermique

4 Exigences et classification

4.1 Pour une classification de la durabilité de la surface d'absorbeur, l'exigence de performances suivante doit s'appliquer:

$$PC = -\Delta\alpha_s + 0,50\Delta\varepsilon \leq 0,05 \quad (1)$$

où

$\Delta\alpha_s$ est la modification de l'absorptance solaire définie comme

$$\Delta\alpha_s = \alpha_{s,t} - \alpha_{s,i} \quad (2)$$

avec $\alpha_{s,t}$ égal à la valeur de l'absorptance solaire à l'instant réel de l'essai ou en service, et

avec $\alpha_{s,i}$ égal à la valeur initiale de l'absorptance solaire

où

$\Delta\varepsilon$ est la modification de l'émissivité thermique

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_t - \varepsilon_i \quad (3)$$

avec ε_t égal à la valeur de l'émissivité thermique à l'instant réel de l'essai ou en service et

avec ε_i égal à la valeur initiale de l'émissivité thermique.

NOTE 1 Cette fonction de critère de performances est principalement fondée sur la moyenne des valeurs des performances des systèmes solaires types de production d'eau chaude sanitaire et des systèmes combinés.^[4] Cependant, dans le mode opératoire d'essai de la Tâche 10 de l'Agence sur l'Energie Internationale, l'IEA, il est fait référence à une définition légèrement différente de PC, à savoir $PC = -\Delta\alpha_s - 0,25 \times \Delta\varepsilon$. Toutefois, les recherches menées par le groupe MSTC de l'IEA ont démontré qu'un facteur de pondération de 0,5 pour l'émissivité thermique est plus approprié.^[9]

NOTE 2 Il est possible d'utiliser des valeurs supérieures pour la fonction PC si cela est jugé plus approprié. Il convient d'interpréter $PC < 0,10$ comme l'acceptation du fait que les performances optiques de la surface d'absorbeur et, par conséquent également les performances du système solaire de production d'eau chaude sanitaire et systèmes combinés peuvent être réduites à un niveau égal à 90 % de leur valeur d'origine au cours de la durée de vie en service.^[4]

4.2 Avant l'essai de durabilité d'une surface d'absorbeur, toutes les éprouvettes d'essai, prélevées et préparées comme spécifié en 5.1, doivent être caractérisées par rapport à leur valeur d'absorptance

solaire, déterminée comme spécifié en 5.2, et par rapport à leur valeur d'émissivité thermique, déterminée comme spécifié en 5.3.

Pour être qualifié pour les essais, l'ensemble d'éprouvettes d'essai doit présenter un écart-type sur les valeurs déterminées d'absorptance solaire inférieur à 0,01 et un écart-type sur les valeurs déterminées d'émissivité thermique inférieure à 0,04.

4.3 Pour les surfaces d'absorbeur revêtues, trois éprouvettes d'essai supplémentaires doivent être préparées et l'adhérence du revêtement sur ces éprouvettes d'essai doit être évaluée, comme spécifié en 5.5.

Pour qualifier l'absorbeur pour les essais, l'adhérence du revêtement doit être $> 0,15$ MPa pour toutes les éprouvettes d'essai (ISO 4624).

NOTE Si cela est jugé pas suffisamment précis, l'adhérence du revêtement peut être évaluée par une méthode plus simple. La méthode de l'ISO 2409[1] peut être utilisée et l'exigence applicable à une adhérence satisfaisante doit être fixée à la classification 1. A titre d'alternative, il est possible d'utiliser certaines méthodes appropriées de l'ISO 2819.[2]

4.4 Pour qualifier une surface d'absorbeur par rapport à sa stabilité thermique, le mode opératoire d'essai de durabilité comme spécifié dans l'Article 6 doit être appliqué.

Une surface d'absorbeur ayant une stabilité thermique suffisante doit satisfaire à l'exigence applicable aux résultats d'essai comme spécifié en 6.4.

4.5 Pour qualifier une surface d'absorbeur par rapport à sa résistance vis-à-vis de l'eau condensée lorsque l'absorbeur est utilisé dans un capteur solaire non étanche à l'air, l'aération du capteur solaire étant plus ou moins incontrôlée, le mode opératoire d'essai de durabilité comme spécifié dans l'Article 7 doit être appliqué.

Une surface d'absorbeur ayant une résistance suffisante vis-à-vis de l'eau condensée doit satisfaire aux exigences applicables aux résultats d'essai comme spécifié en 7.4.

4.6 S'il convient de qualifier une surface d'absorbeur par rapport à sa résistance vis-à-vis d'un dommage causé par le dioxyde de soufre qui est un polluant atmosphérique, le mode opératoire d'essai de durabilité comme spécifié dans l'Article 8 doit être appliqué (optionnellement).

Une surface d'absorbeur peut être qualifiée, en vue d'une utilisation, en deux classes de capteurs solaires, les deux classes représentant des classes différentes de sévérité de la corrosivité atmosphérique.

Capteur solaire de type A: Capteur solaire étanche à l'air ou capteur solaire disposant d'une aération contrôlée dans l'espace entre la surface d'absorbeur et la plaque de couverture. En haut et en bas du cadre du capteur solaire, il convient de ménager des orifices d'aération. La corrosivité atmosphérique au niveau de la partie inférieure du capteur solaire dans des conditions de service peut de manière caractéristique correspondre à une vitesse de corrosion du zinc de $0,1$ g/m² par an.

Capteur solaire de type B: Capteur solaire non étanche à l'air disposant d'une aération dans le capteur solaire plus ou moins incontrôlée. La corrosivité atmosphérique au niveau de la partie inférieure du capteur solaire dans des conditions de service correspond à une vitesse de corrosion du zinc de $0,3$ g/m² par an.

Une surface d'absorbeur ayant une résistance suffisante vis-à-vis d'un dommage causé par le dioxyde de soufre présent dans l'air ayant une forte humidité, que ce soit uniquement pour un capteur de type A ou pour aussi bien un capteur solaire de type A qu'un capteur solaire de type B, doit satisfaire aux exigences applicables aux résultats d'essai comme spécifié en 8.6.

5 Méthodes d'essai d'évaluation des propriétés de matériau en tant que mesure des performances d'absorbeur

5.1 Prélèvement et préparation des éprouvettes d'essai

Pour l'essai de durabilité, des échantillons d'essai ayant une surface d'absorbeur de préférence de (50 × 50) mm doivent être préparées. Le prélèvement à partir de plus grands morceaux de plaque d'absorbeur doit être effectué de manière à réduire le plus possible la variation sur les propriétés optiques entre les différentes éprouvettes d'essai. Trois échantillons d'essai supplémentaires sont également requis pour l'évaluation de l'adhérence du revêtement d'échantillons d'essai non âgés. Afin de pouvoir effectuer le programme d'essais de durabilité de ce mode opératoire recommandé dans son intégralité, un minimum de 18 échantillons d'essai est requis.

5.2 Conditionnement d'échantillon

Déterminer la moyenne de l'absorptance solaire et la moyenne de l'émissivité thermique de trois échantillons. Déterminer la température maximale possible de l'absorbeur pour le capteur couvert par un revêtement anti-réflexion (AR) conformément au [Tableau B.1](#). Mettre tous les 18 échantillons à cette température maximale de l'absorbeur pendant au moins 5 h avec un appareil similaire à celui décrit en [6.2](#). Soumettre à essai trois échantillons d'essai pour l'adhérence conformément à [5.5](#) et procéder avec les 15 autres échantillons d'essai si l'essai est un succès.

5.3 Absorptance solaire

Déterminer la valeur de l'absorptance solaire pour chacune des 15 échantillons d'essai à partir des mesures de réflectance comme spécifié en [A.1](#). Pour l'ensemble complet d'échantillons d'essai, calculer également la valeur moyenne et l'écart-type de l'absorptance solaire.

5.4 Émissivité thermique

Déterminer également la valeur de l'émissivité thermique pour chacun des 15 échantillons d'essai comme spécifié en [A.2](#). Pour l'ensemble complet d'échantillons d'essai, calculer également la valeur moyenne et l'écart-type de l'émissivité thermique.

5.5 Adhérence

Déterminer l'adhérence du revêtement de l'absorbeur conformément à l'ISO 4624, (utiliser la méthode générale d'essai applicable aussi bien aux substrats rigides qu'aux substrats déformables qui sont sélectionnés pour l'assemblage d'essai et utiliser des cylindres d'essai présentant un diamètre de 20 mm), soit au moyen d'une méthode plus simple de l'évaluation d'adhérence (voir [4.3](#)) et procéder comme spécifié dans la norme appropriée.

6 Essais d'évaluation de la stabilité thermique des surfaces d'absorbeur

6.1 Principe

6.1.1 De nombreux secteurs d'application techniques utilisent fréquemment le vieillissement à température élevée pour l'évaluation de la stabilité thermique des matériaux. Une température élevée accélère tous les types de processus, ce qui conduit normalement à une augmentation de la vitesse de dégradation des matériaux. Pour un revêtement d'absorbeur sélectif composé de petites particules métalliques, une température élevée accentue l'oxydation du métal, diminuant principalement l'absorptance du revêtement.

6.1.2 Une fois installée dans un capteur solaire plan à vitrage simple, une surface d'absorbeur est exposée à une température qui peut varier fortement, pouvant aller dans les cas extrêmes de - 20 °C à

plus de 200 °C. A titre de mesure du niveau de sollicitation thermique, la température moyenne effective, T_{eff} , sur une année de service pour une surface d'absorbeur est utilisée ici. Elle est définie par l'équation suivante:

$$\exp\left(-\frac{E_T}{R}T_{\text{eff}}^{-1}\right) = \int_{T_{\text{min}}}^{T_{\text{max}}} \exp\left(-\frac{E_T}{R}T^{-1}\right) f(T) dT \quad (4)$$

où

$f(T)$ est une fonction de fréquence sur base annuelle pour la température de service de la surface d'absorbeur dans un capteur solaire, ce qui représente la fraction de temps sur une année où la température de service se trouve dans l'intervalle de T à $T+dT$;

T_{max} est la température de service maximale de la surface d'absorbeur dans un capteur en kelvin (K);

T_{min} est la température de service minimale de la surface d'absorbeur dans un capteur en kelvin (K);

E_T est l'énergie d'activation d'Arrhenius exprimant la dépendance entre température et réaction de dégradation thermique de la surface d'absorbeur;

R est la constante de la loi des gaz parfaits égale à 8,314 J/(mol·K).

iTeh STANDARD PREVIEW

6.1.3 La fonction de fréquence sur base annuelle $f(T)$ est déterminée par la charge climatique externe agissant sur le capteur solaire ainsi que par les propriétés optiques de la surface d'absorbeur solaire et du vitrage.

Dans ce mode opératoire recommandé, il est supposé que le capteur solaire se trouve dans des conditions de fonctionnement sur 11 mois d'une année et qu'il produit ensuite de l'eau sanitaire pendant la journée lorsque la température du capteur solaire dépasse 40 °C. Pendant un mois d'une année, au cours de l'été, le capteur solaire se trouve dans des conditions de stagnation. D'un point de vue du vieillissement thermique, ce n'est qu'au cours de journées ensoleillées, lorsque le capteur solaire se trouve en stagnation, que la sollicitation en température sur la surface d'absorbeur solaire entraînera une dégradation thermique significative. La sollicitation thermique de référence ou la fonction de fréquence de température, sur une année, représentant les conditions de service dans ce mode opératoire recommandé, correspond par conséquent à 30 journées ensoleillées lorsque le capteur solaire se trouve en stagnation, voir [Figure B1](#).

La sollicitation en température sur la surface d'absorbeur solaire dépend également des propriétés optiques de la surface d'absorbeur et par conséquent de la température de surface d'absorbeur solaire maximale au cours des conditions de stagnation. Dans ce mode opératoire recommandé, la température de surface d'absorbeur solaire maximale est déterminée à partir de l'absorptance solaire et de l'émissivité thermique au moyen d'interrelations représentées dans le [Tableau B1](#). Par la suite, la sollicitation thermique de référence en termes de température moyenne effective est calculée, ci après, en fonction de l'énergie d'activation pour la dégradation thermique en utilisant la température de surface d'absorbeur maximale.

NOTE Si une autre fonction de fréquence de température est jugée plus appropriée, elle peut être utilisée pour représenter les conditions de service. La nouvelle température moyenne effective correspondant à une énergie d'activation spécifique peut être calculée à l'aide de la Formule (4).

6.1.4 Pour évaluer la stabilité thermique de la surface d'absorbeur, des essais de courte durée, accentuant la dégradation thermique de la surface d'absorbeur à une température constante élevée, sont effectués. Pour convertir la durée de vie en service de 25 années en la plus courte durée avant défaillance acceptable, t_R , pour un essai à température constante à effectuer à la température T_R , la fonction de transformation de durée suivante est utilisée:

$$t_R = 25 \times 8760 \exp \left[-\frac{E_T}{R} (T_{\text{eff}}^{-1} - T_R^{-1}) \right] \quad (5)$$

où

T_{eff} est la température moyenne effective de la surface d'absorbeur définie par la Formule (4), en kelvin (K).

La température moyenne effective variera avec l'énergie d'activation et par conséquent variera également avec la plus courte durée avant défaillance acceptable pour un essai mené à une température constante spécifique.

6.1.5 Pour déterminer si une surface d'absorbeur est qualifiée ou non, il est nécessaire de disposer de résultats provenant d'essais menés à au moins deux températures constantes différentes à moins que les performances optiques de la surface d'absorbeur solaire soumise à essai ne soient altérées au cours du premier essai. Le principe de qualification et les conditions pour les essais de température sont donnés respectivement aux [Figures B.2 à B.4](#) et dans le [Tableau B.2](#).

6.2 Appareillage

6.2.1 La chambre d'essai à utiliser pour l'évaluation de la stabilité thermique de la surface d'absorbeur doit être conçue de sorte que:

- a) Les essais à température constante puissent être effectués jusqu'à une température d'au moins 380°C;

NOTE 1 Il est recommandé d'utiliser les chambres d'essai dotées d'un chauffage par circulation d'air plutôt que celles dotées d'un chauffage radiatif, car la différence de température entre le capteur et les échantillons d'essai sera inférieure du fait que la température régnant dans les chambres d'essai du premier type est plus uniforme.

NOTE 2 Lorsque des fours radiatifs sont utilisés, la température des échantillons d'essai et la température du capteur de température dépendent fortement de l'échange de rayonnement avec le dispositif de chauffage et par conséquent dépendent également de leurs propriétés optiques. Dans ce cas, il est préférable de mesurer la température de l'échantillon d'essai pour un contrôle du chauffage.

- b) La température est maintenue constante à $\pm 1^\circ\text{C}$ près après avoir atteint des conditions stabilisées après le début de l'essai;

NOTE 3 Même si la variation de la température autour de la température de consigne est symétrique, cela augmente la température moyenne effective pour la dégradation thermique.

- c) La température au sein de la chambre est par conséquent uniforme du fait que la variation entre les échantillons d'absorbeur soumis à essai simultanément se trouve dans la plage de $\pm 1^\circ\text{C}$, voir NOTE 1 et 2;

- d) Au cours du refroidissement de la chambre après une exposition aux températures élevées, la vitesse de diminution de température doit être supérieure ou égale à $10^\circ\text{C}/\text{min}$ (à partir de 200°C jusqu'à 100°C). Si la chambre ne satisfait pas à cette exigence, les échantillons d'essai doivent être immédiatement retirés de la chambre après que la durée d'essai spécifiée s'est écoulée, voir [6.3.4](#).

6.2.2 Les instruments de mesure des propriétés optiques des surfaces d'absorbeur conformes aux exigences sont spécifiés à l'[Annexe A](#).

6.2.3 Appareil de traction et cylindres d'essai destinés au mesurage de l'adhérence du revêtement d'absorbeur conformément à l'ISO 4624 comme spécifié en [5.5](#). Si une méthode plus simple d'évaluation de l'adhérence est utilisée, voir [4.3](#), utiliser un équipement conforme aux exigences données dans la norme applicable pour l'évaluation de l'adhérence.

6.3 Mode opératoire pour l'exécution d'essais à températures élevées

6.3.1 Sélectionner trois échantillons d'essai de surface d'absorbeur présentant une absorptance solaire et une émissivité thermique connues et étant qualifiés pour les essais conformément à [4.2](#).

6.3.2 Augmenter la température de la chambre d'essai pour atteindre le niveau spécifiée de l'essai. Après avoir atteint cette température, placer les échantillons d'essai qui sont à température ambiante dans la chambre d'essai.

6.3.3 Laisser les échantillons d'essai à ce niveau de température pendant la durée d'essai spécifiée.

6.3.4 Après écoulement de la durée d'essai spécifiée ou en cas d'interruption du mesurage de l'ampleur de la dégradation, diminuer la température de la chambre d'essai à la température ambiante. Il convient que le taux de refroidissement soit d'au moins -10 K/min jusqu'à ce que la température chute à 40 °C ou à 100 K en dessous de la température d'essai, la première rencontrée étant retenue.

Si la chambre d'essai ne satisfait pas à l'exigence de vitesse de refroidissement minimale comme spécifiée ci-dessus, les échantillons d'essai doivent immédiatement être retirés de la chambre d'essai après l'écoulement de la période d'essai spécifiée. Après avoir été retirées de la chambre d'essai, les échantillons d'essai chauds doivent être placés sur un matériau thermiquement isolant afin de réduire le plus possible les dommages, qui sont susceptibles de résulter du choc thermique subi par les échantillons d'essai lorsqu'ils sont exposés à un refroidissement.

6.3.5 Déterminer l'absorptance solaire et l'émissivité thermique des échantillons d'essai comme spécifié à l'[Annexe A](#).

6.3.6 A partir des nouvelles valeurs d'absorptance solaire et d'émissivité thermique des échantillons d'essai, calculer la valeur de la fonction PC pour chaque plaquette soumise à essai à l'aide de la Formule (1). Calculer également la valeur moyenne de la fonction PC pour les différents échantillons d'essai.

6.3.7 En cas d'interruption de l'essai uniquement pour le mesurage de l'ampleur de la dégradation, réintroduire les échantillons d'essai après le mesurage dans la chambre climatique après stabilisation des conditions d'essai stabilisées aux niveaux spécifiés.

6.4 Mode opératoire de qualification

6.4.1 A partir des valeurs moyennes de l'absorptance solaire et de l'émissivité thermique de la surface d'absorbeur solaire à soumettre à essai, déterminer la température de surface d'absorbeur maximale attendue T_{\max} à l'aide du [Tableau B.1](#) pour le cas de revêtement anti-réflexion (AR) (ligne 1 du [Tableau B.1](#)); voir également [Figure B.2](#).

6.4.2 A partir de la valeur T_{\max} , déterminer la température T_1 du premier essai à effectuer à l'aide du [Tableau B.2](#).

6.4.3 Effectuer l'essai sur un ensemble de trois échantillons d'essai, comme spécifié en [6.3](#), à la température T_1 et mesurer α_s et ε après les durées d'essai de 18, 36, 75, 150, 300 et 600 h ou encore jusqu'à ce que $PC \geq 0,05$ soit atteint. Si $PC > 0,05$ après 18 h d'essai, la surface de l'absorbeur solaire n'est pas qualifiée par rapport à sa stabilité thermique. Dans tous les autres cas, introduire la durée t_1 , qui correspond à la dernière durée d'essai/de mesurage avec $PC \leq 0,05$.

6.4.4 Si $PC \leq 0,015$ après 600 h d'essai, vérifier si la surface d'absorbeur satisfait à l'exigence d'adhérence comme spécifié en [5.5](#). Si l'exigence d'adhérence est satisfaite, la surface de l'absorbeur est qualifiée par rapport à sa stabilité thermique.