

Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des PME

Centre Technique des Matériaux de Construction, de la
Céramique et du Verre (CTMCCV)

Les Normes Tunisiennes
&
Les Procédures des Tests des CES

Plan

I / Introduction

II / Normes Tunisiennes des CES

III / Types d'installations de chauffage solaire

IV / Méthodes d'essais des Performances Thermiq. des CES

V / Procédures des tests

VI / Présentation du Laboratoire d'Essais du CTMCCV

I / Introduction

Dans le cadre de la mise en place de la politique nationale dans le domaine de maîtrise de l'énergie, et particulièrement, la promotion des énergies renouvelables;

- PTME (05 - 07) : installation de 120 000 m² des CES
- PQME (08 - 11) : objectif 480 000 m² des CES

Et Suite à l'émergence d'un marché des CES en Tunisie (évolution de la demande, environ 85 000 m² en 2008 et développement d'un tissu industriel et commercial des CES),

Introduction

L'ANME et le CTMCCV ont coopéré ensemble pour la mise en place d'un Laboratoire "Capteurs et systèmes solaires " , pour vérifier et s'assurer des Performances thermiques et mécaniques des capteurs et des CES.

En plus, afin d'instaurer le cadre normatif, nécessaire à la certification des CES, la Commission Technique de Normalisation (CT 67) à l'INNORPI, a tenu des réunions pour examiner et adopter les normes relatives à l'énergie solaire.

II / Normes Tunisiennes des CES

Norme Tunisienne NT	Titre	Norme Equiv. EN / ISO
NT 67.39 (08)	Energie Solaire : Vocabulaire	EN ISO 9488 (99)
NT 67.17-1 (08)	Installations solaires thermiques et leurs composants ; Capteurs solaires : Partie 1 : Exigences générales	EN 12 975-1 (06)
NT 67.17-2 (08)	Partie 2 : Méthode d'essai	EN 12 975-2 (06)
NT 67.18-1 (08)	Installations solaires thermiques et leurs composants ; Installations préfabriquées en usine : Partie 1 : Exigences générales	EN 12 976-1 (06)
NT 67.18-2 (08)	Partie 2 : Méthode d'essai	EN 12 975-2 (06)

Normes Tunisiennes des CES

Pr. NT	Installations solaires thermiques et leurs composants ; Installations assemblées à façon : Partie 1 : Exigences générales	ENV 12 977-1 (01)
Pr. NT	Partie 2 : Méthode d'essai	ENV 12 977-2 (01)
NT 67.41-3 (08)	Partie 3 : Caractérisation des performances des dispositifs de stockage pour des installations de chauffage solaire	EN 12 977-3 (08)
Pr. NT	Chauffage solaires ; Systèmes de chauffage de l'eau sanitaire Partie 5 : Caractérisation des performances des systèmes au moyen d'essais effectués sur l'ensemble du système et par simulation sur ordinateur	ISO 9 459-5 (07)

III / Types d'installations de Chauffage Solaire

Les normes EN 12 976 -1 et 2, EN 12 977 -3 ainsi que les prénormes ENV 12 977 -1 et 2, font distinction entre deux catégories d'installations de chauffage solaire :

➤ **Installations de chauffage solaire préfabriquées en usine:**

sont des produits fabriqués par lots et de configuration fixe, vendus sous forme d'ensembles complets, prêts à installer sous un nom commercial. Les installations de cette catégorie sont considérées comme des produits uniques et sont évaluées dans leur intégralité.

Les exigences et les méthodes d'essai applicables à ces installations sont indiquées dans les EN 12 976-1 et 2.

Types d'installations de CS

- **Installations de chauffage solaire assemblées à façon:**
sont soit construites de manière unique, soit assemblées en choisissant parmi une gamme de composants.
Les installations de cette catégorie sont Considérées comme des ensembles de composants.
Ces composants sont soumis à essai séparément et les résultats d'essai sont intégrés dans une évaluation de l'ensemble de l'installation.
Les exigences applicables à ces installations sont spécifiées dans l'ENV 12 977-1, les méthodes d'essai dans les ENV 12 977-2 et EN 12 977-3.

IV / Méthodes d'Essais des Performances Thermiques

D'après la norme EN 12 976-2, Les performances thermiques d'un CES peuvent être déterminées selon l'une des méthodes suivantes :

a / La méthode d'essai conforme à l'ISO 9 459-2 : CSTG

b / La méthode d'essai conforme à l'ISO 9 459-5 : DST

Choix de la méthode d'essai des Performances

Méthode d'essai	Installations Sol. avec appoint	Installations sans appoint et à préchauffage
ISO 9459-2 (CSTG)	Non	Oui
l'ISO 9459-2 (DST)	Oui	Oui

Les deux méthodes d'essai CSTG et DST sont comparables et des facteurs de conversion ont été établis (voir EN 12 976-2).

Méthode DST : Présentation

La méthode DST " Dynamic System Test " selon l'ISO 9459-5, présente une procédure de test dynamique d'un système complet avec appoint intégré en vue de déterminer des paramètres à utiliser dans un modèle.

Ce modèle peut être utilisé avec des valeurs horaires d'irradiation, de température ambiante de l'air, de température d'eau froide (utilisées localement) pour prédire les performances annuelle du système.

L'objectif de la méthode est de minimiser l'effort expérimental en réduisant la durée de l'essai.

Méthode DST: Domaine d'application

Types des systèmes :

- ✓ Circulation forcée de liquide dans un circuit primaire,
- ✓ Thermosiphons,
- ✓ Capteurs autostockeurs.

Dimensions des systèmes :

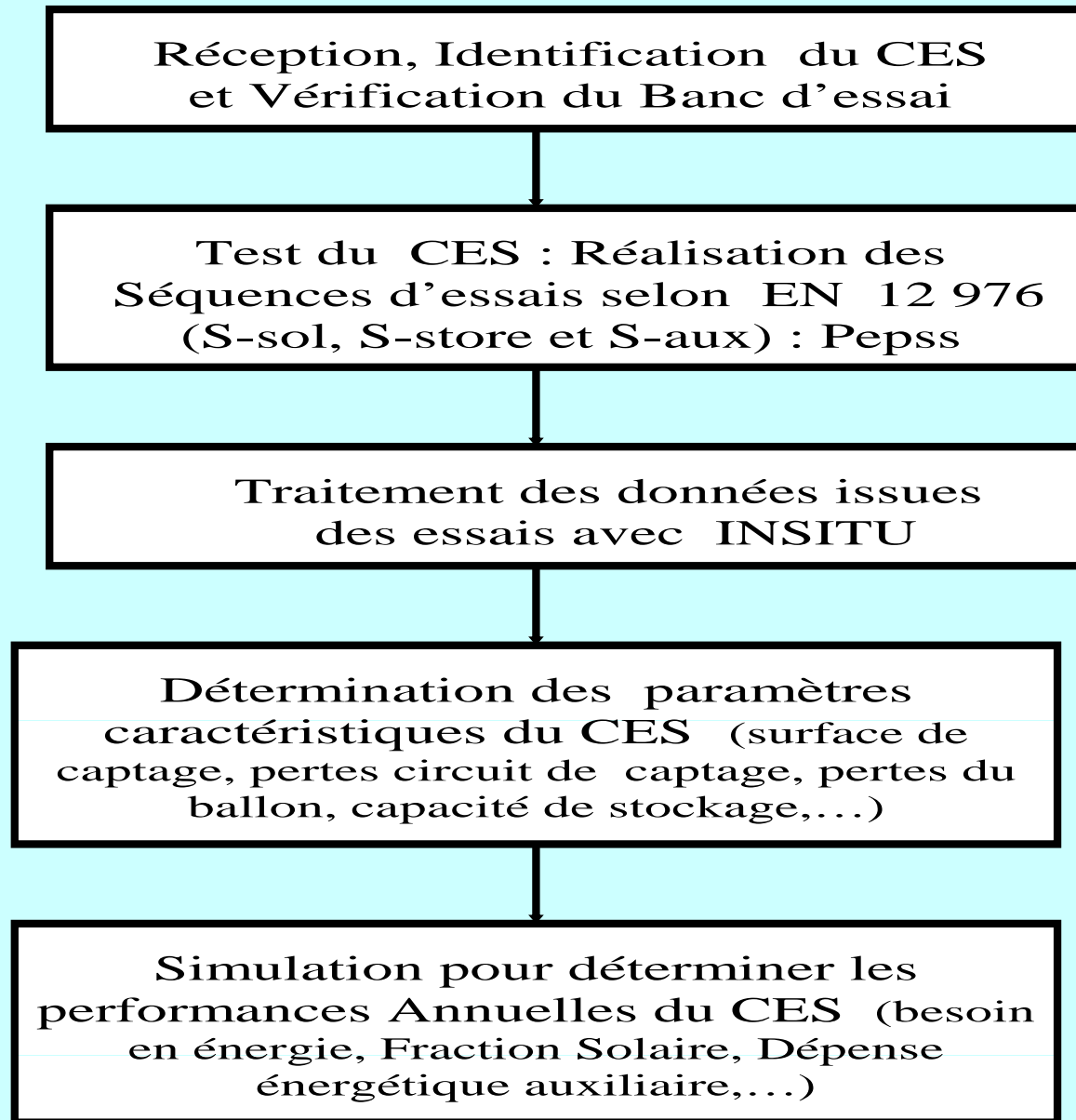
- ✓ Superficie de capteur : entre 1 et 10 m²,
- ✓ Volume de réservoir : entre 50 et 1 000 L,
- ✓ Volume spécifique du réservoir de stockage V/Se : entre 10 et 200 L/m².

Dispositif d'appoint :

- ✓ Avec appoint intégré ou sans appoint.

Limite d'application : Non adapté pour tests composants par composants,

V / Procédure de Test des P. Th. du CES



Test du CES : Réalisation des séquences d'essais

Pour déterminer les paramètres identifiés, trois ou quatre séquences de tests (S-sol, S-store et S-aux) sont nécessaires selon que le CES utilise ou non un appoint.

Ces séquences diffèrent par le nombre de puisage effectués et par l'utilisation ou non de l'appoint intégré.

Les journées des séquences comportent des profils de puisage définis en volume, durée et débit en fonction du volume de ballon et de surface de capteur.

Les journées des séquences sont validées si l'irradiation sur le capteur est supérieure à 12 MJ/m².

Test du CES : Réalisation des séquences d'essais

Les Séquence Sol (Sol A et Sol B) : permettent de caractériser les performances du capteur à travers des jours de type A et de type B.

Sol A : nécessite 3 jours A valides

Sol B : nécessite 3 jours B valides dont 2 consécutives

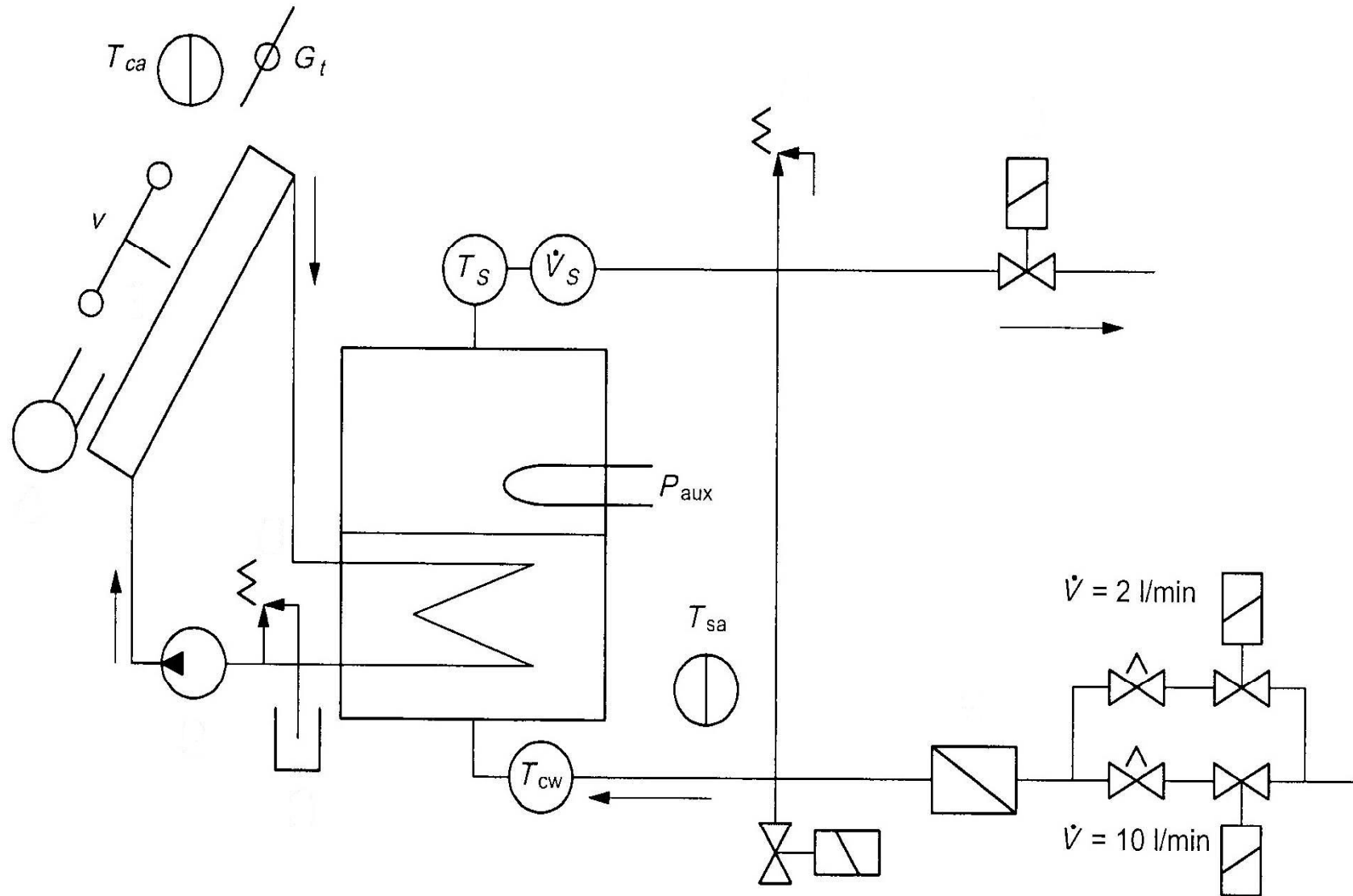
La Séquence Store : cible les pertes du ballon

S-store: nécessite 2 jours B valides consécutives.

La Séquence Aux ; qui est réalisée pour des systèmes à appoint électrique intégré, permet de caractériser les pertes d'énergie du ballon et la fraction du volume de stockage chauffée par l'appoint.

S-aux: 4 jours B valides avec ensoleillement $< 200 \text{ W/m}^2$.

Test du CES : banc d'essai des CES



Traitement des Données recueillies de l'essai

Les données recueillies après l'essai sont :

- t (min) : temps
- T_{ca} ($^{\circ}\text{C}$) : température ambiante près du capteur
- G_t (W/m^2) : rayonnement incident sur le plan du capteur
- T_{sa} ($^{\circ}\text{C}$) : température ambiante près du ballon
- T_{cw} ($^{\circ}\text{C}$) : température de l'eau froide
- T_s ($^{\circ}\text{C}$) : température de sortie du ballon
- dC_s (W/K) : débit volumiq. * masse volumiq. * chaleur massiq.
- V_{wind} (m/s) : vitesse du vent
- P_{aux} (W) : puissance auxiliaire (de l'appoint)
- P_{net} (W) : puissance nette fournie ($P_{net} = dC_s * (T_s - T_{cw}) - P_{aux}$)

Détermination des paramètres caractéristiques des CES

Le logiciel INSITU nous permet d'obtenir les paramètres identifiés suivants :

- A_c^* : surface effective de captage (m^2),
- U_c^* : coefficient effectif des pertes thermiques du circuit de captage ($W/m^2.K$),
- U_s : coefficient global de pertes du ballon (W/K),
- C_s : capacité de stockage (J/K),
- faux : fraction auxiliaire



Prédiction des Indicateurs de Performances

Formulaire de rapport selon EN 12 976-2

**Indicateurs de Performances pour Installations Solaires avec appoint sur
une base annuelle de besoins en volume d'eau deL/j**

Site (latitude)	Q_d (MJ)	$Q_{aux, net}$ (MJ)	Q_{par} (MJ)
Stockholm (59,6 °N)			
Würzburg (49,5 °N)			
Davos (46,8 °N)			
Athènes (38,0 °N)			
Site au choix : Tunis			

Q_d : Besoins en énergie correspondant au volume de stockage puisé (MJ)

Q_{par} : Energie auxiliaire (Elect.) consommée par les pompes et la régulation (MJ)

$Q_{aux, net}$: Energie fournie par la partie auxiliaire de l'installation (MJ)

Formulaire de rapport selon EN 12 976-2

Indicateurs de Performances pour Installations Solaires sans appoint et les instal.

à préchauffage sur une base annuelle de besoins en volume d'eau deL/j

Site (latitude)	Q_d (MJ)	Q_L (MJ)	F_{sol} (%)	Q_{par} (MJ)
Stockholm (59,6 °N)				
Würzburg (49,5 °N)				
Davos (46,8 °N)				
Athènes (38,0 °N)				
Site au choix : Tunis				

Q_d : Besoins en énergie correspondant au volume de stockage puisé (MJ)

Q_L : Energie fournie par la partie solaire de l'installation (MJ)

Q_{par} : Energie auxiliaire (Elect.) consommée par les pompes et la régulation (MJ)

F_{sol} : fraction solaire (Q_L/Q_d) en %.

VI / Présentation du Laboratoire d'Essai du CTMCCV

Le Laboratoire d'essai " Capteurs et systèmes solaires" est équipé de :

- ✓ Un banc d'essai " capteur solaire " ;
- ✓ Bancs d'essais " durabilité et fiabilité ";
- ✓ Trois bancs d'essais " système solaire, CES ";

Banc d'essai " capteur solaire "

Détermination des performances thermiques des capteurs solaires conformément aux Normes NT EN 12 975 -1 et 2



Bancs d'essais " Durabilité et fiabilité "

Le capteur doit être soumis à la série d'essais suivante :

Essai de pression interne pour l'absorbeur;

Essai de résistance aux températures élevées;

Essai d'exposition;

Essai de choc thermique externe ;

Essai de choc thermique interne;

Essai d'étanchéité à l'eau de pluie, uniquement pour les capteurs vitrés;

Essai de charge mécanique ;

Essai de résistance au gel;

Bancs d'essais " Durabilité et fiabilité "

Essais de " Durabilité
et fiabilité " sur
collecteur solaire
formément
Normes NT EN
12875 -1 et 2



Bancs d'essais " Système solaire "

Terminaison des
performances
dynamiques des
S conformément
Normes NT EN
12976 -1 et 2



Plate-forme d'essais



MERCI POUR VOTRE

ATTENTION