

Les tubes sous vide 70/1700 sont révolutionnaires !

Bien plus efficaces que les capteurs à tubes sous vide en diam. 58mm ou en diam. 47mm, les capteurs à tubes sous vide en diam. 70mm, c'est la nouvelle génération, le must du must, le nec plus ultra des capteurs solaires thermiques.

Tous les autres (plan et tubes) ne sont bons qu'à être mis à la poubelle !

D'abord, ce sont des produits tout nouveau, tellement nouveaux que la diffusion est confidentielle et les certifications Solar Keymark comptées sur les doigts des deux mains.

Allez faire un tour sur le site d'ESTIF répertoriant tous les capteurs bénéficiant du label :

<http://solarkey.dk/solarkeymarkdata/CollectorCertificates/solarkeymarkCollectorCertificates.aspx>

Sur un peu plus de 760 capteurs, seule une poignée (7) sont identifiés comme étant des capteurs à tubes sous vide 70/1700.

Vous avez :

Arsolar, certifié par l'ICIM (Milan).

Bigenergy, certifié par l'ICIM (Milan).

MCN, certifié par l'ICIM (Milan).

PremiumSolar, certifié par DINCERTCO (Berlin).

TecSolar, certifié par DINCERTCO (Berlin).

Westech (<http://www.westechsolar.com/>), certifié par l'ICIM (Milan).

Les caractéristiques des tubes sont visualisables sur le site du fabricant :

<http://www.westechsolar.com/showproduct.asp?Bigclass=Solar collector&SmallClass=With Superconduction Metal Heat Pipe Vacuum tubes>

Hitek-Solar (<http://www.hitek-solar.com/>), certifié par DINCERTCO (Berlin).

Les caractéristiques des tubes sont visualisables sur le site du fabricant :

http://www.hitek-solar.com/product_detail.asp?id=83

Les certificats **Westech**, **Arsolar** et **MSN** sont identiques (Même n° de rapport de test...). Nous prendrons **Westech** comme référent.

Les certificats **Hitek-Solar** et **PremiumSolar** sont identiques (Même n° de rapport de tests...). Nous prendrons **Hitek-Solar** comme référent.

Le certificat **Bigenergie** est accessible et non partagé (unique).

Le certificat **TecSolar** n'est pas accessible, nous ne pouvons donc le commenter.

Cela réduit le champ des matériels à un maximum de ... 4 sur plus de 760, soit 0,5% de la totalité des capteurs ayant la certification « Solar Keymark ».

Par chance, nous avons quelques produits « français » qui bénéficient d'Avis Technique du CSTB, sur les 120 titulaires à ce jour.

Le matériel **EOLE** (CAP) est fabriqué par « Changzhou Hejia Solar Energy Co Ltd » pour les collecteurs (<http://www.hjsolar.com/>) et par « Wuxi High-new technology Industrial Development Co, Ltd » pour les tubes sous vide (<http://www.hitek-solar.com/>). C'est donc un assembleur (nous n'irons pas tout de même pas jusqu'à « fabricant »).

Les caractéristiques des tubes sont visualisables sur le site du fabricant :

http://www.hitek-solar.com/product_detail.asp?id=83

Le matériel **SUNGEOGET** (SER) est fabriqué par « Beijing Sunda Solar Energy Technology Co., Ltd » (<http://www.sundasolar.com/>).

Les caractéristiques des tubes sont visualisables sur le site du fabricant :

http://www.sundasolar.com/product_seido10.html

Le capteur a été testé (sans Solar Keymark) par le laboratoire SPF en Suisse sous le nom « SEIDO 10-20 » (C689). Il nous permet d'avoir une confirmation des données du CSTB.

Le Matériel **BYSUN** (SMAX) est fabriqué par « Jiangsu Gomon Group Co. Ltd » :

(<http://www.js-solar.com/>).

Les caractéristiques des tubes sont visualisables sur le site du fabricant :

http://www.js-solar.com/sdp/157449/4/cp-1070367/0/SHCMV_tube.html

Rien de confidentiel n'a été dévoilé. Les origines des produits (fabricants, usines, ...) sont disponibles en clair dans les avis techniques disponibles au téléchargement sur le site du CSTB.

<http://www.cstb.fr/evaluations/atec-et-dta/rechercher-un-atec-ou-un-dta.html>

Là encore, avec 3 Avis techniques concernant les capteurs à tubes sous vide 70/1700 sur les 120 au total, nous sommes dans les 2% (quand même 4x mieux que pour le Solar Keymark...).

Hormis les caractéristiques dimensionnelles de leurs produits, quel est le point commun de quasiment tous ces distributeurs et/ou fabricants ?

Ils communiquent tous sur le fait que leur matériel est « plus performant » que les capteurs plans traditionnels.

Arsolar : <http://www.arsolar.eu/fvantaggi.html>

« Meilleur rendement par rapport aux capteurs plans... ».

Bigenergy : http://www.bigenergy.it/files/pagina_2.bmp

“Rispetto ai pannelli tradizionali piani garantiscono infatti un rendimento magiorre del 25-35%”.

Il n'est pas nécessaire d'utiliser le traducteur de Google pour comprendre le sens général de la phrase...

Bysun : <http://www.bysun.fr/capteur-sous-vide-smax.html>

“Il est admis qu'à surface égale un capteur sous vide possède un rendement annuel 30% supérieur au capteur plan. »

Eole : http://www.eolesol.fr/1_entre_index.html

“Eole Solaire propose un monde écologiquement propre qui permet de faire des économies via nos applications sanitaires et chauffage grâce à la meilleure technologie actuelle : les tubes sous vides. »

Les fabricants, plus prudents, ne communiquent pas sur des performances augmentées.

Sungeoget a très certainement cerné son produit :

<http://www.sungeoget.com/solutions/les-capteurs-solaires/presentation-generale/1,3/>

« Les capteurs solaires thermiques plans ne font pas partie du catalogue **SunGeoGet** ».

Les fabricants chinois (**Hitek-Solar**, **Westech**) n'ont, sur leurs sites, que faire de comparer leurs produits.

Dressons maintenant l'état des caractéristiques de ces capteurs en fonction de leurs surfaces d'entrée.

Fabricant	Distributeur	Document (AT/SKM)	Surface d'entrée (m ²)	n0 (-)	a1 (W/m ² /k)	a2 (W/m ² /k ²)	T° de Stagnation
Westech		SKM	2,38	0,669	1,9	0,036	220
Hitek-Solar		SKM	2,25	0,603	0,299	0,0219	230
Bigenenergy		SKM	2,18	0,782	2,7	0,033	148
Hitek-Solar	EOLE	AT	1,22	0,72	1,10	0,0262	176
Beijin Sunda	SUNGEOGET	AT	2,18	0,778	1,85	0,0129	190
Beijin Sunda		C689	2,25	0,75	1,88	0,032	NC
Jiangsu Gomon	BYSUN	AT	2,18	0,74	1,071	0,035	NC

Calculons maintenant l'état des caractéristiques de ces capteurs en fonction de leurs surfaces hors tout (Règle de 3).

Fabricant	Distributeur	Document (AT/SKM)	Surface HT (m ²)	n0 (-)	a1 (W/m ² /k)	a2 (W/m ² /k ²)
Westech		SKM	3,85	0,41	1,17	0,022
Wuxi		SKM	3,89	0,34	0,17	0,012
Bigenenergy		SKM	3,68	0,46	1,60	0,020
Wuxi	EOLE	AT	2,09	0,42	0,64	0,015
Beijin Sunda	SUNGEOGET	AT	3,43	0,49	0,99	0,008
Beijin Sunda		C689	3,42	0,46	1,24	0,021
Jiangsu Gomon	BYSUN	AT	4,01	0,45	0,58	0,019

Moyenne				0,43	0,85	0,016
---------	--	--	--	------	------	-------

Prenons maintenant les caractéristiques d'un capteur « commun », plan, relevées dans l'extrait d'un laboratoire dont la réputation n'est plus à faire, le SPF.

Pour la démonstration, j'ai choisi **CHROMAGEN** (CR120), Fabricant grecque. Son matériel n'est pas conçu pour des applications à forts DT (montagnes, pays froids, ...), apanage des capteurs à tubes sous vide.

<http://www.spf.ch/factsheets/scf286fr.pdf>

Fabricant	Distributeur	Document (AT/SKM)	Surface HT (m ²)	n0 (-)	a1 (W/m ² /k)	a2 (W/m ² /k ²)
Chromagen		SKM	2,80	0,748	3,82	0,0137

Sans contestation, et même si le rendement optique (n0) est moins bon, les capteurs à tubes sous vide 70/1700 génèrent nettement moins de pertes que notre capteur plan de référence.

Effectivement, ils doivent avoir une certaine utilité, notamment lorsque l'on veut produire de l'eau très chaude ou si l'on est en altitude (T° moyenne assez basse, même en journée).

Prenons maintenant les caractéristiques d'un capteur « commun », à tube sous vide de diam. 58mm, relevées toujours au SPF.

Pour la démonstration, j'ai choisi un fabricant chinois, au hasard. L'important étant d'avoir une surface « équivalente », soit 20 tubes.

<http://www.spf.ch/factsheets/scf908fr.pdf>

Fabricant	Distributeur	Document (AT/SKM)	Surface HT (m ²)	n0 (-)	a1 (W/m ² /k)	a2 (W/m ² /k ²)
Changzhou He Jia Solar Energy		SKM	2,79	0,44	1,23	0,045

Sans contestation, et même si le rendement optique (n0) est au moins équivalent, les capteurs à tubes sous vide 70/1700 génèrent nettement moins de pertes que notre capteur à tubes sous vide 58/1800 de référence.

Nous allons donc tracer les courbes de rendement pour avoir une idée du comportement global de tous ces capteurs.

La formule (suivant EN12975) utilisée pour tracer les courbes de rendements instantanés est la suivante :

$$n = n0 - a1 \cdot (DT / H) - a2 \cdot H \cdot (DT / H)^2$$

Où :

H est le rayonnement solaire en W/m²,

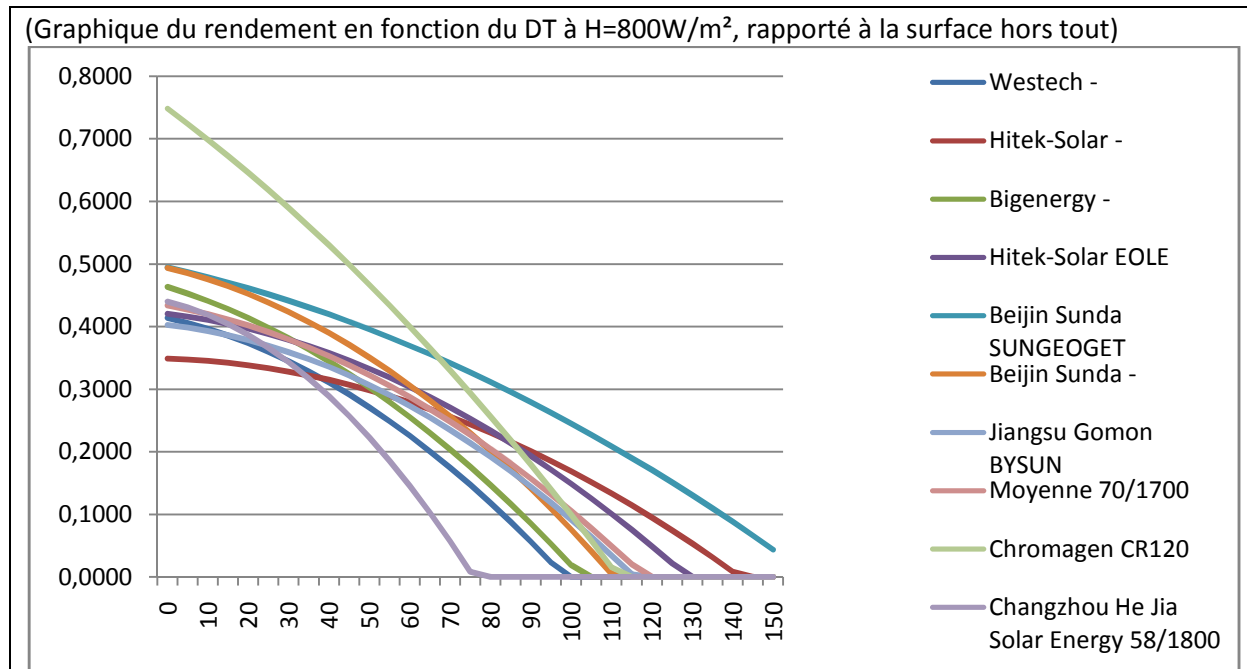
DT est la différence de température entre l'ambient interne du capteur et l'ambient externe au capteur.

Comme il faut un ensoleillement de référence, je propose de retenir celui donné par les feuilles du SPF : 800W/m^2 .

Est-ce une valeur élevée ?

En fait, pas tant que ça.

En valeur instantanée, en plein soleil, à midi solaire, nous pouvons relever, au solarimètre, environ 1100W/m^2 .



Sur une échelle allant de 0 à 150°C de DT (différence entre l'ambient du capteur et l'ambient à l'extérieur du capteur), on peut noter au moins 2 points :

- 1- Le rendement du capteur plan s'écroule assez vite alors que les rendements des capteurs à tubes sous vide chutent tous à des DT plus hauts.
- 2- Que le capteur à tubes sous vide en 58/1800 apparaît comme étant celui qui s'écroule le plus vite.

Mais ce graphique, assez répandu, est trompeur.

En effet, il met en évidence un comportement utopique : avoir des DT supérieures à 50°C relève de la bêtise :

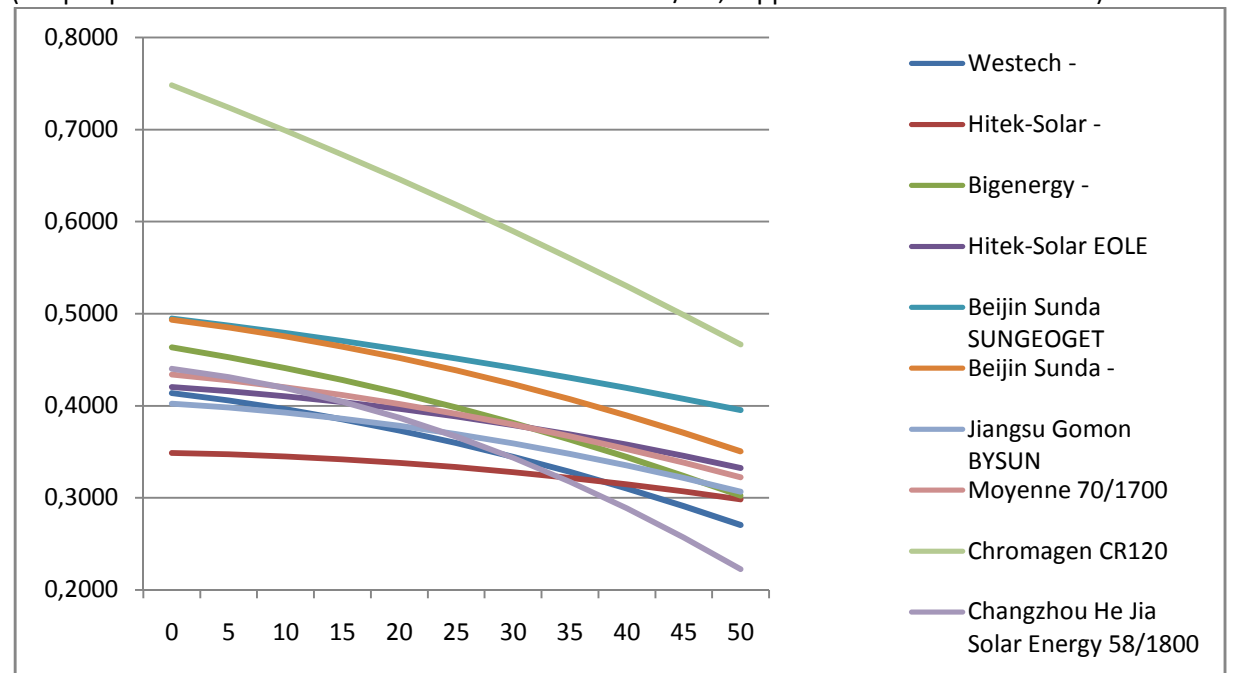
Un DT de 50°C , c'est avoir 50°C dans son stock solaire SSC ou ECS alors qu'il fait 0°C : quasiment inatteignable.

Un DT de 50°C , c'est avoir 80°C dans son stock ECS alors qu'il fait 30°C dehors : inutile.

Mais pire, afficher ce type de graphique, en étant spécialisé « solaire thermique », et argumenter sur le fait que passé 90°C le capteur à tubes sous vide est meilleur que le capteur plan, c'est afficher son incompétence : 90°C de DT, c'est avoir 90°C dans son stock solaire quand il fait 0°C ou avoir 120°C dans son stock ECS quand il fait 30°C dehors. Tout simplement impossible avec les outils communs destinés aux applications domestiques.

Nous allons donc réduire l'échelle et observer en détail :

(Graphique du rendement en fonction du DT à $H=800\text{W/m}^2$, rapporté à la surface hors tout)



Un DT de 30°C ou 35°C semble plus réaliste :

Avec un DT de 35°C, cela veut dire que le stock solaire est à 65°C quand il faut 30°C dehors : Impeccable pour de l'ECS l'été.

Avec un DT de 35°C, cela veut dire que le stock solaire est à 35°C quand il faut 0°C dehors : Impeccable pour de l'appoint au chauffage pour l'hiver.

Avec un DT de 35°C, l'écart de performance entre notre capteur plan « moyen » et la moyenne des capteurs à tubes sous vide en 70/1700 est de ... 50% en faveur du capteur plan !

+50% au lieu des -30% annoncés ici et là... Ca fait quand même 80% d'écart ! Nous ne sommes pas en train de pinailler !

Le capteur de SUNGEOGET (SER) est le seul à se distinguer significativement en affichant un écart de 10% par rapport à la moyenne de ses confrères. Mais il reste quand même moins bon de 20% par rapport au capteur plan...

Quelle devraient être les conditions du système pour donner l'avantage au capteur à tubes sous vide ?

Avoir, par exemple, un DT de 90°C, soit donc, pour une application de SSC, pour un stock solaire à 50°C et une température ambiante extérieure, avec un ensoleillement de 800W/m^2 , de ... -40°C. Ca arrive souvent par chez nous, n'est-ce pas ?

J'entends d'ici les vendeurs/distributeurs et fabricants de capteurs à tubes sous vide sortir l'argument massue :

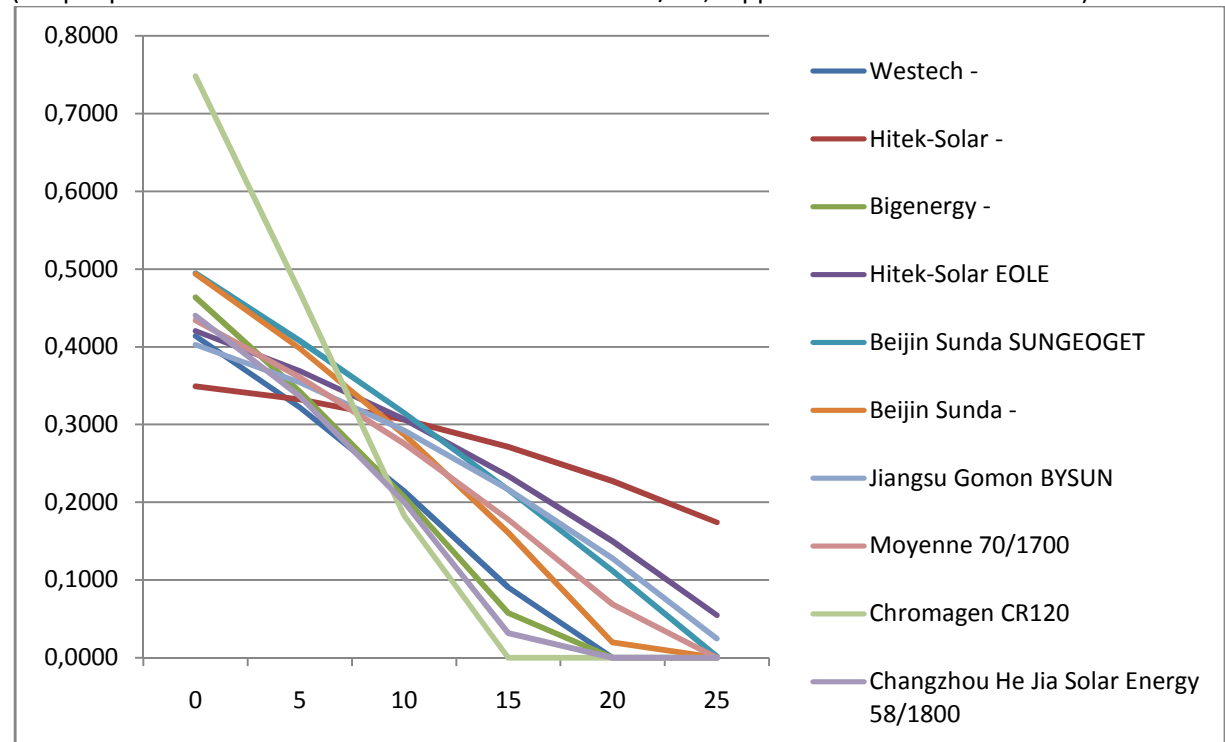
« Oui, mais par temps couvert, le capteur à tubes sous vide permet de récupérer de l'énergie alors que le capteur plan ne génère que des pertes ».

Temps couvert = Nuages bas.

Nous allons donc effectuer une mesure de l'ensoleillement par temps couvert (nuages bas, temps gris). Nous obtenons, grâce à notre solarimètre, une valeur comprise entre 60W/m² et 80W/m².

Nous prendrons donc une valeur moyenne de 70W/m² pour essayer de mettre les capteurs à tubes sous vide en situation favorable.

(Graphique du rendement en fonction du DT à H=70W/m², rapporté à la surface hors tout)



Effectivement, les capteurs à tubes sous vide sont bien plus performants que notre malheureux capteur plan !

Mais essayons tout de même de relativiser.

Le DT maximum raisonnable pour avoir un minimum raisonnable de rendement (20%) est de 15°C. C'est à dire que nous supposons qu'il fasse 20°C dehors et que le stock solaire soit de 35°C. (pas très chaude, la douche solaire...).

Pour ceux qui ont une installation solaire, c'est déjà irréaliste... car quand il fait un temps couvert, le stock solaire tombe très vite car il ne faut pas oublier que l'on puise dedans !

Mais admettons...

Cas d'un CESI (stock de 300l) :

Avec un rendement de 20%, sur un champ de capteur solaire de 5m² sous ensoleillement de 70W/m², nous récupérerons, au bout d'une heure... (70x0,20)x5=70Wh.

Si le temps reste couvert toute la journée (10h), nous avons récupéré dans notre stock solaire, environ 700Wh.

Que nous a apporté la journée en termes de hausse de température, en supposant que nous n'ayons pas puisé dans le stock solaire ?

A peine 2,0°C si l'on ne tient pas compte des rendements et pertes des organes auxiliaires (pompes, échangeurs, canalisations, ...)

Si l'on a puisé dans le stock solaire, Le capteur plan reprend l'avantage car l'eau arrivant entre 12 et 15°C environ, nous travaillons de nouveau avec un DT de 5°C à 7°C et au mieux, le capteur à tubes sous vide produit autant que le capteur plan...

Cas d'un SSC (stock de 800l) :

Pour conserver un avantage certain pour les capteurs à tubes sous vide, il nous faut préserver notre DT de 15°C.

Pour puiser raisonnablement dans le stock solaire, il faut qu'à minima, la température du stock soit de 30°C...

Il nous faut donc une température externe de ... 15°C minimum, sans quoi il n'y a plus de rendement du tout, même pour les capteurs à tubes sous vide.

Si la température externe est inférieure à 15°C, donc nous avons alors un DT supérieur à 20°C, le rendement est alors égal à 0...

La marge de manœuvre est ténue. Mais admettons.

Sur un champ de capteur solaire de 20m² sous ensoleillement de 70W/m², nous récupérons, au bout d'une heure... $(70 \times 0,2) \times 20 = 280 \text{Wh}$.

Si le temps reste couvert toute la journée (10h), nous avons récupéré dans notre stock solaire, environ 2800Wh.

Que nous a apporté la journée en termes de hausse de température, en supposant que nous n'ayons pas puisé dans le stock solaire ?

A peine 1,0°C si l'on ne tient pas compte des rendements et pertes des organes auxiliaires (pompes, échangeurs, canalisations, ...)

Comme nous pouvons supposer que l'on ait puisé dans le stock (je rappelle que nous avons besoin de chauffer car il faut 15°C à l'extérieur, sans Soleil qui plus est), la température du stock va chuter pour finir par arriver à 20°C. Avec une température extérieure de 15°C, nous nous retrouvons avec un DT de 5°C.

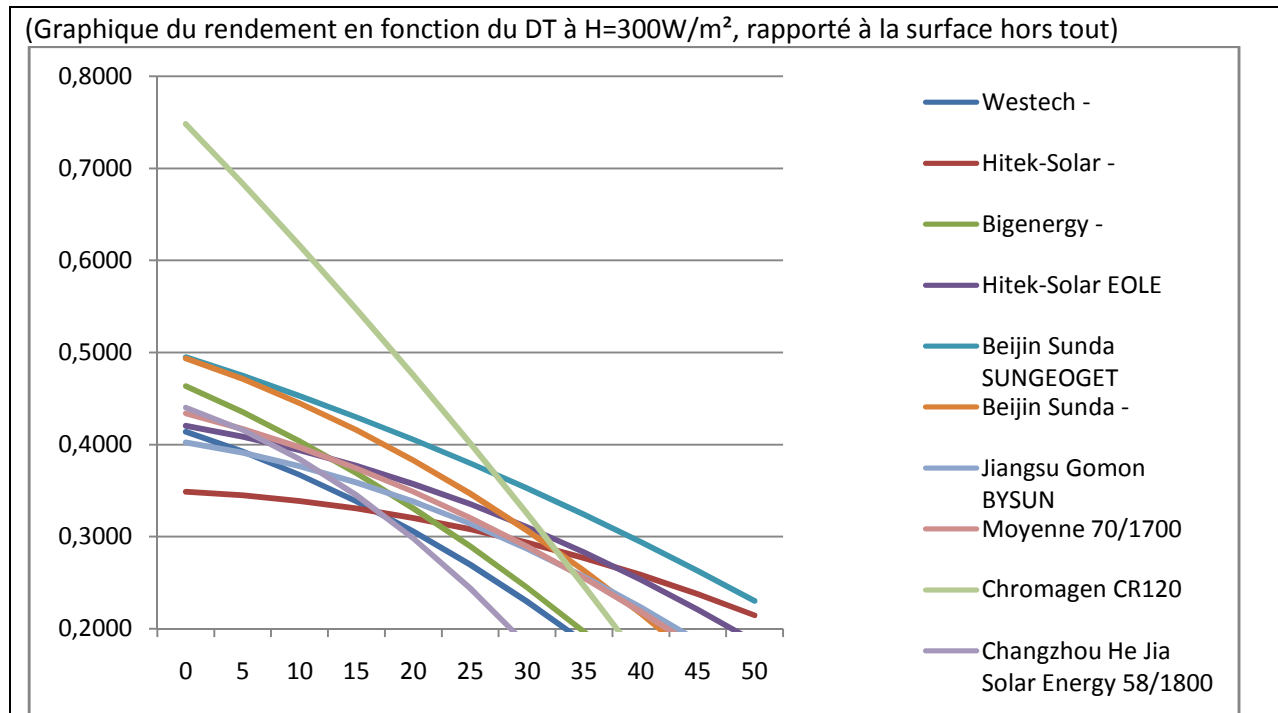
Le capteur plan reprend significativement l'avantage (70% plus performant quand même).

J'entends d'ici les vendeurs/distributeurs et fabricants de capteurs à tubes sous vide essayer de se défendre en prétextant :

« Oui, mais il faut qu'il y ait un peu de soleil quand même... ».

Temps mi-couvert = Nuages bas + nuages haut, Soleil pointant son nez de temps en temps.

Nous allons donc effectuer une mesure de l'ensoleillement avec ces caractéristiques. Nous obtenons, grâce à notre solarimètre, une valeur moyenne de 300W/m^2 .



Avec un DT de 30°C , les plans et les tubes ont le même rendement.

Si le DT est inférieur à 30°C , le capteur plan reprend l'avantage.

Mais où sont donc les 25% à 35% de supériorité des capteurs 70/1700 par rapport aux capteurs 58/1800 ou par rapport aux capteurs plans? Je ne sais pas, mais pas ici en tout cas.

Mais alors, tous les capteurs à tubes sous vide ont globalement le même comportement ? Ben ouais. Mais alors, si l'on veut un capteur performant, faut-il obligatoirement se tourner vers la technologie « sous vide » ? Ben non...

Pourquoi les femmes mettent-elles des chaussures à talon haut ?

Est-ce parce que les chaussures à talon haut sont issues d'une technologie de pointe maintenant accessible au grand public ?

Marchent-elles mieux, plus vite et vont-elles plus loin ?

En conclusion :

Il ne faut pas confondre les effets de mode et les performances réelles.

Les critères subjectifs favorisant la vente et l'analyse objective des performances relevées par les laboratoires de mesure.

Maintenant que nous avons évoqué l'aspect technique, penchons nous sur le rapport qualité/prix. En effet, et indépendamment de la provenance, il peut être utile d'estimer le prix des produits. Si un capteur est peu cher, même peu performant, il peut-être d'un meilleur rapport qualité/prix qu'un autre capteur, plus cher mais plus performant.

En réalité, plutôt que de parler de qualité/prix, il est plus prudent, avec des données objectives, de parler de prix/performance.

Comment, de façon objective et rapide, peut-on choisir son matériel et être - à peu près - sûr de faire au moins un choix acceptable ?

Nous prendrons les 3 données essentielles qu'il vous faut posséder lorsque vous aller acheter votre matériel:

1- le prix du capteur.

Prenez le Hors Taxe, c'est à dire sans la pondération de la TVA à 5,5%, celle à 19,6%. Cela permet également de mettre tous les matériels sur le même pied d'égalité, y compris ceux qui n'ont pas de TVA (importations pirates).

Les occasions et les dons peuvent également y participer. Si le matériel fait l'objet d'une transaction entre particuliers (pas de TVA), admettez que le prix TTC soit égal au prix HT, ceci du à la décote du matériel, non neuf ou ayant significativement servi.

2- la surface hors tout du capteur.

Prenez la surface Hors tout de votre capteur. C'est la seule qui compte. Nous venons de le démontrer.

Vous pouvez avoir un matériel fonctionnant avec une très petite surface d'absorbeur (la partie noire ou bleue foncée d'un capteur solaire) mais devant être "entourée" d'un grand cadre.

Lequel des 2 capteurs est le plus performant, si tout les 2 produisent la même énergie :

Pour l'un d'entre eux, la surface de l'absorbeur est de la taille d'une pièce de 2 euros mais il vous faut un cadre grand comme votre jardin...

Pour l'autre, la surface de l'absorbeur est 1000 fois plus grande (2m²) mais dispose d'une surface hors tout de ... 2,1m²...

Donc, il est important de comparer à surface de référence identique... la surface Hors Tout.

3- le rendement du capteur.

Globalement, le rendement d'un capteur est donné en fonction de la température d'utilisation et du rayonnement.

Nous sommes en France, le rendement "normal" d'un capteur solaire doit être considéré avec un rayonnement moyen "normal".

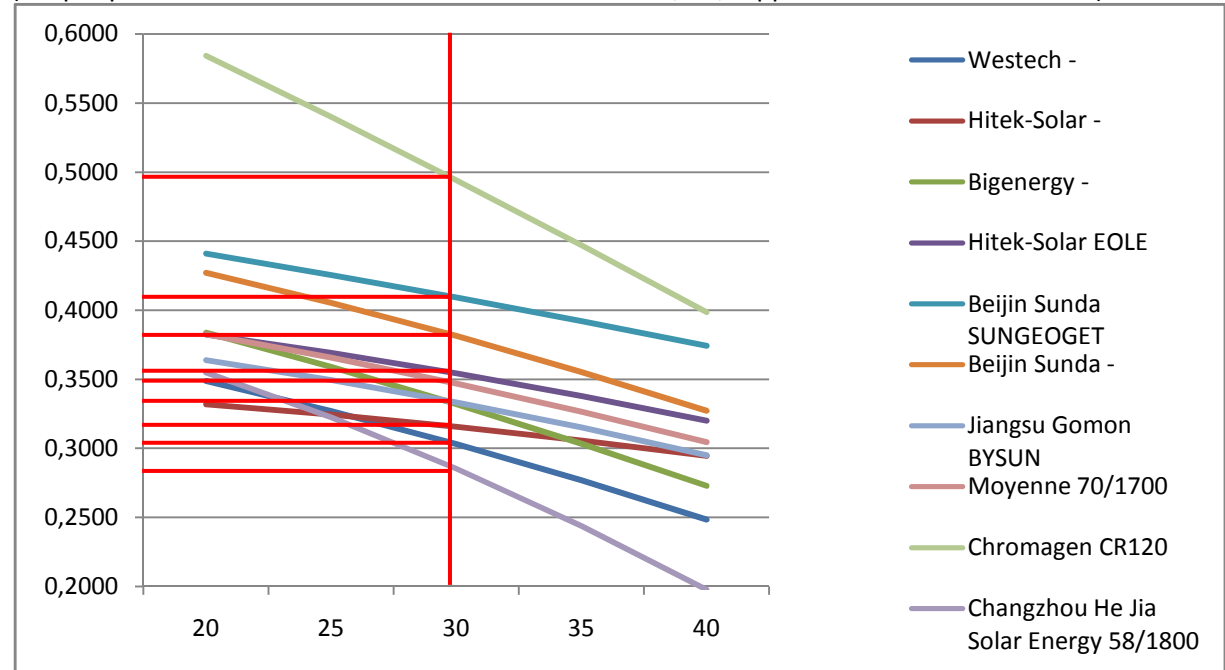
150W/m² étant le rayonnement moyen normal par temps couvert (pas de soleil, donc pas de solaire...).

800W/m² étant le rayonnement moyen normal par très beau temps (ça cartonne fort, mais c'est pas forcément tous les jours de l'année...).

Nous prendrons donc le rayonnement moyen normal, soit 500W/m^2 , ceci pour éviter de « pénaliser » significativement les capteurs à tubes sous vide.

Quelle est la température de fonctionnement « ordinaire » ? En fait, ça dépend de plein de facteurs, mais nous considérerons qu'un DT de 30°C est une valeur "normale" admissible très régulièrement.

(Graphique du rendement en fonction du DT à $H=500\text{W/m}^2$, rapporté à la surface hors tout)



Pour un DT de 30°C , quelle sont les valeurs de nos différents capteurs ?

Il suffit, avec une règle de reporter, pour le $DT=30^\circ\text{C}$, la valeur du rendement au m^2 hors tout considéré.

Pour notre démonstration, nous obtenons :

Fabricant	Distributeur	n
Westech		0,303
Wuxi		0,316
Bigenergy		0,332
Wuxi	EOLE	0,354
Beijin Sunda	SUNGEOGET	0,409
Beijin Sunda		0,381
Jiangsu Gomon	BYSUN	0,333
Moyenne des tubes 70mm		0,347
Chromagen		0,494
Changzhou He Jia Solar Energy		0,285

Collectez les prix et dimensions des produits sur lesquels vous avez un intérêt particulier et vous effectuez, pour chacun des matériels, l'opération suivante:

Le prix HT du capteur / La surface Hors Tout du capteur / le rendement du capteur

Vous classerez les chiffres obtenus par ordre croissant.

Vous mettrez ainsi en évidence le matériel ayant le meilleur rapport prix/performance.