

Séminaire R&D Solaire Thermique ADEME

Projet SySTHeff: Development d'un système solaire combine

Aurélien DIDELOT : Responsable R&D Couche Sélective : Viessmann Faulquemont

Bernd HAFNER : Développement technologique et systèmes: Viessmann Werke

Description du projet

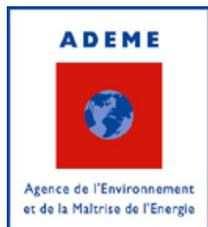


Buts

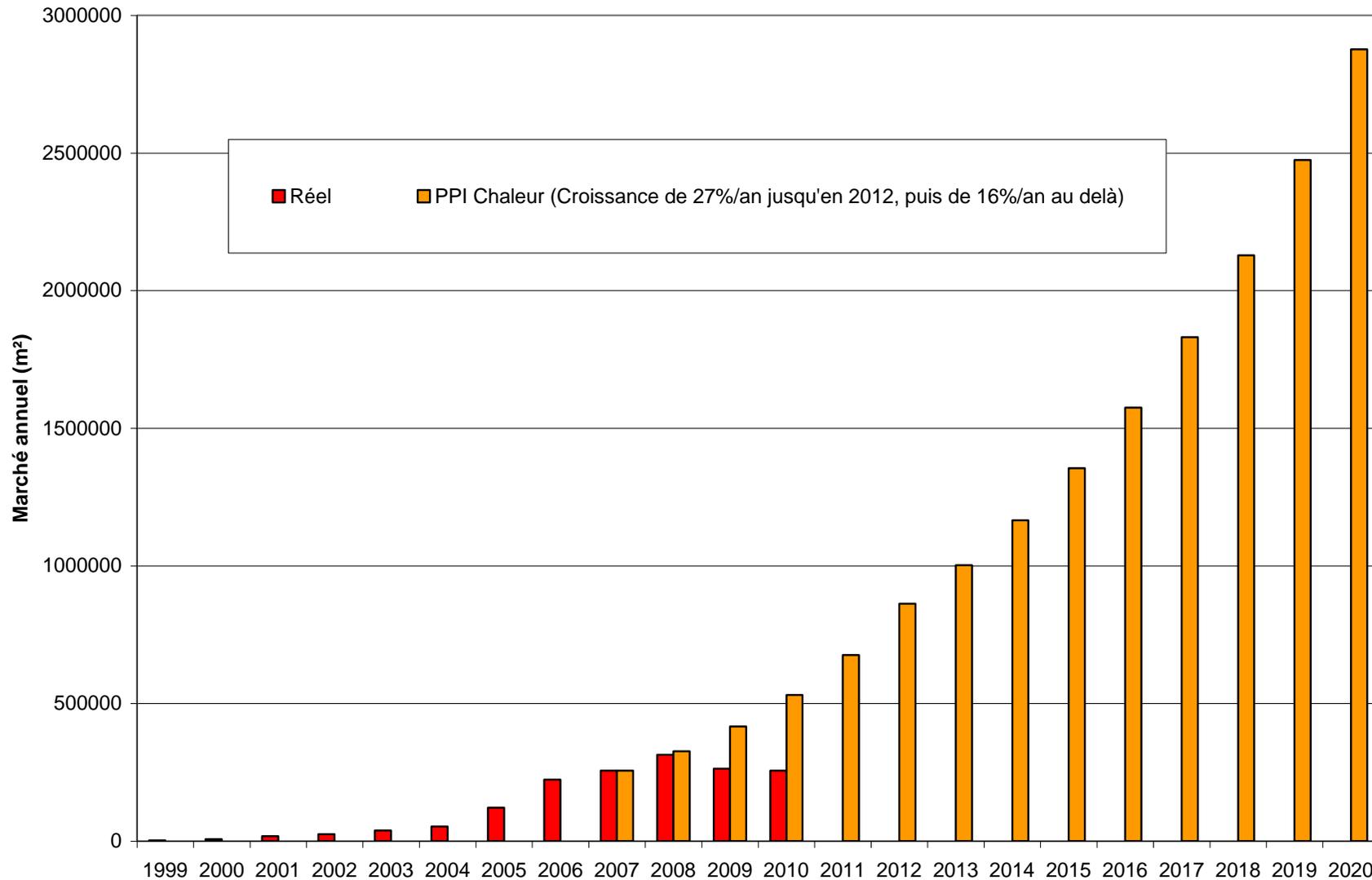
- SSC avec une économie d'énergie > 50 % pour une maison individuelle
- Coût de l'énergie solaire comparable à celui de l'énergie conventionnelle

Réalisation

- Nouveau capteur solaires « thermochrome » limitant la température de stagnation - permettant de s'affranchir des contraintes et de coûts (vase d'expansion, vieillissement du fluide antigel, ...)
- Une nouvelle génération de systèmes solaires combinés préfabriqués et optimisés en terme de coût et de performances, permettant de réduire le temps de mise en œuvre sur le chantier, les risques d'erreur d'installation et de fonctionnement.

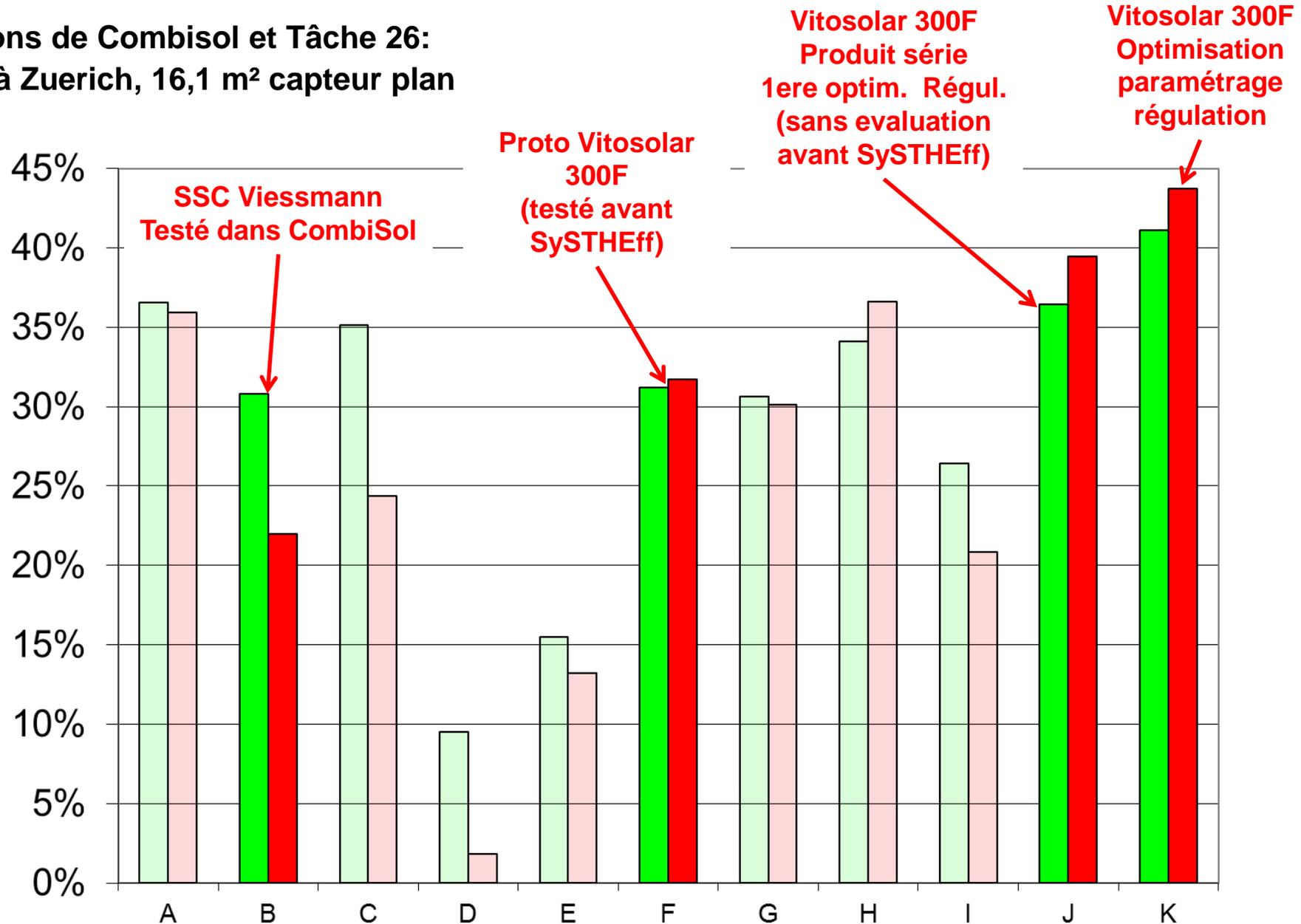


Marché solaire en France en 2011 - au moment du dépôt du dossier SySTHeff



Résultats SySTHeff : performance des systèmes

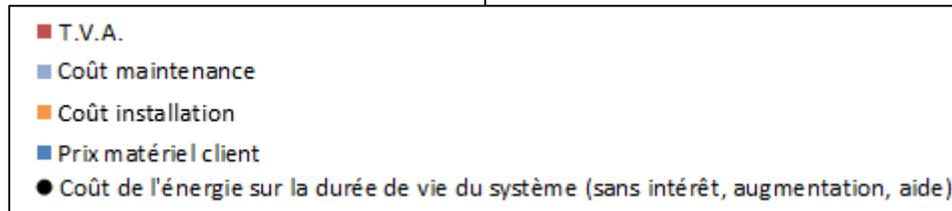
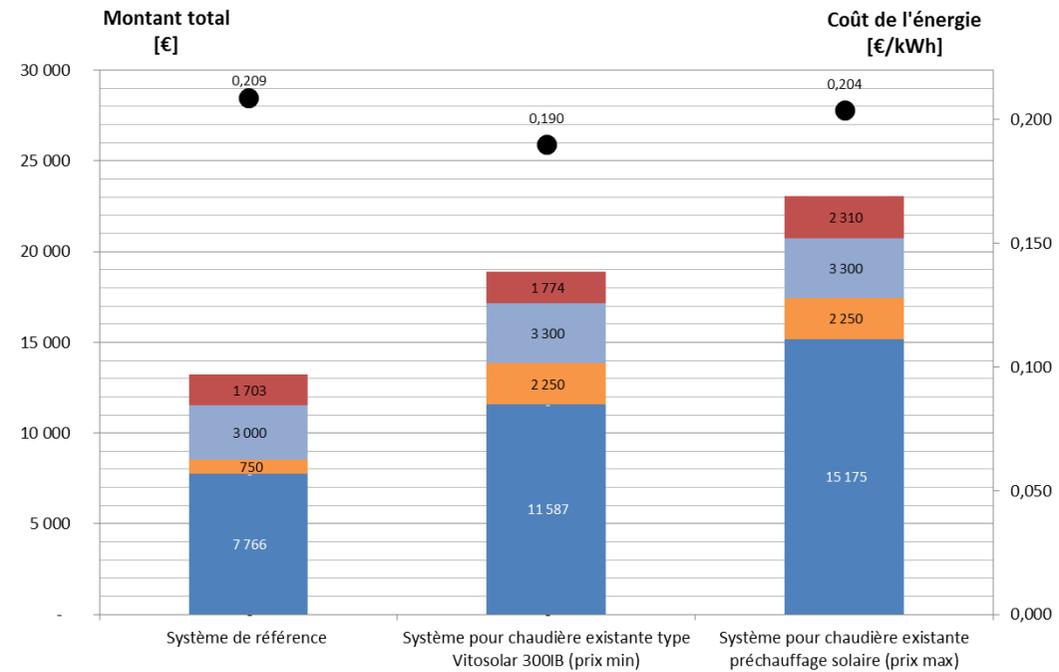
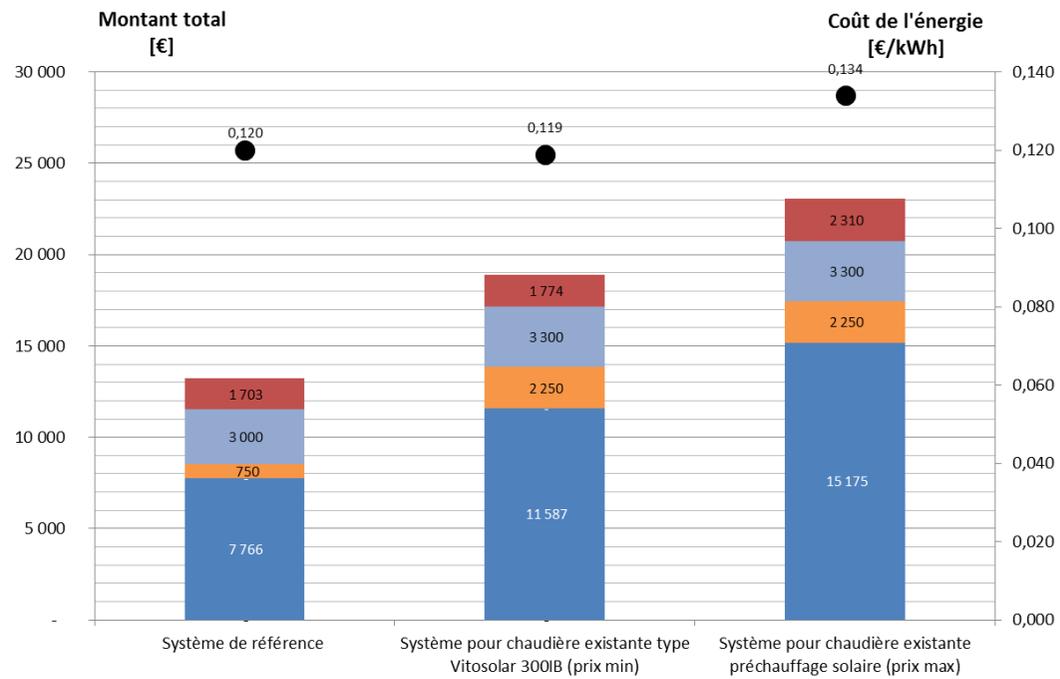
Conditions de Combisol et Tâche 26:
SFH 60 à Zuerich, 16,1 m² capteur plan



Résultats SySTHeff : économie des systèmes

Gaz naturel (0,05 €/kWh)

Propane (0,14 €/kWh)



La couche ThermProtect : Limitation passive des surchauffes

Aurélien DIDELOT : Responsable R&D Couche Sélective : Viessmann Faulquemont

Bernd HAFNER : Développement technologique et systèmes: Viessmann Werke

VITOSOL SYSTEME THERMPROTECT



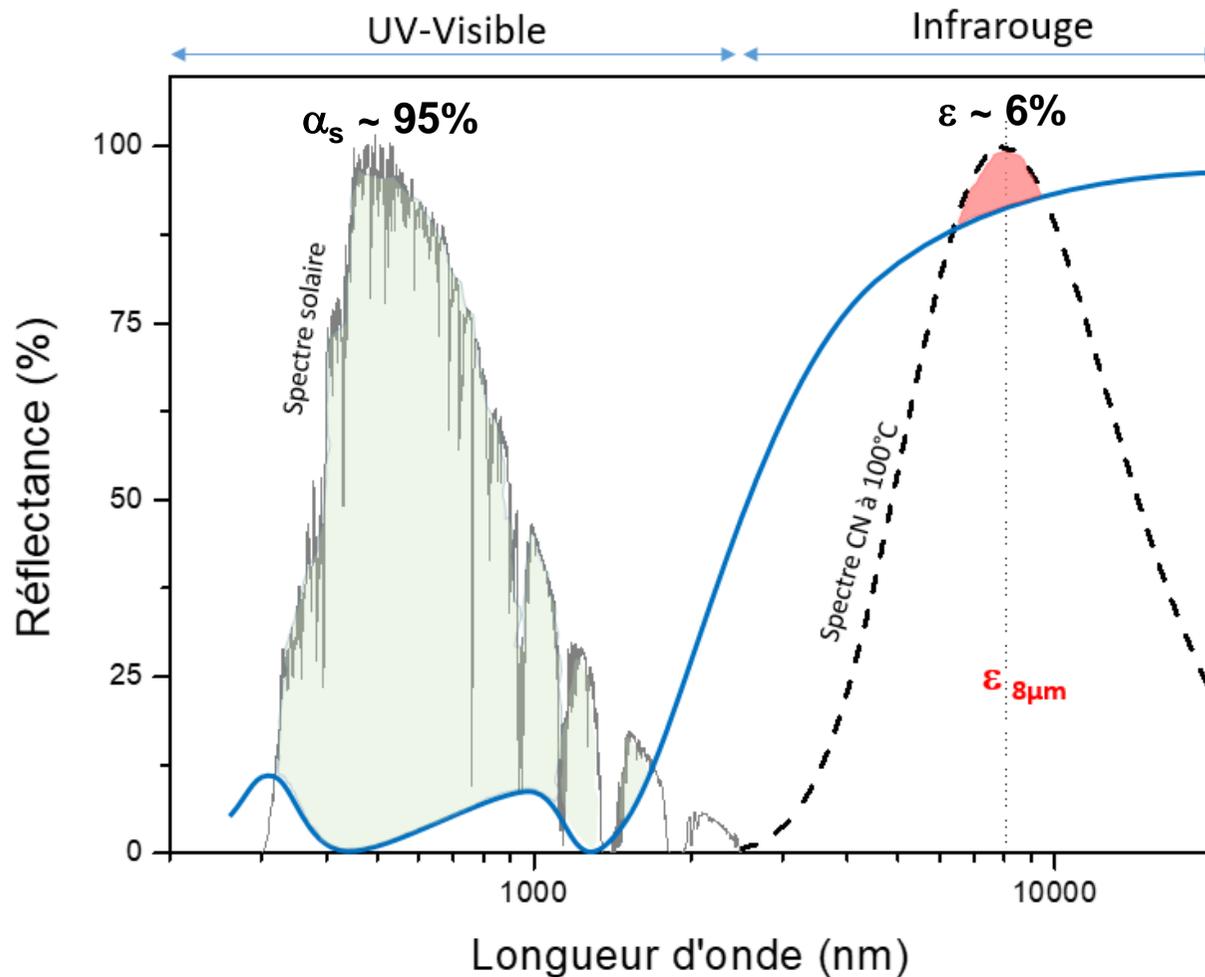
**La solution contre les températures élevées
VITOSOL-FM THERMPROTECT
Absorbeur à effet thermochromique**



Participez à la révolution solaire



Problème : Stagnation et surchauffe des panneaux



En 2013 :
Couche standard : oxynitride de chrome



- Forte absorption :
 $\alpha \sim 95\%$ pour $\lambda = 360$ à 2000 nm
- Faible émissivité infrarouge :
 $\epsilon < 6\%$ pour $\lambda = 8 \mu\text{m}$

Problème :

Lorsque la consommation d'eau est faible, le capteur solaire entre en stagnation. La température de ce dernier peut atteindre 220°C . Le fluide caloporteur surchauffe ce qui entraîne de nombreux problèmes → Dégradation du fluide (évaporation – condensation), surpression, longévité des installations...

Avantages du système thermochrome

→ Le phénomène de surchauffe entraîne une dégradation du fluide caloporteur

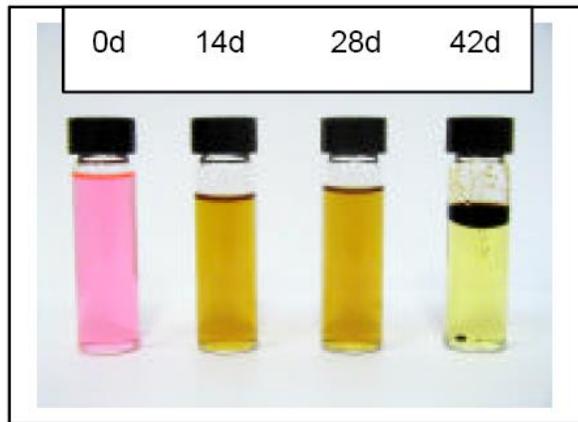


Abb.4: Autoklaventest Tyfocor[®] LS bei 235 °C



→ Evité avec l'utilisation du revêtement ThermProtect

DUREE DE VIE DU SYSTEME SOLAIRE PROLONGEE

Avantages du système thermochrome

→ Problèmes courant avec les systèmes solaires



La vapeur détruit les composants
→ fuites

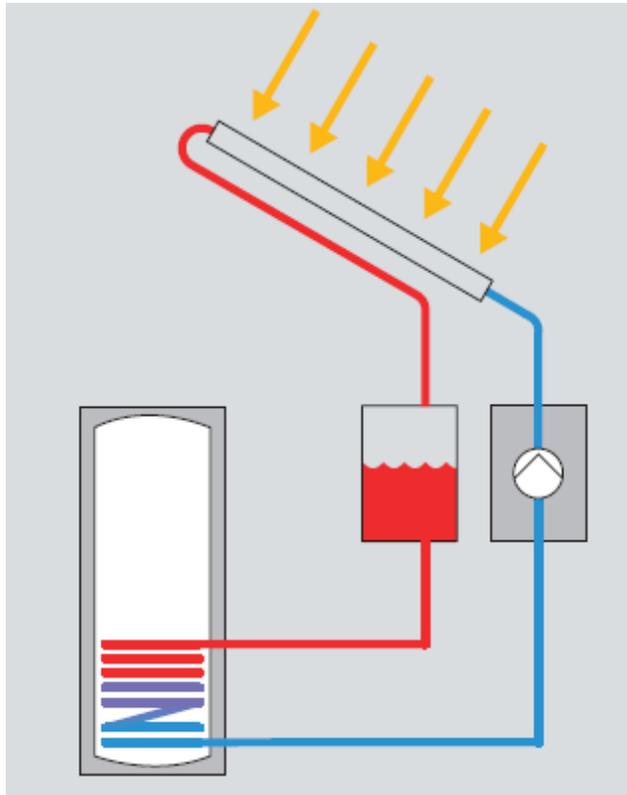
→ Evité avec l'utilisation du revêtement
ThermProtect

DUREE DE VIE DU SYSTEME SOLAIRE PROLONGEE



Avantages du système thermochrome

Drainback



→ Drainback système

Système de protection du fluide non nécessaire
→ réduction du coût

→ Evité avec l'utilisation du revêtement ThermProtect



DUREE DE VIE DU SYSTEME SOLAIRE PROLONGEE



Problématique : Eviter la surchauffe

Problématique : → Mettre au point une couche conservant des propriétés optiques optimales tout en évitant la surchauffe des capteurs solaires.

Solution : → Utilisation d'un matériau thermochrome :
Le thermochromisme est la capacité de certains matériaux à changer de couleur en fonction de la température.

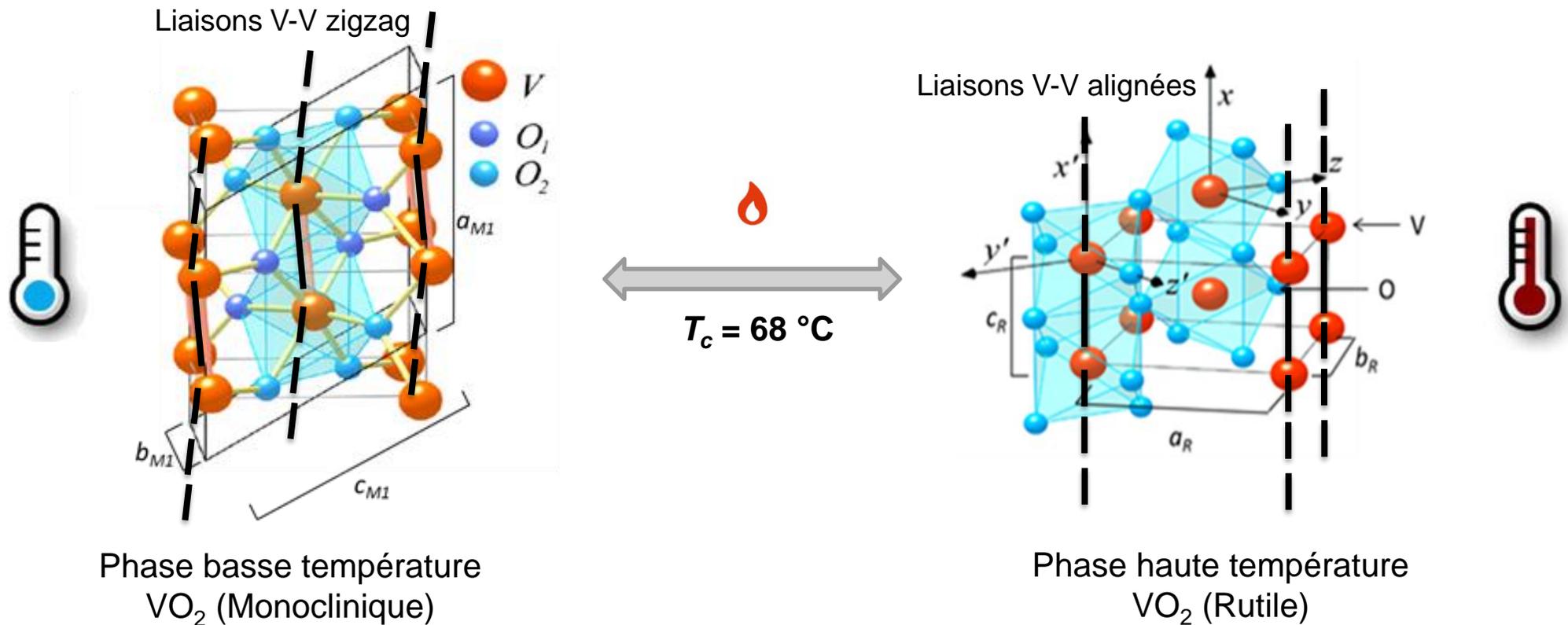
Exemples d'application pour des matériaux thermochromes :



Solution : couche thermochrome

Intérêt du VO₂ :

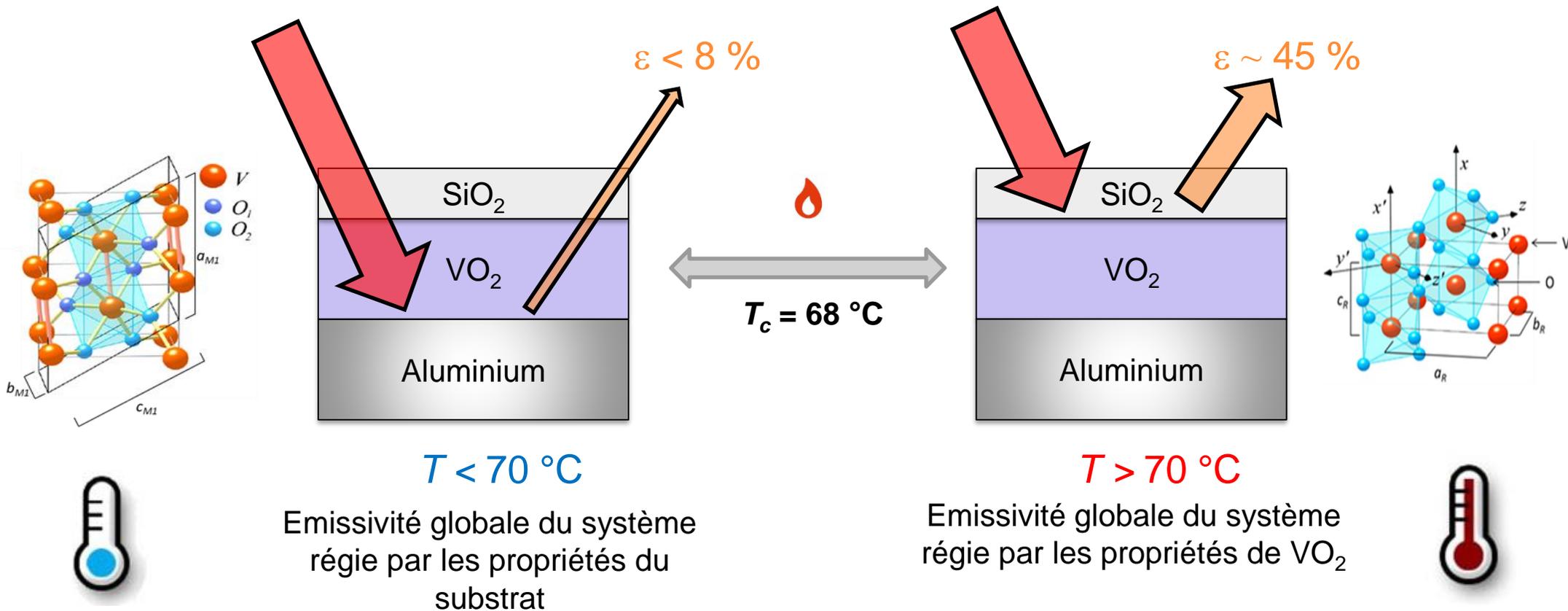
Le dioxyde de vanadium est un oxyde a priori « simple », de formule VO₂, présentant une transition métal-isolant à une température T_c de 68 °C. Cette transition entraîne une forte modification des propriétés électriques et optiques.



Solution : couche thermochrome

Intérêt du VO₂ :

Le dioxyde de vanadium est un oxyde a priori « simple », de formule VO₂, présentant une transition métal-isolant à une température T_c de 68 °C. Cette transition entraîne une forte modification des propriétés électriques et optiques.



Solution : couche thermochrome

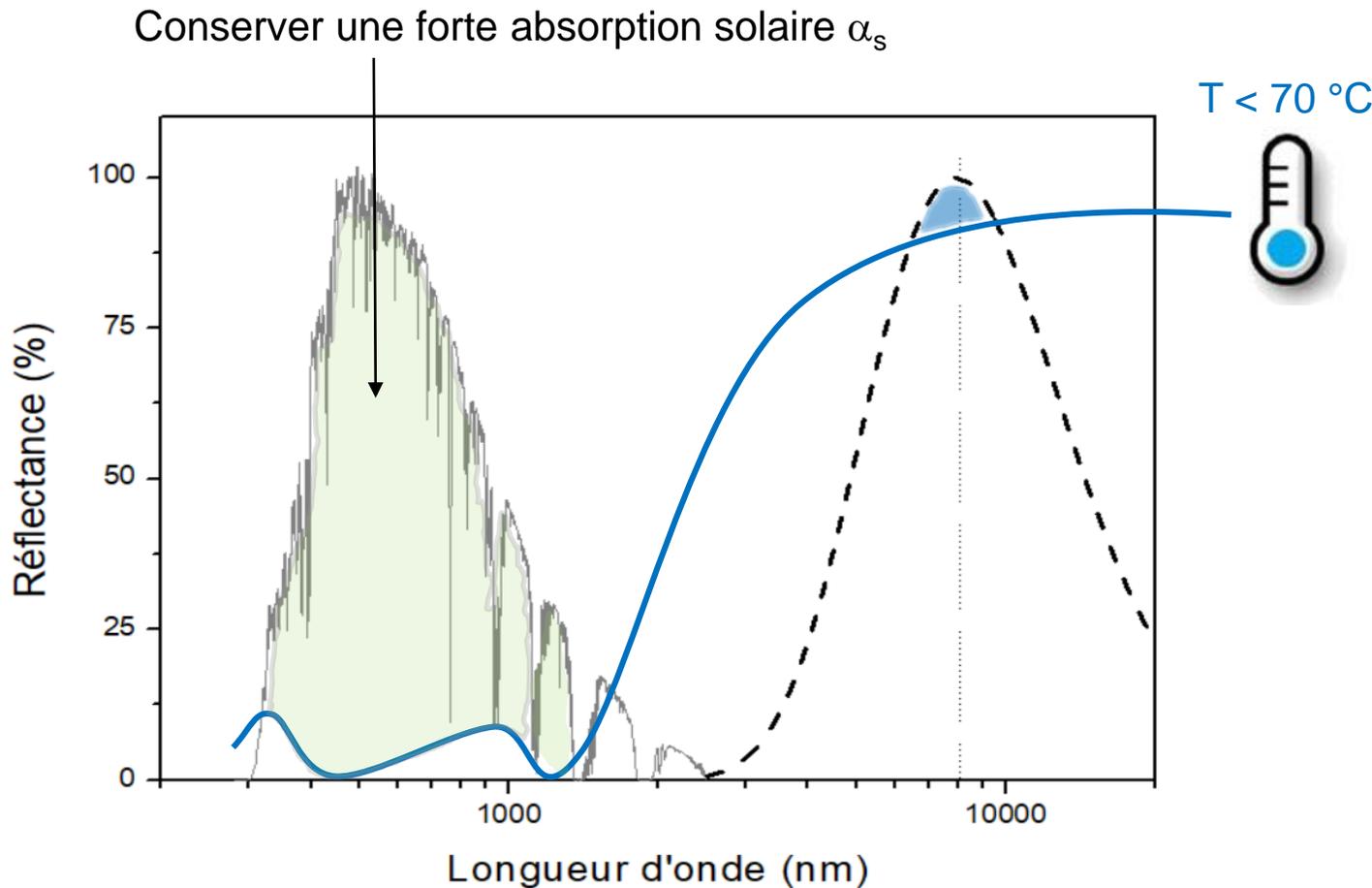
Problématique :

Mettre au point une couche conservant des propriétés optiques optimales tout en évitant la surchauffe des capteurs solaires.

Solution :

Mise au point d'une couche sélective thermochrome permettant une régulation passive des propriétés optiques

→ A basse température :
 $\alpha > 94\%$ pour $\lambda = 360$ à 2000 nm
 $\varepsilon < 10\%$ ($\lambda = 8 \mu\text{m}$)



Solution : couche thermochrome

Problématique :

Mettre au point une couche conservant des propriétés optiques optimales tout en évitant la surchauffe des capteurs solaires.

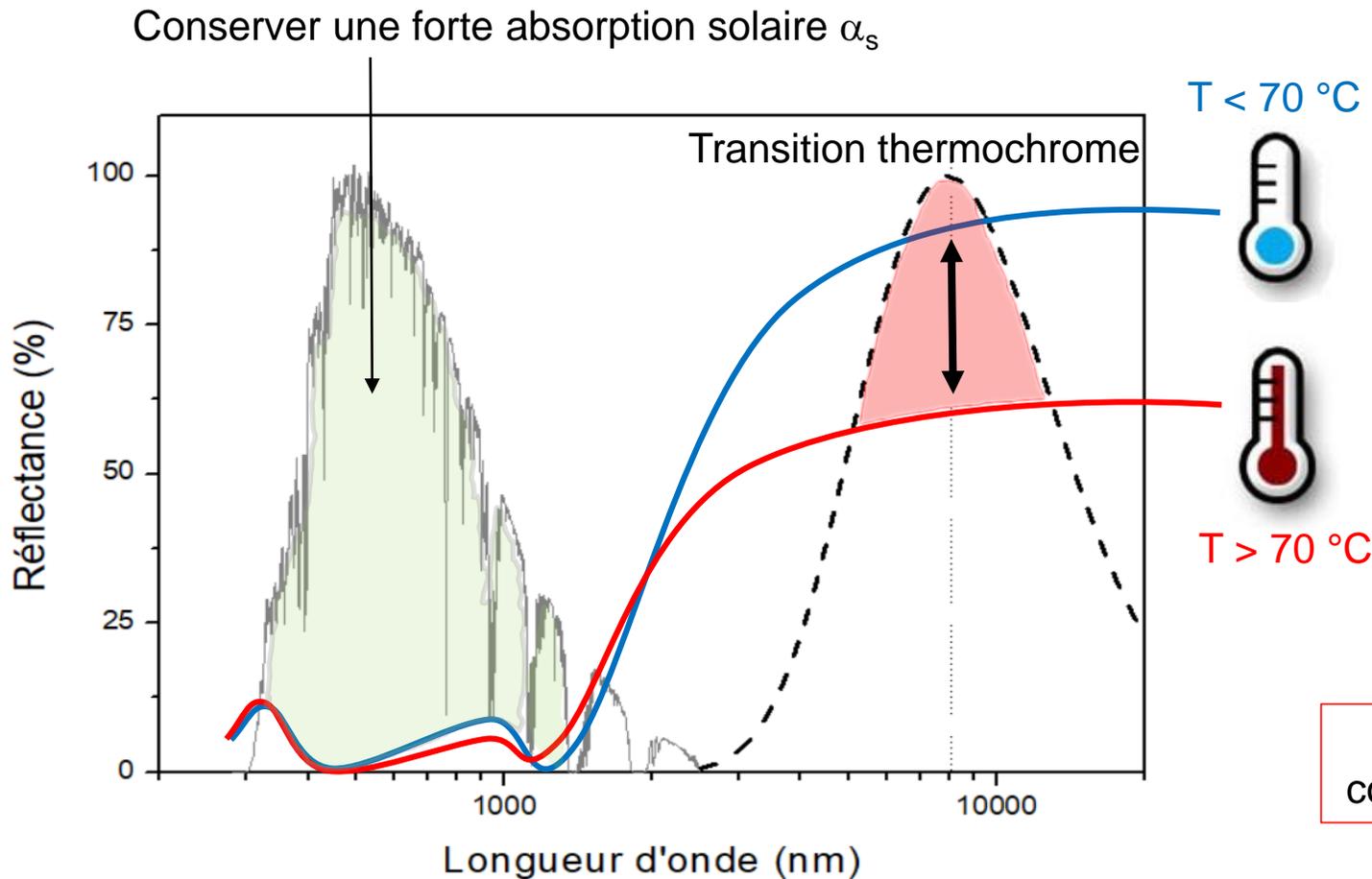
Solution :

Mise au point d'une couche sélective thermochrome permettant une régulation passive des propriétés optiques

→ A basse température :
 $\alpha > 94\%$ pour $\lambda = 360$ à 2000 nm
 $\varepsilon < 8\%$ ($\lambda = 8 \mu\text{m}$)

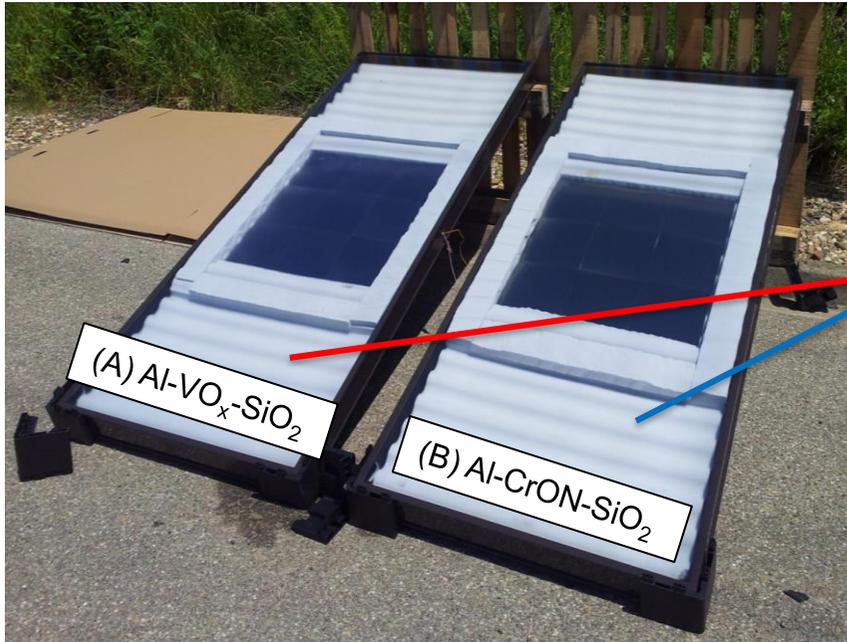
→ A haute température :
 $\alpha > 94\%$ pour $\lambda = 360$ à 2000 nm
 $\varepsilon > 40\%$ ($\lambda = 8 \mu\text{m}$)

→ Transition thermochrome complètement réversible et passive

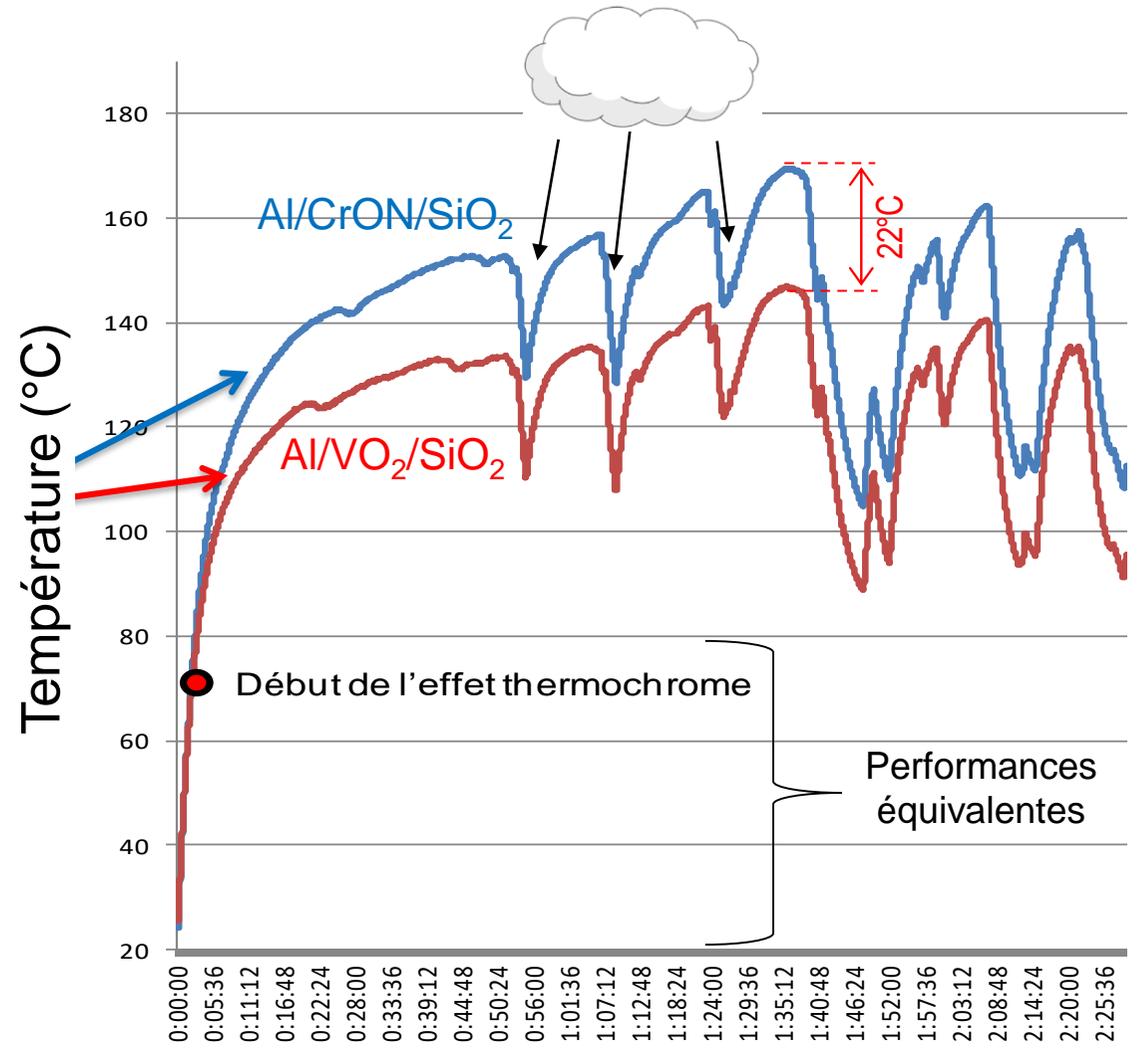


Faisabilité du concept

Prototypes de panneaux solaires de type Al/VO_x/SiO₂



Validation de l'effet thermochrome

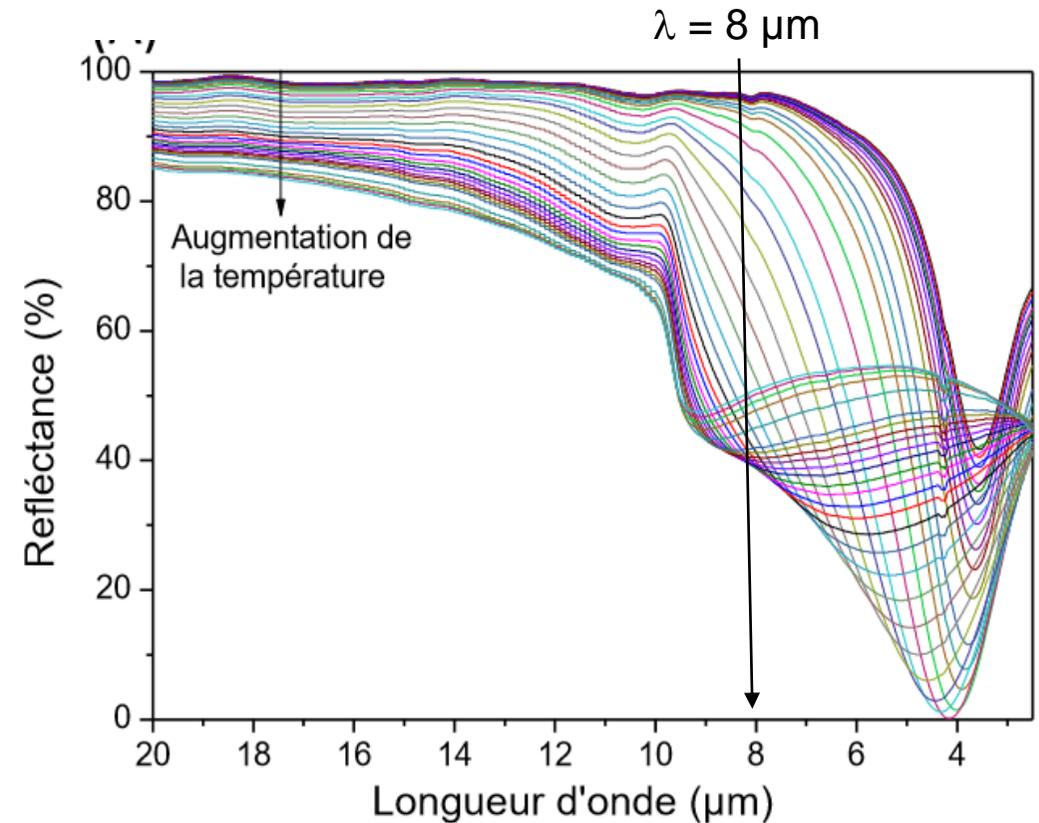
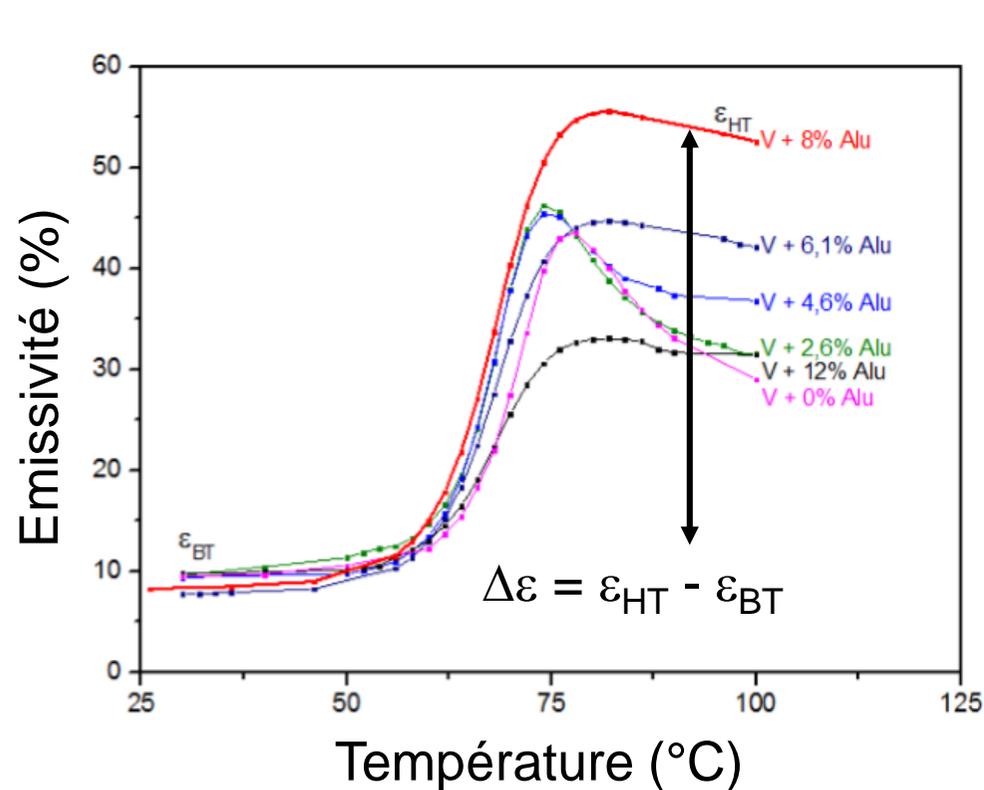


Temps (hh, mm, ss)

- Diminution de la température de stagnation de 22 °C
- Bon début, mais pas suffisant pour éviter la surchauffe

Amélioration de l'effet thermochrome : dopage

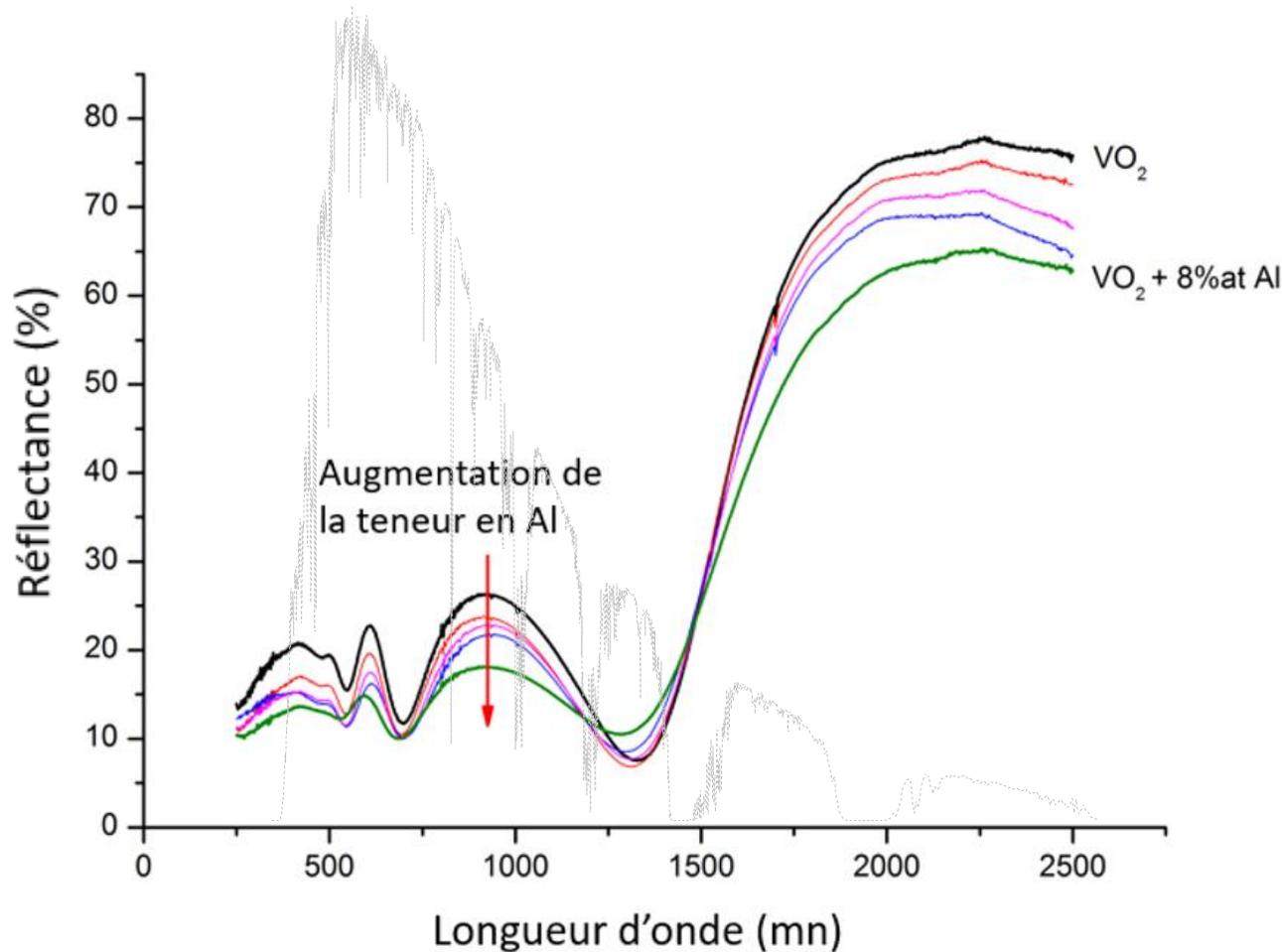
Evolution de l'émissivité en fonction de la quantité d'aluminium



- Augmentation du $\Delta\epsilon$ avec l'introduction d'aluminium
- Dopage optimal : 8 % at - Diminution du $\Delta\epsilon$ au-delà

Amélioration de l'effet thermochrome : dopage

Variation de la réflexion en fonction de la quantité d'aluminium



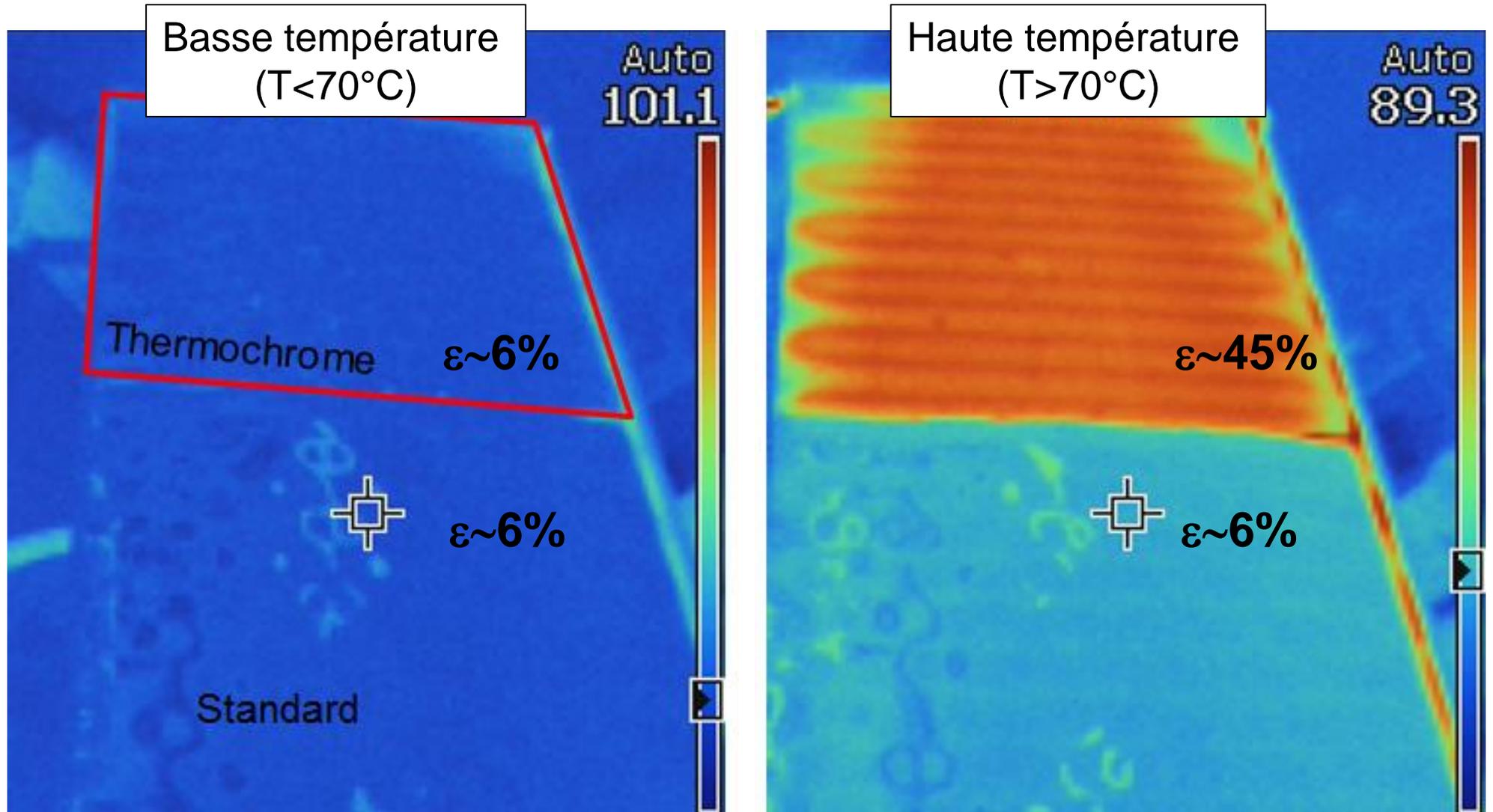
L'augmentation de la quantité d'aluminium dans le film entraîne une diminution de la réflexion dans la gamme 250 – 2500 nm.

- α (0%) = 78 %
- α (~2%) = 80,5 %
- α (~4%) = 81 %
- α (~6%) = 82 %
- α (~8%) = 85 %

→ Amélioration des propriétés d'absorption solaire

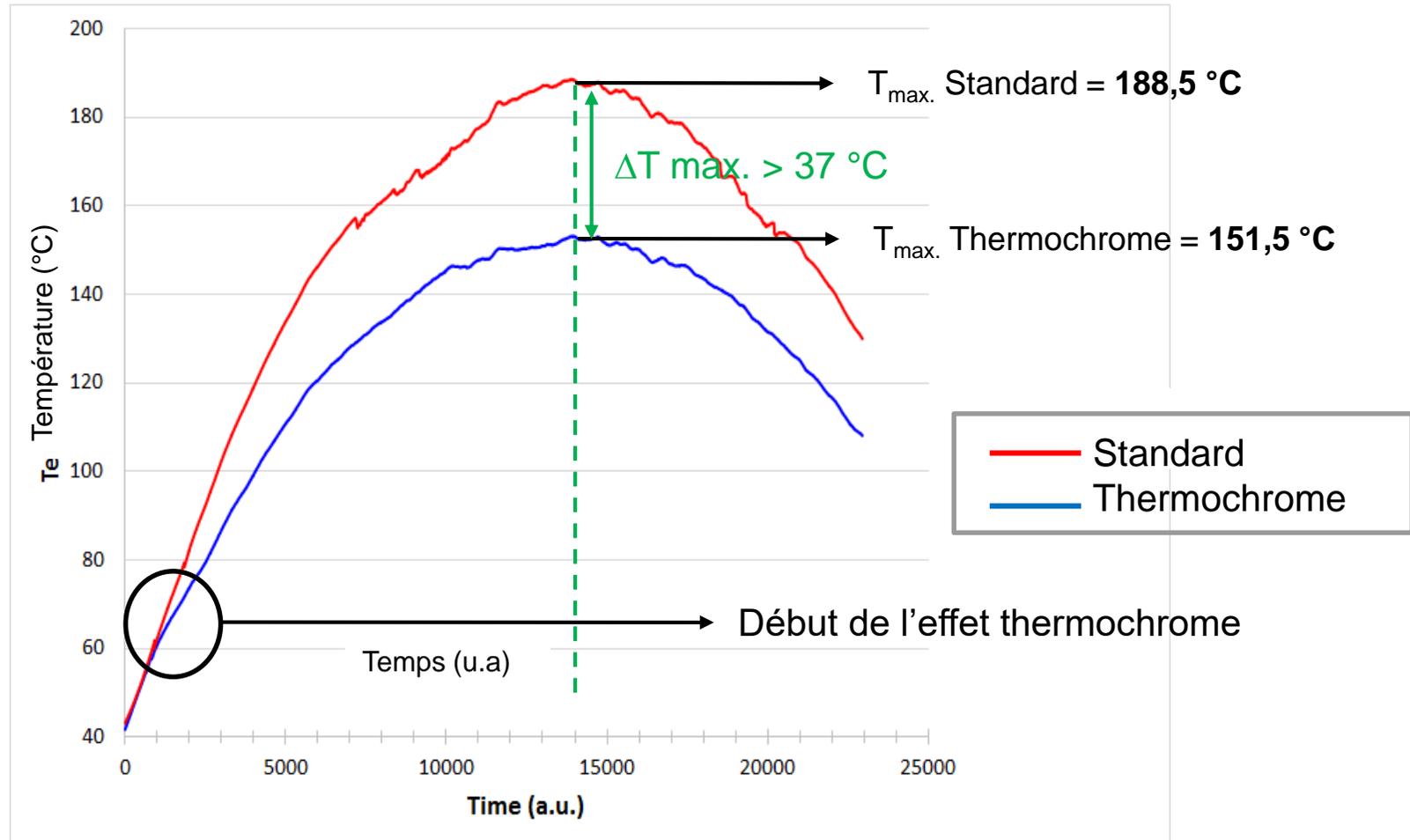
Contrôle qualité : Vérification des propriétés optiques

- 2 absorbeurs (standard et thermochrome) soudés sur le même serpentín de cuivre



Limitation de la surchauffe

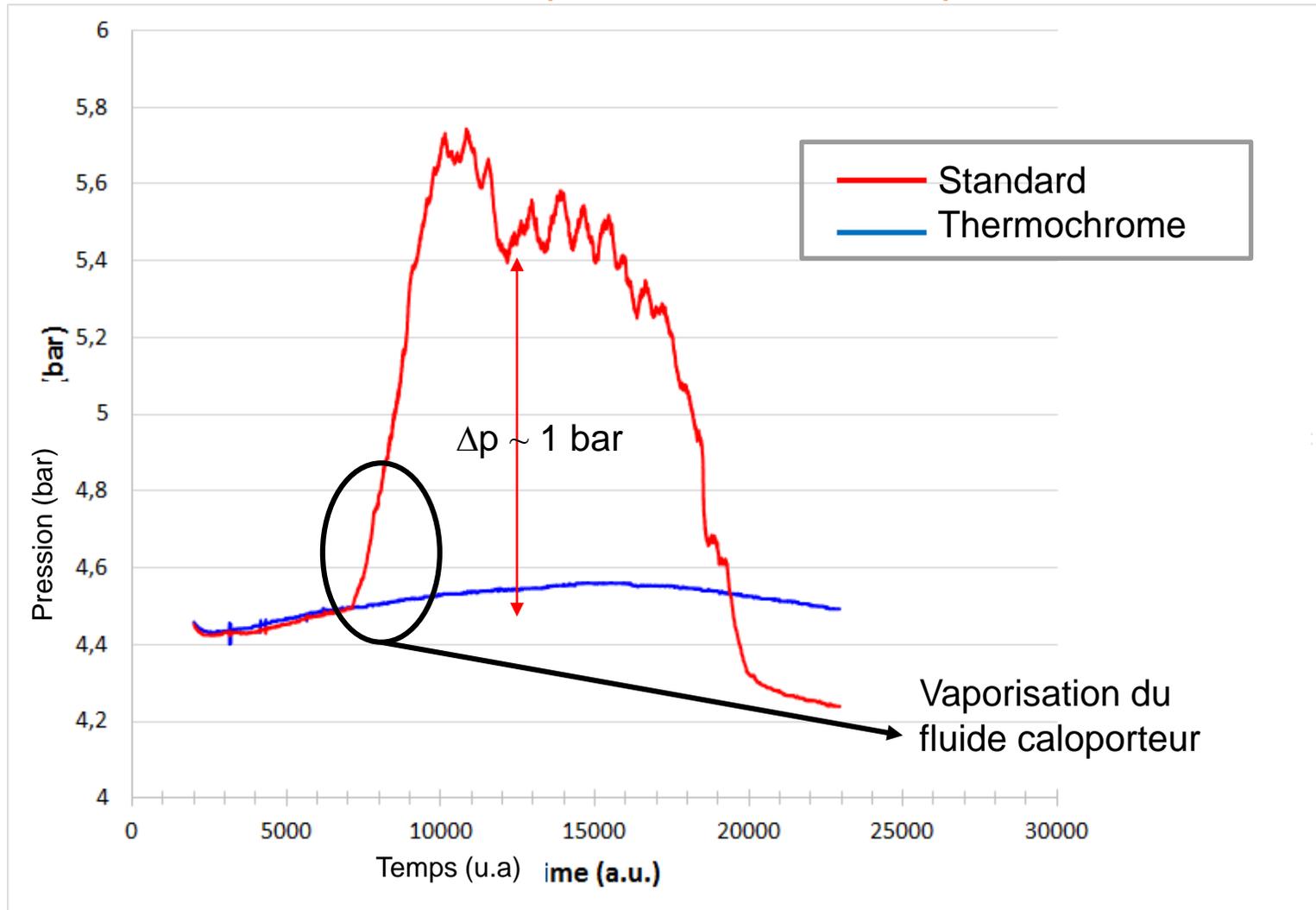
Evolution de la température du capteur solaire



- Performances « basse température » identiques
- Diminution de la température maximale

Limitation de la surchauffe

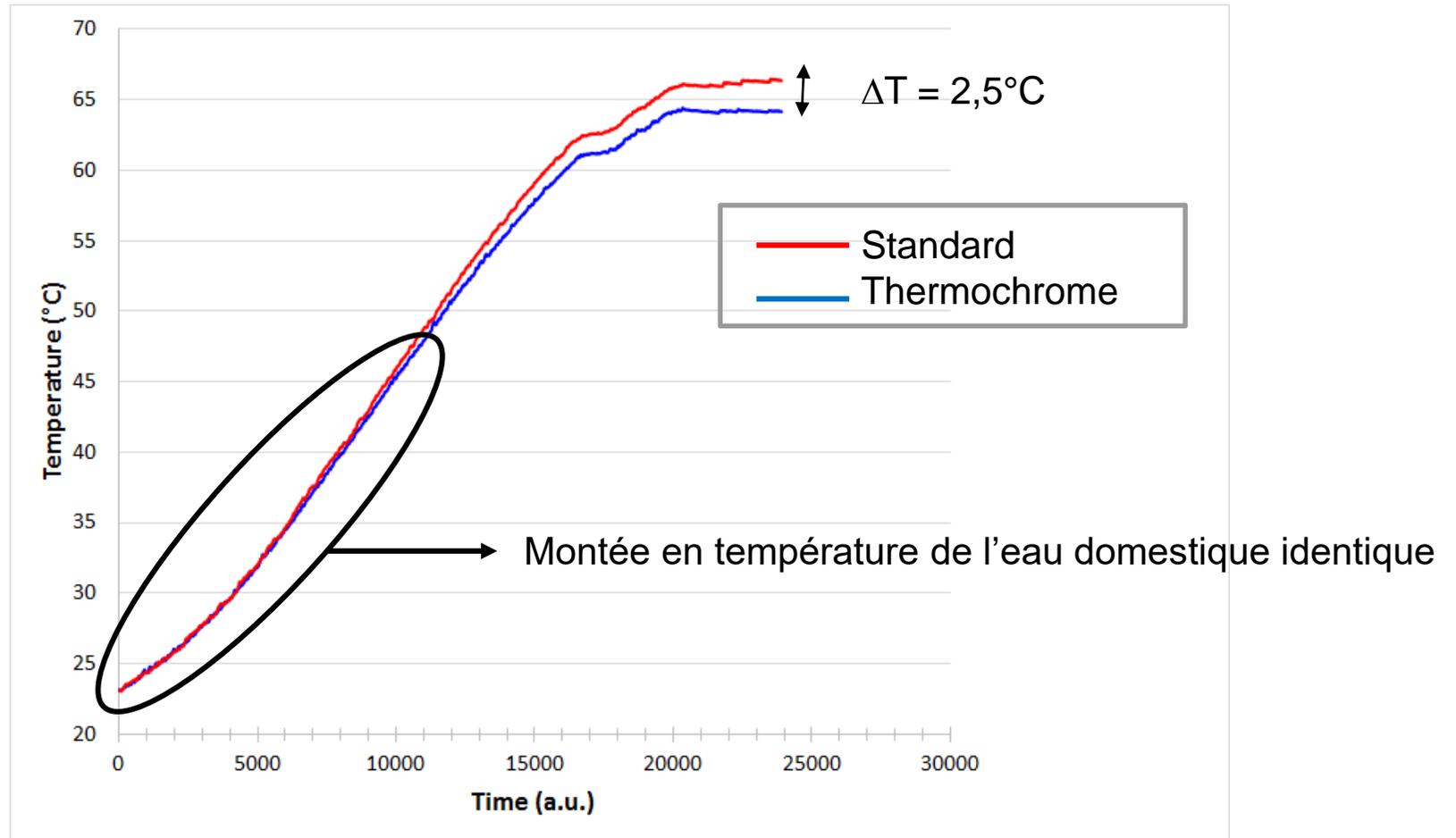
Evolution de la pression dans le capteur



→ Stress de pression fortement réduit

Limitation de la surchauffe

Evolution de la température de l'eau domestique



- Rendement de chauffe identique
- ΔT_{max} inférieure à 5%

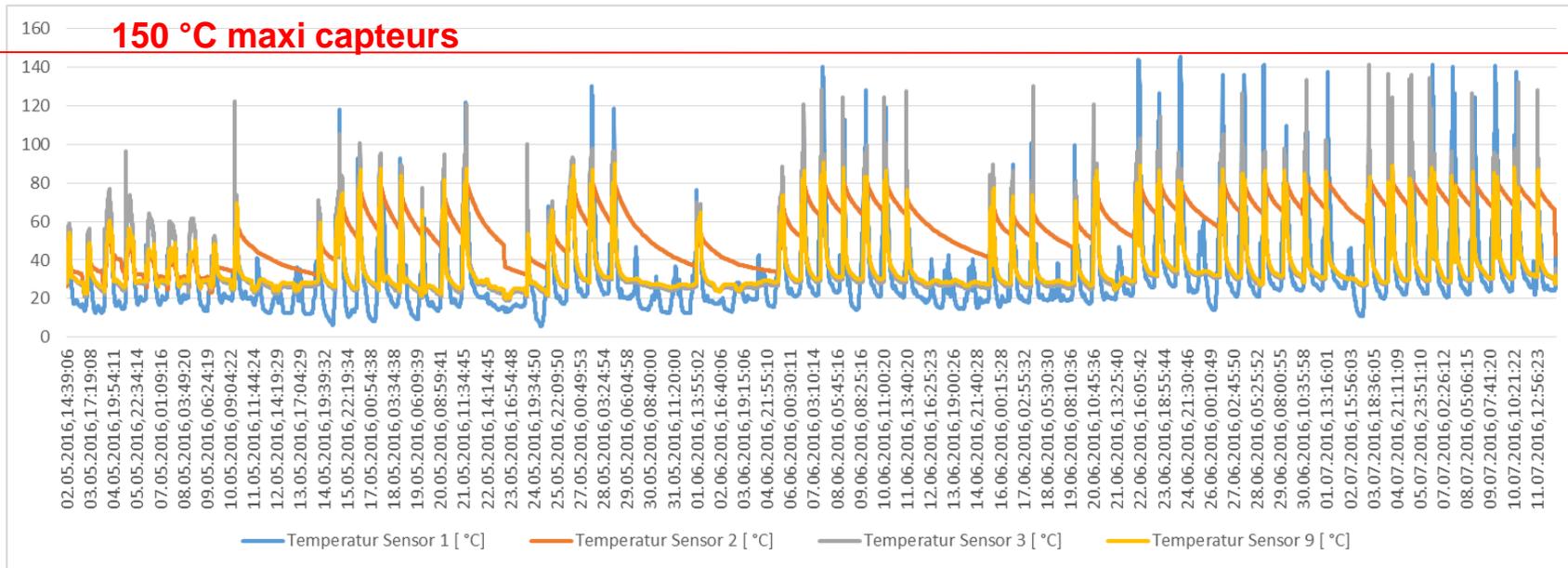
Field test

Etude grandeur nature



- Pas de surchauffe du capteur
- Autorégulation de la température de l'absorbeur

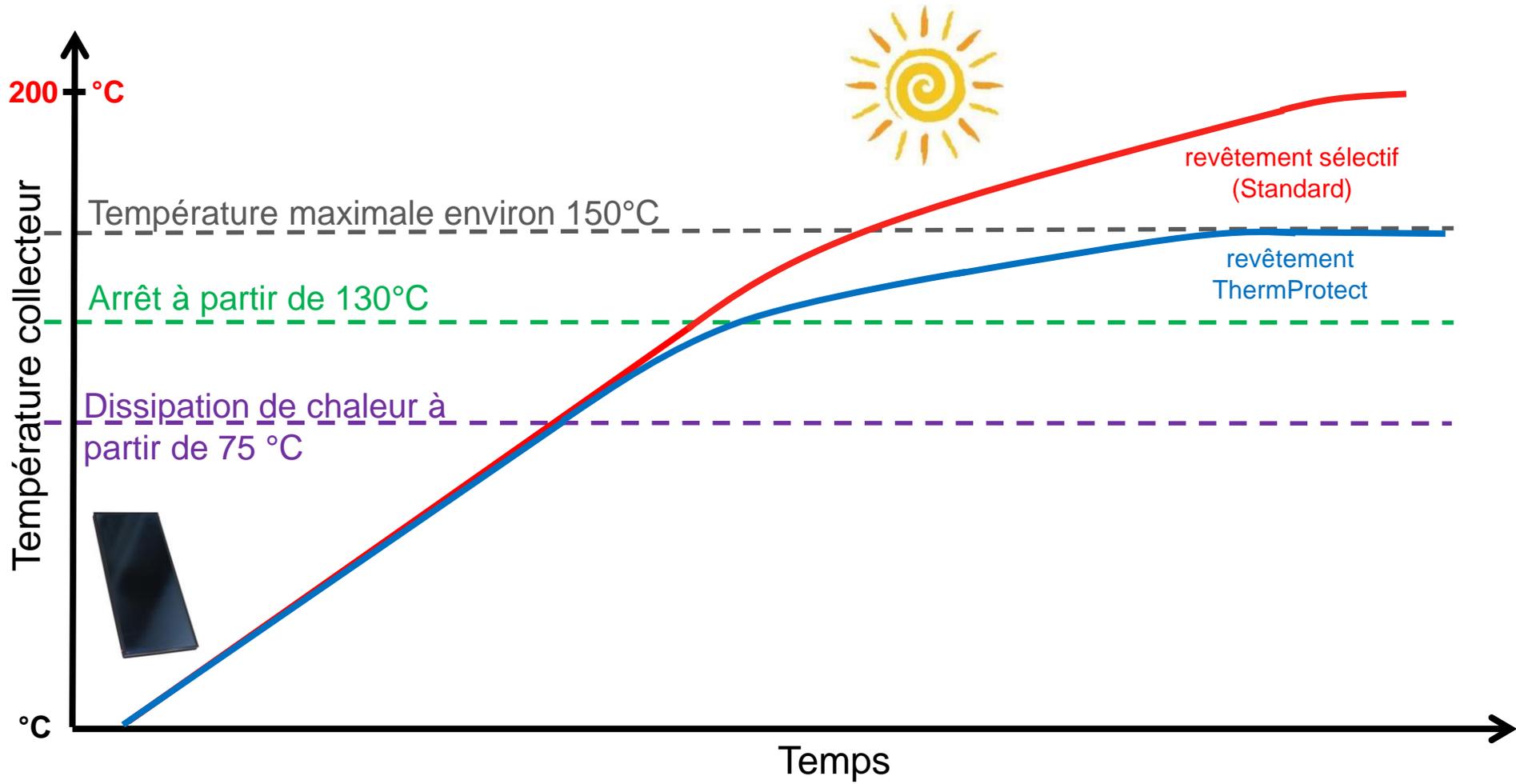
EPADH LOUHANS : 2 x 7 capteurs Vitosol FM



Conclusion

Collecteurs thermiques standards	Collecteurs thermiques thermochromes
$\alpha > 94\%$	$\alpha > 94\%$
$\varepsilon < 6\%$ à basse T°	$\varepsilon < 6\%$ à basse T°
$\varepsilon < 6\%$ à haute T°	$\varepsilon > 40\%$ à haute T°
Tstag. ~ 190°C	Tstag. < 150°C
Stress de pression: Elevé (>1 bar)	Stress de pression: Faible (~0,3 bar max)
Performance: Haute	Performance: Haute ($\Delta < 5\%$)
Problèmes de stagnation: Oui	Problèmes de stagnation: Non
Fiabilité: Variable	Fiabilité: Haute
Surdimensionnement: Non	Surdimensionnement: Oui Grandes installations Augmentation des performances
SCORE: 45%	SCORE: 100%

Conclusion



Merci pour votre attention!

Dila@Viessmann.com
Drhf@Viessmann.com
Brde@viessmann.com