

PHOTOCAL

SELF-CLEANING COATING
AUTO-COOLING SYSTEM

Effacité: 5 à 10 ans !

PHOTOCAL

RETEMENT
PHOTOCATALYTIQUE
UNIVERSEL

1. Rend les panneaux autonettoyants,
2. Evite les pertes de rendement dues à l'encrassement des panneaux,
3. Economise les interventions et les frais de nettoyage,
4. Evite les pertes de rendement dues à la montée en température des panneaux



NANOFRANCE Technologies

Siège administratif / Direction

BP 8 – F 33480 Listrac Médoc – Tél. : +33 (0)5 57 88 80 92 – Fax : +33 (0)5 57 88 80 93 – E-mail : contact@photocal.fr

Siège commercial

BP 7 – Boulevard de la Haye – F 77600 Bussy Saint-Georges – Tél. : +33 (0)1 64 77 20 18

Contact pays francophones : Benoît GUILLET – Tél. : +33 (0)6 79 42 72 87 – E-mail : benoit.guillet@photocal.fr

English speaking : Brett STUART – Tél. : +33 (0)6 07 18 77 20 – E-mail: brett.stuart@photocal.fr

1. Perte de rendement due à l'encrassement des panneaux :

INTRODUCTION

L'encrassement et les montées en température des panneaux photovoltaïques (PV) occasionnent des pertes de rendement importantes et trop souvent sous-estimées dans les études de rentabilité.

L'ENCRASSEMENT DES PV

Le degré d'encrassement potentiel des modules PV dépend des conditions environnementales, du lieu d'installation des modules, de leur architecture et du type de châssis.



- Parmi les causes possibles d'encrassement, on peut citer :

Polluants industriels	Poussières	Sels en ambiance marine
Pollution automobile	Sable	Calcaire
Pluies acides	Fientes d'oiseaux	Résidus de produits nettoyage
Cheminées	Feuilles d'arbres	etc.
Pollens	Mousses, champignons	

- Mais également l'encrassement accru des rangées inférieures des cellules :

- ⇒ Modules installés en angle plat ($< 15^\circ$),
- ⇒ Hauteur et forme de châssis,
- ⇒ Profilés de serrages supplémentaires (élévation des rebords),
- ⇒ Faible espacement entre les cellules et le châssis favorisant la stagnation des eaux de pluie,
- ⇒ Mise en place des modules trop près du sol,

En cas d'encrassement important des rangées inférieures des cellules due à la stagnation des eaux en raison de châssis mal adaptés par exemple, on a pu constater des réductions de puissance pouvant atteindre 10%.

Des mesures effectuées aux U.S.A. sur différentes installations PV ont démontré des réductions annuelles de puissance moyenne de 5 à 15%, voir plus dans les cas exceptionnels.

Sans nettoyage suivi et régulier des PV, les pertes de puissance peuvent rapidement dépasser 15%.

A la longue, les pluies acides et l'oxydation (alumine) des profilés en aluminium anodisé des châssis des PV, attaquent le verre. Le verre se ternit, s'opacifie, devient rugueux et retient de plus en plus les saletés, surtout dans les parties hautes et basses des PV.

Les encrassements importants des cellules individuelles (feuilles mortes, fientes) peuvent influencer le rendement de l'ensemble du PV et entraîner un fort échauffement (On parle alors de « Hot Spot » ou point chaud).

Enfin, les opérations de nettoyage occasionnent à la longue la formation de micro-rayures sur le verre provoquées par les frottements sur des grains de sable par exemple. Ces micro-rayures modifient la réflexion et la transmission de la lumière au travers de la plaque de verre et sont également sources de pertes de rendement.



Outre ce dernier point, l'idéal serait donc d'effectuer un nettoyage mensuel des PV mais le coût de ces interventions associé parfois aux risques de chutes (PV en toiture ou en façades par exemple) permettent difficilement cette fréquence.

Il est donc capital de s'intéresser de près à ce problème d'encrassement inévitable des PV et de tenter de le résoudre efficacement pour éviter des pertes de rendement annuelles pouvant atteindre voir dépasser 15%.

LA PHOTOCATALYSE

La photocatalyse est une technologie permettant de détruire les polluants atmosphériques, en présence d'un catalyseur, généralement du dioxyde de titane, et d'une source lumineuse pour fournir l'énergie nécessaire à l'activation du processus photocatalytique.

La source lumineuse la plus utilisée est l'ultraviolet (lumière solaire) car elle possède une longueur d'onde d'énergie importante.

Le photocatalyseur est le dioxyde de titane (TiO₂) anatase, stable et non toxique.

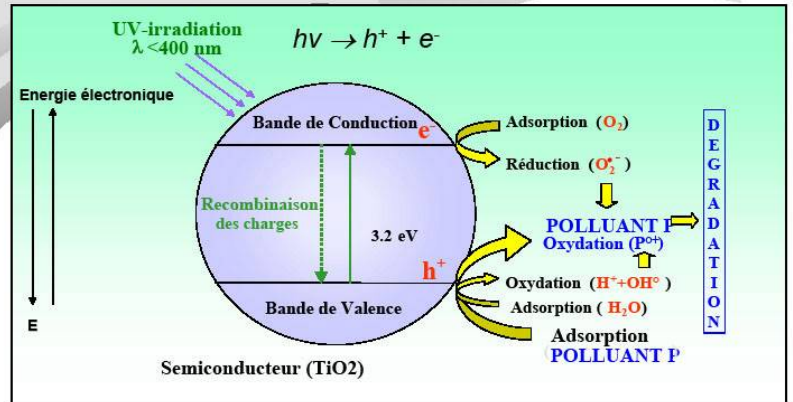
Lorsque les nanoparticules de dioxyde de titane sont irradiées par les rayons U.V. du soleil, elles forment en quelque sorte de l'oxygène activé en réagissant avec l'oxygène et l'eau contenues naturellement dans l'air ambiant. Ce processus est ressemblant à la photosynthèse des plantes par laquelle la chlorophylle capture la lumière du soleil pour transformer l'eau et le gaz carbonique en oxygène et en glucose.

Durant cette réaction les particules de dioxyde de titane ne sont pas dégradées et agissent ainsi plusieurs années. Le résultat de cette décomposition est principalement de l'eau et du CO₂ en quantité infinitésimale.

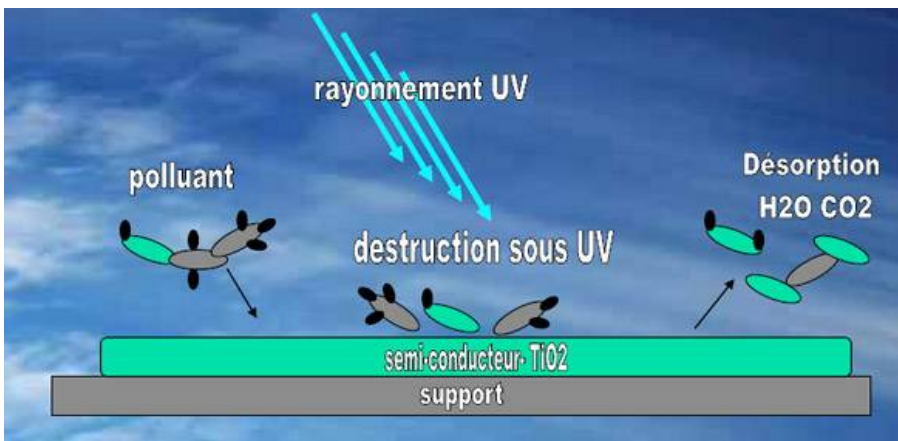
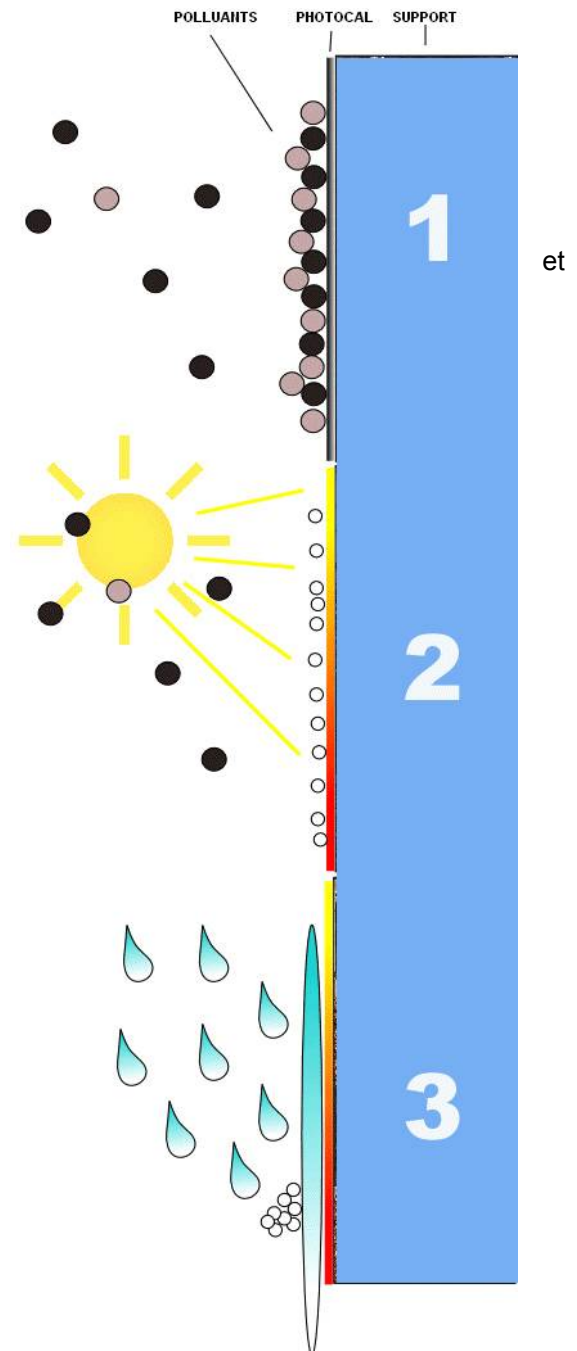
L'oxygène activé provenant de cette réaction photocatalytique décompose et détruit la majorité des polluants organiques pouvant encrasser les panneaux solaires:

- La pollution automobile et industrielle
- Les moisissures, algues, champignons,
- Les poussières et les pollens

Photochimie-Photocatalyse: principe



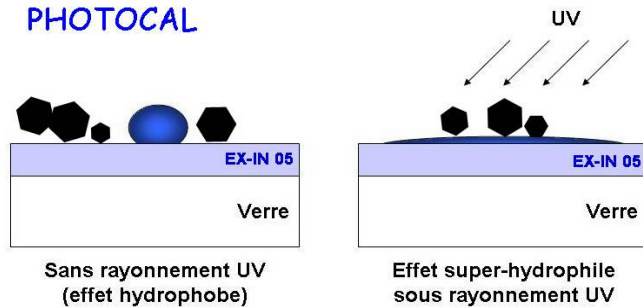
PHOTOCAL





Autre caractéristique majeure de cette nouvelle technologie, les surfaces traitées par photocatalyse acquièrent des propriétés superhydrophiles qui font que les gouttes d'eau entrant à leur contact s'étalent comme un voile au lieu de former des « coulures ». L'eau passe sous les polluants et salissures en les décollant du support.

Par gravité c'est à dire par son poids, le film d'eau ainsi formé, glisse sur ces surfaces entraînant avec lui l'ensemble des polluants et salissures oxydées et réduites par la réaction photocatalytique et maintenant ainsi les panneaux solaires traités parfaitement propres.



PHOTOCAL

Issu des derniers développements en nanotechnologies, PHOTOCAL est un revêtement liquide, prêt à l'emploi et transparent une fois sec, « intelligents » et « actifs », agissant par **photocatalyse**.

PHOTOCAL EX-IN 05 A est formulé pour le traitement **autonettoyant** des panneaux photovoltaïques et thermiques.

PHOTOCAL EX-IN 05 A forme une protection permanente et durable (5 à 10 ans) afin de diminuer significativement les interventions et les coûts de nettoyage et de maintenir, par une constante propreté, le rendement optimal des PV.

CARACTERISTIQUES

- ⇒ La décomposition (oxydoréduction) des polluant NOx (pollution urbaine et industrielle)
- ⇒ La destruction des mousses, algues et champignons,
- ⇒ La super-hydrophilie rendant les panneaux solaires autonettoyants
- ⇒ L'épuration de l'air (chaque M² dépollue +/- 20 M³ d'air/heure)
- ⇒ Protection contre la dégradation par les uv des colorants sensibles des cellules solaires (DSSC)
- ⇒ Excellente adhérence au verre
- ⇒ Excellente résistance chimique
- ⇒ Semi-permanent – Efficacité et durabilité de 5 à 10 ans
- ⇒ Eco-technologie – Economie d'eau et de détergent
- ⇒ Facilité et rapidité d'application par pulvérisation après un simple nettoyage

MODE D'EMPLOI

PREPARATION DES SURFACES

Les surfaces à traiter doivent être propres et dégraissées.
Les surfaces doivent être sèches avec une humidité inférieure à 20%.

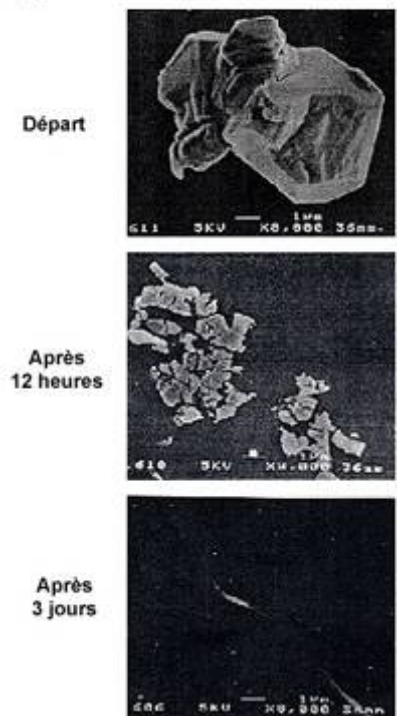
MISE EN OEUVRE

PHOTOCAL peut s'appliquer au rouleau laqueur ou au pinceau. Cependant les meilleurs résultats sont obtenus en utilisant un pulvérisateur HVLP (High Volume Low Pressure). En effet, outre la rapidité et la facilité d'emploi de ce matériel, celui-ci permet l'application uniforme et sans brouillard d'une fine couche de produit avec une épaisseur constante. Les buses de pulvérisation seront de 0,5 à 0,7mm et la pression d'air approximativement de 20 Kg/cm². Respecter une distance de travail de 30 à 50 cm. Chaque couche de PHOTOCAL devra être sèche au toucher avant d'appliquer la suivante.
On prendra soin de croiser les couches.



PHOTOCAL

Destruction d'une particule organique sous rayonnement U.V. pendant 3 jours (Agrandissement X 8000)



Quantité de produit à appliquer et rendement:

1 à 2 couches en moyenne sont nécessaires.

Quantité de produit à appliquer : 25 à 30 cc / M2

Pouvoir de couverture sur surfaces lisses +/- 50 M2/litre

Temps de séchage:

Respecter un temps de séchage d'une heure entre chaque couche.

La dureté du film photocatalytique augmentera régulièrement de 2H (équivalent à la dureté d'une mine de crayon) à 5H (dureté du verre) en huit semaines.

Éviter de rayer le film durant ce laps de temps jusqu'à l'obtention de la dureté maximale.

MESURES DE SECURITE

PHOTOCAL est non-toxique.

Cependant par mesure de précaution et quel que soient les produits lorsque ceux-ci sont appliqués par pulvérisation, nous recommandons toujours de porter des vêtements de protection jetables (combinaison, gants masque respiratoire FFP3).

STOCKAGE ET DUREE DE CONSERVATION

Stocker PHOTOCAL dans un endroit frais à l'abri de la lumière et du gel.

Ne jamais diluer le produit sous peine d'en diminuer fortement l'efficacité voir l'anéantir.

Durée de conservation dans son emballage d'origine : 6 mois



AVANTAGES DU SELF-CLEANING SYSTEM PHOTOCAL

- ⇒ Rend les panneaux solaires intégralement autonettoyants
- ⇒ Evite les pertes de rendement - 5 à 15% par an - dues à l'encrassement des PV
- ⇒ Diminue significativement les coûts de maintenance
- ⇒ Evite les risques de chutes durant les opérations de nettoyage
- ⇒ Empêche l'adhérence des poussières, fientes d'oiseaux et feuilles d'arbres
- ⇒ Empêche la stagnation de l'eau au bas du châssis et l'encrassement des rangées inférieures des cellules
- ⇒ Evite la formation de micro-rayures durant les opérations de nettoyage
- ⇒ Empêche l'oxydation des profilés en aluminium des châssis et l'attaque acide du verre par l'alumine
- ⇒ Durabilité : 5 à 10 ans – Se renouvelle couche sur couche dès que besoin après un simple nettoyage préalable
- ⇒ Facile et rapide à appliquer

2. Perte de rendement due à la montée en température des panneaux

Influence de la température des PV sur le rendement

La température des PV est un paramètre important puisque les cellules sont exposées au rayonnement solaire, susceptible de les échauffer.

De plus, une partie du rayonnement absorbé n'est pas convertie en énergie électrique : elle se dissipe sous forme de chaleur. C'est pourquoi la température d'une cellule est toujours plus élevée que la température ambiante.

Lors de journées ensoleillées, la température des PV peut atteindre facilement 70 à 80°C.

Le rendement des PV est optimal à la température de 22°C.

La baisse de rendement du silicium est généralement estimée à -0,5% par °C au-dessus de 25°C.

Prenons l'exemple d'un PV qui atteint 75°C : la perte de rendement sera de $75^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{C} \times 0,5\% = 25\%$ de perte de rendement !

la température de la cellule a donc une grande influence sur ses performances électriques. Plus la température est froide, plus elle est efficace.

et

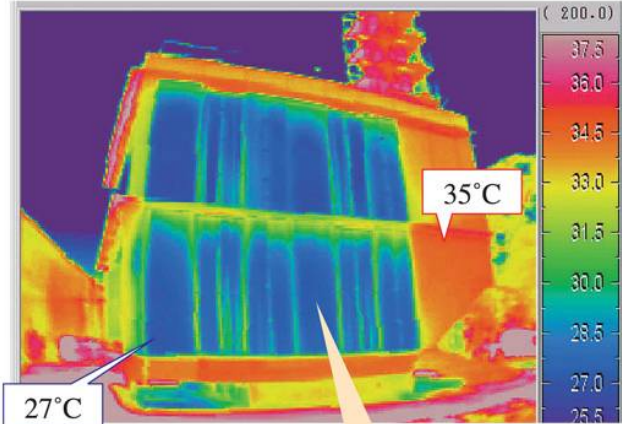
Refroidissement photocatalytique par évaporation

Des études récentes effectuées au Japon ont démontré que des surfaces extérieures de bâtiments traitées par photocatalyse et sujettes à brumisation d'eau permettaient de refroidir significativement l'intérieur de ces mêmes bâtiments.

Surface temperature of the walls and windows of the Office Model Block are also cooled by 8 - 10°C.



Water-sprayed part



The lower down we move the cooler it gets. This proves that water evaporation reduces the temperature below the original temperature of the water.



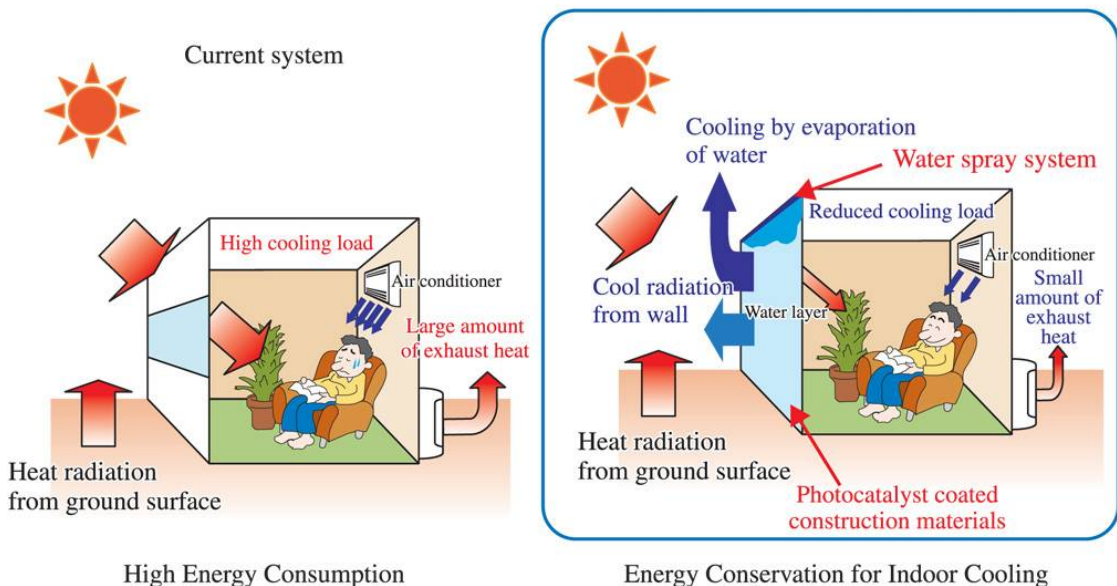
Comme vu précédemment, un matériaux traité par photocatalyse devient extrêmement hydrophile c'est à dire qu'une goutte d'eau s'étale sur la surface en formant un très fin film d'eau.

Cette caractéristique superhydrophile permet de créer volontairement un fin voile d'eau de quelques dixièmes de microns sur les matériaux qui, en s'évaporant, va refroidir l'intérieur du bâtiment.

L'avantage principal consiste à utiliser une très faible quantité d'eau pouvant provenir gratuitement de la récupération des eaux de pluies par exemple.

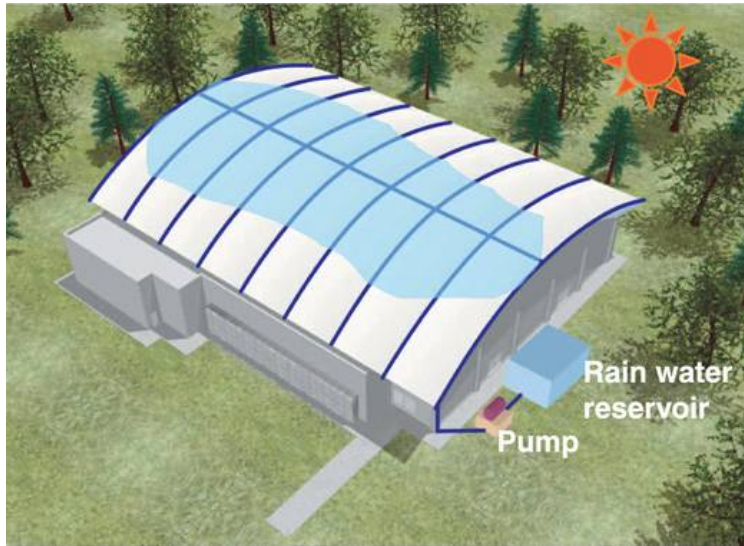
Si le matériaux à refroidir n'est pas traité par photocatalyse, l'eau formera des coulures au lieu de s'étaler en un film mince. Les quantités d'eau à utiliser pour couvrir entièrement le matériau seront très importantes, sans compter l'énergie nécessaire à la pompe de relevage. On ne parlera plus de brumisation mais d'arrosage.

Concept of a Cooling System Using Super-Hydrophilic Photocatalyst.



Cette étude japonaise mène de plus en plus d'architectes dans le monde à traiter l'extérieur des matériaux par photocatalyse afin de refroidir gratuitement l'intérieur des bâtiments grâce à un simple système de brumisation d'eau provenant de la récupération des eaux de pluies. Cette technique permet de diminuer significativement les besoins coûteux et polluants en conditionnement d'air.

Les gains obtenus en température intérieure sont de 10 à 20%.



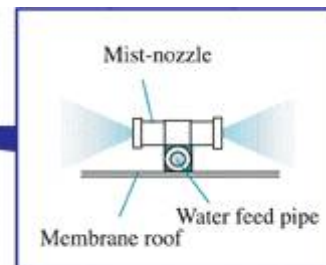
Water is sprayed onto a roof coated with a photocatalyst.



With the super-hydrophilic properties of the surface, a thin water layer can be formed by using only a minimum amount of water.



Evaporation of the water cools the surface of the building and the surrounding air.



Refroidissement des panneaux avec PHOTOCAL

TEST EFFECTUE EN AOÛT 2009

Nous avons installé un système de brumisation sur des PV traités avec PHOTOCAL pour mesurer les gains de rendement avec et sans refroidissement.

Nous avons mesuré la puissance de sortie des panneaux pendant plusieurs journées ensoleillées.

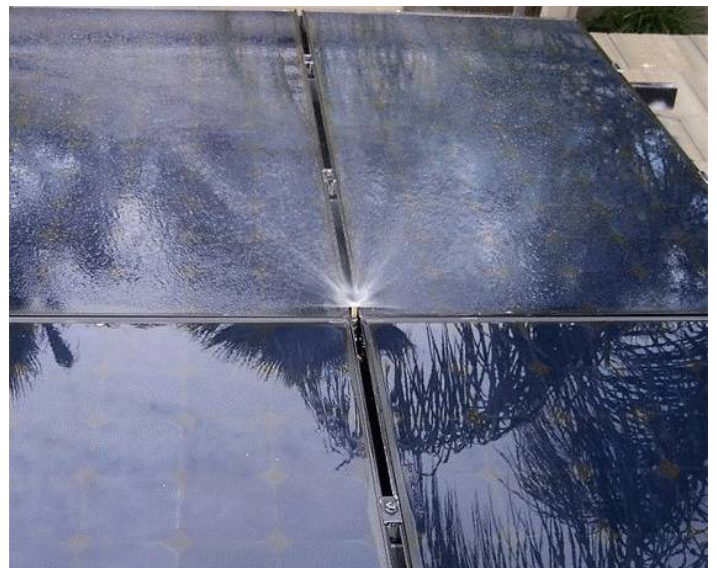
La puissance de l'installation est de 2500 Wc.

Sans brumisation la puissance plafonne à 1200 / 1300 W.

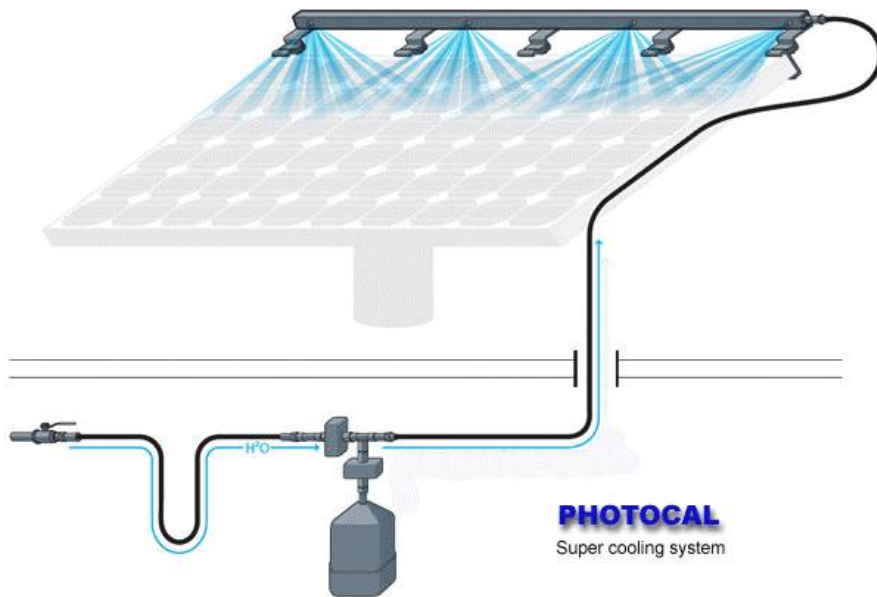
Avec brumisation, la puissance monte à 1900 / 2000 W soit un gain de près de 50%.

Sur plusieurs jours, les mesures relevées sans refroidissement à différentes heures démontrent que la production journalière se limite à 12 / 13 KWh alors qu'elle atteint 16 / 17 KWh avec refroidissement soit un gain de rendement de + de 30%.

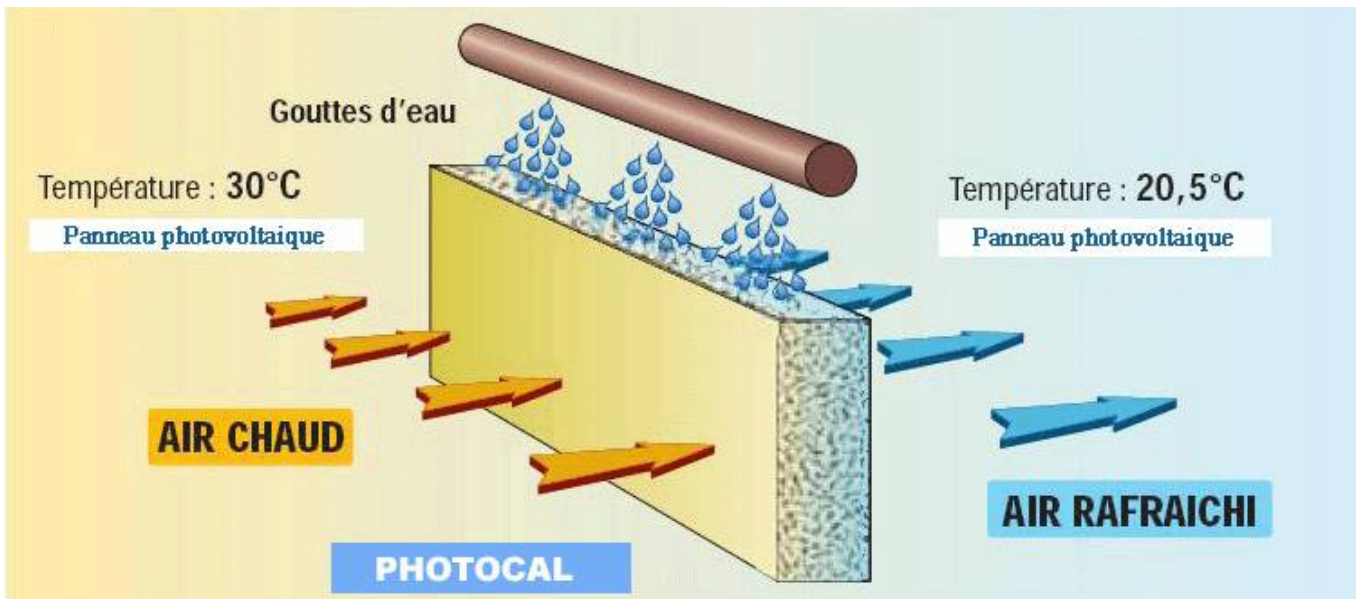
En effectuant une moyenne sur l'année, le gain de rendement s'établit à 8 / 9% par an.



DESCRIPTION DE L'INSTALLATION



Des buses de brumisation sont fixées au sommet des PV.
Ces buses sont alimentées par une petite pompe 220V à faible débit, elle-même reliée à une sonde de température fixée au dos des panneaux. L'eau utilisée provient d'un récupérateur d'eaux de pluies et travaille en circuit fermé.
Lorsque la température de consigne est atteinte - 30°C - la sonde déclenche la pompe pendant des phases de 10 secondes avec arrêts pendant 30 secondes afin de limiter au maximum la quantité d'eau nécessaire.
Lors de la brumisation, les fines gouttelettes se déposent sur la surface chaude des PV et s'évaporent.
Ce phénomène d'évaporation refroidit les PV jusqu'au retour à la température de consigne.



Grâce au traitement PHOTOCAL et à ses caractéristiques superhydrophiles, la quantité d'eau de pluies utilisée journalièrement est négligeable et circule en circuit fermé.

La consommation électrique de la petite pompe à faible débit en 220V est également insignifiante et pourra être directement alimentée par les PV.

GAINS DE RENDEMENT EN MODIFIANT L'OBLICITE DES RAYONS SOLAIRES

Le phénomène de superhydrophilie favorisant la formation d'un fin film d'eau parfaitement uniforme et transparent à la surface du verre, permet d'augmenter le rendement des PV lorsque les rayons du soleil sont obliques.

En effet, l'indice de réfraction de l'eau sur le verre modifie la perpendicularité des rayons solaires obliques sur les cellules (loi de SNELL-Descartes) en augmentant le rendement de celles-ci.

AVANTAGES DU SUPER-COOLING SYSTEM PHOTOCAL

- ⇒ Gains de rendement annuel de 8 à 9% en évitant les montées en température des PV en périodes chaudes
- ⇒ Très faibles consommations d'eau et d'électricité
- ⇒ Utilisation d'eaux de pluies et d'électricité gratuites si la pompe est reliée directement aux PV
- ⇒ Permet le nettoyage automatique des PV en cas d'absence de pluies durant les saisons chaudes
- ⇒ Augmente le rendement des PV en améliorant la perpendicularité des rayons obliques du soleil sur les cellules grâce à l'indice de réfraction du film d'eau (loi de SNELL-Descartes)
- ⇒ Système écotechnique et écologique