Clarifications sur la technologie SHAVAS n°240919-001

Ce recueil de clarifications sur la technologie SHAVAS (technique et divers) atteste uniquement des caractéristiques des technologies couvertes par les brevets cités et ne préjuge pas des caractéristiques d'autres technologies similaires. Il comporte 20 pages.

A LA DEMANDE DE :

Représentant légal des 4 brevets enregistrés à l'INPI sous les numéros :

FR2114686 / FR2304293 / FR2304294 / FR2307248

SYLVAIN GAUTHIER

24-26 CHEMIN DE LA CHAPELLE - 06360 – EZE

SOMMAIRE

Q1 / Comment la technologie SHAVAS fonctionne-t-elle et en quoi va-t-elle révolutionner le secteur photovoltaïque ? 3

Q2 / Avez-vous réalisé une étude comparative sur la production d'un module SHAVAS par rapport à un module plat, tous deux équipés de la même matière photovoltaïque et montés sur des traqueurs ? 3

Q3 / Pourquoi les simulations financières sont-elles réalisées sur un gain d'énergie de 80% et non pas de 250% ? 4

Q4 / Comment la technologie SHAVAS permettrait-elle d'augmenter les temps de production le matin et le soir par rapport aux modules 2D classiques ? 4

Q5 / Quels sont les avantages du rendement supérieur en lumière diffuse des modules SHAVAS ? 4

Q6 / Pourquoi avoir choisi une structure 3D pour la technologie SHAVAS ? 5

Q7 / Quelle est la différence entre la lumière diffuse et la lumière directe ? 5

Q8 / Qu'est ce qu'un Albedo ? 5

Q9 / Etant donné que la stratégie actuelle de l'industrie photovoltaïque vise à réduire le coût de fabrication des panneaux 2D et à améliorer l'efficacité des panneaux existants de 1 à 2%, comment pouvez-vous garantir que nos clients opteront pour vos panneaux, plus coûteux d'au moins 2.28 fois, même s'ils produisent plus d'électricité ? 6

Q10/ Comment est déterminé le surcoût de production de 2,28 des modules SHAVAS par rapport aux panneaux 2D ? 7

Q11 / Vous avez précédemment confirmé l'identification de cinq approches différentes de fabrication. Pourriez-vous les présenter brièvement ? 7

Q12 / Quel est le temps nécessaire, selon vous, pour fabriquer les premiers modules via une chaîne de fabrication pilote ? 8

Q13 / Quel est le coût approximatif de production d'un module SHAVAS ? 8

Q14 / Quelles seraient, selon vous, les dimensions appropriées d'un module SHAVAS (épaisseur, hauteur, largeur, poids) ? 8

Q15 / Pourriez-vous détailler comment les cellules SHAVAS se connectent entre elles ? 9

Q16 / Comment s'effectue l'assemblage de la rosace ? Quels types de fixations et de soudures sont utilisés pour connecter les bornes positives et négatives ? 10

Q17 / Existe-t-il une documentation technique sur la conception du prototype SHAVAS ? 11

Q18 / Existe-t-il une pré-étude d'industrialisation pour les panneaux SHAVAS ? 11

Q19 / A partir de quand la technologie SHAVAS sera fabriqué et commercialisé ? 11

Q20 / Vous avez mentionné avoir réalisé des essais comparatifs avec un panneau 3D plus haut de 6 cm, utilisant ainsi plus de matière photovoltaïque. Pensez-vous vraiment que réduire la dimension 3D à 2 ou 3 centimètres, conforme à nos standards actuels, permettrait de maintenir une optimisation de production de 3.5 fois, même avec une réduction proportionnelle de toutes les cellules ? 12

Q21 / Les panneaux SHAVAS ont-ils une température supérieure aux panneaux 2D à cause de l'augmentation de matière photovoltaïque ? Et comment la durabilité et la maintenance des panneaux SHAVAS sont-elles impactées par leur conception unique ? 13

Q22 / Pourquoi qualifiez-vous cette technologie de disruptive ? 14

Q23 / Bien que vos tests aient été menés dans des laboratoires français reconnus, serait-il possible d'organiser des tests indépendants au sein de nos propres installations ? 15

Q24 / Est-ce que cette technologie est véritablement nouvelle, ou s'agit-il d'une adaptation de brevets anciens en forme de pyramide 3D ? 15

Q25 / Avez-vous fait auditer les brevets par un autre Conseil en propriété industrielle que celui qui a rédigé les brevets ? 16

Q26 / Avez-vous réalisé une étude optique sur des formes 3D similaires à celles de SHAVAS qui ne seraient pas couvertes par les brevets SHAVAS ? Si oui, quels en sont les résultats ? 16

Q27 / Quels sont les brevets déposés pour la technologie SHAVAS et quelles sont les demandes PCT en cours ? 17

Q28 / Dans quels pays les brevets SHAVAS sont-ils entrés en phase nationale et quel est l'état de ces dépôts ? 17

Q29 / Nous comprenons que vous êtes le propriétaire majoritaire des brevets SHAVAS et que vos partenaires actuels sont tenus de vendre leurs parts si vous transférez vos droits. Pouvez-vous confirmer cette information ? 18

Q30 / Pourquoi la technologie SHAVAS a-t-elle été développée ? 19

Q31 / Comment SHAVAS s'adaptera à son environnement ? (onduleurs, régulateurs, etc.) 19

Q32 / Quels sont les potentiels défis auxquels SHAVAS pourrait être confronté dans les années à venir ? 19

Q33 / Combien de temps SHAVAS va conserver son avancée technologique ? 20

Q1 / Comment la technologie SHAVAS fonctionne-t-elle et en quoi va-t-elle révolutionner le secteur photovoltaïque ?

La technologie SHAVAS fonctionne grâce à une disposition multidirectionnelle des cellules photovoltaïques, qui permet de capter la lumière solaire sous différents angles. Contrairement aux panneaux 2D classiques, les cellules de SHAVAS sont orientées de manière à optimiser l'absorption de l'irradiance, qu'elle soit directe ou diffuse.

La technologie SHAVAS va révolutionner le secteur du photovoltaïque en augmentant l'efficience et la régularité de la production d'énergie solaire, notamment grâce à l'exploitation accrue de l'irradiance diffuse et indirecte. Contrairement aux panneaux traditionnels qui dépendent principalement de la lumière directe, SHAVAS utilise une structure 3D pour capter la lumière sous différents angles. Cette innovation permet de maximiser la production énergétique tout au long de la journée, tout en réduisant les contraintes liées à l'orientation et à l'inclinaison, rendant l'énergie solaire plus accessible et efficace dans des environnements variés.

Q2 / Avez-vous réalisé une étude comparative sur la production d'un module SHAVAS par rapport à un module plat, tous deux équipés de la même matière photovoltaïque et montés sur des traqueurs ?

En moyenne, les panneaux conventionnels d'aujourd'hui installés sur des traqueurs pourraient permettre de doubler la production comparativement à ces mêmes panneaux dans une installation fixe. Les avantages d’un système SHAVAS, même installé sans traqueur, offrent déjà une puissance supérieure.

Au vu de ces résultats, il apparaît que le système SHAVAS sans traqueurs surpasse les configurations conventionnelles équipées de traqueurs, rendant les comparaisons supplémentaires avec ces dernières moins pertinentes. Cette capacité intrinsèque à maximiser la captation lumineuse sans mécanismes mobiles externes positionne avantageusement le SHAVAS comme une solution innovante et efficace sur le marché de l'énergie solaire.

Cette performance est attribuable à la géométrie unique du système SHAVAS, qui fonctionne comme un "traqueur passif". La conception du SHAVAS intègre 12 vecteurs de captation lumineuse, optimisant l'absorption de la lumière sous différents angles tout au long de la journée, ce qui augmente significativement l'efficacité énergétique.

L'analyse des relevés réalisés toutes les cinq minutes, lors d’un test de cinq jours en extérieur en région parisienne, par un des plus grands laboratoires indépendants en Europe, confirme la supériorité de la technologie SHAVAS avec un rendement en moyenne 3,5 fois plus important en comparaison avec la même superficie et le même matériau photovoltaïque. (Détails des conditions de tests disponibles dans notre Data Room).

Q3 / Pourquoi les simulations financières sont-elles réalisées sur un gain d'énergie de 80% et non pas de 250% ?

Nous avons réalisé le Mémorandum d'Information avec ces simulations financières basées sur les premières études, ainsi qu'une estimation prudente de 80% de gain de production d'énergie. Depuis juillet, nous avons confirmé que le gain moyen est de 250% (avec une résistance de 2 Ohms). Cette hypothèse peut être modifiée manuellement dans le modèle financier, ce qui augmente encore davantage le rendement de la technologie.

Q4 / Comment la technologie SHAVAS permettrait-elle d'augmenter les temps de production le matin et le soir par rapport aux modules 2D classiques ?

La technologie SHAVAS, grâce à sa conception tridimensionnelle innovante, doit offrir un avantage clé par rapport aux modules 2D traditionnels : elle permet de capter mieux la lumière en début et en fin de journée. En effet, les modules SHAVAS sont conçus pour maximiser l'exposition solaire grâce à leurs multiples facettes orientées selon différents angles, permettant une captation optimisée de la lumière même lorsque le soleil est bas sur l'horizon (voir rapport n°DTS/LV/2022/210 du CEA dans notre dataroom).

Q5 / Quels sont les avantages du rendement supérieur en lumière diffuse des modules SHAVAS ?

Les modules photovoltaïques SHAVAS se distinguent des modules 2D classiques par leur capacité à capturer efficacement la lumière diffuse, une caractéristique particulièrement utile dans des régions où l'ensoleillement direct est limité, comme près des pôles. Contrairement aux modules 2D, qui dépendent principalement de la lumière directe pour fonctionner efficacement, les modules SHAVAS, grâce à leur conception tridimensionnelle, exploitent les rayons lumineux sous différents angles, y compris ceux issus de la diffusion de la lumière dans l'atmosphère.

Des études menées, telles que celles de Certisolis et du CEA-Liten, montrent que les modules SHAVAS offrent un rendement supérieur en conditions de lumière diffuse (par exemple, à l'aube, au crépuscule, ou sous un ciel nuageux). Ces résultats démontrent que les modules SHAVAS sont également adaptés aux régions où la lumière directe est rare, comme les zones proches des pôles.

Cette performance en lumière diffuse permet ainsi l'ouverture de nouveaux marchés où les modules 2D ne sont pas viables. Dans ces zones, les conditions climatiques et l'inclinaison du soleil rendent les modules 2D inefficaces une grande partie de l'année. SHAVAS, en revanche, offre une solution rentable et adaptée à ces environnements, en maximisant la production d'énergie même lorsque la lumière directe est faible ou inexistante.

Q6 / Pourquoi avoir choisi une structure 3D pour la technologie SHAVAS ?

En optant pour une structure tridimensionnelle, le nombre de récepteurs photovoltaïques sur une surface donnée est considérablement augmenté. Dans un panneau 2D classique, l'irradiance (la quantité d'énergie solaire reçue par unité de surface) est exploitée sur un seul plan. Cependant, avec une structure 3D, plusieurs facettes peuvent être orientées à différents angles, permettant une exposition maximale à la lumière, quel que soit l'angle d'incidence du soleil et ce sur la même surface au sol qu'un panneau 2D classique.

Q7 / Quelle est la différence entre la lumière diffuse et la lumière directe ?

La lumière directe provient directement du soleil sans être déviée, offrant un rayonnement solaire concentré et intense. En revanche, la lumière diffuse est dispersée dans l'atmosphère par des éléments comme les nuages, la brume ou la pollution. Au lieu de se diriger en ligne droite vers une surface, elle est réfléchie et éclatée dans toutes les directions, créant une source lumineuse plus douce mais plus omniprésente.

La lumière diffuse est une des forces de SHAVAS car cette technologie est conçue pour capter efficacement ce type de lumière, contrairement aux panneaux conventionnels qui dépendent principalement de la lumière directe.

Q8 / Qu'est ce qu'un Albedo ?

L'albedo est un coefficient qui mesure la capacité d'une surface à réfléchir la lumière solaire. Il est exprimé sous forme de pourcentage ou de fraction, où une valeur élevée signifie que la surface réfléchit une grande partie de la lumière reçue. Les surfaces claires, comme les déserts ou les calottes glaciaires, ont un albedo élevé, tandis que les surfaces sombres, comme les forêts ou les océans, ont un albedo plus faible.

C'est un élément important à considérer dans la technologie SHAVAS, car grâce à sa capacité à capter efficacement la lumière indirecte, contrairement à un panneau 2D classique, un albedo élevé augmentera significativement les performances de la technologie SHAVAS.

Q9 / Etant donné que la stratégie actuelle de l'industrie photovoltaïque vise à réduire le coût de fabrication des panneaux 2D et à améliorer l'efficacité des panneaux existants de 1 à 2%, comment pouvez-vous garantir que nos clients opteront pour vos panneaux, plus coûteux d'au moins 2.28 fois, même s'ils produisent plus d'électricité ?

Il est compréhensible de s'interroger sur la viabilité économique des panneaux SHAVAS face à des panneaux 2D conventionnels, surtout dans le marché compétitif actuel, où les coûts de production et les gains d'efficacité sont des facteurs critiques. Les panneaux SHAVAS, malgré un coût initial plus élevé, peuvent se justifier économiquement et techniquement. Par exemple, pour une centrale de 1MW, SHAVAS pourrait permettre soit :

- De produire 3,5 fois plus d'électricité à superficie égale.
- D'installer au minimum 3 fois moins de matériel à puissance égale.

A superficie égale

Les panneaux SHAVAS offrent une production de wattage 3,5 fois supérieure dans la même superficie par rapport à un panneau traditionnel. Cette augmentation significative de l'efficacité peut compenser le coût initial plus élevé car, pour une surface donnée, les panneaux SHAVAS produisent beaucoup plus d'électricité. Ceci de manière quotidienne et sur la durée de vie du panneau.

A puissance égale

Grâce à l'efficacité de production supérieure, l'utilisation des panneaux SHAVAS peut réduire considérablement les coûts annexes associés à l'installation et au support des panneaux solaires pour une même production d'énergie.

Transport et Stockage : Étant donné que les panneaux SHAVAS génèrent plus de puissance par unité de surface, ils réduisent le besoin de transporter, stocker, ainsi que le nombre de panneaux à installer pour atteindre la même production d'énergie que des panneaux traditionnels.

Supports et Raccordements : Les installations nécessitent moins de supports et de matériel de raccordement grâce à la diminution du nombre de panneaux nécessaires, ce qui réduit encore les coûts de matériel et de main-d'œuvre.

Temps de Pose : Le temps d'installation est également un facteur crucial dans le coût total d'un projet solaire. Les panneaux SHAVAS, nécessitant moins d'unités pour la même production d'énergie, peuvent être installés plus rapidement, réduisant ainsi les coûts de main-d'œuvre et accélérant le retour sur investissement.

Prix du Terrain : Comme les panneaux SHAVAS nécessitent moins d'espace pour produire la même quantité d'énergie que les panneaux traditionnels, la surface nécessaire pour une installation est réduite. Cela permet de diminuer les coûts d'acquisition ou de location de terrain, particulièrement dans des régions où l'espace est limité ou cher.

Q10/ Comment est déterminé le surcoût de production de 2,28 des modules SHAVAS par rapport aux panneaux 2D ?

Le surcoût de production de 2,28 des modules SHAVAS par rapport aux panneaux 2D classiques a été déterminé par notre équipe en décomposant chaque coût lié aux matériaux et aux processus de fabrication. Nous avons effectué une analyse détaillée des coûts des composants spécifiques utilisés pour un panneau photovoltaïque 2D, puis comparé ces données avec les coûts liés à la production de modules SHAVAS, qui demandent un assemblage plus complexe en raison de leur structure tridimensionnelle.

Un détail du coût de production est fourni dans l'Information Mémorandum, avec les hypothèses sous-jacentes.

Q11 / Vous avez précédemment confirmé l'identification de cinq approches différentes de fabrication. Pourriez-vous les présenter brièvement ?

Nous avons identifié cinq approches distinctes pour la fabrication des panneaux Shavas, chacune présentant des caractéristiques techniques spécifiques qui pourraient influencer notre stratégie d'industrialisation. Voici une présentation succincte de chaque méthode :

1. Dépôt de facettes sur supports individuels : Cette technique consiste à placer chaque facette sur un support dédié qui facilite la récupération de leurs polarités respectives. Cette approche permet un contrôle précis sur le positionnement et l'orientation de chaque facette durant le processus d'assemblage.

2. Utilisation de la couche transparente comme support : Ici, la partie transparente supérieure du panneau sert de support pour positionner les facettes. Une fois en place, l'espace restant est rempli de résine pour sécuriser l'ensemble. Cette méthode simplifie le montage en utilisant moins de composants structurels.

3. Conception de modules insérables sur substrat PCB : Cette méthode envisage la fabrication de modules préassemblés qui sont ensuite montés sur un circuit imprimé (PCB) avant d'être encapsulés dans de la résine. Cela peut potentiellement accélérer l'assemblage final tout en assurant une bonne intégrité structurelle.

4. Intégration de chaque facette comme composant sur PCB : Chaque facette est traitée comme un composant indépendant et fixé directement sur un PCB. Cette méthode requiert que chaque facette soit suffisamment rigide, une condition déjà testée et validée sur notre prototype.

5. Assemblage de modules Shavas pré-encapsulés : Les modules sont préalablement encapsulés avant leur assemblage sur le PCB. Une résine est ensuite coulée pour unifier et rigidifier l'ensemble, garantissant une solidité accrue du panneau final.

Chacune de ces méthodes sera évaluée pour sa viabilité en production à grande échelle, en tenant compte des impératifs de coût, de qualité et de délai.

Q12 / Quel est le temps nécessaire, selon vous, pour fabriquer les premiers modules via une chaîne de fabrication pilote ?

À l'heure actuelle, il est difficile de fournir une estimation précise du temps nécessaire pour la fabrication des premiers modules via une chaîne de fabrication pilote pour les panneaux Shavas. Une pré-étude de faisabilité a été menée pour examiner minutieusement chaque étape du processus de conception. Il est important de noter que, bien que les outils nécessaires à la fabrication soient disponibles, leur intégration dans des machines spécifiques reste à accomplir.

La chaîne de fabrication a été conçue en tenant compte du débit de l'équipement le plus lent. En optimisant la chaîne par l'ajout de machines supplémentaires à chaque étape critique, nous pouvons améliorer l'efficacité globale et maximiser la cadence de la machine la plus rapide. Selon un devis réalisé auprès de Mondragon Assembly, le rythme estimé de production serait d'environ six panneaux photovoltaïques à l'heure. Cette estimation, bien que préliminaire, fournit une base pour les discussions ultérieures sur la planification et l'optimisation de la production.

https://mondragon-assembly.com/

Q13 / Quel est le coût approximatif de production d'un module SHAVAS ?

Le coût de revient d'un module Shavas est actuellement estimé entre 2 et 2,5 fois supérieur à celui d'un panneau photovoltaïque standard, principalement en raison de l'utilisation de 6 fois plus de cellules photovoltaïques (détail du coût fourni dans l'Information Mémorandum). Cependant, malgré ce surcoût initial, le rendement en termes de puissance de ces panneaux est supérieur, comme indiqué par un rapport de l'Institut Photovoltaïque d'Île-de-France (IPVF), avec un facteur de plus de trois. Cette efficacité accrue signifie que le coût du watt produit par les panneaux Shavas pourrait, en réalité, être inférieur à celui des panneaux PV standards. Cette estimation est un indicateur clé pour les analyses de rentabilité et pour évaluer l'attractivité des panneaux Shavas dans des scénarios d'application réels.

https://ipvf.fr

Q14 / Quelles seraient, selon vous, les dimensions appropriées d'un module SHAVAS (épaisseur, hauteur, largeur, poids) ?

Les dimensions appropriées d'un module SHAVAS pourraient se conformer aux standards actuels des panneaux photovoltaïques sur le marché, à savoir environ 1 mètre de largeur sur 2 mètres de longueur. Cette taille est déjà bien intégrée dans l'industrie et facilite l'adoption et la compatibilité avec les systèmes existants.

Cependant, compte tenu de la puissance supérieure du système SHAVAS, une réduction d'un tiers de la taille des panneaux pourrait être envisageable sans compromettre leur efficacité. Cela signifierait des panneaux d'environ 0,67 mètre de largeur sur 1,33 mètre de longueur, offrant ainsi des avantages significatifs en termes de manipulation, d'installation et

d'intégration, particulièrement dans des espaces restreints ou pour des applications nécessitant une grande flexibilité d'installation.

Cette réduction de taille pourrait également impacter favorablement le poids des panneaux, rendant le système SHAVAS encore plus attrayant pour une gamme plus large d'applications, tout en conservant une densité de puissance élevée.

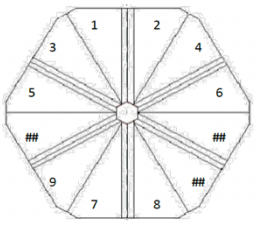
Image non contractuelle

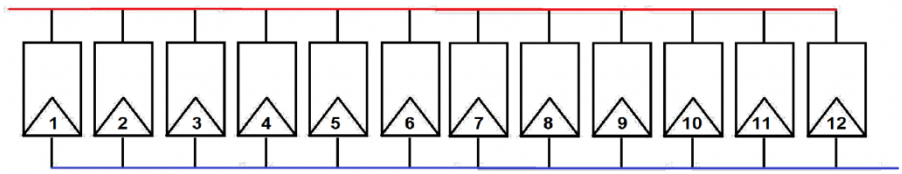
Q15 / Pourriez-vous détailler comment les cellules SHAVAS se connectent entre elles ?

Les cellules SHAVAS au sein d'un même module sont configurées en connexions parallèles, ce qui permet une uniformité et une stabilité accrue du courant généré par chaque module. Cette configuration en parallèle aide à maintenir la tension de sortie constante à travers le module, tout en augmentant le courant global produit.

En ce qui concerne les connexions entre les modules eux-mêmes, elles peuvent être adaptées en fonction des besoins spécifiques de l'installation. Les modules peuvent être connectés en série pour augmenter la tension globale, ou en parallèle pour augmenter le courant, selon le schéma désiré. Cette flexibilité dans les configurations de raccordement permet une intégration facile dans divers systèmes, qu'ils soient destinés à des applications résidentielles, commerciales ou industrielles.

Cette modularité et la possibilité de configurer les tensions et courants spécifiques pour chaque panneau offrent une grande flexibilité de conception et peuvent être optimisées pour maximiser l'efficacité énergétique de chaque installation spécifique.

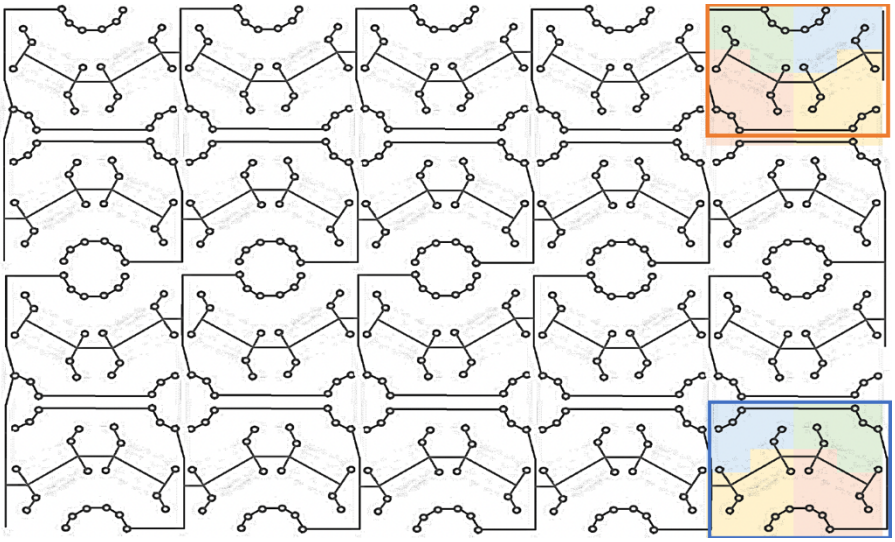


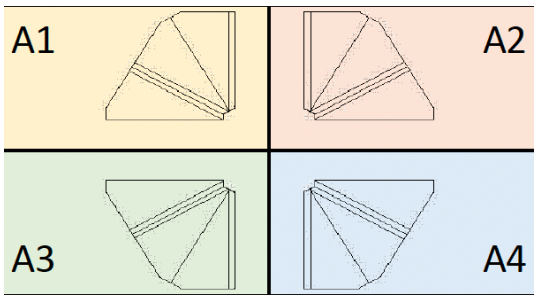


Q16 / Comment s'effectue l'assemblage de la rosace ? Quels types de fixations et de soudures sont utilisés pour connecter les bornes positives et négatives ?

L'assemblage des modules en rosace dans nos prototypes actuels se réalise par la fixation de chaque facette photovoltaïque sur un support ou un circuit imprimé (PCB). Pour ce faire, nous utilisons des soudures à l'étain afin de récupérer et d'assurer les connexions des polarités positives et négatives de chaque cellule. Cette méthode de soudure garantit une connexion fiable et durable, essentielle pour le fonctionnement efficace du module.

Cependant, dans le cadre de notre réflexion sur l'industrialisation du processus, nous n'avons pas encore finalisé la méthode de captation des polarités sur les cellules photovoltaïques pour la production à grande échelle. Plusieurs techniques sont à l'étude pour optimiser ce processus, en tenant compte de l'efficacité de la production, de la durabilité des connexions et de la facilité de fabrication. Nous envisageons l'adoption de méthodes alternatives qui pourraient améliorer la rapidité de l'assemblage tout en réduisant les coûts, telles que l'utilisation de techniques de soudure sans plomb ou de méthodes de connexion mécaniques qui pourraient être plus adaptées à une production industrielle.





Q17 / Existe-t-il une documentation technique sur la conception du prototype SHAVAS ?

Oui, une documentation technique complète sur la conception de l'avant dernier protype SHAVAS est disponible dans notre dataroom.

Q18 / Existe-t-il une pré-étude d'industrialisation pour les panneaux SHAVAS ?

Oui, une pré-étude d'industrialisation a été réalisée pour les panneaux SHAVAS. Cette étude a été menée en collaboration avec Mondragon, un groupe industriel spécialisé dans la fabrication de solutions technologiques avancées. L'offre budgétaire de Mondragon est disponible dans notre dataroom, et elle conclut qu'il n'y a pas de point bloquant majeur pour l'industrialisation des modules SHAVAS.

Cette pré-étude devra être affinée en fonction des choix stratégiques et techniques qui seront pris ultérieurement, notamment concernant les matériaux utilisés et les optimisations possibles du processus de fabrication. Ces ajustements permettront de finaliser le modèle industriel et d'adapter les coûts et la stratégie d'implantation selon les décisions futures.

Q19 / A partir de quand la technologie SHAVAS sera fabriqué et commercialisé ?

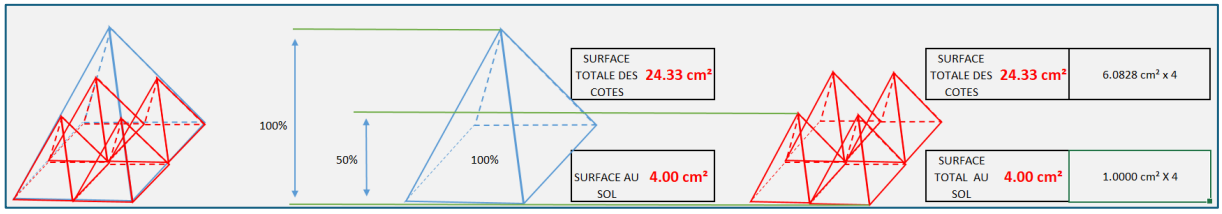
Il faudra prévoir un délai de 18 à 24 mois pour la fabrication et l'obtention de toutes les certifications et qualifications nécessaires au produit.

Q20 / Vous avez mentionné avoir réalisé des essais comparatifs avec un panneau 3D plus haut de 6 cm, utilisant ainsi plus de matière photovoltaïque. Pensez-vous vraiment que réduire la dimension 3D à 2 ou 3 centimètres, conforme à nos standards actuels, permettrait de maintenir une optimisation de production de 3.5 fois, même avec une réduction proportionnelle de toutes les cellules ?

Les résultats de nos essais comparatifs avec différents prototypes de panneaux photovoltaïques montrent que la performance optimale n'est pas principalement influencée par la hauteur des panneaux mais plutôt par l'augmentation de la surface exposée à l'irradiation. Le premier prototype testé mesurait 13 cm de hauteur, tandis que le modèle de démonstration récent avait une hauteur de 6 cm. Les performances enregistrées étaient cohérentes entre ces deux prototypes malgré la différence significative de hauteur.

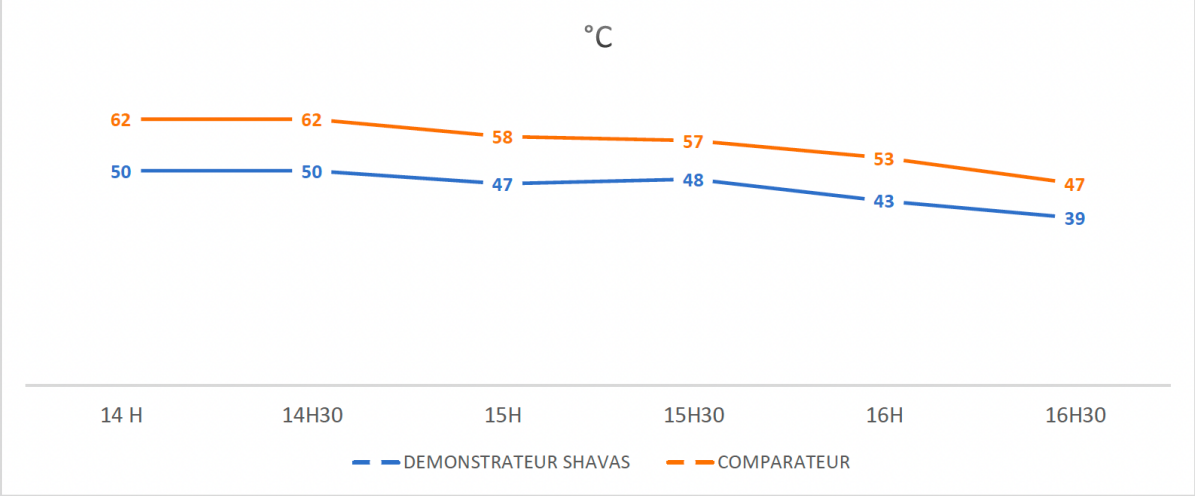
Cette constance s'explique par le fait que, tant que les proportions de la surface exposée restent les mêmes, la hauteur des modules ne modifie pas les valeurs de puissance obtenues. La clé réside dans l'optimisation de la surface totale des cellules photovoltaïques qui captent l'irradiation, plutôt que leur disposition en hauteur.

Ainsi, même en réduisant la hauteur des panneaux à 2 ou 3 centimètres, conformément aux brevets, tout en maintenant les proportions de surface appropriées, nous anticipons de maintenir une optimisation significative. La puissance accrue de 3,5 fois, comme mentionnée, provient donc de l'efficacité accrue avec laquelle les cellules sont capables de capter et de convertir l'énergie solaire, indépendamment de leur hauteur individuelle.



Q21 / Les panneaux SHAVAS ont-ils une température supérieure aux panneaux 2D à cause de l'augmentation de matière photovoltaïque ? Et comment la durabilité et la maintenance des panneaux SHAVAS sont-elles impactées par leur conception unique ?

Bien que les modules SHAVAS intègrent jusqu'à six fois plus de surface photovoltaïque active que les panneaux 2D classiques, les tests effectués montrent que leur température moyenne reste inférieure à celle des panneaux traditionnels. Lors de nos essais du 9 juin 2023 (rapport n° 090623-002), nous avons constaté que la température des cellules des modules SHAVAS était en moyenne 10°C inférieure à celle des panneaux comparateurs 2D, malgré une exposition à la même irradiation solaire. Ces résultats sont représentés dans un graphique disponible dans notre dataroom, où l'on peut observer la différence de température entre les modules SHAVAS et les panneaux 2D sur plusieurs heures. Cela confirme que, malgré l'augmentation de la matière photovoltaïque, la température des cellules est bien contrôlée, favorisant une production d'énergie stable et efficace à long terme.



Concernant la durabilité, les panneaux SHAVAS sont comparables par définition aux panneaux photovoltaïques traditionnels, car nous utilisons les mêmes matériaux et composants de base, tels que les cellules photovoltaïques, les adhésifs, et les mécanismes de fixation. Bien que la structure actuelle des panneaux SHAVAS ne permette pas la modularité au niveau des cellules individuelles, un module endommagé pourrait affecter la ligne série à laquelle il appartient, réduisant ainsi la production d'énergie dans cette section spécifique. Toutefois, cela ne compromet pas le fonctionnement global du panneau, comme démontré lors de nos tests où des cellules endommagées ou absentes n'ont pas empêché le prototype de fonctionner efficacement.

Il sera essentiel de mettre en place des mesures de surveillance continue pour suivre l'état des panneaux après installation, permettant d'intervenir rapidement en cas de défaillance d'un module. Cela assurera une production énergétique optimale et la fiabilité du système à long terme. Enfin, nous envisageons d'intégrer des options de modularité dans les futures versions du design pour simplifier les opérations de maintenance et renforcer la résilience globale du système.

Q22 / Pourquoi qualifiez-vous cette technologie de disruptive ?

Parce que la création du système Shavas ne s'est pas penché sur la matière photovoltaïque mais sur la manière de la présenter a l'irradiation ainsi que par des tests en condition réel d'utilisation. Nous avons créé le Système shavas en faisant abstraction des déterminations techniques en laboratoire qui ne donnent pas de véritable valeur en production mais des seuils qui ne sont jamais présent lors de l'exploitation.

Parce que nous avons créé le système shavas pour qu'il soit défini en qualité de restitution réelle d'énergie sur l'ensemble du temps d'exploitation plutôt que par un pseudo rendement sous exposition artificielle en laboratoire.

L'emploi du terme "technologie disruptive" pour décrire le système SHAVAS reflète une approche radicalement différente et innovante dans le domaine de la technologie photovoltaïque. Ce terme ne suggère pas une destruction au sens littéral, mais plutôt une rupture significative avec les méthodes conventionnelles. Voici les raisons principales de cette appellation :

Changement de Paradigme dans la Conception

Au lieu de se concentrer uniquement sur le développement de nouveaux matériaux photovoltaïques ou l'amélioration de l'efficacité des cellules existantes en laboratoire, le système SHAVAS réinvente la manière dont ces matériaux sont utilisés et présentés à l'irradiation solaire. Cette innovation ne se limite pas à une amélioration incrémentale mais propose une refonte complète de la structure des panneaux solaires.

Focus sur les Conditions Réelles d'Utilisation

Le système SHAVAS a été développé en tenant compte des conditions réelles d'utilisation plutôt que des conditions contrôlées de laboratoire. Cela signifie que la conception vise à optimiser la performance des panneaux dans le contexte de leur environnement naturel — un aspect souvent négligé dans les tests de laboratoire traditionnels, qui tendent à mesurer le rendement sous des conditions idéales et souvent irréalistes.

Priorisation de la Restitution Réelle d'Énergie

Au lieu de se concentrer sur le "rendement théorique" mesuré sous une exposition artificielle, le SHAVAS est évalué selon sa capacité à restituer de l'énergie de manière efficace et durable tout au long de son cycle de vie réel. Cela inclut la prise en compte de divers facteurs environnementaux qui peuvent affecter la performance des panneaux solaires au quotidien.

Conclusion

En résumé, nous parlons d'une technologie disruptive parce que le système SHAVAS remet en question et modifie profondément les fondements même de la conception des technologies solaires. Par son approche innovante, il vise à établir un nouveau standard dans l'industrie, en se concentrant sur l'efficacité réelle et durable plutôt que sur des performances maximales théoriques éphémères. Cette vision pourrait non seulement transformer la manière dont les panneaux solaires sont conçus mais aussi comment ils sont perçus dans le cadre plus large de la production énergétique renouvelable.

Q23 / Bien que vos tests aient été menés dans des laboratoires français reconnus, serait-il possible d'organiser des tests indépendants au sein de nos propres installations ?

Nous sommes ouverts à faciliter les tests dans vos installations sous réserve d'une protection stricte de notre propriété intellectuelle.

Q24 / Est-ce que cette technologie est véritablement nouvelle, ou s'agit-il d'une adaptation de brevets anciens en forme de pyramide 3D ?

Le système SHAVAS est une technologie innovante qui, bien qu'ayant soulevé quelques questions lors du dépôt de brevet en raison de la présence d'anciens brevets, il se distingue par des différences substantielles et significatives. La conception pyramidale 3D mentionnée dans ces anciens brevets ne propose pas les mêmes fonctionnalités ni les mêmes avantages que notre système SHAVAS.

Différenciations Techniques

La principale distinction entre le système SHAVAS et les anciens brevets réside dans la complexité et l'efficacité de la conception :
Extension de Surface : Contrairement à une simple structure pyramidale, le système SHAVAS maximise l'extension de la surface photovoltaïque active, permettant une captation solaire plus étendue.

Vecteurs d'Irradiation Multiples : SHAVAS utilise 12 vecteurs différents pour la présentation à l'irradiation, par rapport à une structure pyramidale qui n'en propose généralement que quatre angles d'incidence. Cela permet au SHAVAS de capturer de manière plus efficace et plus constante l'énergie solaire tout au long de la journée.

Facteurs Contribuant à la Puissance Accrue

La puissance supérieure du système SHAVAS découle de plusieurs facteurs intégrés dans sa conception :

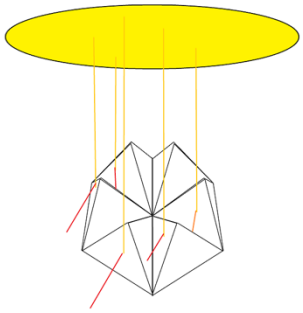
Augmentation de la Matière Photovoltaïque : En multipliant la quantité de matière photovoltaïque utilisée, le système peut capturer plus de lumière, y compris la lumière diffuse qui n'est pas directement perpendiculaire.

Exposition Accrue : Chaque facette du SHAVAS est orientée de manière à optimiser l'angle d'exposition au soleil, ce qui permet de recevoir de la lumière sous différents angles plutôt que seulement perpendiculairement.

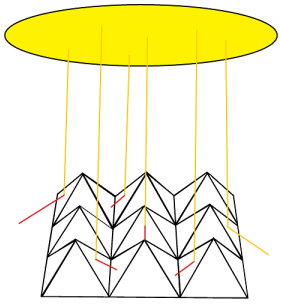
Réverbération entre Cellules : L'orientation stratégique des facettes favorise également la réintégration des réverbérations de lumière au sein du système, améliorant ainsi la captation globale de l'énergie solaire.

Conclusion
En résumé, le système SHAVAS se distingue nettement par ses innovations techniques et son efficacité accrue. Cette technologie est une évolution substantielle avec des bénéfices uniques adaptés aux besoins modernes en énergie solaire.

TETRAEDRE (SHAVAS)



PYRAMIDE



Q25 / Avez-vous fait auditer les brevets par un autre Conseil en propriété industrielle que celui qui a rédigé les brevets ?

Oui. Le rapport d'audit, disponible dans notre Data Room, ne contient aucune observation qui pourrait remettre en question la validité du brevet principal ou des trois autres brevets.

Q26 / Avez-vous réalisé une étude optique sur des formes 3D similaires à celles de SHAVAS qui ne seraient pas couvertes par les brevets SHAVAS ? Si oui, quels en sont les résultats ?

Nous avons mené une étude optique sur l'irradiance avec la collaboration du centre d'innovation optique PISEO. Nous avons décidé conjointement de ne pas poursuivre d'autres études sur des formes 3D alternatives en ayant acquis la certitude que la forme hexagonale est la plus optimale avec le plus petit périmètre (voir rapport PIS-CONS-01388 dans la dataroom).

https://piseo.fr

Q27 / Quels sont les brevets déposés pour la technologie SHAVAS et quelles sont les demandes PCT en cours ?

La technologie SHAVAS est protégée par plusieurs brevets déposés en France et étendus à l'international via le système PCT (Patent Cooperation Treaty). Voici les brevets associés à cette innovation :

- Brevet N°FR2114686 – Forme Shavas : Premier brevet déposé, couvrant un module photovoltaïque tridimensionnel. Ce brevet décrit en détail la structure et les dessins associés à la forme innovante. Il a été déposé auprès de l'INPI (Institut National de la Propriété Industrielle) le 30 décembre 2021 et la demande PCT a été initiée sous le numéro FR2022/052508. Le brevet a été délivré le 24 novembre 2023.
- Brevet N°FR2304293 – Forme étendue : Ce brevet représente une expansion de la forme Shavas, où les angles au sommet sont arrondis et les cellules photovoltaïques sont regroupées sur le module. Le dépôt a été effectué le 27 avril 2023 et la demande PCT est enregistrée sous FR2023/051330.
- Brevet N°FR2304294 – Procédé de fabrication : Ce brevet couvre un processus de fabrication amélioré, en inversant le processus de montage et en l'appliquant sur tout le pourtour du module. Le dépôt a été effectué le 27 avril 2023 et la demande PCT est enregistré sous le numéro FR2023/051329.
- Brevet N°FR2307248 – Module autoportant : Ce brevet décrit une cellule photovoltaïque fixée sur une base, créant un module tridimensionnel autoportant. Le dépôt a été effectué le 6 juillet 2023, et la demande PCT est enregistrée sous FR2023/051331.

Ces brevets visent à protéger l'innovation de SHAVAS et à faciliter une extension internationale via les demandes PCT, garantissant ainsi une couverture juridique solide dans plusieurs juridictions à travers le monde.

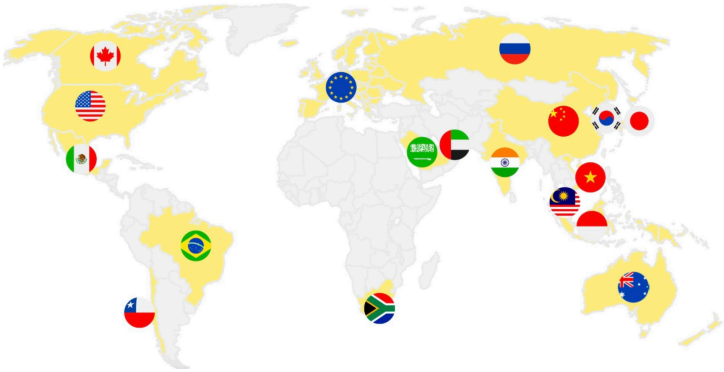
Q28 / Dans quels pays les brevets SHAVAS sont-ils entrés en phase nationale et quel est l'état de ces dépôts ?

Les brevets SHAVAS ont été déposés dans plusieurs pays à travers le monde, assurant une protection juridique étendue. Le dépôt en phase nationale signifie que chaque demande de brevet a été soumise à l'examen des offices de propriété intellectuelle de ces pays, garantissant ainsi la possibilité d'obtenir une protection spécifique à chaque territoire. Voici les pays dans lesquels les brevets SHAVAS sont actuellement en phase nationale :

- Émirats Arabes Unis (E.A.U.) : Dépôt n° P2024-01723.
- États-Unis : Dépôt n° 18/687 482.
- Indonésie : Dépôt n° P00202402298.
- Chine : Dépôt n° 202280077028.8.
- Arabie Saoudite : Dépôt n° 1120242186.

- Europe : Dépôt n° 22854160.3, couvrant les principaux pays européens via le système de brevet européen.
- Australie : Dépôt n° 2022 429779.
- Inde : Dépôt n° 202447043400.
- Japon : Dépôt n° 2024-535653.
- Corée du Sud : Dépôt n° 10-2024-7024548.
- Viêt Nam : Dépôt n° 1-2024-04660.
- Malaisie : Dépôt n° PI 2024003110.
- Canada : Dépôt n° 3 238 902.
- Brésil : Dépôt n° BR 11 2024 013014 2.
- Mexique : Dépôt n° MX/a/2024/008092.
- Chili : Dépôt n° 2024-1701.
- Afrique du Sud : Dépôt n° 2024/04171.
- Russie : Dépôt n° 2024 119966.

Ces dépôts stratégiques permettent à SHAVAS de se protéger dans les marchés clés du photovoltaïque, offrant ainsi une couverture étendue dans les principales économies mondiales, tout en garantissant une protection contre la copie ou l'utilisation non autorisée de sa technologie dans ces juridictions.



Q29 / Nous comprenons que vous êtes le propriétaire majoritaire des brevets SHAVAS et que vos partenaires actuels sont tenus de vendre leurs parts si vous transférez vos droits. Pouvez-vous confirmer cette information ?

Absolument. Cette obligation est clairement stipulée dans la documentation juridique relative aux brevets SHAVAS. De plus, elle correspond à la volonté exprimée par chacun des copropriétaires.

Q30 / Pourquoi la technologie SHAVAS a-t-elle été développée ?

La technologie SHAVAS a été développé en mode start-up par une équipe d'entrepreneurs et d'ingénieurs, avec un financement assuré principalement par des investisseurs individuels, séduits par le potentiel de la technologie.

Q31 / Comment SHAVAS s'adaptera à son environnement ? (onduleurs, régulateurs, etc.)

Grâce à une production d'électricité beaucoup plus linéaire, SHAVAS réduit les perturbations liées aux variations d'irradiance. Cette régularité permet de mieux stabiliser les systèmes électriques qu'il alimente, tels que les onduleurs et régulateurs, en diminuant les pics de puissance ou les baisses soudaines. Par conséquent, cette stabilité améliore l'efficacité des composants électriques connectés à SHAVAS et prolonge leur durée de vie en réduisant l'usure due aux fluctuations fréquentes de l'énergie fournie par les panneaux photovoltaïques traditionnels.

Q32 / Quels sont les potentiels défis auxquels SHAVAS pourrait être confronté dans les années à venir ?

Actuellement, les tests et mesures comparatives sur les technologies photovoltaïques 2D en laboratoire sont réalisés en Watt-crête, une mesure qui représente une puissance maximale théorique rarement atteinte dans des conditions réelles. Cette puissance est potentiellement possible uniquement lors des équinoxes, avec une orientation et une inclinaison optimales. Grâce à sa capacité à compenser la faible lumière directe par la lumière indirecte, SHAVAS assure une production plus linéaire, avec un rendement 3,5 fois supérieur aux panneaux 2D (voir rapport IPVF dans la dataroom). L'un des défis futurs sera de changer cette unité de mesure, en remplaçant le Watt-crête par le Watt-heure, une mesure basée sur la quantité réelle d'électricité produite, ce qui permettrait à SHAVAS de se distinguer définitivement des comparaisons basées sur une puissance théorique.

Q33 / Combien de temps SHAVAS va conserver son avancée technologique ?

La technologie SHAVAS s'adaptera facilement aux évolutions futures car elle repose principalement sur sa conception en 3D plutôt que sur les matériaux spécifiques utilisés. Contrairement aux panneaux solaires traditionnels qui misent sur l'amélioration des matériaux photovoltaïques pour augmenter leur rendement, SHAVAS tire son efficacité de sa forme tridimensionnelle, optimisant la captation de la lumière sous différents angles. Cette approche structurelle permet à SHAVAS de rester compatible avec les innovations futures, comme l'intégration de nouvelles générations de cellules photovoltaïques, telles que les cellules TANDEM (Cristallin et pérovskite). Ainsi, SHAVAS conservera son avancée technologique, car son design est pensé pour exploiter pleinement toute avancée en matière de cellules solaires.

****

Fait à Eze (France), le 02/10/2024

Rédacteurs	
 Alexis LEGRAND *CEO*	 Sylvain GAUTHIER *CEO*