

Fiche professionnelle de projet

« Fabrication de panneaux photovoltaïques »



Soutenu par



Mise en oeuvre par



Avril 2025

SOMMAIRE

01	Fiche synthétique du projet	p 04
02	Présentation du projet	p 05
	2.1. DESCRIPTION DU PROJET.....	05
	2.2. DÉFINITIONS CLEFS.....	05
	2.3. JUSTIFICATION DE L'OPPORTUNITÉ.....	06
03	Analyse du marché	p 10
	3.1. SEGMENTATION DE LA DEMANDE.....	10
	3.2. MARCHÉ LOCAL.....	11
	3.3. MARCHÉ INTERNATIONAL.....	17
	3.4. LES PERSPECTIVES DE LA DEMANDE.....	19
	3.5. STRATÉGIE MARKETING.....	21
04	Composantes technique du projet	p 24
	4.1. PROCESS ET BESOINS EN ÉQUIPEMENTS.....	24
	4.2. ACTIVITÉS CLEFS.....	28
	4.3. INTRANTS ET MATIÈRES PREMIÈRES.....	30
	4.4. BESOINS EN RESSOURCES HUMAINES.....	31
	4.5. INNOVATION ET DIGITALISATION.....	31
05	Réglementation, durabilité et certifications	p 33
	5.1. NORMES ET RÉGLEMENTATION NATIONALES.....	33
	5.2. NORMES ET RÉGLEMENTATION INTERNATIONALES.....	34
	5.3. CONSIDÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES.....	36
	5.4. CERTIFICATIONS.....	37
06	Analyse SWOT du projet	p 38
07	Investissement et rentabilité prévisionnelle	p 39
	7.1. BESOINS EN INVESTISSEMENT ET FINANCEMENT.....	39
	7.2. PRÉVISIONS D'ACTIVITÉ.....	41
	7.3. PRÉVISIONS DE CHARGE.....	42
	7.4. RENTABILITÉ.....	43
	7.5. GESTION DES RISQUES.....	44
08	Annexes	p 47
	8.1. STATISTIQUES DÉTAILLÉES.....	47
	8.2. ADRESSES UTILES.....	49
	8.3. PROJECTIONS DE RENTABILITÉ.....	50

ACRONYMES

ANME	Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie
APII	Agence de Promotion de l'Industrie et de l'Innovation
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
CETIME	Centre Technique des Industries Mécaniques et Électriques
CDN	Contribution Déterminée au niveau National
ERP	Entreprise Resource Planning
INNOPRI	Institut National de la Normalisation et de la Propriété Industrielle (INNORPI)
INS	Institut National de la Statistiques
IRENA	International Renewable energy Agency
mDT	mille Dinars Tunisiens
MDT	Millions de Dinars Tunisiens
MES	Manufacturing Execution System
MINE	Ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Énergie
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
PPP	Partenariat Public-Privé
PV	Photovoltaïque
R&D	Recherche et Développement
RH	Ressources Humaines
ROI	Return On Investment

ACRONYMES

SUITE

SAV	Service Après-Vente
SH	Système Harmonisé
STEG	Société Tunisienne d'Electricité et de Gaz
VAN	Valeur Actualisée Nette
TCAC	Taux de Croissance Annuel Composé
TRI	Taux de Rentabilité Interne
UE	Union Européenne
Wc	Watt-crête
ZLECAF	Zone de Libre Echange Continentale Africaine

1.FICHE SYNTHÉTIQUE DU PROJET

Projet : Fabrication de panneaux photovoltaïques	
Description	Création d'une unité de fabrication de modules photovoltaïques par encapsulation.
Opportunité	La croissance du marché local et du marché Africain avec les stratégies de transition énergétique engagées par plusieurs pays (notamment le Maroc et l'Afrique du Sud) représente une opportunité pour le développement de ce créneau.
Produits	Panneaux photovoltaïques monocristallins.
Investissement	Investissement Total : 30 MDT <ul style="list-style-type: none"> • Terrain et construction : 5 MDT • Agencement et installations : 2 MDT • Equipements : 18 MDT • Autres : 2 MDT • FdR : 3 MDT
Financement	Capital : 12 MDT Crédit : 18 MDT
Capacité	100 000 unités par an
CA en régime de croisière	70 MDT
Emplois	120 personnes dont 55 cadres, techniciens et agents de maîtrise.
Rentabilité	<ul style="list-style-type: none"> • TRI : 20% • VAN : 7,3 MDT • Retour sur investissement : 5,3 ans

2. PRÉSENTATION DU PROJET

2.1 Description du projet

Le projet consiste en la fabrication de modules (également nommés panneaux) photovoltaïques pour la production de l'électricité à partir du rayonnement solaire. Les modules photovoltaïques visés peuvent être destinés à un usage domestique privé d'autoconsommation électrique (pour les ménages, les entreprises, l'irrigation, les usines de dessalement, ...) ou à un usage industriel de production électrique destinée à la vente.

Le procédé de fabrication se répartit en sept étapes principales : le lay-up des cellules photovoltaïques, la soudure au laser, l'encapsulation, l'ébavurage, le raccordement de la boîte de jonction, l'assemblage du cadre en aluminium et la mise en palette.

2.2 Définitions clefs

Le produit de ce projet est le panneau photovoltaïque au silicium cristallin. Ce produit était classé sous la catégorie « dispositifs photosensibles à semi-conducteurs » (Code SH 854140) au même titre que les cellules photovoltaïques et autres produits photosensibles jusqu'en 2023 quand la nouvelle nomenclature lui a attribué un code SH particulier à savoir le 854143.

Le panneau photovoltaïque est un équipement de conversion de la lumière solaire en courant électrique. Son composant de base est la cellule photovoltaïque constituée d'un matériau conducteur photosensible à savoir le silicium cristallin. Il existe deux types de panneaux photovoltaïques au silicium cristallin :



- **Le panneau monocristallin :**

Les cellules sont fabriquées à partir du silicium hautement purifié cristallisé en un seul cristal. Ce panneau se caractérise par son rendement élevé (le rendement est le taux de conversion du rayonnement solaire en électricité).

- **Le panneau polycristallin :**

Les cellules sont fabriquées à partir du silicium fondu et cristallisé en plusieurs cristaux avec une structure disjointe. Ce panneau est moins cher que le monocristallin mais son rendement est nettement plus faible.

Les panneaux photovoltaïques sont fabriqués selon le même procédé : l'encapsulation. Ce procédé peut être effectué de manière entièrement manuelle mais dont le niveau de qualité est insuffisant et les capacités de production sont faibles.

Aujourd'hui, les constructeurs optent pour deux méthodes : les processus semi-automatisés où certaines opérations sont effectuées manuellement ou les processus entièrement automatisés qui nécessitent des investissements plus conséquents mais qui assurent une production de haute qualité avec des taux de rejets marginaux.

2.3 Justification de l'opportunité

2.3.1 Le besoin local

L'accroissement des prix de l'électricité sur le marché local rend le passage aux énergies renouvelables opportun pour les acteurs locaux qu'il s'agisse des ménages, des entreprises ou des exploitants agricoles. Aujourd'hui, le coût de production de l'électricité à partir des centrales photovoltaïques est inférieur, pour les grands consommateurs, aux prix pratiqués par la STEG malgré la compensation servie par l'Etat. L'aggravation du déficit énergétique et l'accroissement des coûts de production de l'électricité par la STEG favorise, sensiblement, cette tendance.



2.3.2 Perspectives du marché international et possibilités d'exportation

Plusieurs pays dans le monde, extrêmement sensibles à la question de la souveraineté énergétique et aux enjeux environnementaux de l'énergie fossile, ont entamé des opérations de transition énergétique d'envergure. Selon le rapport « Global Energy Trends 2024 »¹, la production de l'énergie solaire a augmenté de 25% entre 2023 et 2024.

Par ailleurs, le rapport de l'IRENA (International Renewable Energy Agency) pour l'année 2021 souligne qu'entre 2000 et 2020, la part des énergies renouvelables dans les nouvelles installations de production électrique a dépassé 80% ce qui dénote d'une transition dynamique d'un secteur connu généralement pour son inertie.

Cette tendance est, essentiellement, due à plusieurs facteurs dont notamment :

- La pauvreté énergétique des pays à revenu bas et intermédiaire (low income et middle income selon la classification de la Banque Mondiale) d'où provient la principale part de l'accroissement de la demande énergétique. La dépendance aux énergies fossiles menace sérieusement la souveraineté énergétique de ces pays.
- La baisse substantielle des coûts des énergies renouvelables et notamment l'énergie solaire du fait des avancées technologiques qui ont sensiblement réduit les coûts des installations.
- La résilience démontrée par les installations des énergies renouvelables face aux crises majeures et surtout la COVID-19.

◆ En Afrique, Le Maroc, l'Afrique du Sud et l'Égypte ont fait des progrès notables en matière d'énergies renouvelables. Et des pays comme le Kenya, le Ghana ou la Namibie commencent à déployer des projets ambitieux de transition énergétique où le photovoltaïque solaire représente une part considérable grâce à un ensoleillement idéal.

Ces pays représentent une niche d'exportation intéressante si l'industrie photovoltaïque Tunisienne arrive à se rapprocher des rapports qualité/prix de l'industrie chinoise, leader mondial.

Les pays de l'OCDE représentent, également, une piste intéressante à cause de la proximité géographique qui résout, sensiblement, les difficultés logistiques comparativement à la Chine.

¹ Source : Bilan énergétique mondial, édition 2024: statistiques énergétiques consolidées et tendances mondiales (enerdata.fr)

2.3.3 Enjeux stratégiques pour la Tunisie

La stratégie énergétique de la Tunisie 2035 prévoit une capacité d'énergies renouvelables installée de 8350 MW à l'horizon 2035 contre 370 MW installées en 2021 pour atteindre une part des ER de 18% dans le mix énergétique national contre 1% en 2021. Selon l'Agence Nationale de Maîtrise de l'Energie, les $\frac{2}{3}$ des ER à installer sont constitués de photovoltaïque solaire, soit 5567 MW à installer dans un horizon de 10 ans.

Cette stratégie vise, entre autres, à :

- La décarbonation du secteur de l'énergie qui représente 60% des émissions de CO₂ du pays dans l'optique de s'aligner avec la CDN de la Tunisie.
- La sécurité de l'approvisionnement énergétique du pays dont le déficit énergétique structurel a atteint 57% en 2021 et peut atteindre 95% à l'horizon 2035 si la demande continue à croître au même rythme et que la production d'hydrocarbures continue à baisser à la même cadence.

2.3.4 Avantages concurrentiels

La Tunisie dispose d'un ensemble d'avantages concurrentiels non négligeables pour disposer d'une industrie performante des panneaux photovoltaïques. Les éléments compétitifs essentiels sont :

- **Le savoir-faire des compétences locales** : Le Plan Solaire Tunisien, entamé depuis 1996 a permis au pays de développer un savoir-faire considérable par les programmes d'enseignement, de formation et de coopération internationales. Ce savoir-faire peut permettre aux industriels d'envisager un développement rapide de la filière sur le plan de la maîtrise des nouvelles technologies industrielles et de la maîtrise technique des procédés de fabrication.
- **La proximité géographique** : La position géographique de la Tunisie par rapport aux marchés potentiels d'exportation (OCDE, Maroc, Egypte, ...) fait de sa proximité un atout considérable en termes de logistique de transport ce qui permet aux clients de se prémunir des risques de rupture relatifs aux difficultés logistiques vécues durant la crise COVID-19 ou durant le conflit Russo-Ukrainien.
- **La capacité de production en petites séries** : Caractéristique de l'industrie Tunisienne en général, cette capacité peut être un élément décisif pour les engagements long-termes des clients finaux qui leur évite des coûts de stockage contrairement aux importations venues de Chine où la logistique impose des productions et des importations de masse.

- **L'amélioration du rapport qualité-prix** : Au cours de la dernière décennie, l'industrie des panneaux photovoltaïques en Tunisie a connu des progrès importants sur le plan de la maîtrise qualité dont les performances se rapprochent des standards internationaux de haute performance et de la maîtrise des coûts. Cette amélioration, due essentiellement, à une bonne assimilation des nouvelles technologies, a permis à l'industrie locale, non seulement, d'améliorer sa part de marché, mais également de s'exporter.

3 ANALYSE DU MARCHÉ



3.1 Segmentation de la demande

Le marché des panneaux photovoltaïques (PV) peut être divisé en trois segments :



PV résidentiel :

Il s'agit des installations photovoltaïques sur les toitures de maisons pour l'autoproduction de l'électricité pour une consommation individuelle. Ce segment, réservé aux particuliers, se caractérise par des installations de petite taille (généralement entre 2 et 10 KWc) avec un investissement bas et un ROI rapide. La plupart de ces installations sont réalisées sur les toits de maisons pour optimiser le rendement de la centrale. L'objectif principal du client final est de réduire sa facture d'électricité. La vente à cette cible de clients passe généralement par des installateurs de petite taille.



PV commercial :

Il s'agit des installations photovoltaïques pour les entreprises, les centres commerciaux, les systèmes de pompage d'eau, les stations de dessalement, ... Ces systèmes sont plus grands que les centrales résidentielles. Généralement, les puissances installées varient de quelques centaines de KWc à quelques MWc. Ces solutions constituent un investissement plus conséquent mais permettent un coût de production plus bas grâce aux économies d'échelle. La revente du surplus de production permet au client final d'accélérer son ROI. La vente à ce segment de clients passe par des installateurs de taille moyenne et des installateurs de grande taille.



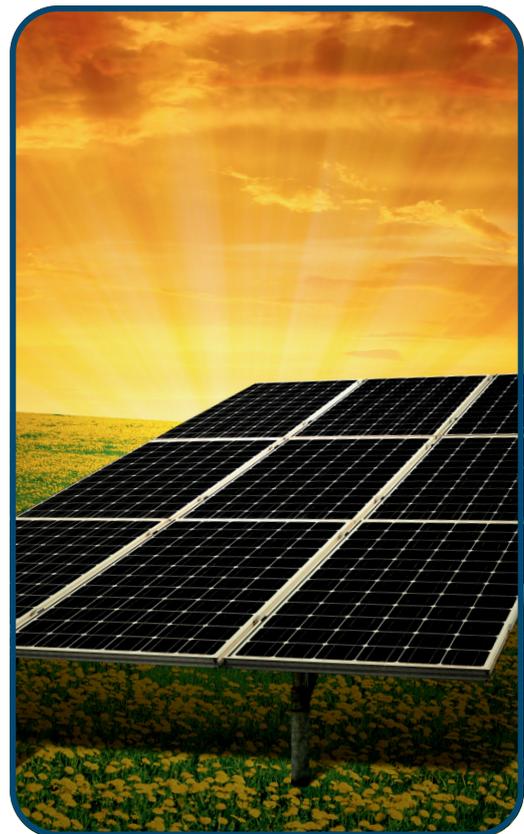
PV industriel :

il s'agit des grandes centrales de production de l'électricité destinée à la distribution et la vente aux réseaux. La taille de ces centrales se mesure généralement en MW. Les économies d'échelle et les contrats de revente de l'électricité permettent d'assurer une très grande rentabilité à long terme. Les clients cibles de ce segment sont les grandes entreprises d'énergie (multinationales) qui contractent avec les Etats pour la production électrique.

3.2 Marché local

3.2.1 L'offre sur le marché locale

L'industrie des panneaux photovoltaïques a démarré, en Tunisie, il y a une quinzaine d'années. Globalement, 8 unités de production ont été créées depuis, mais ont connu des fortunes diverses. Plusieurs entités sont à l'arrêt suite à des difficultés concurrentielles par rapport aux produits d'importation, essentiellement Chinois. Ces difficultés proviennent surtout de l'incapacité de ces structures à suivre le développement des technologies de fabrication qui ont impacté sensiblement la qualité des produits et ont empêché ces entreprises de maîtriser leurs coûts de production. Ceci étant, certaines entreprises plus récentes, ont pu rattraper le retard de qualité et se rapprocher des coûts efficaces grâce à des partenariats avec des constructeurs mondiaux. Ceci leur a permis de décrocher des parts de marché en local et même à l'export. Actuellement, selon plusieurs sources, seulement deux acteurs sont en activité.



Globalement, il n'existe pas de chiffres officiels sur les capacités de production globale ni sur les volumes de production réelle. Cependant, certaines publications estiment la capacité de production annuelle cumulée à 1.68 Millions d'unités et 445 MW alors que la production réelle se limite à 127 000 unités et 36.4 MW. Alphanis et Ifri-sol sont, vraisemblablement les deux producteurs encore actifs avec des capacités de production annuelle respectivement de 500 000 unités et 400 000 unités.

Les produits des deux fabricants optent pour les technologies récentes en se spécialisant dans les panneaux monocristallins, plus performants dans la production et plus résistant aux conditions extrêmes. Ayant une bonne maîtrise sur les coûts de production, les deux fabricants misent actuellement sur l'amélioration des performances, des qualités et des puissances des panneaux produits (désormais, des panneaux d'une puissance supérieure à 600 Wc sont produits ce qui s'aligne avec les standards récents des producteurs mondiaux).

- Selon des informations recueillies chez divers installateurs, leur prix d'achat moyen du Wc varie entre 1.3 et 1.4 Dinars HT pour les panneaux monocristallins d'une puissance supérieure à 450 Wc.
- Les producteurs Tunisiens ont développé plusieurs facteurs de compétitivité dont les plus importants sont : le savoir-faire, des partenariats structurants avec des constructeurs mondiaux (Allemagne et Inde essentiellement), une technologie de pointe avec une gamme de certifications de haut niveau mondial et des capacités de production en petites séries qui offrent plus de souplesse à leurs clients.

3.2.2 Demande locale

Tous les segments de l'industrie sont présents en Tunisie avec une prédominance du photovoltaïque résidentiel, dopé par les incitations publiques à l'autoproduction. Récemment, le photovoltaïque industriel se développe sensiblement avec l'assouplissement de l'octroi des concessions de production pour la revente avec des fermes solaires qui sont programmées à court terme.

Seul le photovoltaïque commercial demeure très limité, plombé par les coûts d'investissement et la faible contribution des incitations publiques pour un tissu économique financièrement fragile et un accès limité au financement bancaire des investissements malgré une rentabilité assurée.

Le photovoltaïque résidentiel et commercial constitue en 2022, selon les chiffres du MIME, 89% des capacités installées avec 158 MW. Les installations prédominantes sont des installations résidentielles de petite capacité (entre 2 KW et 10 KW). Ce segment se développe sous l'impulsion du programme PROSOL-ELEC qui permet aux clients finaux de profiter d'un crédit bonifié (taux d'intérêt fixe légèrement supérieur à 8%) sur 7 ans (avec une redevance fixe payée sur la facture STEG) et d'une subvention du fonds de transition énergétique (FTE) accordée par l'ANME pour toute installation réceptionnée conforme à travers un installateur agréé. Le programme PROSOL-ELEC se limite, pourtant, aux installations ne dépassant pas 4 KWc. Si la puissance installée dépasse ce seuil, le client final n'est plus éligible au crédit bonifié ni à la subvention.

- Les importateurs sont, généralement, installateurs (à travers des entités juridiques indépendantes) mais focalisent sur les niches des grandes centrales (PV industriel, PV commercial et les grands consommateurs du résidentiel). Les autres installateurs ciblent essentiellement le résidentiel (produit et service) et le commercial (pour les grands installateurs).

3.2.3 Les échanges commerciaux

Selon les chiffres du site trademap.org, les importations de panneaux et de cellules photovoltaïques (code SH 85414090016)² ont progressé de 10,2 à 29,5 Millions de Dollars entre 2016 et 2021 avec un TCAC de 24%.

² Jusqu'à 2023, ce code SH cumule à la fois les cellules ainsi que les panneaux photovoltaïques.

Le graphique suivant récapitule les importations Tunisiennes en valeur pour la période 2016-2021 (source : trademap.org) :

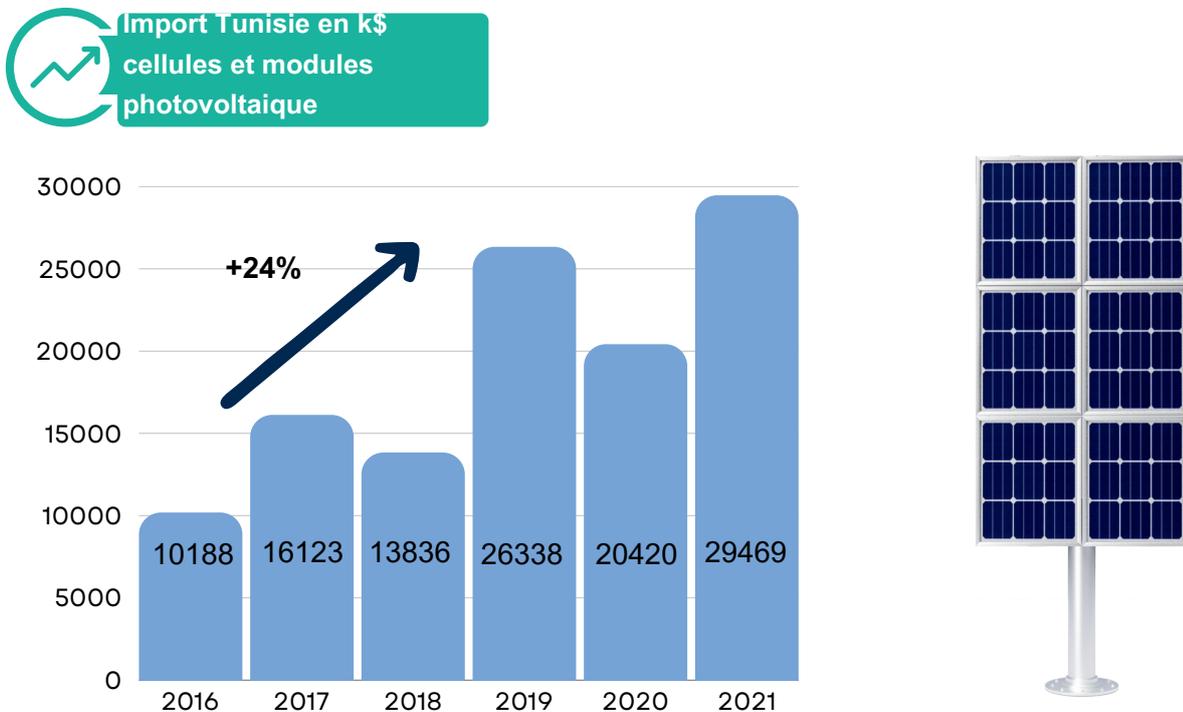


Figure 1 : Evolution des importations de cellules et panneaux photovoltaïques (en 1000 \$US)

Source : TradeMap

Selon l'INS, sur les 8 premiers mois de 2024, et selon le nouveau code douanier (SH : 854143)³ qui permet de distinguer les échanges des panneaux et des cellules photovoltaïques, les importations de panneaux ont atteint 123 Millions de Dinars. Ainsi, le cumul des importations sur toute l'année 2024 pourrait dépasser les 200 millions DT. Ces importations proviennent en grande majorité (à raison de 96%) de la Chine.

³ Nouveau code SH introduit à la mi-2023 et réservé uniquement aux panneaux photovoltaïques (Source : INS).

AVRIL 2025

15



Importation des panneaux photovoltaïques (SH:854143) en 2024 en millions DT



Importations 8 mois 2024 par pays origine (% en valeur)

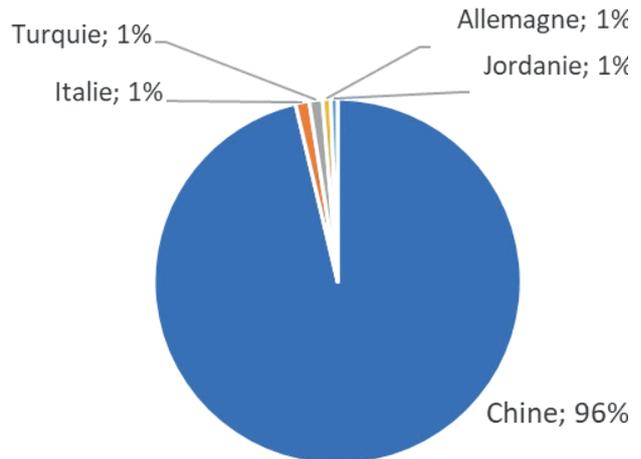
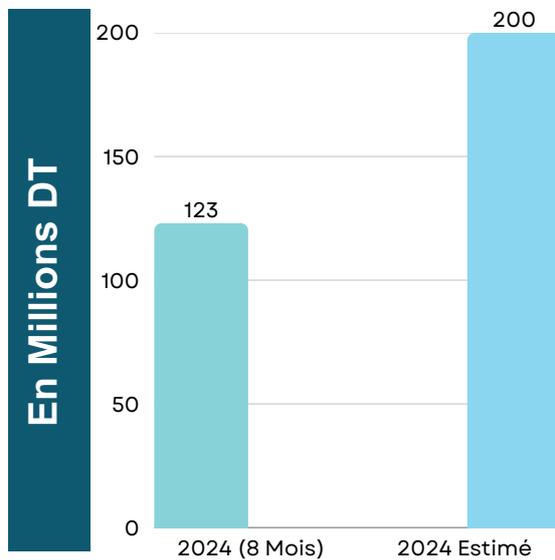


Figure 2 : Importations tunisiennes de panneaux photovoltaïques en 2024

Source : TradeMap

En termes d'exportations, l'industrie tunisienne des panneaux photovoltaïques a connu une croissance remarquable depuis 2014 (2 millions DT), avec une forte progression en 2017. Les exportations ont atteint un pic de 23,7 millions DT en 2021. Cependant, on observe une tendance à la baisse depuis 2022, avec une chute significative à 12,7 MDT en 2023, et une projection encore plus basse pour 2024 (3,6 MDT sur les 8 premiers mois). Cette récente diminution, particulièrement marquée en 2024, s'explique en grande partie par un changement stratégique du marché. En effet, la loi de finances 2024 a augmenté les droits de douane sur les importations de panneaux de 10% à 30%, rendant les fabricants locaux plus compétitifs sur le marché intérieur. Cette mesure a probablement incité les producteurs tunisiens à réorienter leur production vers le marché local, désormais plus attractif, au détriment des exportations.

**Exportations en Millions
DT (SH 854140 & 854143)**

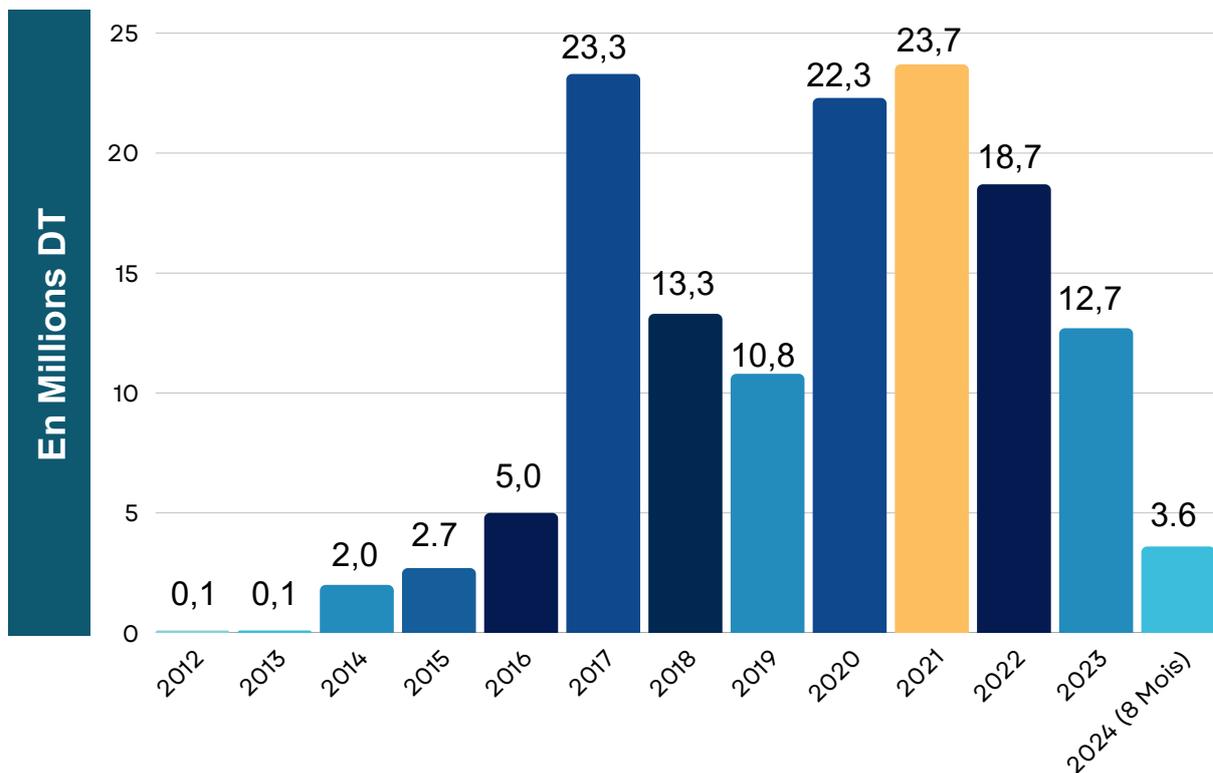


Figure 3 : Evolution des exportations tunisiennes de panneaux photovoltaïques

Source : INS

L'analyse des données d'exportation des panneaux photovoltaïques tunisiens par destination révèle plusieurs tendances :

- **Diversification des marchés :** La Tunisie exporte vers plus d'une vingtaine de pays, incluant des marchés européens (France, Allemagne, ...), africains (Maroc, Algérie, Côte d'Ivoire, Burkina Faso, ...) et même asiatiques (Inde), démontrant une stratégie de diversification géographique.
- **Marchés stables :** Certains pays comme le Maroc et l'Algérie montrent une présence relativement constante sur plusieurs années, suggérant des relations commerciales établies.

- **Opérations ponctuelles significatives** : On observe des pics d'exportation sporadiques vers certains pays, comme l'Inde en 2019 (9,8 MDT), la Turquie en 2017 (13 MDT), la France en 2017 (5MDT), le Maroc en 2021 (14,2 MDT), indiquant probablement des contrats ou projets spécifiques de grande envergure.
- **Marchés en croissance** : L'Algérie montre une tendance à la hausse avec un pic de 6,7 MDT atteint en 2002. Les exportations sur le Maroc ont connu également une tendance haussière pour atteindre leur plus haut niveau en 2021 avec plus de 14 MDT.

3.3 Marché international

3.3.1 Les échanges mondiaux

En 2023, les importations de panneaux photovoltaïques ont atteint 62.67 Milliards de USD⁴ soit une croissance de 28.7% par rapport à 2022. L'évolution des capacités de production installées à travers le monde confirme la tendance haussière soutenue de la filière. Les Etats Unis d'Amérique sont le premier importateur de panneaux photovoltaïques avec une part s'élevant à 19.3 Milliards de USD soit 30.7% des importations mondiales pour l'année 2023. 93% des importations US proviennent d'Asie avec une domination vietnamienne (28.3%) talonnée par la Malaisie (22.8%) et la Thaïlande (12.4%). Dans l'UE, l'Allemagne est le premier importateur avec un total de 3.79 Milliards de Dollars soit 6% des importations mondiales.

Sur le continent Africain, l'Afrique du Sud tient la première position avec des importations avoisinant 935.5 Millions de USD, suivie de l'Egypte avec 138.6 Millions de USD.

En même temps, le premier exportateur de panneaux photovoltaïques est la Chine avec 39.5 Milliards de USD d'exportations, soit 61% de parts de marché, suivie du Vietnam avec 6.7 Milliards de USD. Le premier exportateur Européen sont les Pays-Bas avec 1.7 Milliards de USD, suivie de l'Allemagne avec 1.16 Milliards de Dollars.

Le premier client de la Chine sont les Pays-Bas qui s'accaparent 14.4% des exportations Chinoises suivie de l'Inde (11.9%).

En total, les pays Asiatiques totalisent 44.3% des exportations Chinoises, alors que l'Afrique représente seulement 2.46%.



⁴ Importations sous le code SH 854143 « Cellules photovoltaïques assemblées en modules ou constituées en panneaux » - Source : Trade Map

3.3.2 Les principaux pays fournisseurs et entreprises leaders

La Chine est solide leader de la production de panneaux photovoltaïques. Selon l'Agence Internationale de l'Energie, la Chine détient 84% de la chaîne mondiale de fabrication (toutes étapes confondues) et 74.4% de la production des panneaux. La région de l'Asie-pacifique détient 10% du marché alors que l'Europe et l'Amérique du Nord ne détiennent que 3% de la production.

Les principaux fabricants mondiaux sont :

- LONGi solar Technology Co., Ltd (Chine)
- Jinkosolar Holding Co., Ltd (Chine)
- Trina Solar Co., Ltd (Chine)
- Canadian Solar Inc. (Canada)
- Hanwha Solutions Corporation (Corée du Sud)
- Risen energy Co., Ltd (Chine)
- First Solar Inc. (USA)

3.3.3 Les principaux marchés et leurs caractéristiques

Premier producteur, premier exportateur, la Chine est également premier consommateur de panneaux photovoltaïque avec des capacités installées de 300 GW, suivie des USA avec 120 GW, le Japon 70 GW, l'Inde avec 60 GW, l'Allemagne avec 50 GW. La capacité globale installée dans le monde en 2022 est de l'ordre de 1 177 GW (elle était à 101 GW en 2012).

En Afrique, la capacité totale installée s'élève à 16 GW, dominée par l'Afrique du Sud (7 GW). Le continent Africain a enregistré une puissance installée de 3.7 GW en 2023 dont 3 GW en Afrique du Sud.

Dans la plupart de ces pays, la grande partie de la puissance installée est réalisée dans le segment du PV industriel qui constitue, en 2020, 60% de la puissance installée⁵.

Le marché Européen prévoit une croissance annuelle de 12% jusqu'en 2029⁶.

En Afrique, la majorité du développement solaire se fait sur les segments PV commercial et PV industriel (65% selon l'AFSIA).

⁵ Source : Quelle est la part du photovoltaïque dans la production d'électricité dans le monde, en Europe et en France ? Quel dynamisme pour la filière ? | Éolise (eolise.fr)

⁶ Source : Marché photovoltaïque européen - Analyse des actions, de la taille et de l'industrie (mordorintelligence.com)

3.4 Les perspectives de la demande



3.4.1 Les perspectives du marché local

La demande de panneaux photovoltaïques sur le marché local connaît une croissance continue boostée par la stratégie énergétique 2035 et l'ensemble des mesures d'incitations à la transition énergétique. La baisse des coûts d'investissement et la compétitivité accrue du prix du Kwh produit par l'énergie photovoltaïque par rapport au prix du Kwh de l'électricité classique (fossile) sont des éléments qui consolident la croissance de la demande.

Les objectifs de la stratégie énergétique 2035 de la Tunisie, projettent l'installation d'une capacité photovoltaïque de 5567 MW à l'horizon 2035 soit un peu plus de 11 Millions de panneaux photovoltaïques d'une puissance de 500 W. Le graphique suivant illustre l'évolution projetée du parc photovoltaïque en Tunisie en termes de puissance et de nombre de panneaux (sous l'hypothèse de panneaux de 500 Wc) :

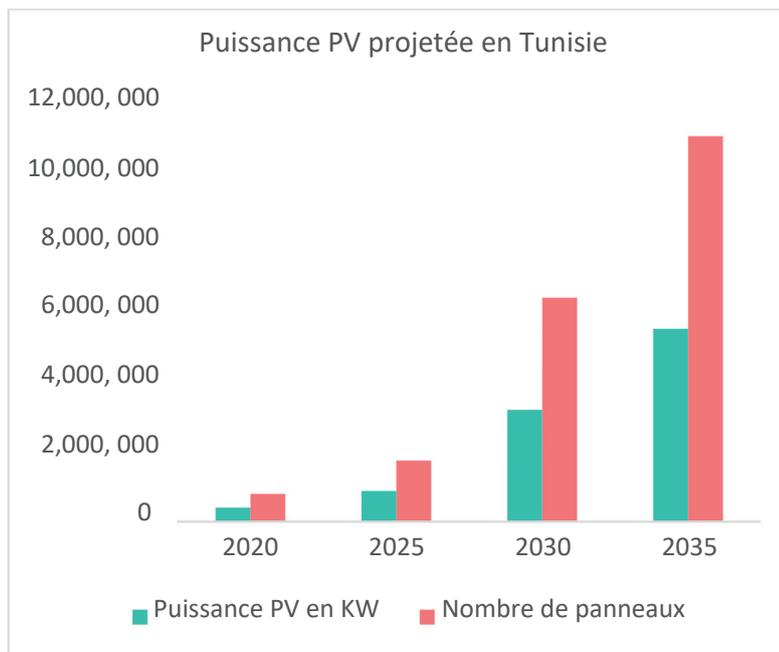


Figure 4- Evolution du parc photovoltaïque selon la stratégie énergétique 2035

Qualitativement, la tendance s'oriente vers les panneaux de puissance élevée (500 Wc et plus) parce qu'ils permettent une économie d'espace (surtout pour le résidentiel) et offrent de meilleures performances (taux de conversion). Les panneaux monocristallins présentent la meilleure combinaison pour le marché local en termes de couple prix-performance. Actuellement, le prix du Watt-crête pratiqué par les industriels et les importateurs se situe aux alentours de 1.4 DT.



3.4.2 Les perspectives sur le marché international

Sur le marché mondial, les projections des capacités photovoltaïques à installer à l'horizon 2030 s'élèvent à 498 GW⁷. Cette addition est due à une dynamique de plus en plus accrue de pays qui sont, essentiellement, des importateurs nets d'énergies fossiles. Les capacités à installer supposent, sous l'hypothèse de l'utilisation de panneaux d'une puissance de 500 Watt-crête, la production de presque 1 milliard de panneaux. Et selon l'Agence Internationale de l'énergie, le taux de croissance du marché photovoltaïque devra être multiplié par 4 d'ici 2050 sous les effets conjugués de l'objectif net zéro adopté par plusieurs pays, de la compétitivité accrue des coûts de l'électricité photovoltaïque et les impératifs de la souveraineté énergétique (80% des pays du monde sont des importateurs nets d'énergies fossiles).

La domination Chinoise, due essentiellement à des coûts de facteurs réduits et une maîtrise technologique élevée peut être concurrencée par la proximité géographique (réduction des coûts logistiques) et des capacités de production en petites séries surtout pour les industriels qui parviennent à atteindre des niveaux de performance satisfaisants.

Le graphique suivant (source : Agence Internationale de l'Energie) illustre l'évolution des capacités photovoltaïques à installer dans le monde :

⁷ Source : www.iea.org

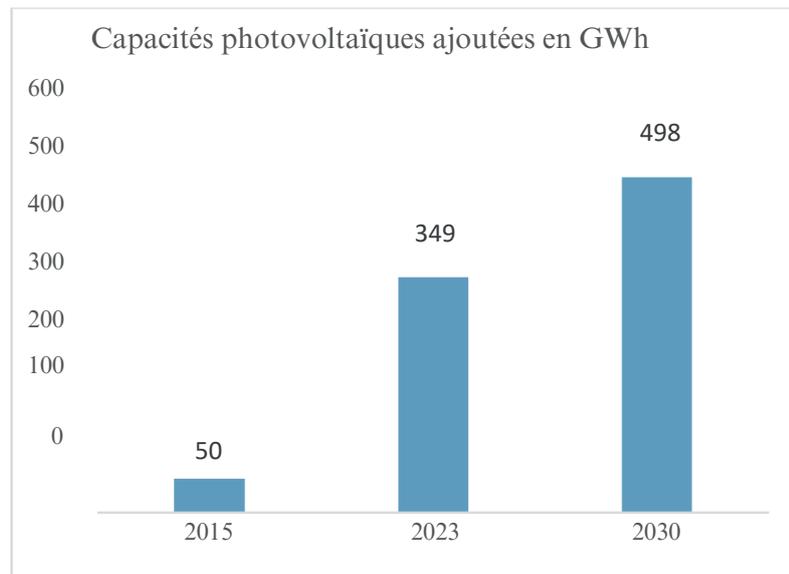


Figure 5 : Capacités photovoltaïques ajoutées dans le monde

3.5 Stratégie marketing



3.5.1 Positionnement

Pour un nouvel entrant au marché des panneaux photovoltaïques, il est recommandé de se positionner, au départ, sur le segment du résidentiel en offrant des panneaux monocristallins de puissance élevée (> 500 Wc) à haut rendement (> 21%) et une courbe de chute de rendement ne dépassant pas 5% sur 30 ans. Il s'agit de s'aligner sur les best performers mondiaux tout en gardant un œil sur la compétitivité prix du produit par rapport à la concurrence.

Il est, également, envisageable de créer des packs où des composantes essentielles (onduleurs, supports d'installation, ...) sont associés aux panneaux. L'optique des packs intéresse énormément les installateurs parce que ça leur évite les problèmes d'incompatibilité.

Pour le segment industriel, il est préconisé d'opérer sur commande (pas de production de masse) en fonction des exigences techniques du client. Cette souplesse technique permet une différenciation importante surtout par rapport aux importateurs. Pour ce segment, la livraison doit être incluse comme service « gratuit » (dont le coût doit être intégré au prix de vente).



3.5.2 Stratégie de prix

Il est recommandé de proposer des prix qui varient en fonction des quantités vendues. A partir d'un prix de base du watt-crête qui s'aligne sur les prix du marché, il peut être intéressant de proposer des prix « palette », des prix « petit conteneur » (20 pieds) et des prix « grand conteneur » (40 pieds) pour jouer sur les économies d'échelle.

Il est, également, recommandé de proposer des services d'ingénierie pour les installateurs avec une gamme de recommandations techniques (composantes, optimisation des installations, propositions pour les surfaces exigües, ...).

Pour les packs, il est utile de ne pas marger les prix des autres composantes et se contenter des marges sur les panneaux.



3.5.3 Canaux de distribution

Pour la distribution, l'industriel doit disposer d'un réseau de distributeurs répartis sur tout le territoire pour cibler le résidentiel et le commercial. Pour l'industriel, il doit opérer par la vente directe.

Pour protéger ses niveaux de prix, un intéressement fixe doit être offert aux distributeurs avec l'imposition d'un prix de vente final. Il est déconseillé de laisser au distributeur la fixation de sa propre marge. Le distributeur ne doit pas, également, concurrencer l'industriel sur le segment industriel.

Il peut être intéressant, également, de constituer un réseau d'installateurs conventionnés auxquels un package spécial est conçu sur mesure (incluant des services d'ingénierie).



3.5.4 Stratégie de communication

La communication étant l'élément clef dans l'attraction et la fidélisation de la clientèle, il est primordial pour l'industriel d'opter pour une stratégie multi-canaux. Dans ce contexte, il faut planifier une campagne de communication directe au lancement à travers des affichages sur écrans géants, des spots publicitaires et des participations aux foires et salons spécialisés.

Ensuite, il faut assurer une présence digitale impactante à travers un site internet dynamique et une présence continue sur les réseaux sociaux.

Les messages clefs de la communication doivent être axés sur la qualité du produit (rendement des panneaux, courbe de performance, technologies utilisées, ...), sur les services connexes (appui technique aux installateurs, SAV, ...) mais également sur la dimension locale du produit (gage de disponibilité permanente).

Il faut, aussi, penser à des campagnes ponctuelles avec la participation des revendeurs et/ou des installateurs où les messages clefs tournent autour de la rentabilité du recours au photovoltaïque et sur l'intérêt du produit (qualité, prix et disponibilité).

4. COMPOSANTES TECHNIQUE DU PROJET



4.1 Process et besoins en équipements

La fabrication de panneaux photovoltaïques à partir de wafers en silicium dopé passe par une série d'étapes d'assemblage à savoir : la conception du panneau sur ordinateur, la disposition des wafers en strings (lay-up), le soudage au laser, le laminage, l'ébavurage, l'assemblage et l'encadrement et, finalement, le raccordement de la boîte de jonction.

En détail, le processus se dessine ainsi :

- **Conception du panneau sur ordinateur** : à l'aide d'un logiciel dédié, le panneau est conçu sur ordinateur. La conception précise le raccordement des cellules en série ou en parallèle en fonction des paramètres souhaités (intensité et tension). Un assemblage en série augmente la tension du module, un assemblage en parallèle augmente l'intensité.
- **Contrôle qualité des wafers** : une exposition à un simulateur de soleil permet de détecter les éventuelles anomalies des cellules avant leur utilisation. Cette opération constitue le tout premier contrôle de la chaîne de production. Elle est généralement effectuée à la réception des cellules.
- **Disposition en modules** : les wafers sont placés selon le modèle conçu précédemment en vue d'être préparés au soudage. On commence par associer les wafers pour obtenir des strings. Ensuite les strings sont associés pour obtenir des modules. La longueur du string définit la tension du module.
- **Soudure** : Des rubans métalliques (généralement en cuivre pour assurer une meilleure conductivité de l'électricité) sont placés entre les wafers pour une première soudure pour créer des strings. Les strings sont, ensuite soudés manuellement et des cover-strips sont ajoutés pour donner une apparence esthétique plus attractive au module. La soudure permet de raccorder les connecteurs des wafers. L'opération aboutit à une matrice wafers possédant deux connecteurs finaux métalliques qui seront raccordés aux bornes de la boîte de jonction.
- **Deuxième contrôle qualité** : Les strings sont contrôlés par un scanner par électro-photoluminescence.

- **Laminage** : Le module est placé entre deux films EVA transparents qui sont laminés à chaud pour protéger les cellules contre l'humidité et les variations de température. Le film en EVA (éthylène acétate de vinyle). Ce film permet aux cellules de résister plus longtemps. Durant cette étape, l'ensemble à laminé est chauffé à 150°, ensuite, le film EVA est fondu et l'air entre les couches est aspiré. Finalement l'ensemble est refroidi et l'on obtient un lamina.
- **L'ébavurage** : Le module protégé doit passer par une étape d'élimination des bavures dues aux opérations de soudage et de laminage.
- **L'assemblage final** : Une vitre en verre borosilicate est placée sur la face avant du module, un film Tedlar est placé à l'arrière entre le module et la boîte de jonction pour protéger l'ensemble des éléments corrosifs et autres agressions extérieures. Le tout est, ensuite assemblé dans un cadre en aluminium anodisé. Le verre doit être lavé à l'eau osmosée et bien séché avant utilisation.
- **Le raccordement de la boîte de jonction** : La boîte de jonction qui sert à raccorder les panneaux entre eux et avec les onduleurs est reliée aux deux bornes du module. La boîte de jonction est placée sur une membrane en plexi glace et placée à l'arrière du module. La boîte de jonction est, ensuite remplie de silicone et les cordons sont connectés.

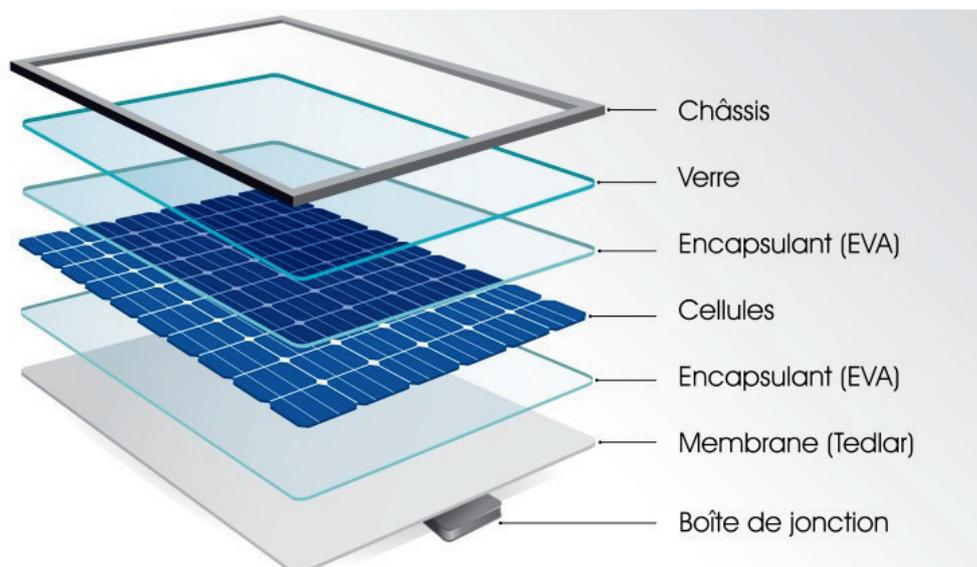
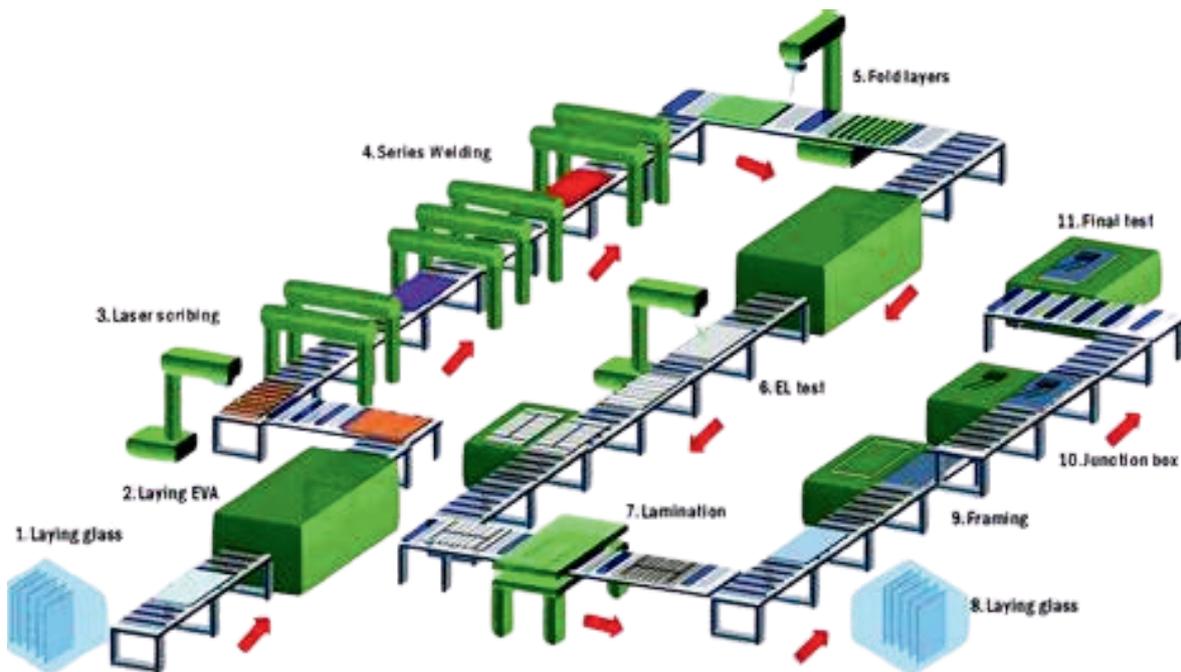


Figure 6 : Composition du panneau photovoltaïque et schéma du procédé de production



Les nouveaux développements technologiques ont permis d'automatiser toute la chaîne de production et donc d'agréger certaines étapes du processus dont essentiellement :

L'assemblage des matrices de cellules, des films EVA, du film Tedlar et du verre borosilicate se fait avant le laminage. Également, le soudage des cellules et des strings peut être assuré par le stringer lui-même.

Pour assurer ce processus, l'usine doit disposer, essentiellement, des équipements suivants :

- **Un simulateur de soleil** : il s'agit de simulateurs qui reproduisent intégralement le spectre complet de la lumière solaire y compris les rayons UV et IR. Le simulateur à choisir doit répondre à la norme IEC 60904-9.

- **Un stringer** : qui permet la disposition des wafers en string et le soudage de leurs connexions pour constituer des strings. Le choix de cette machine est un élément déterminant pour la réussite du projet car de ce choix dépend la qualité et le coût de production de façon prépondérante. Le stringer doit être choisi en fonction de sa performance (capacité), de sa précision (qualité de soudage), de sa flexibilité (types de cellules qu'il peut traiter), de sa durabilité (fréquence des interventions de maintenance, fréquence de pannes doivent être réduites au minimum) et de son prix (le coût d'amortissement doit être bien calculé pour ne pas avoir des coûts de production non compétitifs). Les stringers modernes traitent entre 2000 et 5000 cellules par heure. A raison de 144 cellules par panneau, cela revient à produire entre 13 et 34 matrices par heure.

- **Un scanner électro photoluminescent (EPL):** un équipement de test qui permet de tester les cellules photovoltaïques par photoluminescence et détecter les éventuelles anomalies (fissures, problèmes de jonction, ...). Ce scanner doit être choisi en fonction de sa résolution spatiale et sa précision de mesure. Ce scanner EPL peut également servir à analyser les non conformités liées aux matériaux ou aux opérations de fabrication.
 - **Une machine de montage automatique** qui dispose les composantes du lamina avec précision (matrice, films EVA, vitre, film Tedlar) à l'aide de bras robotisés.
 - **Une machine de laminage :** La lamineuse diffère selon son procédé (à pression ou à vide), sa capacité de traitement horaire et la qualité de laminage souhaitée. La lamineuse à vide est recommandée. La capacité de laminage devra dépendre des capacités de production à installer. En règle générale, les lamineuses varient de petites unités capables de traiter des panneaux standards en dizaines par heure à des machines plus puissantes capables de traiter quelques centaines par heure.
 - **Une machine d'étiquetage automatique :** il est recommandé d'utiliser des étiqueteuses à thermotransfert qui utilisent des rubans thermiques pour imprimer sur des étiquettes et les coller sur les panneaux. Ce choix permet d'avoir des étiquettes plus durables. La vitesse d'étiquetage et la précision d'application des étiquettes sont des éléments paramétrables puisqu'il s'agit d'une machine à commande numérique. La plupart de ses étiqueteuses peuvent être intégrées dans des chaînes de production et synchronisées avec d'autres machines. Aujourd'hui, des industriels proposent, même, des machines spécifiques aux chaînes de production de panneaux photovoltaïques.
 - **Un système de traçabilité numérisé :** la traçabilité du panneau photovoltaïque est un élément essentiel dans l'industrie pour garantir la qualité et la conformité des produits. Ces systèmes gèrent (séparément ou ensemble) les approvisionnements (stocks et fournisseurs), les technologies de marquage et d'identification (QR codes, codes à barre, RFID, ...), la qualité (résultats des tests et défauts) ainsi que d'autres composantes incluant l'analyse de données et les tableaux de bord ou encore le Manufacturing Execution System (MES)
 - **Une machine de palettisation automatisée** avec une capacité modérée.
- *Pour plus d'optimisation du processus de production, un itinéraire de transport commandé par ordinateur peut être ajouté. Également, un laboratoire de test peut être prévu (en deuxième étape) pour assurer les batteries de tests requis par les certifications et homologations nécessaires (test antichocs, flashage, ...).*

Les composantes techniques essentielles dans le dimensionnement de la capacité de l'usine de fabrication des panneaux photovoltaïques sont le stringer et la lamineuse. Elles dictent la cadence de production. Toutes les autres machines peuvent être synchronisées.

Dans l'hypothèse d'une production annuelle totale de 100 000 panneaux/an et d'un nombre de jours travaillés de 250 jours/an, la capacité de production journalière devra être de 400 panneaux/jour donc 400 matrices par jour. Avec un fonctionnement en 24/24 (3X8 heures), cela revient à produire 17 matrices par heure. Pour une matrice de 144 cellules, cela revient à un stringer avec une capacité de 2448 cellules/heure.

L'opération de laminage automatisé à vide dure environ 24 minutes (refroidissement inclus). Traiter 17 panneaux par heure revient à traiter presque 7 panneaux par opération. Le prix d'une telle lamineuse varie en fonction de la technique de laminage (par pression ou à vide) et du niveau d'automatisation.

Actuellement, des constructeurs de systèmes automatisés proposent des chaînes de fabrication intégrées entièrement automatisées. Ces chaînes peuvent inclure les équipements de test et de contrôle qualité. Les prix de ces solutions intégrées à haut niveau d'automatisation et haute précision (incluant des équipements de contrôle qualité et de test automatisés) varie entre 3 et 6 Millions de USD. Le leader mondial de ces solutions automatisées est Schmid Group. Mais également, on peut citer Meyer Burger et Hanwha Q-CELL (qui est également un grand fabricant de panneaux photovoltaïques).



4.2 Activités clefs

Pour assurer un processus de fabrication efficace, un ensemble d'activités clefs est à maîtriser absolument :

- **L'approvisionnement** : Le panneau photovoltaïque est un investissement pour le client final. Désormais, et avec le rapprochement mondial des coûts de fabrication, la concurrence se fait essentiellement sur la qualité et la disponibilité. C'est pourquoi l'approvisionnement est une activité clef. Un bon choix des intrants, une assurance quant à la continuité du flux d'approvisionnement, une bonne négociation des prix à l'achat, des coûts logistiques et des conditions de paiement sont des éléments cruciaux quant à la réussite du projet.

- **Le contrôle qualité** : Le contrôle qualité offre une assurance quant au respect des normes et exigences en vigueur mais aussi une assurance quant à la promesse de qualité faite au client. Les défauts de qualité sont la première menace aux industriels dans un environnement ultra-concurrentiel où la qualité fait la différence de façon significative. Toutes les composantes du produit doivent subir des contrôles de qualité systématiques pour assurer un produit final compétitif.
- **La fabrication** : La fonction centrale de l'usine. Elle doit être maîtrisée de bout en bout. Les chaînes automatisées ne sont pas, seules, gage de performance. Les ressources techniques responsables du paramétrage et du fonctionnement de la chaîne doivent disposer d'une maîtrise infaillible du processus technique en tous points. Un défaut de maîtrise sur un maillon du processus de fabrication peut conduire à des produits non conformes ou de mauvaise qualité qui mettent en péril la survie du projet.

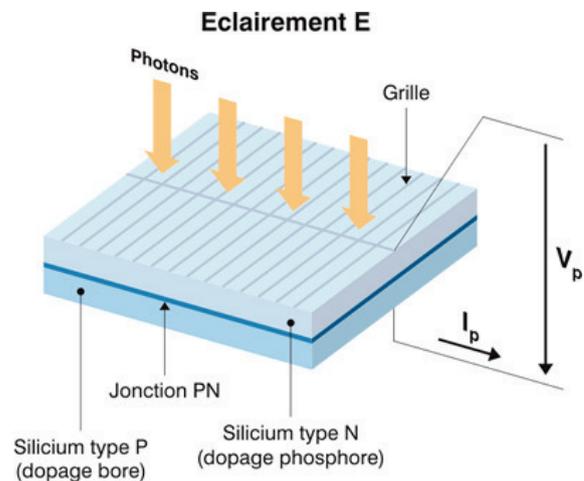
Dans le processus de fabrication, les activités majeures sont la disposition et le soudage des wafers car elles permettent de fabriquer le cœur du produit responsable de sa performance.

- **La recherche & développement** : Cette fonction est responsable d'identifier les pistes d'optimisation et d'amélioration technique du produit. Elle est, également, responsable de la veille technologique pour permettre au projet d'être à l'assaut des nouvelles tendances technologiques (intrants) et techniques (procédés et équipements).
- **Les tests du produit final** : faisant partie du contrôle qualité, cette fonction peut être out-sourcée auprès de laboratoires internationaux de renommée. Ce recours permet d'améliorer le référencement qualité du produit à l'échelle internationale et donc son potentiel d'exportation. Ceci étant, le choix du laboratoire doit être fait avec attention vues les multitudes de normes et de certifications qui varient d'un marché à l'autre.
- **La gestion des rejets et des déchets** : Les rejets et les déchets de fabrication constituent un élément de coût à ne pas négliger. Une bonne stratégie de gestion de ces rejets/déchets (recyclage, revente, ...) peuvent transformer un centre de coût en un centre de revenu. Une activité à ne pas négliger même si les processus automatisés et les contrôles qualité la réduisent au maximum.

4.3 Intrants et matières premières

Les principaux intrants du processus de fabrication sont :

- **Les cellules photovoltaïques en silicium dopé** : c'est l'intrant principal du produit final. Il s'agit de lames fines (200 μm) de couches de silicium superposés ainsi : une couche de type P (dopée en bore) en bas, et une couche de type N (dopée en phosphore) en haut associés par une jonction NP auxquels un métal conducteur est ajouté (voir photo ci-dessous)



Source : [Caractéristiques électriques des cellules et des modules photovoltaïques – Energie Plus Le Site \(energieplus-lesite.be\)](http://energieplus-lesite.be)

- **Les rubans en cuivre** : intrant utilisé pour souder les cellules entre-elles pour constituer des strings et des matrices. Le cuivre est choisi pour sa conductivité électrique
- **Les films EVA** : L'Éthylène acétate vinyle est choisi pour sa résistance à l'humidité, à la poussière et aux rayons UV. Ses caractéristiques d'élasticité permettent un laminage parfait pour protéger les cellules photovoltaïques des agressions extérieures.
- **Le verre en verre borosilicate** : Le verre borosilicate est choisi pour sa résistance à la chaleur et aux changements brusques de la température ainsi que son faible coefficient de dilatation.
- **L'aluminium** : L'aluminium est choisi pour sa légèreté, sa grande résistance aux agressions extérieures et sa durabilité.
- **Le film Tedlar** : Le Tedlar est choisi pour sa flexibilité et sa grande résistance aux éléments extérieurs (corrosion, variations de températures, ...) et aux produits chimiques agressifs.
- **La boîte de jonction** : Élément essentiel du panneau photovoltaïque car elle permet de raccorder les panneaux entre eux ou avec les équipements de distribution de l'électricité.
- **Les cordons et les connecteurs** : Le panneau photovoltaïque produit du courant continu, c'est pourquoi les cordons connectés à la boîte de jonction doivent être du type DC (la section dépend de la puissance du panneau). Les cordons doivent être munis de connecteurs spécifiques (généralement du type MC4)

En dehors de la matière première, l'énergie est un intrant essentiel puisque l'activité est énergivore.



4.4 Besoins en ressources humaines

Pour une usine de fabrication de panneaux photovoltaïques, les emplois clefs à prévoir sont :

Les fonctions de production :

- Opérateurs du stringer
- Techniciens de laminage (ou opérateurs de la lamineuse)
- Techniciens de montage (ou opérateurs de la machine de montage automatisée)
- Ingénieurs de production
- Ingénieurs en automatisation
- Ingénieurs de maintenance
- Techniciens de maintenance

Les fonctions R&D :

- Ingénieurs R&D

Les fonctions qualité :

- Inspecteurs qualité
- Opérateurs de test

Les fonctions de support :

- Gestionnaire de la supply chain
- Administration & Finances
- QHSE
- Ingénieur IT & Data
- Equipe Vente et Marketing



4.5 Innovation et digitalisation

L'activité R&D est une activité clef de l'industrie photovoltaïque. Aujourd'hui, les objectifs de cette activité sont l'amélioration des performances techniques des solutions (rendement, durabilité, ...). Les axes prioritaires de recherche sont :

- ◆ **L'amélioration des performances des cellules photovoltaïques** : cet axe se focalise sur les potentiels additifs qui améliorent la capacité des cellules au captage et à la conversion de la lumière solaire.
- ◆ **La réduction des coûts de production** : que ce soit en optimisant le processus de fabrication (grâce à l'intégration des nouvelles technologies essentiellement) ou l'utilisation de matériaux moins coûteux.
- ◆ **La durabilité** : que ce soit à travers le choix de matériaux plus résistants ou à travers les pistes de recyclage des rejets et des déchets.
- ◆ **Les applications spécifiques tel que le photovoltaïque flottant.**

Pour une bonne performance de la R&D, plusieurs partenariats peuvent être développés avec les universités et les centres de recherche. Ces partenariats peuvent concerner le développement de nouvelles technologies (où l'expertise scientifique en sciences des matériaux peut jouer un rôle primordial), l'amélioration des processus de fabrication (où le couple science et technique peut offrir des avancées intéressantes) ou encore l'enjeu environnemental (les structures académiques de gestion des déchets et recyclage peuvent offrir des pistes intéressantes).

Mais également plein d'autres axes de partenariats peuvent être développés. L'enjeu de ces partenariats est de profiter des avancées de la recherche scientifique pour déceler des pistes d'amélioration pertinents.

Les technologies de l'industrie 4.0 peuvent, également, être intégrées à ce projet. A ce titre, l'Internet of Things (IoT) peut être utilisé pour assurer la surveillance en temps réel de la chaîne de fabrication ainsi que pour la maintenance prédictive. L'Intelligence Artificielle est utilisée dans les composantes de contrôle qualité automatisées et dans la conception des panneaux à travers le Machine Learning dont les algorithmes permettent de prédire les performances des panneaux dans divers environnements ce qui permet d'ajuster les paramètres de fabrication. La robotique avancée (RPA) est déjà programmée dans ce projet avec une chaîne de fabrication entièrement automatisée.

Mais également d'autres technologies de l'industrie 4.0 peuvent être utilisées tels que le blockchain (pour la traçabilité) ou encore l'impression 3D (pour le prototypage rapide)

5. RÉGLEMENTATION, DURABILITÉ ET CERTIFICATIONS



5.1 Normes et réglementation nationales

La Tunisie adopte les normes internationales en matière de panneaux photovoltaïques et essentiellement les normes IEC 61215 (qualité et durabilité) et 61730 (sécurité). Les contrôles et la certification des panneaux photovoltaïques est assurée par l'Agence Nationale de Maîtrise de l'Énergie. Les panneaux ne peuvent être mis à la consommation qu'après avoir été homologués par l'ANME qui adopte les normes et les standards internationaux en Tunisie et peuvent assurer la totalité des certifications internationales recommandées. Également, le CETIME assure le rôle de laboratoire de test et de certification de la conformité des produits industriels (y compris les panneaux photovoltaïques) aux normes nationales et internationales.

Les principales références réglementaires relatives à l'industrie photovoltaïque en Tunisie sont :

- **La loi 2004-72 du 02/08/2004** telle que modifiée par la loi 2009-7 du 09/02/2009 relative à la maîtrise de l'énergie.
- **La loi 2015-12 du 11/05/2015** relative à la production de l'électricité à partir des énergies renouvelables.
- **Le décret 2015-44 du 11/03/2015** fixant les modalités de mise en œuvre du Plan Solaire Tunisien, les conditions de financement, les mécanismes de soutien et les exigences techniques.
- **La loi 94-127** portant loi de finances pour la gestion 1995 et notamment les articles 88 et 89 relatifs à l'exonération des produits servant à la fabrication des équipements utilisés dans la maîtrise de l'énergie de la TVA et la réduction des droits de douane à 10%.
- **La loi 96-113** portant loi de finances pour la gestion 1997 et notamment l'article 18 relatif à l'exonération des droits de douane des équipements n'ayant pas de similaires fabriqués localement et prévus par les articles 9, 30, 41, le deuxième paragraphe de l'article 50 et l'article 56 du code d'incitations aux investissements.



5.2 Normes et réglementation internationales

Les principales normes internationales applicables aux panneaux photovoltaïques sont :

La norme IEC 61215 : Cette norme définit les exigences en matière de conception et de qualification des panneaux photovoltaïques en silicium cristallin pour une application terrestre et pour une utilisation à long-terme dans les climats généraux d'air libre. Cette norme comporte deux parties :

- **IEC 61215-1** : qui spécifie les exigences générales pour les panneaux photovoltaïques.
- **IEC 61215-2** : qui fixe les procédures d'essai pour la qualification et l'homologation des panneaux.

La norme IEC 61730 : Cette norme définit les exigences de sécurité électrique et mécanique des panneaux photovoltaïques durant leur cycle de vie. Cette norme comporte deux parties :

- **IEC 61730-1** : qui fixe les exigences de fabrication en matière de prévention des chocs électriques, des incendies et des incidents mécaniques
- **IEC 61730-2** : qui fixe les exigences et les procédures d'essai et de test pour la sécurité électrique et mécanique

Cette norme est l'équivalent de la norme américaine UL 1703.

La norme IEC 62804 : Cette norme spécifie les méthodes d'essai pour la détection de la dégradation induite par le potentiel (PID) dans les modules photovoltaïques. Elle se divise en trois parties :

- **IEC 62804-1 : 2015** : qui définit les procédures pour tester et évaluer la durabilité des panneaux photovoltaïques en silicium cristallin face aux effets du stress de haute tension à court terme y compris la dégradation induite par le potentiel (PID)
- **IEC 62804-1-1 : 2020** : qui se concentre sur la délamination induite par le potentiel (PID-d) dans les modules photovoltaïques en silicium cristallin avec une ou deux faces en verre
- **IEC 62804-2 : 2022** : qui définit les appareils et les procédures pour tester et évaluer la durabilité des panneaux photovoltaïques face à la perte de puissance due aux effets du stress de haute tension dans un environnement humide

La norme IEC 62941 : Cette norme spécifie les meilleures pratiques pour la conception des produits, les processus de fabrication ainsi que la sélection et le contrôle des matériaux utilisés dans la fabrication des modules photovoltaïques.

La norme IEC 60721 : Cette norme classe les conditions environnementales et leurs sévérités auxquelles les produits peuvent être exposés.

La norme IEC 61701 : Cette norme spécifie les méthodes d'essai pour déterminer la résistance des panneaux photovoltaïques au brouillard salin. Cette norme est spécifique aux panneaux destinés à être installés dans des environnements marins.

En dehors des normes, les réglementations varient d'un pays à l'autre et d'une région à l'autre. Les principales réglementations à retenir sont :

◆ **Les réglementations de l'Union Européenne :**

- Règlement 2019/1020 relatif à la surveillance des marchés et la conformité des produits
- Directive 2018/2001 (RED II) sur les énergies renouvelables

◆ **Les réglementations des USA :**

- Interconnection Standards NEC690 pour l'énergie photovoltaïque
- Energy Policy Act (EPA) relative à la promotion de l'usage de l'énergie photovoltaïque.

◆ **Autres réglementations internationales :**

- Les accords de Paris sur le climat (COP)

Le respect de ces différentes normes et réglementations comporte deux enjeux majeurs pour l'industrie photovoltaïque en Tunisie :

- Disposer d'un produit conforme aux normes internationales facilite l'accès aux marchés fortement réglementés et constitue un avantage compétitif important même dans d'autres régions (Afrique notamment). Actuellement, avec les projets de transition énergétique qui constituent un investissement considérable (surtout pour les pays à revenu bas et modéré), la rigueur en matière de performance, de durabilité et de traçabilité est une exigence de premier ordre. Pour pouvoir exporter sur ces marchés nécessite un respect total des normes internationales.

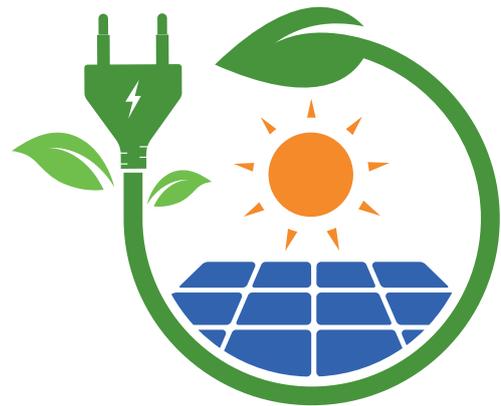
- La capacité de l'industrie locale à produire des panneaux photovoltaïques dans le respect des normes et standards internationaux renforce l'attrait du marché pour les grands constructeurs mondiaux car il dénote d'une maîtrise technique et technologique de haut niveau. Cette attractivité peut être porteuse d'opportunités de partenariats avec les acteurs majeurs de l'industrie. Ces partenariats sont très utiles pour la pérennité et la croissance du secteur puisqu'ils permettent un accès à des marchés très rentables (notamment les marchés Européen et Nord-Américain) et aux technologies de pointe.



5.3 Considérations environnementales

L'industrie des panneaux photovoltaïques est très importante sur le plan environnemental puisque, d'ores et déjà, elle réduit l'utilisation des énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole) et en diminue la pollution (de l'air, de l'eau et des sols). Le projet de fabrication de panneaux photovoltaïques en local permet d'accélérer la transition énergétique du pays qui est une composante essentielle de la transition écologique.

Également, la majeure partie des matériaux utilisés dans la fabrication sont recyclables ce qui permet à cette industrie de créer de nouvelles filières de recyclage du silicium essentiellement.



Ceci étant, un ensemble de défis et d'enjeux écologiques sont à prendre en considération à court et long terme :

- ✓ **A court terme** (ou peut-être moyen terme), l'industrie photovoltaïque est énergivore, c'est pourquoi il serait intéressant de prévoir dès la conception, une usine alimentée en énergie renouvelable en intégrant au projet un parc de panneaux photovoltaïques. Cette mesure, en plus d'atténuer l'impact écologique de la consommation électrique, permet d'en réduire sensiblement le coût ce qui est de nature à comprimer le coût de revient du produit et donner un avantage compétitif de prix au projet.

- ✓ A court terme, également, malgré un contrôle qualité rigoureux, le projet risque de générer un stock de rejets et de déchets non négligeables. C'est pourquoi il est conseillé, dès la conception, de penser à une solution de gestion de ces déchets. Cette solution peut, d'ailleurs, être out-sourcée.
- ✓ A long terme, les parcs de panneaux qui seront produits et vendus, une fois arrivés au terme de leur cycle de vie (25 à 30 ans d'utilisation) constitueront un parc de déchets important. C'est pourquoi il faut penser à les recycler. Deux options peuvent être analysées et pensées : soit de récupérer les matériaux encore utilisables et les intégrer à la chaîne de production moyennant un ensemble de traitements spécifiques en revendant le reste aux autres filières de recyclage, soit de recycler les panneaux en intégralité et les revendre comme produit de second choix (type C ou type D) pour des prix nettement plus bas.



5.4 Certifications à obtenir

En matière de certifications, les plus importantes à obtenir sont :

- **ISO 9001** : relative au management de la qualité
- **ISO 14001** : relative au système de management environnemental
- **ISO 50001** : relative à l'amélioration de la performance énergétique
- Et spécifiquement pour le marché Français, il est intéressant de disposer du **label AQPV** qui certifie de la maîtrise de l'entreprise dans la filière de l'énergie solaire.

6. ANALYSE SWOT DU PROJET



Forces

- Maîtrise technique et technologique élevée qui permet un accès plus rapide aux technologies et aux procédés de fabrication innovants.
- Compétitivité régionale par rapport à l'Europe où les coûts de fabrication sont élevés sous l'impact des coûts RH.
- Présence de plusieurs mécanismes d'appui aux investissements industriels et à l'utilisation des énergies renouvelables.
- Adoption nationale des normes internationales avec une grande rigueur des organismes d'homologation.



FAIBLESSES

- Rareté des matières premières locales et dépendance à l'importation
- Coût d'investissement élevé et difficile à financer
- Marché local exigu et au pouvoir d'achat limité
- Concurrence élevée des produits d'importation, surtout d'origine Chinoise



OPPORTUNITES

- Croissance rapide des capacités installées et prévisions de croissance significative de la demande locale et internationale
- Demande locale significative planifiée par la stratégie nationale 2035
- Les accords ZLECAF constituent une porte d'entrée intéressante pour le marché Africain



MENACES

- Les ruptures technologiques qui peuvent survenir avec l'intensification des travaux R&D.
- Les risques de ruptures des chaînes d'approvisionnement
- Les possibles pénuries de main d'œuvre avec l'accélération de la migration des travailleurs qualifiés

7. INVESTISSEMENT ET RENTABILITÉ PRÉVISIONNELLE



7.1 Besoins en investissement et financement

Le coût global d'investissement est estimé de manière approximative à 30 MDT répartis comme suit :

Rubrique	Investissement en mDT ⁸
Terrain et construction (5000 m ²)	5 000
Agencement et installations industrielles	2 000
Matériels et outils industriels	18 000
Autres coûts	2 000
Fonds de roulement	3 000
Total	30 000

Tableau 1 : Prévisions d'activité en mDT

Le budget de la construction a été calculé sur la base d'un terrain de 8000 m² dont 5000 m² bâtis abritant le bâtiment de production, l'entrepôt de stockage, le bâtiment administratif. L'aménagement concerne les systèmes électriques et d'alimentation, les systèmes CVC et de contrôle de l'environnement, les bacs de collecte des eaux pluviales, les systèmes d'évacuation des eaux usées, le câblage intelligent, les aires de livraison, les circuits d'entrée/sortie des camions, ...

Pour le matériel et outillage, il est possible de s'équiper d'une chaîne intégrée entièrement automatisée comportant les équipements de lay-up, d'assemblage, de soudage, de finition, de contrôle et d'emballage. Tous ces équipements peuvent, également, être acquis séparément.

⁸ Il s'agit de montants estimatifs

Le matériel et outillage industriel se décompose comme suit :

- Ligne de production principale : ~ 14 MDT.
- Equipements de contrôle et de tests : ~ 3 MDT.
- Logistique et manutention : ~1 MDT.



Le schéma de financement est le suivant :

Financement	Montant en 1000 DT
Capital	12 000
Crédit moyen terme	15 000
Crédit court terme	3 000
Total	30 000

Le projet peut bénéficier des primes prévues par la loi 2016-71 portant loi sur l'investissement à savoir :

- La prime de l'augmentation de la valeur ajoutée et de la compétitivité à titre de secteur prioritaire : cette prime est fixée à 15% du coût d'investissement global avec un plafond de 1 Million de Dinars.
- La prime de l'augmentation de la valeur ajoutée et de la compétitivité à titre de la performance économique dans les domaines :

■ Des investissements matériels pour la maîtrise des nouvelles technologies : cette prime est fixée à 50% du coût d'investissement approuvé avec un plafond de 500 000 Dinars.

■ De la R&D à hauteur de 50% des dépenses de R&D avec un plafond de 300 000 Dinars.

■ De la formation des employés qui conduit à la certification des compétences : 70% des coûts de formation avec un plafond annuel de 20 000 Dinars.

- La prime de développement de la capacité d'employabilité :
- La prise en charge, par l'Etat, de la cotisation patronale au régime légal de sécurité sociale au titre des salaires versés aux tunisiens recrutés pour la première fois de façon permanente et ce pour les 3 premières années.
- Les primes et subventions de développement régional si le projet est implanté dans une des zones de développement régional fixées à l'article 2 du décret 2017-389.



7.2 Prévisions d'activité

Les hypothèses d'activité adoptées dans ce document sont les suivantes :

- Le projet atteint sa vitesse de croisière au bout de la troisième année d'activité.
- Les quantités vendues seront de 20 000 unités la première année, 40 000 lors de la deuxième année, 70 000 lors de la troisième année, puis 100 000 unités par an (soit la capacité maximale de production planifiée au lancement du projet).
- Le prix unitaire du panneau est de 700 DT/unité. Ce prix a été maintenu fixe en supposant que la baisse du prix du Watt-crête sur le marché sera compensée par l'augmentation de la puissance nominale des panneaux produits.
- Les quantités exportées seront de 20% des ventes totales au maximum. L'opération d'export ne démarrera qu'à partir de la troisième année d'activité.

Le chiffre d'affaires est présenté dans le tableau suivant par répartition local/export. Le chiffre d'affaires local est réparti par circuit de distribution.

Année	2025	2026	2027	2028	2029
CA ventes directes (en mDT)	-	4 000	10 000	18 000	18 000
CA distributeurs (en mDT)	14 000	18 000	21 000	30 000	30 000
CA installateurs conventionnés (en mDT)	-	6 000	8 000	8 000	8 000
Sous-total CA Local (en mDT)	14 000	28 000	39 000	56 000	56 000
CA Export (en mDT)	-	-	10 000	14 000	14 000
CA total en mDT	14 000	28 000	49 000	70 000	70 000

Tableau 2 : Prévisions de charge en mDT.



7.3 Prévisions de charges

Les hypothèses retenues pour réaliser les prévisions de charge sont les suivantes :

- La structure du coût de revient d'un panneau photovoltaïque est dominée par le coût des achats (y compris l'énergie) qui avoisine 65% du prix de vente. Le coût des cellules photovoltaïques représente la partie majeure des achats (Le prix d'achat d'une cellule photovoltaïque de haute qualité est de l'ordre de 0.6 USD).
- Le recrutement s'effectuera progressivement en fonction de l'évolution de la production. L'effectif passera de 40 personnes au cours de la 1ère année à 120 personnes en régime de croisière (à partir de la 4ème année).
- Les 120 emplois seraient répartis par catégorie et par département comme suit :
 - 20 Cadres, 35 techniciens et agents de maîtrise et 65 agents d'exécution ;
 - 70 personnes en production, 15 personnes au sein des départements R&D et contrôle qualité, 12 personnes en logistique et approvisionnement, et 23 personnes dans les services Administration et Support.
- Autres charges d'exploitation (incluant les frais logistiques, le coût d'entretien, le coût R&D, ...) : 12% du CA ;
- Charges financières sur crédit d'investissement : Crédit à un taux d'intérêt de 11% à rembourser sur 7 ans dont 1 année de grâce ;
- Frais financiers de fonctionnement : 3% du CA ;

Sur cette base, les prévisions de charge seraient comme suit :

Année	2025	2026	2027	2028	2029
Achats y compris énergie (en mDT)	9 100	18 200	31 850	45 500	45 500
Personnel (en mDT)	977	1 221	1 953	2 930	2 930
Autres charges d'exploitation	1 680	3 360	5 880	8 400	8 400
Frais financiers de fonctionnement	420	840	1470	2 100	2 100
Dotations aux amortissements	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600
Frais financiers de financement	1650	1 513	1 238	963	688
Total Charges (en mDT)	16 427	27 733	44 991	62 492	62 217

Tableau 3 : Prévisions de charge en mDT.



7.4 Rentabilité

Sur la base des prévisions de ventes et de charges, le compte de résultat prévisionnel serait comme suit :

Année	2025	2026	2027	2028	2029
Chiffre d'affaires	14 000	28 000	49 000	70 000	70 000
Total Charges	16 427	27 733	44 991	62 492	62 217
Résultat avant impôts	-2 427	267	4 010	7 508	7 783
Impôt sur les sociétés (15%)	0	40	601	1 126	1 167
Résultat Net	-2 427	227	3 408	6 382	6 616

Tableau 4: Compte de résultat prévisionnel (en mDT).

En fonction de ces projections, la rentabilité du projet pourrait être évaluée à travers les ratios du TRI et de la VAN comme suit :

Indicateur	Valeur
Taux de Rentabilité Interne (TRI)	20%
Valeur Actuelle Nette VAN (taux d'actualisation 14%)	7 331 mDT
Retour sur investissement	5,3 ans

Tableau 5: Ratios de rentabilité du projet.

Avec un TRI de 20% et une VAN positive de 7,3 MDT à un taux d'actualisation de 14%, le projet démontre une rentabilité acceptable. Le retour sur investissement prévu en 5,3 ans indique un équilibre satisfaisant entre le risque et la rentabilité.



7.5 Gestion des risques

Les principaux risques opérationnels de ce projet sont:

- L'insuffisance du processus de contrôle qualité qui peut conduire à des produits de qualité inférieure aux exigences du marché. Ce risque conduit généralement à une diminution de la performance des panneaux et des coûts accrus du service après-vente.
- Les perturbations des fournisseurs de matière première qui peuvent entraîner des ruptures de la chaîne de production qui baissent sensiblement la capacité du projet de répondre à la demande du marché (risque de perte de parts de marché).
- Les fluctuations des prix de matières premières qui peuvent entraîner des hausses sensibles des coûts de production et une chute des marges.
- Les ruptures technologiques qui peuvent entraîner une obsolescence des équipements de production, des procédés ou du produit final lui-même et donc le ralentissement progressif de l'activité.
- Les changements des réglementations et des normes qui peuvent entraîner une ou plusieurs non-conformités du produit et donc une incapacité à vendre.
- Les incidents de production pouvant entraîner un arrêt de la chaîne tels que les pannes, les accidents de travail, les coupures d'électricité ou encore les cyber-attaques (surtout si l'usine est équipée d'une chaîne automatisée utilisant les technologies de l'industrie 4.0). Ces arrêts entraînent des perturbations dans le flux de production et des risques d'incapacité même intempestive, de répondre aux demandes du marché.

Pour atténuer ces risques, une série de mesures peuvent être entreprises :

- Renforcer les contrôles qualité à plusieurs niveaux du processus de production et utiliser les contrôles qualité automatisés de la chaîne de production auxquels peuvent s'ajouter des contrôles manuels en amont et en aval du processus.
- Multiplier les fournisseurs pour toutes les matières premières pour ne pas avoir de dépendance critique, mais également disposer d'un stock de sécurité acceptable (en fonction des moyens financiers) associé à une gestion intelligente de l'approvisionnement.
- Assurer une veille des marchés mondiaux des matériaux et des matières premières pour avoir la capacité d'anticiper toute hausse sensible des prix et procéder à des achats de sécurité avant la survenance de la fluctuation mais également profiter des baisses accidentelles pour s'approvisionner.
- Disposer d'un service R&D performant doté d'un budget suffisant pour assurer la fonction de veille technologique et la formation des effectifs sur les dernières évolutions technologiques et techniques. Cette veille permet de se préparer aux évolutions technologiques majeures pour ne pas rater le cap.
- Disposer d'une cellule de veille réglementaire qui permet à l'entreprise de réagir rapidement aux changements de réglementation ou de normes à fin d'être toujours conforme.
- Déployer une politique de sécurité rigoureuse et exhaustive qui permet une réactivité rapide aux incidents d'arrêt et qui assure un plan de reprise de l'activité efficace.

Pour les risques financiers du projet, les plus importants sont :

- La pression sur les prix qui peut être exercée par les importateurs et qui peut entraîner une chute des parts de marché ou de rentabilité.
- Les difficultés de financement du cycle d'exploitation auprès du secteur bancaire qui peut conduire à une réduction ou même un arrêt de la production.
- Les risques d'insolvabilité des gros clients ou des distributeurs.

Pour atténuer ces risques, il est possible d'entreprendre les mesures suivantes :

- Avoir un service de veille commerciale performant qui peut anticiper les risques de concurrence par les prix. Cette agilité permet à l'entreprise de déployer une stratégie de défense adéquate pour conserver ses parts de marché.
- Disposer d'un schéma de financement équilibré du cycle d'exploitation en augmentant la part des crédits fournisseurs et en renforçant la trésorerie active par les avances clients pour réduire la dépendance de l'entreprise au financement bancaire à court terme.
- Déployer une stratégie de gestion clients qui permet de détecter les éventuels mauvais payeurs (ponctuels ou permanents) et adapter la stratégie de vente de l'entreprise pour réduire les risques de contentieux.

8. ANNEXES

8.1 Statistiques détaillées

8.1.1 Importations de panneaux photovoltaïques par pays en 2024

Importation par Produits en valeurs(en Dinars)

854143 - Cellules photovoltaïques assemblées en modules ou constituées en panneaux

Source : [INS](#)

Pays	2024
France	52 230
Allemagne	870 842
Italie	1 492 613
Roumanie	183
Royaume uni	4 810
T urquie	1 442 876
Etats-unis	6 279
Jordanie	745 824
C hine	118 707 805
Inde	4 414
Philippines	14 006
Autres	
T o tal	123 341 882

8.1.2 Exportations de panneaux photovoltaïques par pays

Exportation par Produit en valeurs (en Dinars)
 854140 - Dispositifs photosensibles à semi-conducteur
 854143 - Cellules photovoltaïques assemblées en modules ou constituées en panneaux

Total	107 226	137 688	1 952 770	2 702 479	4 957 430	23 268 960	13 260 406	10 784 297	22 346 855	23 659 228	18 679 316	12 741 913	3 649 470
Pays	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Pays non déterminés	68		6 188	37 947	1 412	702 814		320 241	870 298	1 048	3 152 011	3 234 878	1 653 701
Algérie	9 986	17 690	534 429	362 838	281 731	459 573	185 896	1 134 632	899 231	2 406 897	6 742 622	2 376 943	356 092
Hongrie					58 013		2 114 499	2 698 143	3 255 684			1 718 547	231 199
Allemagne	113	631		108	772 297	253 944	18 332	108 216	2 214	440 606	1 368 292	1 521 658	548 410
Maroc			122 910	333 085	175 761	522 180	889 380	2 205 569	3 341 641	14 219 397	4 719 304	797 893	179 311
Côte-d'Ivoire			37 315	104 310					148 717	241 323		1 007 848	281 293
Burkina Faso			517 849	533 259	366 290	681 034	111 487	386 767		99 077		251 930	155 127
Pays Bas			208 127									881 990	
France	17 082	546	36 623	380 469	361 449	5 010 477	2 589 713	1 523 529	974 763	1 883 406	584 484	231 159	3 999
Sénégal						8 216	10 018	345 533				229 518	
Italie	1 432	18 730	99 665	5 594	29 279	9 614		3 230		9 663	15 518	180 491	
Rép. Du congo												145 228	
Tchad				4 471	11 199	58 638	214 643	87 420	89 378	184 746		93 868	57 336
Bélgique					73		59					30 322	
Inde								14 215	9 779 344	4 886	3 629	23 994	
Roumanie						9 152	87 185			10 900	16 542	7 604	
Chine				105	1 141			562 140				4 462	
Liban				81 386	24 938	354 762	94 656		212 920	219 913		2 022	
Mexique										1 997	498	1 055	
Autriche										219 512			
Bulgarie					214 724								
République Tchèque						7 204			434 831				
Grèce					637 141								
Malte					2 408	5 661	6 799		210 691	462 547			
Pologne					20 288		101 679			37 057			
Portugal							569 661						
Espagne					733 125	1 342 804	761 433	162 015	69 998	11 581			
Suède							509 154						
Royaume uni	151	101	726		69 695		27 467						
Suisse			26 153										
Turquie						12 993 362	3 190 940			1 416 333	742 252		

8.2 Adresses utiles

Fournisseurs de chaînes automatisées de fabrication de panneaux

photovoltaïques :

Gebr. SCHMID GmbH

Adresse : Robert Bosch Str. 32-36, 72250, Feurdestadt, Allemagne

Tél. : +49 74415380

Email : info@schmid-group.com

Site : www.schmid-group.com

Meyer Burger Technology AG.

Adresse : Schorenstrasse. 39, 3645, Gwatt, Suisse

Tél. : +41 33 221 28 00

Site : www.meyerburger.com

8.3 Projections de rentabilité

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
CA Total en mDT	14 000	28 000	49 000	70 000						
<i>Dont CA Export (20%)</i>	<i>2 800</i>	<i>5 600</i>	<i>9 800</i>	<i>14 000</i>						
Charges en mDT										
Achats	9 100	18 200	31 850	45 500	45 500	45 500	45 500	45 500	45 500	45 500
Personnel	977	1 221	1 953	2 930	2 930	2 930	2 930	2 930	2 930	2 930
Autres charges d'exploitation	1 680	3 360	5 880	8 400	8 400	8 400	8 400	8 400	8 400	8 400
Frais financiers de fonctionnement	420	840	1 470	2 100	2 100	2 100	2 100	2 100	2 100	2 100
Dotations aux amortissements	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600	2 200	2 200	2 200	2 200	2 200
Frais financiers de financement	1 650	1 513	1 238	963	688	413	138	0	0	0
Total charges	16 427	27 733	44 991	62 492	62 217	61 542	61 267	61 130	61 130	61 130
Résultat avant impôts	-2 427	267	4 010	7 508	7 783	8 458	8 733	8 871	8 871	8 871
Impôts	0	40	601	1 126	1 167	1 269	1 310	1 331	1 331	1 331
Résultat Net en mDT	-2 427	227	3 408	6 382	6 616	7 189	7 423	7 540	7 540	7 540
Cash Flow	174	2 827	6 008	8 982	9 216	9 389	9 623	9 740	9 740	9 740
Cash Flow - Investissement	-29 827	2 827	6 008	8 982	9 216	9 389	9 623	9 740	9 740	9 740
TRI	20%									
VAN (14%) en mDT	7 331									

2025

AGENCE DE PROMOTION DE L'INDUSTRIE ET DE L'INNOVATION



Agence de Promotion
de l'Industrie et de l'Innovation

63, Rue de Syrie, 1002 Tunis Belvédère - Tunisie

Tél.: (216) 70 162 888 - Fax: (216) 71 782 482

E-mail : apii@apii.tn