



Publié par

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Etude d'Opportunité du Solaire Photovoltaïque dans les Secteurs Agricole & Agroalimentaire



Publié par

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Rapport Final
Version finale

Mandaté par :
Ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (BMZ)

Publié par :
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Siège social
Bonn and Eschborn, Germany
Tél. : + 49 228 44 60-0 (Bonn)
Tél. : + 49 61 96 79-0 (Eschborn)
Friedrich-Ebert-Allee 40 53113 Bonn, Germany
Tél. : + 49 228 44 60-0
Fax : + 49 228 44 60-17 66
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5 65760 Eschborn, Germany
Tél. : + 49 61 96 79-0
Fax : + 49 61 96 79-11 15
Email : info@giz.de
Site web : www.giz.de

Abdelmajid Haj Youssef
Expert Développement Agricole

Ali BEN HMID
Expert Energie Renouvelable

Mars 2016

Etude d'Opportunité du Solaire Photovoltaïque dans les Secteurs Agricole & Agroalimentaire

Table des Matières

I. Introduction _____	4	VI. Evaluation du potentiel photovoltaïque par l'approche consommation _____	16	XI. Attractivité du photovoltaïque dans les segments identifiés _____	28	b. Cas d'une exploitation agricole de grande taille raccordée à la moyenne tension avec une consommation annuelle totale de l'ordre de 70 MWh _____	34
II. Le Secteur Agricole _____	6	a. Le secteur agricole : _____	16	a. Le secteur agricole _____	28	c. Cas d'une installation de pompage photovoltaïque : _____	35
a. Politique tunisienne agricole _____	6	b. Le secteur agroalimentaire _____	16	b. Le secteur agroalimentaire _____	30		
b. La structure des exploitations agricoles en Tunisie _____	6	c. Le potentiel cumulé du secteur agricole et du secteur des industries agroalimentaires _____	16	XII. Quelques exemples de projets photovoltaïques dans le secteur agricole _____	32	XIII. Principales recommandations _____	38
c. Tendances de la production agricole _____	7	VII. Acteurs principaux des projets photovoltaïques _____	18	a. Cas d'une exploitation agricole de grande taille raccordée à la moyenne tension avec une consommation annuelle totale de l'ordre de 400 MWh _____	32	a. Recommandations générales _____	38
III. Consommation électrique dans le secteur agricole _____	8	a. Les principaux acteurs _____	18			b. Recommandations particulières au secteur agricole _____	38
a. L'accès à l'électricité des exploitations agricoles _____	8	b. Le cycle de vie typique d'un projet photovoltaïque en Tunisie _____	19				
b. Consommation du secteur agricole sur la moyenne tension _____	9	VIII. Séquence de déroulement d'un projet dans le secteur agricole _____	22				
c. Consommation du secteur agricole sur la basse tension _____	10	IX. Potentiel photovoltaïque dans le secteur agricole _____	23				
d. Consommation électrique totale du secteur agricole _____	11	a. Objectifs du Plan Solaire Tunisien en termes de projets photovoltaïques raccordés au réseau _____	23				
e. Prospective et discussion des objectifs du Plan Solaire Tunisien par rapport au secteur agricole _____	11	b. Le taux de pénétration dans le secteur photovoltaïque dans les exploitations agricoles raccordées à la moyenne tension _____	24				
IV. L'électricité dans le secteur agroalimentaire _____	12	c. Le photovoltaïque non raccordé au réseau _____	25				
a. Consommation du secteur agroalimentaire sur la moyenne tension _____	13	X. Choix du segment basée sur l'attractivité du Photovoltaïque _____	26				
b. Prospective et discussion des objectifs du Plan Solaire Tunisien par rapport au secteur agroalimentaire _____	13	a. Le marché photovoltaïque _____	26				
V. Estimation du potentiel photovoltaïque _____	14	b. La compétitivité par rapport aux autres sources d'approvisionnement _____	26				
a. Approche selon la consommation de l'abonné _____	14	c. Les autres conditions locales _____	27				
b. Hypothèses sur les conditions climatiques & les conditions techniques _____	14	d. Barème de notation des critères _____	27				
c. Disponibilité des toitures & des espaces _____	15						

Liste des Abréviations

ANME	Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie	IAA	Industrie Agro-Alimentaire
APIA	Agence de Promotion des Investissements Agricoles	MEM	Ministère de l'Energie et des Mines
BCT	Banque Centrale de Tunisie	MT	Moyenne Tension
BT	Basse Tension	MW	Megawatt
CRDA	Commissariats Régionaux au Développement Agricole	MWc	Megawatt crête
CTC	Commission Technique Consultative	MWh	Megawatt-heure
DNI	Direct Normal Irradiance	PIB	Produit Intérieur Brut
FTE	Fonds de Transition Energétique	PST	Plan Solaire Tunisien
kW	kilowatt	PV	Photovoltaïque
kWc	kilowatt crête	STEG	Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz
kWh	kilowatt-heure	TND	Dinars Tunisiens
GES	Gaz à Effet de Serre	TRI	Taux de Rentabilité Interne
GHI	Global Horizontal Irradiance	TWh	Terrawatt-heure
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit		
GWh	Gigawatt-heure		
ha	hectare		
HTVA	Hors Taxe sur la Valeur Ajoutée		

I. INTRODUCTION

Le contexte énergétique mondial se caractérise aujourd'hui par une demande croissante en ressources énergétiques fossiles, conduisant à des dysfonctionnements majeurs, caractérisés notamment par :

- une augmentation continue de la consommation énergétique induite par l'élévation du niveau de vie dans plusieurs pays émergents,
- un épuisement progressif des ressources fossiles,
- une pollution importante (émissions de gaz à effet de serre...) contribuant au dérèglement climatique.

Ce constat impose une prise de conscience de l'ensemble des décideurs politiques, des industriels, des agriculteurs, des autres acteurs dans les divers secteurs économiques et des citoyens afin de favoriser la mise en place de nouveaux moyens de production d'énergie, plus propres et respectueux de l'environnement.

La rareté et la dégradation des eaux souterraines, principale source d'approvisionnement vient aggraver davantage la problématique dans la mesure où toutes les activités économiques agricoles seront fortement freinées. En effet, le pompage de l'eau deviendra de plus en plus énergivore et nécessiterait, dans certains cas, un traitement préalable, avant son utilisation, aussi onéreux et énergivore que le pompage lui-même.

La mécanisation, voire même l'automatisation de certaines activités agricoles (essentiellement dans la postproduction et/ou le conditionnement) vient augmenter la fragilité du secteur par rapport aux coûts des énergies fossiles.

En associant les mécanismes incitatifs, disponibles pour les énergies renouvelables (principalement le photovoltaïque), et ceux relatifs aux investissements dans le secteur agricole, il est possible d'identifier

des projets spécifiques. Ces derniers permettront de réduire la vulnérabilité de cette activité économique vis à vis des énergies fossiles et de contribuer à l'atténuation des GES (Gaz à Effet de Serre) tout en préparant les acteurs du secteur agricole à intégrer des techniques et des technologies qui assureraient non seulement la production de l'électricité ou le pompage mais aussi les autres besoins induits par les activités d'élevage, de conditionnement et d'entreposage des produits agricoles.

L'importance du secteur agricole se manifeste à plusieurs niveaux : des exportations, de l'emploi, des revenus des classes sociales les plus démunies, du Produit intérieur brut (PIB), de la sécurité d'approvisionnement et de la stabilité des prix des produits alimentaires

La contribution de l'agriculture au PIB était, en moyenne, de 11 à 13% lors la dernière décennie. Toutefois, sa contribution à l'emploi reste importante avec à peu près 20% de la population active employée dans le secteur agricole. Les exportations agricoles et alimentaires représentent quelques 15% des exportations totales du pays.

Du point de vue consommation électrique, le secteur agricole consomme quelques 550 GWh par an (exploitations agricoles raccordées à la moyenne tension). Cette consommation est due aux postes suivants :

- l'irrigation : pompage et distribution de l'eau au sein de l'exploitation,
- l'élevage bovin et ovin,
- l'aviculture,
- le conditionnement et l'entreposage des produits alimentaires,
- les premières transformations des produits agricoles.

L'Agence Nationale pour la Maitrise de l'Energie (ANME) et l'Agence de Promotion des Investissements Agricoles (APIA) avec l'appui de l'Agence Allemande de Coopération Internationale (GIZ), soucieuses des enjeux énergétiques dans le secteur agricole et convaincues de l'intérêt de l'intégration des énergies renouvelables, particulièrement le solaire photovoltaïque, se sont entendues sur l'importance de :

- la maîtrise de la facture électrique des exploitations agricoles,
- l'amélioration de l'attractivité des investissements agricoles pour drainer les investisseurs pour les projets photovoltaïques raccordés au réseau,
- le renforcement de l'employabilité (notamment les jeunes issus du milieu rural),
- la contribution à l'effort national visant à réduire la dépendance du pays aux énergies fossiles.

L'objectif de cette étude est d'analyser l'opportunité économique de l'intégration de la filière photovoltaïque (raccordé au réseau) au sein des exploitations agricoles et des unités industrielles du secteur agroalimentaire pour assurer tout ou partie de leur consommation électrique à travers l'autoproduction d'électricité à partir des énergies renouvelables.

L'étude s'attachera notamment à :

- donner une description des différentes typologies des exploitations agricoles en Tunisie, leurs tailles, leurs modes de gestions, l'accès au financement, l'identification des principaux besoins électriques d'une exploitation typique et l'élaboration d'une description du profil de consommation électrique,
- analyser le cadre réglementaire et incitatif des investissements agricoles ainsi que le cadre institutionnel pour le développement de projets photovoltaïques raccordés au réseau.
- proposer des modèles économiques pour certains types et/ou catégories d'exploitations agricoles en termes de schéma de financement des projets photovoltaïques raccordés au réseau.
- analyser le potentiel technique et économique des projets photovoltaïques dans le secteur agroalimentaire et proposer un modèle économique pour un sous-secteur,

- proposer des recommandations visant à améliorer le recours au photovoltaïque pour satisfaire tout ou partie des besoins électriques d'une exploitation agricole ou d'une usine de transformation de produits agricoles.

L'évaluation de l'opportunité du photovoltaïque dans le secteur agricole et le secteur des industries agroalimentaires impose l'adoption d'une méthodologie adaptée. La notion d'opportunité comprendrait deux composantes. La première composante se baserait sur l'attractivité du photovoltaïque dans un pays, une zone géographique, un secteur économique particulier en fonction de certains critères techniques économiques et juridiques. La deuxième composante est basée sur la compétitivité du photovoltaïque par rapport à l'offre électrique du réseau. Un « scoring » sera proposé pour identifier le segment le plus prometteur, pour lequel un programme d'action spécifique sera établi. Une analyse approfondie du secteur économique considéré est donc nécessaire pour l'évaluation de l'opportunité du photovoltaïque en vue de la création d'un marché durable et adapté à ce secteur pour cette technologie.

Afin d'explicitier cette démarche nous procéderons, dans ce qui suit, à la présentation de la démarche d'évaluation de l'opportunité, ensuite, à la description du secteur et des données du secteur sont présentés. Une évaluation de l'opportunité sera élaborée aussi bien pour le secteur agricole que pour les industries agroalimentaires, des cas concrets seront soumis à des analyses détaillées et leurs résultats présentés. Une fois l'opportunité évaluée, nous avons procédé à l'estimation du potentiel (en les adaptant aux objectifs du Plan Solaire Tunisien). Enfin, des recommandations ont été élaborées pour préparer et accompagner les différents acteurs et intervenants.

II. LE SECTEUR AGRICOLE

a. Politique tunisienne agricole

La réalisation de l'objectif d'accélération du rythme de croissance pour le secteur agricole se base sur deux axes fondamentaux. Le premier axe vise à faire du secteur agricole un secteur qui répond aux exigences de l'efficacité économique, à travers la promotion de l'exploitation agricole, l'amélioration de sa performance, et le développement de la compétitivité des produits agricoles, surtout à la lumière de la libéralisation des marchés et leur mondialisation ainsi que la nécessité de promouvoir les exportations agricoles. Le deuxième axe concerne les constantes de la politique de développement agricole en Tunisie : la pérennisation de l'activité agricole à travers la mobilisation et la bonne exploitation des ressources naturelles et la consolidation de la sécurité alimentaire du pays.

Selon les orientations de 11ème plan et sur la base des conclusions de l'évaluation de son exécution, la politique agricole au cours du 12ème plan (2010-2014) s'est basée sur les quatre piliers suivants :

- la consolidation de la sécurité alimentaire en tant que vecteur de la souveraineté nationale
- l'amélioration de la compétitivité du secteur
- la promotion des exportations en tant que moteur pour la croissance
- la promotion des ressources naturelles en tant que base fondamentale d'un développement agricole durable.

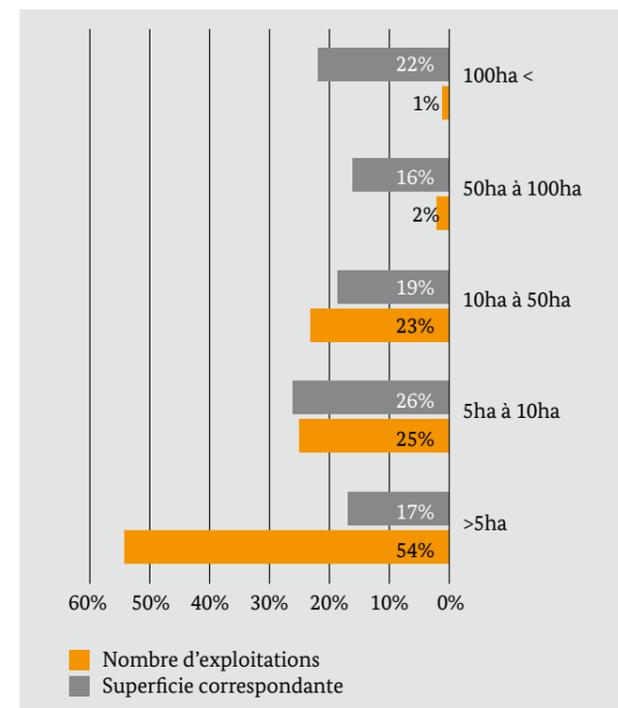
b. La structure des exploitations agricoles en Tunisie :

L'enquête sur les structures des exploitations agricoles⁽¹⁾ de 2004/2005 a dénombré 516 000

exploitations agricoles et a permis de mettre en évidence le phénomène de morcellement prononcé des terres agricoles qui caractérise l'agriculture tunisienne.

L'enquête de 2004 - 2005 dévoile une atomisation plus grande des petites exploitations, dont le nombre est passé de 251 000 à 281 000. Elles forment 54% des exploitations du pays alors qu'elles n'occupent que 11% des superficies comme le montre le graphique suivant :

Graphique1 Structure des Exploitations Agricoles en Tunisie

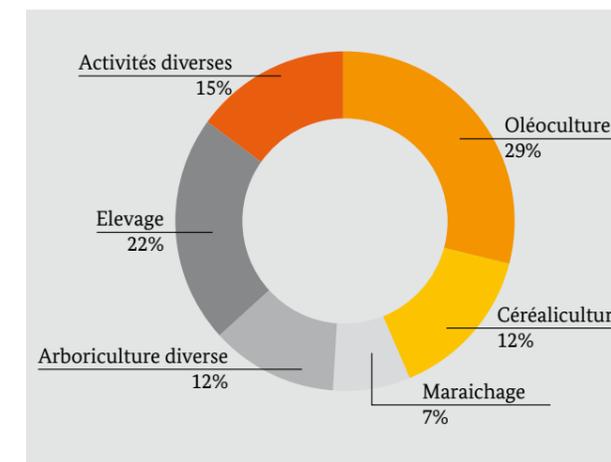


L'enquête 2004-2005 montre que la répartition des exploitations présente une diversification notable de l'activité agricole en Tunisie. En effet, même si l'oléiculture reste l'activité la plus fréquente considérée par 29% des exploitants comme activité principale,

l'élevage et la céréaliculture représentent eux aussi des activités importantes avec respectivement 22% et 15% de l'activité des exploitations.

Les quatre produits les plus importants, en termes de quantité et de valeur, pour la Tunisie sont les olives, le lait, les tomates et le blé.

Graphique 2 Activités des Exploitations Agricoles



c. Tendances de la production agricole

Les terres agricoles, y compris les parcours, n'occupent que près de la moitié de la superficie totale du pays, le reste étant constitué de terres non arables. Les terres labourables, d'une superficie de 4,884 millions d'hectares, se répartissent entre les terres cultivées (4,213 millions d'ha cultivés) et la jachère (671 000 ha). Entre 1961 et 2005 la taille moyenne des exploitations est passée de 16 à 10,2 ha et le pourcentage des exploitations de moins de 5 ha est passé de 41 à 54%.

La structure de la production agricole n'a pas connu de grand changement entre le 7ème Plan et le 11ème Plan. En effet, les seules modifications perceptibles sont l'accroissement de la contribution de l'élevage, qui est passée de 31% à 38%.

L'agriculture irriguée est pratiquée sur une superficie irrigable estimée en 2009 à 450 470 ha. La superficie irrigable représente 9,2% de la superficie labourable et contribue largement à la sécurité alimentaire en fournissant de 34 à 40 % de la valeur de la production agricole nationale et 22 à 40 % des exportations alimentaires. Les ressources hydrauliques disponibles sont pratiquement épuisées par l'agriculture, ce qui implique qu'une expansion de l'irrigation à grande échelle n'est pas possible aujourd'hui.

L'agriculture irriguée assure une meilleure régularité à la production, sécurise l'élevage en intégrant les cultures fourragères dans le système de production et dynamise les activités économiques amont et aval de l'agriculture. Près de la moitié (49,6 %) de la superficie irrigable se situe dans le nord, contre 34,8% dans le centre et 15,6% dans le sud.

La superficie physique irriguée est estimée en 2009 à 364 370 ha, soit environ 81% de la superficie irrigable. Les exploitations de moins de 5 ha occupent 25% des superficies irrigables équipés.

L'enquête 2004-2005 a aussi montré que 45% des exploitations sont approvisionnées en eau potable. Ce taux varie selon les gouvernorats, il dépasse 70% à Tataouine, Médenine, Nabeul et Tunis, contre 0,9% et 0,4% respectivement dans les gouvernorats de Tozeur et Kébili.

(1) : Enquête 2004/2005 : <http://www.onagri.nat.tn/uploads/divers/enquetes-structures/index.htm>

III. CONSOMMATION ÉLECTRIQUE DANS LE SECTEUR AGRICOLE

a. L'accès à l'électricité des exploitations agricoles

La Tunisie a entrepris, dans le cadre de programmes de développement, à la fin des années 1970, un vaste programme d'électrification rurale. Les agglomérations urbaines ayant été électrifiées très tôt, le programme a concerné au début les villages de taille moyenne (une centaine de logements), pour s'étendre aux autres noyaux et enfin à l'habitat diffus. Ainsi, le taux d'électrification est passé de 6% en 1976 à 48% en 1991 pour atteindre plus de 99% en 2015. En ce qui concerne les exploitations agricoles et selon l'enquête 2004-2005, quelques 76% des exploitations (soit 392 160) sont raccordées au réseau électrique national. Ce taux atteint 99,4% à Jendouba, 94,4% à Mahdia, 94,3% à Sfax, 91,5% à Ben Arous et 90% à Kairouan. Le taux d'électrification des exploitations agricoles descend par contre à 3,6% à Tozeur ou 0,3% à Kébili.

Pour la région Nord, le taux moyen d'accès au réseau est de 85% la répartition de ce taux à l'échelle des gouvernorats est représenté sur le tableau suivant :

Tableau 1 Taux d'électrification des exploitations agricoles de la région Nord (Source Enquête 2004-2005)

Gouvernorat	% des Exploitations raccordées au Réseau
Tunis	85%
Ariana	65%
Manouba	75%
Ben Arous	92%
Nabeul	85%
Bizerte	72%
Beja	85%
Jendouba	99,4%
Le Kef	82%
Siliana	88%
Zaghouan	82%
Taux de raccordement moyen de la région Nord	85%

Dans la région Centre, constituée des gouvernorats de Sousse, Monastir, Mahdia, Sfax, Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid, le taux moyen des exploitations agricoles raccordées au réseau de la STEG est de 85% et se répartit comme suit :

Tableau 2 Taux d'électrification des exploitations agricoles de la région Centre (Source Enquête 2004-2005)

Gouvernorat	% des Exploitations raccordées au Réseau
Sousse	52%
Monastir	68%
Mahdia	94%
Sfax	94%
Kairouan	89%
Kasserine	83%
Sidi-Bouzid	84%
Taux de raccordement moyen de la région Centre	85%

La région Sud, composée des gouvernorats de Gabès, Gafsa, Kébili, Médenine, Tataouine et Tozeur le taux des exploitations ayant accès au réseau de la STEG se caractérise par une grande disparité entre les gouvernorats. Ces taux sont de l'ordre de 82% à Gafsa contre 3,6% à Tozeur. Ceci s'explique par la nature de l'activité agricole, en effet, dans les gouvernorats de Tozeur et Kébili l'activité agricole est fortement caractérisée par l'agriculture oasisienne.

Avant 2005, les coûts de connexion supportés par l'abonné étaient fonction de la puissance installée et la distance séparant le point de raccordement de l'abonné au point de prise le plus proche. Cette distance était calculée en nombre de poteaux nécessaires pour connecter l'abonné. Un coût de raccordement élevé rendait impossible toute demande de raccordement d'une exploitation très éloignée du réseau.

Tableau 3 Taux d'électrification des exploitations agricoles de la région Sud (Source : Enquête 2004-2005)

Gouvernorat	% des Exploitations raccordées au Réseau
Gabès	36%
Gafsa	82%
Kébili	0,3%
Médenine	71%
Tataouine	87%
Tozeur	3,6%
Taux de raccordement moyen de la région Sud	76%

A partir de 2005, une nouvelle tarification forfaitaire a été mise en place. Ce nouveau critère revêt une dimension égalitaire en faveur des abonnés des zones périurbaines

Tableau 4 Consommations électriques en GWh des clients de la STEG raccordés à la MT (Source : STEG)

Secteur Economique	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ind. Extractives	330	355	286	305	324	332
Ind. Alimentaires	551	583	614	643	654	672
Industrie Textiles	503	543	540	548	519	496
Ind. Papier et Edition	132	141	148	148	134	122
Industrie Chimiques	307	333	352	415	464	463
Ind CCV	1 386	1 444	1 332	1 484	1 552	1 600
Ind. Métallurgiques	241	288	304	281	284	284
Industrie Diverses	781	889	927	976	1 001	1 016
Agriculture	432	496	495	532	557	550
Pompage	488	536	536	557	564	577
Transport	280	306	312	330	310	304
Tourisme	634	632	513	604	567	567
Services	757	790	789	863	871	956

Le nombre d'abonnés du secteur agricole est de l'ordre de 3800 abonnés, ce qui représente 22% du nombre total des abonnés moyenne tension de la STEG, tous secteurs confondus.

et rurales dispersées, dont le coût de raccordement est ainsi diminué. Le prix de connexion varie de 200 D pour un branchement aérien monophasé de 10A à 30A, et 1 720 TND pour un raccordement monophasé 160 A. Les coûts de raccordement triphasé vont de 300 TND pour 10 A à 6 810 TND pour 160 A.

b. Consommation du secteur agricole sur la moyenne tension

En 2014, la consommation électrique globale des exploitations agricoles raccordées au réseau moyenne tension était d'environ 550 GWh par an. La consommation électrique du secteur agricole représente environ 7% de la consommation des secteurs productifs raccordés à la Moyenne Tension (MT). Depuis 2009, la tendance globale est à une augmentation de la consommation.

Tableau 5 Nombre d'abonnés Moyenne Tension de la STEG raccordés à la Moyenne (Source : STEG)

Année	2011	2012	2013
Nombre total d'abonnés - Moyenne Tension	16 053	16 500	16 761
Nombre total d'abonnés - Moyenne Tension - Secteur agricole	3515	3647	3779
Ratio Nombre d'abonné MT secteur Agricole/ Nombre Total d'abonnés MT	22%	22%	22%

La consommation moyenne électrique d'un abonné moyenne tension, du secteur agricole, serait comme suit :

Tableau 6 Consommation Moyenne d'un abonné MT du secteur agricole

Année	2011	2012	2013
Consommation électrique du secteur Agricole MT (GWh) par an	495	532	557
Nombre total d'abonnés - Moyenne Tension- Secteur agricole	3515	3647	3779
Consommation Moyenne par abonné Moyenne Tension du secteur agricole (MWh)/an	141	146	147

Il est également opportun de se questionner sur la répartition des exploitations agricoles raccordées à la moyenne tension selon leur typologie. Selon nos estimations et suites aux différentes visites et entretiens avec des exploitants agricoles, la presque-totalité des raccordements Moyenne Tension se trouve dans le segment des exploitations agricoles dont la superficie est au-delà de 100 ha. Cette catégorie représenterait quelques 85% du total, les 15% restant, concerneraient le segment d'exploitations agricoles dont la superficie est comprise entre 5 ha et 100 ha.

La répartition du nombre de raccordement à la moyenne tension serait la suivante :

Tableau 7 Répartition des abonnements Moyenne Tension sur les différents segments des exploitations agricoles

Superficie de l'exploitation	Nombre d'exploitations	Pourcentage de la Superficie exploitée	Nombre de raccordement Moyenne Tension	% d'exploitations raccordées à la Moyenne Tension
Inférieure à 5 ha	278 640	11%	0	0%
5 ha à 10 ha	108 360	14%	0	0%
10 ha à 50 ha	113 520	14%	190	5%
50 ha à 100 ha	10 320	12%	379	10%
100 ha et plus	5 160	22%	3210	85%

c. Consommation du secteur agricole sur la basse tension

Selon l'enquête 2004-2005, quelques 392 160 exploitations agricoles seraient raccordées à la Basse Tension (BT). Ces exploitations sont réparties sur tout le territoire national. Toutefois, en l'absence d'un contrat de fourniture d'électricité en basse tension spécifique au secteur agricole, il est très difficile d'évaluer de manière précise leur nombre, surtout que dans le milieu rural. En effet, plusieurs ménages construisent et logent généralement au sein même de l'exploitation. La fourniture de l'électricité serait donc régie aux mêmes clauses tarifaires que le contrat de fourniture de

l'électricité pour le secteur résidentiel. En 2005, le nombre total des abonnés à la basse tension était de 2 675 059. Le pourcentage des abonnés du secteur agricole était alors, de l'ordre de 15%. L'évolution du nombre d'abonnés du secteur agricole serait de l'ordre de 0,05% par an. Le milieu rural, à la différence du milieu urbain, de par ses spécificités socio-économiques, se caractérise par un taux d'équipement des ménages très limité.

Les consommations se rapprochent de la consommation moyenne des abonnés résidentiels raccordés à la basse tension. Le tableau suivant présente l'évolution de la consommation moyenne des abonnés de la basse tension :

Tableau 8 Evolution des abonnements Basse Tension du secteur agricole

Année	2005	2008	2010	2011	2012	2013
Consommation Totale des Abonnés à la Basse Tension (GWh)/an	4 478	5 179	5 670	5 813	6 379	6 521
Nombre de clients Basse Tension	2 675 059	2 949 001	3 145 392	3 266 448	3 461 405	3 485 308
Nombre d'abonnés du secteur agricole	392 160	398 072	402 062	404 073	406 094	408 124
Consommation Moyenne des Clients Basse Tension (kWh)/an	1674	1756	1803	1780	1 843	1 870

La consommation du secteur agricole en basse tension et la consommation électrique d'un

abonné du secteur agricole seront donc comme suit :

Tableau 9 Consommation électrique totale du secteur agricole sur la basse tension

Année	2005	2008	2010	2011	2012	2013
Nombre d'abonnés du secteur agricole	392 160	398 072	402 062	404 073	406 094	408 124
Consommation Moyenne des Clients Basse Tension (kWh/an)	1674	1756	1803	1780	1 843	1 870
Consommation totale électrique du secteur agricole en basse tension (GWh/an)	656	699	725	720	748	763

d. Consommation électrique totale du secteur agricole

La consommation électrique totale sur la basse et la moyenne tension atteint 1 320 GWh et se répartie comme suit :

Tableau 10 Consommation électrique totale du secteur agricole sur la basse et la moyenne tension

Année	2011	2012	2013
Nombre d'abonnés du secteur agricole basse tension	404 073	406 094	408 124
Nombre d'abonnés du secteur agricole moyenne tension	3 515	3 647	3 779
Total nombre d'abonnés du secteur agricole	407 590	409 741	411 903
Consommation électrique totale du secteur agricole en basse tension (GWh)	720	748	763
Consommation électrique totale du secteur agricole en moyenne tension (GWh)	495	532	557
Total Consommation électrique du secteur agricole (GWh)	1 215	1 280	1 320

e. Prospective et discussion des objectifs du Plan Solaire Tunisien par rapport au secteur agricole :

Conformément au Plan Solaire Tunisien (PST), l'analyse prospective de la consommation électrique tient compte de deux scénarii. Dans le premier scénario, l'analyse est basée sur les résultats des programmes d'efficacité énergétiques réalisés dans le cadre du plan quadriennal, qui ont démontré une baisse de l'intensité énergétique de l'ordre de 1%. La demande énergétique serait alors de l'ordre de 20,7 TWh en 2020 pour atteindre 33,8 TWh en 2030.

Le second scénario, dit volontariste, est basé sur l'hypothèse que le gisement en efficacité énergétique pourrait être exploité d'une manière plus poussée, à travers la mise en place d'une stratégie d'efficacité énergétique alliant des outils réglementaires, institutionnels et incitatifs. La baisse de l'intensité énergétique serait alors de l'ordre de 2,3% entre 2015 et 2030. La demande électrique serait de l'ordre de 18,8 TWh en 2020 et atteindrait 26,2 TWh en 2030. Ce second scénario a été adopté officiellement.

La loi de 2009 relative à la maîtrise de l'énergie, n'a pas prévu d'instruments spécifiques visant la réduction de l'intensité énergétique du secteur agricole. De ce fait, les grandes exploitations agricoles ne sont pas soumises à l'audit énergétique obligatoire. Il serait donc opportun d'engager des actions pilotes afin d'introduire des actions génériques d'efficacité énergétique au sein des grandes exploitations agricoles, grandes consommatrices d'énergie.

IV. L'ÉLECTRICITÉ DANS LE SECTEUR AGROALIMENTAIRE

Les industries agroalimentaires (I.A.A.) sont très dépendantes de l'agriculture. Dans les années 1980, leur rôle se limitait à la stabilisation de l'écoulement des produits agricoles par leur conditionnement ou leur stockage.

Au cours des vingt dernières années, leurs procédés et leurs services ont fortement évolués vers des activités beaucoup plus complexes et variées. Elles se sont donc désolidarisées de la production agricole.

Aujourd'hui, le secteur des Industries Agroalimentaires compte 1 063 entreprises industrielles. La valeur de la production de ce secteur, à prix courant, s'est élevée à 10 668 MTND en 2012, enregistrant un taux de croissance annuel moyen de 6%. Le taux de la valeur ajoutée générée par ce secteur se situe autour de 20%.

La valeur ajoutée des IAA a enregistré, à partir des années 80 et par rapport à la croissance observée durant les trois précédentes décennies, une croissance plus accélérée.

Cela s'explique principalement par :

- l'amélioration du pouvoir d'achat des ménages
- les changements des habitudes alimentaires qui s'orientent davantage vers la consommation de produits industrialisés
- l'accroissement des exportations des produits transformés
- le développement de nouveaux produits de plus en plus élaborés

Le secteur s'est développé sous plusieurs branches parmi lesquelles nous pouvons citer celles qui sont étroitement liées à l'activité agricole :

Tableau 11 Les différentes branches du secteur agroalimentaire

N°	Branche	Nombre d'entreprises actives
1	Industrie des huiles et corps gras	316
2	Industrie des céréales et dérivés	252
3	Industrie des fruits et légumes	85
4	Industrie du lait et dérivés	47
5	Industrie du sucre et dérivés	36
6	Industrie des boissons	76
7	Entreposage frigorifique	158
8	Industrie du poisson	94
9	Industrie des viandes	32
10	Autres industries Agroalimentaires	103
Total Entreprises IAA actives dans les diverses branches		1 199

La différence entre le nombre total d'entreprises actives dans le secteur et le nombre total des entreprises actives dans les diverses branches s'expliquent par le fait que certaines entreprises du secteur sont actives dans une ou plusieurs branches du secteur. Les investissements réalisés dans le secteur des industries agroalimentaires sont passés de 280 millions de dinars en 2008 à 385 millions de dinars en 2012. Du côté énergétique, les entreprises industrielles sont assujetties à la loi de 2009 relative à la maîtrise de l'énergie qui leur impose d'effectuer un audit énergétique réglementaire toutes les cinq années. Elles bénéficient des aides et subventions prévues dans cette même loi, à savoir : l'aide à l'audit énergétique et l'aide à l'investissement dans le domaine de la maîtrise énergétique. La liste totale des entreprises assujetties à l'audit énergétique obligatoire comporte quelques 350 entreprises actives dans les divers secteurs industriels. Les entreprises du secteur

agroalimentaire appartenant à cette liste sont évaluées à une centaine, soit environ 28% de l'ensemble des entreprises assujetties. La totalité des entreprises de ce secteur sont raccordées au réseau Moyenne Tension.

a. Consommation du secteur agroalimentaire sur la moyenne tension

En 2014, la consommation électrique globale du secteur agroalimentaire raccordé au réseau moyenne tension

était de l'ordre de 670 GWh. La consommation électrique du secteur agroalimentaire agricole représente environ 8,5% de la consommation des secteurs productifs raccordés à la moyenne tension.

Sur les cinq dernières années, la consommation est en augmentation variant d'une année à une autre entre 3 et 6%. La variation s'explique notamment par la forte dépendance de ce secteur aux résultats des récoltes agricoles.

Tableau 12 Consommations électriques (GWh) des clients de la STEG raccordés à la Moyenne Tension (Source : STEG)

Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Secteur Economique	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ind. Extractives	330	355	286	305	324	332
Ind. Alimentaires	551	583	614	643	654	672
Industrie Textiles	503	543	540	548	519	496
Ind. Papier et Edition	132	141	148	148	134	122
Industrie Chimiques	307	333	352	415	464	463
Ind. Matériaux de Constructions	1 386	1 444	1 332	1 484	1 552	1 600
Ind. Métallurgiques	241	288	304	281	284	284
Industrie Diverses	781	889	927	976	1 001	1 016
Agriculture	432	496	495	532	557	548
Pompage & Services Sanitaires	488	536	536	557	564	577
Transport	280	306	312	330	310	304
Tourisme	634	632	513	604	567	567
Services	757	790	789	863	871	956
consommation du secteur agroalimentaire/ consommation totale de la moyenne tension	8%	7,9	8,5	8,3	8,3	8,4

En termes de nombre d'abonnés du secteur agroalimentaire, il est, en 2013, de 1063 abonnés ce qui représente 6,3% du nombre total des abonnés de la moyenne tension, tous secteurs confondus. La consommation électrique moyenne d'un abonné moyenne tension du secteur agricole serait comme suit :

Tableau 13 Consommation électrique moyenne des abonnés du secteur agricole raccordés à la Moyenne Tension

Année	2011	2012	2013
Consommation électrique du secteur Agroalimentaire MT (GWh) par an	614	643	654
Nombre total d'abonnés - Moyenne Tension- Secteur agricole	1063	1063	1063
Consommation Moyenne par abonné Moyenne Tension du secteur agroalimentaire (MWh)/an	578	605	615

b. Prospective et discussion des objectifs du Plan Solaire Tunisien par rapport au secteur agroalimentaire:

Avec un taux d'entreprises assujetties avoisinant les 30% de l'ensemble des entreprises, tous secteurs confondus, l'adhésion au scénario dit volontariste paraît possible et ne devrait pas poser de barrière particulière pour ce secteur. Toutefois, les investissements nécessaires pour atteindre une baisse de 2,3%, en 2030, pourraient constituer une barrière pour trouver, en parallèle, les fonds nécessaires pour le financement des projets photovoltaïques dans ce secteur.

V. ESTIMATION DU POTENTIEL PHOTOVOLTAÏQUE

a. Approche selon la consommation de l'abonné

On définit l'autoproduction (aussi désigné par autoconsommation) comme la réalisation d'un projet de production d'électricité, à partir des énergies renouvelables, pour la consommation propre d'un agriculteur (ou industriel agroalimentaire). Dans ce cadre, la production du système photovoltaïque est supposée être consommée totalement sur place par l'abonné. Il est important de prendre en considération le mode de facturation de la balance entre l'import et l'export de l'énergie électrique produite, de la périodicité du calcul du bilan (importé et exporté) et du profil de la consommation de l'autoproduit. L'approche basée sur la consommation présente l'avantage d'augmenter la rentabilité du projet de production d'électricité à partir d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau, dans l'hypothèse où les prix de fourniture de l'électricité du réseau sont plus élevés que les prix de vente de l'excédent de production photovoltaïque injectée sur le réseau. En cas de production plus élevée, de l'installation photovoltaïque, que le besoin instantané, le surplus sera injecté sur le réseau ; dans le cas contraire, le consommateur prélève son besoin en électricité sur le réseau.

L'approche selon les consommations permet d'évaluer le potentiel technique en supposant la couverture totale des besoins par des installations photovoltaïques installées sur les toitures ou au sol. Le potentiel économique est estimé de la même manière que dans l'approche directe.

Le potentiel exploitable est basé sur des considérations économiques (coût de génération, temps de retour de l'investissement, taux de rentabilité interne...), sur les conditions générales du marché (capacité des opérateurs et disponibilités des équipements et des moyens humains et matériels des sociétés installatrices), mais aussi sur des considérations de solidité financières des porteurs de

projets (fonds propres, accès aux subventions, accès aux financements bancaires).

b. Hypothèses sur les conditions climatiques & les conditions techniques

Le gisement solaire :

La Tunisie bénéficie d'un taux d'ensoleillement très attractif pour les projets photovoltaïques. L'indice d'irradiation direct varie en moyenne de 2 kWh/m² par jour, à l'extrême nord, à 6 kWh/m² par jour à l'extrême sud. La sommation des deux types de rayonnements solaires, le rayonnement solaire direct (DNI) et le rayonnement solaire diffus, correspond au rayonnement solaire horizontal global (Global Horizontal Irradiance - GHI).

Pour la Tunisie, le GHI varie entre 1500 kWh/m².an au Nord et 2000 kWh/m².an au Sud. La moyenne se situe à 1869 kWh/m².an. Le tableau suivant résume les données mensuelles moyennes en Tunisie :

Tableau 14 Irradiation Solaire Mensuelle en Tunisie (Source : <http://www.solar-med-atlas.org>)

Mois	Global Horizontal Irradiance kWh/m ²	Températures moyennes mensuelles °C
Janvier	87	10,9
Février	107	12,5
Mars	150	16
Avril	186	19,2
Mai	210	23,2
Juin	223	27,1
Juillet	233	29,4
Aout	207	29,7
Septembre	160	26,8
Octobre	130	22,8
Novembre	96	16,5
Décembre	82	11,9
Total par Année	1869	20,5

Les technologies photovoltaïques

L'offre sur le marché photovoltaïque en Tunisie comporte deux technologies principales. La première utilise le silicium comme matériau de base (monocristallin ou polycristallin). La seconde, la technologie des couches minces associe divers matériaux en les projetant en très fines couches sur un support. La première technologie est, de loin, la plus utilisée sur le marché tunisien, caractérisé par le développement d'installations PV de petite taille, en toiture, d'où le besoin de capteurs plus performants en terme de puissance rapportée à la surface.

c. Disponibilité des toitures & des espaces :

Le secteur agricole

Les consommateurs du secteur agricole se caractérisent par une disponibilité abondante des surfaces pouvant accueillir des systèmes photovoltaïques, pour la production électrique, ces surfaces peuvent se présenter sous forme de :

- de terrains cultivables et des zones non exploitées,
- de bâtiments d'habitation, surtout pour les petites exploitations raccordées à la basse tension,
- des bâtiments d'élevage,
- des bâtiments de conditionnement.

Pour les exploitations agricoles raccordées à la moyenne tension, les toitures, surtout celles des bâtiments construits durant les deux dernières décennies, sont conformes aux normes et règles de construction qui tiennent en compte, en plus du poids propre, une charge d'exploitation d'au moins 150 Kg / m², ce qui permet d'installer des panneaux photovoltaïques sur les toitures sans travaux de renforcement de la structure existante.

Pour installer 100 kWc, il faut compter une surface d'environ 800 m². Ceci correspondrait à la toiture d'un bâtiment d'élevage de 20mx40m. Ce type de bâtiment est extrêmement fréquent dans la frange d'exploitants agricoles tunisiens. Dans l'éventualité où la toiture n'est pas orientée idéalement, une étude préalable permettrait d'évaluer la production du système soumis à une orientation et une inclinaison particulière. Au cas où l'orientation et l'inclinaison affectent grandement le rendement du système, une installation au sol est toujours envisageable moyennant des travaux de terrassement supplémentaires. Le surcoût engendré par

ses travaux est minime, il affecte très peu la rentabilité économique du projet photovoltaïque.

En ce qui concerne les exploitations agricoles raccordées à la basse tension, les systèmes photovoltaïques seraient de petite capacité et pourraient être installés sur les toitures des bâtiments utilisés pour le stockage ou la préparation des produits agricoles.

Pour le cas particulier des installations photovoltaïques de pompage d'eau, elles seront placées à proximité des puits et nécessiteraient un aménagement spécial : travaux de terrassement pour l'installation des capteurs, une bache à eau pour le stockage de l'eau correspondant au volume nécessaire d'irrigation pour une journée d'été, une chambre sécurisée pour abriter la pompe et l'onduleur et, éventuellement, les batteries de stockage d'électricité. Le pompage de l'eau s'opère en général pendant la journée alors que l'irrigation s'opère pendant la nuit, pour éviter l'évaporation de l'eau. Le surcoût relatif à cet aménagement peut atteindre 30% du coût total de l'investissement pour l'acquisition d'un système de pompage photovoltaïque.

Le secteur agroalimentaire

Les unités de production industrielle du secteur agroalimentaire se situent, dans la majorité des cas, dans des zones industrielles. La capacité photovoltaïque qui pourrait être installée serait donc limitée à la surface de la toiture disponible et exploitable. Très souvent, des équipements de production de froid industriel, d'air comprimé sont déjà placés en toiture, et pour des raisons d'optimisation des consommations électriques relatives à l'éclairage artificiel à l'intérieur des ateliers, des « skydome » sont disposés pour assurer une bonne pénétration de la lumière naturelle à l'intérieur des ateliers.

L'orientation et l'inclinaison des toitures sont aussi des paramètres très limitant pour assurer une production d'électricité à partir d'installations photovoltaïques. Nous avons procédé à des évaluations de la surface exploitable sur trois unités existantes, la production de l'électricité par des systèmes photovoltaïques placés sur les toitures de ces unités n'excéderait pas 35% de la consommation électrique totale de chacune de ces unités.

VI. EVALUATION DU POTENTIEL PHOTOVOLTAÏQUE PAR L'APPROCHE CONSOMMATION

a. Le secteur agricole

Cas des exploitations raccordées à la moyenne tension

La consommation moyenne d'une exploitation agricole raccordée à la moyenne tension a été estimée à quelques 150 MWh par an. Vu les conditions d'ensoleillement moyennes en Tunisie, pour couvrir cette consommation, il suffirait d'installer un système photovoltaïque d'une capacité approximative de l'ordre de 85 kWc.

Pour satisfaire l'ensemble du segment, c'est-à-dire, toutes les exploitations agricoles raccordées à la moyenne tension, le potentiel PV brut à installer serait de l'ordre de 310 MWc. Dans ce segment, la parité réseau étant presque atteinte, le potentiel économique pourrait coïncider avec le potentiel technique. Considérant la volonté réelle des agriculteurs d'investir dans ce type de projet et leurs conditions d'accès aux financements, il paraît judicieux de réduire ce potentiel d'au moins 50%.

Cas des exploitations raccordées à la basse tension

La consommation électrique moyenne pour une exploitation agricole raccordée à la basse tension a été estimée à quelques 1 870 kWh par an. Pour couvrir cette consommation, l'installation d'un système photovoltaïque d'une capacité approximative de 1 kWc est nécessaire.

Pour satisfaire l'ensemble du segment, c'est-à-dire, toutes les exploitations agricoles raccordées à la basse tension, le potentiel technique brut serait de l'ordre de 420 MWc. Même si dans l'ensemble, la consommation unitaire annuelle par exploitation, placerait ces consommateurs dans les tranches de consommation à tarification relativement basse (la parité réseau ne serait pas atteinte), il existe une niche d'exploitants agricoles basse tension, pour qui les projets PV seraient très

rentables : ceux ayant une consommation électrique au niveau des tranches de tarification les plus élevées. Nous considérons que ce groupe représente environ 5% de la consommation globale de ce segment. Pour ce groupe, la parité réseau est atteinte d'une manière très confortable, le potentiel technique et économique seraient alors identiques.

b. Le secteur agroalimentaire

La consommation électrique moyenne pour une exploitation agricole raccordée à la moyenne tension a été estimée à quelques 615 MWh par an. Les conditions d'ensoleillement et les produits photovoltaïques disponibles sur le marché local permettraient de satisfaire cette consommation par l'installation d'un système photovoltaïque d'une capacité approximative de l'ordre de 340 kWc.

Pour satisfaire l'ensemble du segment, le potentiel PV brut à installer serait de l'ordre de 370 MWc. Cependant, ce potentiel ne pourrait être atteint vues les contraintes architecturales (surface de la toiture exploitable pour l'installation des systèmes photovoltaïques).

Pour les raisons explicitées précédemment, nous estimons que le potentiel exploitable ne pourrait excéder 35% du potentiel estimé par l'approche consommation.

Le potentiel du secteur de l'industrie agroalimentaire serait donc d'environ 125 MWc. Pour ce secteur, la parité réseau est presque atteinte.

c. Le potentiel cumulé du secteur agricole et du secteur des industries agroalimentaires :

Le potentiel cumulé des deux secteurs est représenté dans le tableau suivant :

Tableau 15 Potentiel Photovoltaïque Total dans les secteurs agricole et industrie agroalimentaire

Type d'exploitation	Nombre	Consommation (kWh)	Potentiel Brut (MWc)	Potentiel exploitable (MWc)
Exploitations Agricoles Raccordées à la Moyenne Tension	3 779	150 000	310	155
Exploitations Agricoles Raccordées à la Basse Tension	411 903	1 870	420	11
Pompage photovoltaïque	137 700	N.A	N.A	24
Total Potentiel Photovoltaïque dans le secteur agricole			730	190
Entreprises industrielles du secteur Agroalimentaire raccordées à la Moyenne Tension	1 063	615 000	370	125
Total Potentiel PV secteurs agricole et agroalimentaire			1 100	315

VII. ACTEURS PRINCIPAUX DES PROJETS PHOTOVOLTAÏQUES

La réalisation des projets photovoltaïques, fait intervenir divers acteurs institutionnels. Chacun de ces acteurs réalise des prestations bien particulières au niveau du cycle de vie de la réalisation de ce type de projets.

a. Les principaux acteurs

L'Agence de Promotion des Investissements Agricoles – APIA –

L'APIA est un établissement public à caractère non administratif, ayant pour mission principale la promotion de l'investissement privé dans les domaines de l'agriculture, de la pêche et des services associés ainsi que dans les activités de la première transformation intégrées aux projets Agricoles et de Pêche.

Les services de l'APIA sont destinés aux agriculteurs, aux pêcheurs, aux jeunes promoteurs et aux investisseurs tunisiens et étrangers, parmi ces services nous notons essentiellement :

- l'octroi des avantages financiers et fiscaux institués par le code d'incitations aux

investissements, aux promoteurs de projets agricoles, de pêche, de services liés à ces secteurs et de première transformation des produits agricoles et de pêche

- l'identification des opportunités d'investissement et des idées de projets à promouvoir par les opérateurs privés Tunisiens et étrangers contribuant ainsi à la réalisation des objectifs nationaux assignés au secteur agricole
- l'assistance des promoteurs dans la constitution de leurs dossiers d'investissement et leur encadrement durant la phase de réalisation de leurs projets

Dans le cadre de sa mission, l'APIA est en mesure d'octroyer aux investisseurs dans le secteur agricole des primes d'investissement dont les taux et les montants dépendent de la catégorie des projets (Type A, B ou C).

L'instruction de la demande préalable se fait à trois niveaux et selon la catégorie du projet.

Tableau 16 Subventions relatives aux investissements agricoles

Catégorie de l'investissement	Montant de l'investissement I (TND)	Prime d'Etude (TND)	Prime d'investissement %	Fonds propres	Instruction de la demande
Catégorie A	I < 60.000	N.A	25 %	N.A	Commissariats Régionaux du Développement Agricole
Catégorie B	60.000 < I < 225.000	1 % Plafond 5.000	20 %	10 %	Direction Régionale de l'APIA
Catégorie C	I > 225.000	1 % Plafond 5.000	7 %	30 %	APIA Siège

L'Agence Nationale pour la Maitrise de l'Energie – ANME

L'ANME est chargée de mettre en œuvre la politique énergétique de l'État à travers la promotion de l'efficacité énergétique et le soutien aux énergies renouvelables. L'ANME est sous la tutelle du Ministère de l'Energie et des Mines (MEM). Dans le domaine des installations solaires photovoltaïques, l'ANME est, notamment, responsable de :

- la promotion et la gestion des mécanismes de soutien existants pour la production d'électricité photovoltaïque
- l'octroi des agréments aux sociétés actives dans le domaine photovoltaïque
- l'éligibilité des équipements (modules PV...)

L'ANME gère le Fonds de Transition Energétique (FTE), qui octroie les subventions aux investissements destinés à promouvoir les énergies renouvelables et l'utilisation rationnelle de l'énergie.

L'ANME préside la Commission Technique Consultative (CTC) chargée de se prononcer sur l'octroi des primes prévues par le décret n° -2009 362 du 9 février 2009 ainsi que le raccordement des installations de moyenne tension au réseau.

La Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz

La Société Tunisienne de l'Électricité et du Gaz (STEG) est une entreprise publique à caractère industriel et commercial créée en 1962. Elle est en charge de la production, du transport et de la distribution de l'électricité et du gaz sur l'ensemble du territoire tunisien.

Pour les projets photovoltaïques raccordés au réseau de distribution électrique, la STEG établit, à travers ses directions régionales, les contrats d'accès et de connexion au réseau public national, après avoir évalué et approuvé les dossiers techniques de demande de connexion. La STEG siège également à la Commission Technique Consultative (CTC).

La Société Tunisienne d'Electricité et du Gaz assure aussi un rôle très important dans la réalisation des projets photovoltaïque de petite taille raccordés au réseau électrique basse tension, acquis notamment à travers un crédit bancaire à taux préférentiel. La STEG assure deux missions principales, la garantie du crédit et la collecte des fonds pour son remboursement.

Les entreprises installatrices des systèmes photovoltaïques

Aujourd'hui, quelques 200 sociétés installatrices de systèmes photovoltaïques agréées par l'ANME. Ces sociétés sont incontournables pour pouvoir bénéficier des aides accordées dans le cadre de la loi relative à la maîtrise de l'énergie. Ces entreprises accompagnent leurs clients dans toutes les étapes de réalisation des projets photovoltaïques, depuis la demande de connexion au réseau jusqu'à l'obtention des subventions.

La presque totalité de ces entreprises sont actives dans les projets raccordés à la basse tension, toutefois, un petit noyau d'entreprises dispose déjà de l'expérience et de références pour les installations raccordées à la moyenne tension.

L'éligibilité des installateurs est régie par un cahier des charges spécifiques qui définit les critères et les exigences pour obtenir l'agrément d'installateur.

Les institutions financières

Le secteur financier en Tunisie se compose de plusieurs institutions financières, il comprend :

- 22 banques conventionnelles
- 13 établissements financiers (Sociétés de leasing, Banque d'investissement, SICAR...)
- 7 banques off-shore

La Banque Centrale de Tunisie (BCT) supervise toutes ces institutions et joue un rôle de régulateur du secteur financier.

Véritable pilier de l'économie nationale, le secteur financier offre au secteur productif les moyens financiers nécessaires pour accomplir ses missions et aussi se développer. Il s'agit d'un acteur incontournable pour le développement des projets d'énergies renouvelables et solaires photovoltaïques, en particulier.

En 2014, le total des encours des crédits à l'économie s'élevait à 57.718 millions de dinars. La répartition de l'encours est marquée par une faible quote-part du secteur agricole avec un taux de %5 devancé par le secteur du service et le secteur industriel.

b. Le cycle de vie typique d'un projet photovoltaïque en Tunisie

i. La décision du recours au photovoltaïque

Les diverses campagnes de communication et de sensibilisation de l'ANME et des points Info Energie

de la STEG, ainsi que les efforts commerciaux des entreprises installatrices ont permis de développer un portefeuille de projets dans les divers secteurs de l'économie tunisienne.

Les augmentations des tarifs de l'électricité, opérés ces dernières années, ont poussé les consommateurs à trouver des solutions pour mieux maîtriser leurs dépenses électriques. Le photovoltaïque offre une opportunité très attractive de par la simplicité de sa mise en œuvre d'une part, et la réglementation existante, qui permet l'installation et le raccordement au réseau ainsi que l'octroi de subventions et primes d'autre part. Le secteur résidentiel bénéficie, en plus

des aides et incitations, d'un mécanisme spécifique alliant les subventions publiques à un crédit complémentaire avec un taux d'intérêt préférentiel.

ii. Les permis & autorisations préalables

Les projets d'installations photovoltaïques raccordés au réseau sont soumis à des autorisations préalables. Ces autorisations sont variables en fonction du type de raccordement (basse ou moyenne tension) et de la puissance à installer, en ce qui concerne les installations reliées à la basse tension. Le tableau suivant explicite les autorisations nécessaires pour chacun des segments identifiés dans le chapitre précédant :

Tableau 17 Autorisations & permis requis pour les installations photovoltaïques

Type d'exploitation Activité	Autorisation / Permis/Autres procédures administrative
Exploitations Agricoles Raccordée à la Moyenne Tension	Déclaration d'investissement (APIA) Accord pour l'octroi des primes (APIA) sur la base d'une étude de faisabilité technico-économique Etude de Raccordement au Réseau (STEG) Accord pour l'octroi des primes (Autorité de Tutelle de l'Energie) sur la base d'une étude de faisabilité technico-économique Accord pour le raccordement au réseau (Autorité de Tutelle) Signature du contrat & Raccordement (STEG)
Exploitations Agricoles Raccordées à la basse tension	Déclaration d'investissement (APIA mais gérée par les CRDA) Accord pour l'octroi des primes (APIA) sur la base d'une étude de faisabilité technico-économique Accord pour l'octroi des primes (Autorité de Tutelle de l'Energie) sur la base d'une étude de faisabilité technico-économique Capacité à installer (ne dépassant pas la puissance souscrite STEG) Signature du contrat & Raccordement (STEG)
Pompage photovoltaïque en sites isolés	Déclaration d'investissement (APIA mais gérée par les CRDA) Accord pour l'octroi des primes (Autorité de Tutelle) sur la base d'une étude de faisabilité technico-économique
Entreprises industrielles du secteur Agroalimentaire raccordées à la moyenne tension	Etude de Raccordement au Réseau (STEG) Accord pour les subventions (Autorité de Tutelle) Accord pour le raccordement au réseau (Autorité de Tutelle) Signature du contrat & Raccordement (STEG)

iii. Le schéma de financement

Le financement est probablement l'étape la plus délicate dans le développement d'un projet type moyenne tension ou un projet de pompage en site isolé.

Seules les exploitations agricoles raccordées à la basse tension et abonnés auprès de la STEG

via un contrat de fourniture type résidentiel pourront bénéficier du mécanisme Prosol-Elec (1 à 4 kWc).

Le tableau suivant représente les exigences en termes de fonds propres des divers segments et secteurs identifiés dans la présente étude :

Tableau 18 Exigences financières des acteurs institutionnels & des établissements financiers

Type d'exploitation Activité	Exigences de l'APIA	Exigence ANME	Exigence Etablissements bancaires	Exigence Entreprise installatrice
Exploitations Agricoles raccordées à la Moyenne Tension	10% projet Type B 30% projet Type C	Pas d'exigence	10-30% de fonds propres + Garanties Réelles	20% d'avance à la signature du contrat d'acquisition
Exploitations Agricoles raccordées à la Basse Tension	0%	Pas d'exigence	Conditions Prosol-Elec	10% d'avance à la signature du contrat d'acquisition
Pompage photovoltaïque en sites isolés	0%	Pas d'exigence	20-30% de fonds propres + Garanties Réelles	20% d'avance à la signature du contrat d'acquisition
Entreprises industrielles du secteur Agroalimentaire raccordées à la Moyenne Tension	N.A	Pas d'exigence	20-30% de fonds propres + Garanties Réelles	20% d'avance à la signature du contrat d'acquisition

iv. La phase de construction

Une fois le schéma de financement bouclé, le promoteur du projet sélectionnera une entreprise installatrice qui procèdera à l'acquisition des équipements. Ces équipements devront être sélectionnés sur la liste des équipements agréés par l'ANME et leur montage se fera par un personnel préalablement formé et habilité. L'entreprise doit souscrire une assurance couvrant les risques divers de chantiers (Tous Risques Montage / Tous Risques Chantier) en plus d'une police d'assurance type garantie décennale pour couvrir les risques dus à des vices cachés pour les systèmes de fixation et de support.

L'entreprise installatrice s'engage aussi à fournir un dossier technique complet et satisfaisant aux exigences de l'ANME et de la STEG contenant le plan unifilaire de l'installation, les spécifications techniques des principaux équipements de production photovoltaïque, les équipements de raccordement au réseau ainsi que les équipements de protection.

v. La phase vérification, réception, signature du contrat & raccordement

Une fois l'installation vérifiée sur la base du dossier technique présenté par l'entreprise installatrice, une visite est effectuée sur site pour procéder à la réception physique de l'installation.

Le raccordement ne s'opère qu'après la signature du contrat d'achat de l'excédent entre la STEG et le propriétaire de l'installation.

vi. La phase déblocage des primes & subventions

Une fois le raccordement effectué, le propriétaire de l'installation (Installation raccordée à la moyenne tension) ou l'entreprise installatrice (installation raccordée à la basse tension) demande le déblocage des primes prévues dans le cadre de la loi sur la maîtrise de l'énergie et ses textes d'application ainsi que celles prévues dans le cadre du code d'incitation aux investissements dans le secteur agricole.

VIII. SÉQUENCE DE DÉROULEMENT D'UN PROJET DANS LE SECTEUR AGRICOLE

1. Etape 1 : Identification et démarchage

- L'entreprise d'installation photovoltaïque identifie le client, organise une visite sur le site de l'exploitation et présente une étude composée d'un pré-dimensionnement de l'installation (Capacité à installer) et d'une étude de préfaisabilité technico-économique.
- L'opérateur établira un devis estimatif contenant les quantitatifs, les prix, la durée de validé de l'offre, les spécifications techniques des principaux équipements de l'installation. Ces équipements devraient être éligibles et inscrits sur les listes établies par l'ANME et la STEG.

2. Etape 2 : Instruction du dossier d'investissement pour l'APIA

Sur la base de ce devis, l'exploitant agricole instruit la demande d'investissement auprès de l'APIA, avec l'assistance de l'entreprise installatrice pour obtenir la déclaration d'investissement et bénéficier des primes et avantages accordés dans le cadre du code d'incitation aux investissements.

3. Etape 3 : Instruction du dossier technique pour l'ANME

Dès l'obtention de la déclaration d'investissement, l'exploitant agricole, avec l'assistance de l'entreprise installatrice commencera l'instruction de sa demande auprès de l'ANME, il devra fournir tous les éléments techniques requis pour cette demande conformément aux textes de loi qui régissent les installations photovoltaïques.

4. Etape 4 : Travaux d'installation

La décision ministérielle pour la connexion au réseau de distribution moyenne tension et l'octroi des primes

relatives à la maîtrise de l'énergie seront notifiés à l'exploitant agricole. Il pourra, dès lors, lancer sa commande auprès de l'entreprise installatrice qui entamera les travaux.

5. Etape 5 : Réception, raccordement de l'installation & Signature du contrat d'achat moyenne tension avec la Société Tunisienne d'Electricité et du Gaz

Une fois les travaux de montage, de câblage achevés, l'entreprise d'installation contactera l'ANME et la direction régionale de la STEG pour convenir d'une date pour la réception de l'installation et son raccordement au réseau de distribution moyenne tension. Le contrat d'achat en moyenne tension sera par la suite signé entre les deux parties.

6. Etape 6 : Dépôt des dossiers à l'ANME

L'exploitant agricole compose un dossier comportant l'étude technique, les factures de l'entreprise d'installation, le contrat d'achat en moyenne tension et le dépose à l'ANME pour le déblocage de la subvention.

7. Etape 7 : Dépôt des dossiers à l'APIA

Un exemplaire du même dossier est déposé par l'exploitant agricole auprès de l'APIA pour le déblocage de la subvention relative aux investissements agricoles.

IX. LE POTENTIEL PHOTOVOLTAÏQUE DANS LE SECTEUR AGRICOLE

Face à une situation énergétique déficitaire depuis l'année 2000, la Tunisie a entamé une phase de transition énergétique qui prend comme assises deux volets:

- la maîtrise de la demande électrique à travers une meilleure efficacité énergétique dans les divers secteurs économiques ainsi que dans les secteurs non-productifs, à travers des instruments techniques dédiés tels que les audits énergétiques associés à des aides et subventions publiques visant à réduire la demande électrique.
- la production électrique à partir des sources d'énergies renouvelables : une introduction des énergies renouvelables dans le mix électrique tunisien en autorisant la production d'électricité provenant de sources renouvelable et la possibilité de l'injecter sur le réseau électrique national. Cette autorisation prend diverses formes en fonction de l'investisseur et/ou du consommateur.

Le Plan Solaire Tunisien représente la formulation chiffrée de la transition énergétique tunisienne. La dernière version du Plan Solaire Tunisien a été actualisée au mois de Septembre 2015, pour tenir compte des divers aléas du marché énergétique international et des contraintes et ambitions des différents acteurs clés du secteur électrique tunisien.

a. Objectifs du Plan Solaire Tunisien en termes de projets photovoltaïques raccordés au réseau :

Le Plan Solaire Tunisien mentionne que la part des énergies renouvelables (hors hydraulique) passerait de 2% en 2015 à 14% en 2020 pour atteindre 30% en 2030. Il définit aussi des prévisions en terme de

capacité installée. La capacité totale installée (toutes filières confondues) serait de l'ordre de 3815 MW en 2030, par rapport à une capacité électrique totale d'environ 11 000 MW. En termes de capacité, le taux de pénétration des énergies renouvelables serait alors de l'ordre de 35%. La capacité installée photovoltaïque serait de l'ordre de 1,6 GW en 2030, ce qui correspond à une quote-part de l'ordre de 8.6% du mix électrique en 2030.

Pour atteindre ces objectifs, le Plan Solaire Tunisien a identifié plusieurs instruments et mécanismes permettant la réalisation des projets de production d'électricité renouvelable raccordés au réseau.

La loi sur les énergies renouvelables promulguée en mai 2015, vient compléter le panel des régimes déjà existants, aujourd'hui ce panel est composé des régimes suivants:

- Le régime Prosol Elec
- L'autoproduction
- Le régime d'autorisation avec tarif d'achat affiché (Feed in Tariff)
- Le régime d'appel d'offre de type concession privée
- Le régime d'investissement public (STEG)

Chaque type de régime est associé à un type particulier de raccordement au réseau. Certains régimes peuvent aussi bénéficier d'aides et de subventions prévues dans la loi relative à la maîtrise de l'énergie de 2009 et ses textes d'application.

Les autres régimes bénéficient des instruments prévus par la loi sur les énergies renouvelables de mai 2015.

Tableau 19 Matrice Régime de Production - Technologie

Régime	Type de Raccordement	Cible Adaptée	Technologie Publique FTE	Subvention APIA	Subvention
Prosol-Elec	Basse Tension	Résidentiel	Photovoltaïque	Oui	Non
Autoproduction	Basse Tension Moyenne Tension	Tertiaire Industrie Agriculture	Photovoltaïque Eolien	Oui	Oui
Tarif d'achat Affiché	Moyenne Tension Haute Tension	Investisseurs Privés Biomasse CSP	Photovoltaïque Eolien	Non	Non
Concession Privée	Moyenne Tension Haute Tension	Investisseurs Privés CSP	Photovoltaïque Eolien	Non	Non
Investissement Public	Moyenne Tension Haute Tension	Service Public Eolien CSP	Photovoltaïque	Non	Non

Le Plan Solaire Tunisien prévoit la réalisation de cette capacité installée photovoltaïque sous deux typologies de projets : le photovoltaïque centralisé (grands projets) et le photovoltaïque décentralisé (projets plus petits, en toiture...).

Chacune de ces deux typologies correspond à un régime particulier. La matrice suivante explicite l'adaptabilité des catégories en fonction des régimes prévus :

Tableau 20 Matrice Régime de Production - Technologie photovoltaïque (Sol Vs Toiture)

Régime	Photovoltaïque en Toiture	Photovoltaïque Centralisé
Prosol-Elec	+	N.A
Autoproduction	+	N.A
Tarif d'achat Affiché	N.A	+
Concession Privée	N.A	+
Investissement Public	+	+

Le Plan Solaire Tunisien prévoit la réalisation de cette capacité selon l'échéancier suivant :

Tableau 21 Programmation des réalisations du Plan Solaire Tunisien (MWc): Photovoltaïque

Régime	2015	2020	2025	2030
Prosol-Elec	21	96	240	390
Autoproduction (Moyenne et Basse Tension)	9	59	152	252
Tarif d'Achat Affiché	0	130	345	588
Concessions privées	0	60	140	180
STEG	0	60	70	100
Total	30	405	947	1510

b. Le taux de pénétration dans le secteur photovoltaïque dans les exploitations agricoles raccordées à la moyenne tension:

Le pipeline des projets photovoltaïques, raccordés à la moyenne tension est de l'ordre de 1.6MWc tous secteurs confondus (industrie, tertiaire et agriculture). Les projets photovoltaïques du secteur agricole raccordés à la moyenne tension représentent %65 de la capacité du pipeline correspondant à une puissance totale qui dépasse légèrement 1 MWc.

Ces données nous permettent d'établir un premier scénario de base (business as usual). Dans ce scénario, nous supposons que la demande en projets photovoltaïques raccordés à la moyenne tension évoluera de la même manière qu'aujourd'hui et représentera %65 de la capacité totale installée dans le cadre des projets d'autoproduction.

Tableau 22 Programmation des projets photovoltaïques dans le secteur agricole Moyenne Tension

Régime	2015	2020	2025	2030
Autoproduction (MWc)	9	59	152	252
Autoproduction dans les exploitations agricoles (MWc)	5,85	38,35	98,8	163,8
Contribution FTE (M TND)	3,51	23,01	59,28	98,28
Contribution APIA (M TND) ⁽¹⁾	1,28	8,36	21,53	35,70

Un deuxième scénario « optimiste », qui tiendrait compte de l'effet, perçu par les exploitants agricoles, de l'association des contributions du FTE et de l'APIA et prévoirait la réalisation de tout le potentiel disponible sur le segment exploitations agricoles raccordées à la moyenne tension. Le taux de pénétration serait aux alentours de %10 en 2020 (en supposant une consommation électrique fixe (pendant les quinze prochaines années). Ce scénario serait tout à fait plausible et se synchroniserait parfaitement avec le scénario adopté pour les objectifs 2030 du Plan Solaire Tunisien.

Tableau 23 Programmation des projets PV dans le secteur agricole Moyenne Tension - Scénario Optimiste

Régime	2020	2025	2030
Autoproduction dans les exploitations agricoles (MWc)	60	100	300
Contribution FTE (M TND)	23,4	39	117
Contribution APIA (M TND) ⁽¹⁾	8,50	14,17	42,5

Cependant, la capacité totale installée dépasserait les pronostics du Plan Solaire Tunisien dans sa formulation actuelle. Il serait envisageable que l'outil Plan Solaire Tunisien puisse permettre de switcher d'une technologie à une autre ou d'un mode de production à un autre sans pour autant déréguler le système. Faut-il aussi inclure des scénarii qui permettent le switch sans pour autant que cela nécessite une réallocation des ressources du Fonds de Transition Energétique.

c. Le photovoltaïque non raccordé au réseau :

Une étude⁽¹⁾ commanditée par l'Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Energie en 2010, a montré un potentiel en termes de capacité installée de l'ordre de 24,3 MW pour les installations de pompage des

puits de surfaces. La répartition géographique de ce potentiel est ventilée entre 9.2 MWc dans le Nord du pays, 8.1 MWc dans le centre du pays et 6 MWc dans le Sud.

Afin de supprimer les barrières pour l'introduction des systèmes de pompage photovoltaïque, l'Etude⁽¹⁾ recommande le lancement d'un programme pilote pour le développement du pompage solaire et éolien pour la petite irrigation agricole pour démontrer la faisabilité à grande échelle et tester les mécanismes financiers et organisationnels mis en place.

Les participants, petits exploitants agricoles, bénéficieront de la subvention accordée par la loi sur la maîtrise de l'énergie (plafonnée à 20.000 DT) avec un crédit complémentaire et des conditions spécifiques afin de réduire le besoin en fonds propres pour les promoteurs de projets. La recommandation prévoit aussi un ensemble de mesures d'accompagnement et de suivi pour faciliter sa mise en œuvre et son évaluation.

L'Etude⁽¹⁾ propose aussi de mobiliser d'autres ressources à travers le marché carbone pour une capacité installée de 10 MWc jusqu'à 2030 ou tout autre mécanisme basé sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Tableau 24 Programmation des projets PV dans le secteur agricole Moyenne Tension - Scénario Optimiste

Régime	2020	2025	2030
Autoproduction dans les exploitations agricoles (MWc)	2.0	5.0	10.0
Contribution FTE (M TND) ⁽²⁾	58,70	146,70	293,32
Contribution APIA (M TND) ⁽³⁾	2,64	6,60	13,20

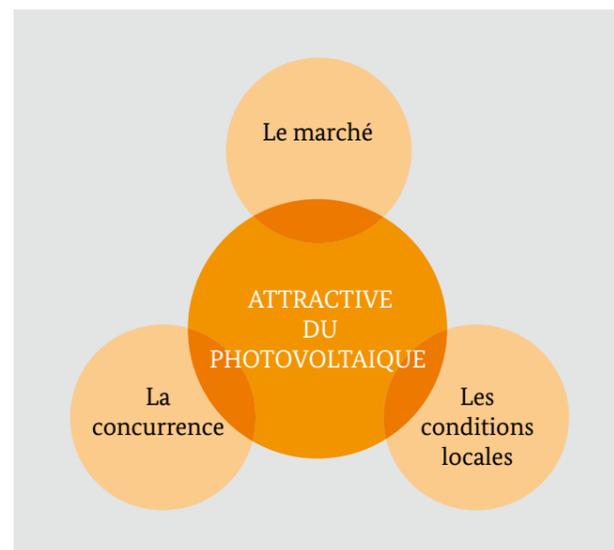
(1) 15% seront des projets de type B et bénéficieront d'une subvention APIA de 20% 85% de la capacité installée sera réalisée dans le cadre de projets type C et bénéficiera d'une subvention APIA de 7%

X. CHOIX DU SEGMENT BASÉE SUR L'ATTRACTIVITÉ DU PHOTOVOLTAÏQUE

Dans ce chapitre, nous définirons la notion d'attractivité du marché photovoltaïque et nous dresserons un tableau synthétique des différents critères qui régissent cette attractivité pour, ensuite, se focaliser sur la compétitivité du marché photovoltaïque. Les principaux paramètres y afférant et influençant cette compétitivité seront détaillés. Nous établirons un scoring pour le marché photovoltaïque en Tunisie, inspiré de la méthodologie⁽²⁾ de l'appréciation de la compétitivité telle que définie dans le projet européen «PV Parity» qui s'est achevé en 2013.

L'attractivité du marché photovoltaïque est définie comme étant l'ensemble des caractéristiques et attributs du marché qui lui permettent une certaine notoriété par rapport à d'autres marchés de l'énergie, en l'occurrence, le marché de l'électricité conventionnel. Cette attractivité sera déterminée en fonction de trois familles de critères:

Graphique 3 Attractivité du Photovoltaïque



(2) www.pvparity.eu

a. Le marché photovoltaïque :

Cette famille regroupe les critères relatifs à la capacité photovoltaïque à installer. Dans ce critère nous tenons compte aussi bien de la consommation, en fonction du type de raccordement, mais aussi une évaluation plus ou moins rigoureuse sur la disponibilité des toitures et/ou terrains pour réaliser les installations photovoltaïques.

Le second critère concerne le cadre réglementaire, sa pertinence et son degré d'application, la maturité des acteurs du secteur photovoltaïque (les institutionnels, les installateurs des systèmes photovoltaïques et les consommateurs finaux).

Tableau 25 Famille de Critères reliés au marché photovoltaïque local

Famille De Critere : Marche Photovoltaïque	
Critère 1	Critère 2
Capacité Photovoltaïque à Installer sur le segment ou le secteur.	Cadre réglementaire Pertinence et degré d'application
Consommation électrique du secteur ou du segment considéré.	Maturité des acteurs :
Type de raccordement	Institutionnels
Disponibilité des Toitures	Installateurs
	Consommateurs finaux

b. La compétitivité par rapport aux autres sources d'approvisionnement

Les critères appartenant à cette famille se composent essentiellement de l'appréciation de la tarification, en vigueur, de l'électricité, mais aussi du rôle spécifique, de l'opérateur national dans l'approbation des projets solaires photovoltaïques, raccordés au réseau

électrique. La Société Tunisienne d'Electricité et du Gaz (STEG) assure la presque totalité de la production et dispose du monopole pour le transport et la distribution. Le raccordement et l'achat de l'excédent de production d'une installation photovoltaïque sont donc de son ressort.

Un deuxième critère ayant une importance majeure est la consommation totale d'énergie électrique d'un segment sur le plan national. Ce critère permettra d'évaluer le potentiel photovoltaïque dans ce secteur et de le comparer avec d'autres segments de consommateurs électriques.

Tableau 26 Famille de Critères reliés à la compétitivité électricité photovoltaïque/ électricité du réseau

Famille De Criteres : Competitivite Reseau/ Photovoltaïque	
Critère 1	Critère 2
Tarification de l'électricité	Consommation totale du segment considéré
Les Procédures & Permis de raccordement au réseau	Positionnement du segment par rapport aux autres segments d'un même secteur.

c. Les autres conditions locales

Dans cette famille de critères, nous avons inventorié deux critères principaux, le premier concerne les conditions climatiques, en particulier, l'ensoleillement. Le second critère, concerne les conditions financières offertes par les établissements financiers pour le financement des projets d'énergie solaire photovoltaïque.

Tableau 27 Famille de Critères reliés aux conditions locales

Famille De Criteres : Conditions Locales	
Critère 1	Critère 2
Conditions Climatiques en général	Accès au financement
Ensoleillement	Conditions financières

L'attractivité sera la consolidation des résultats partiels obtenus pour chacun des critères. Une note globale de l'attractivité photovoltaïque sera évaluée. La note globale d'attractivité se traduirait en termes

qualitatifs par une attractivité moyenne comparée à d'autres secteurs productifs du pays ou à d'autres segments du même secteur.

L'analyse affinée par famille de critères fait ressortir davantage de résultats interprétables, qui nous permettent de déceler les dysfonctionnements ainsi que les recommandations les plus appropriées qui permettront de réorienter le système afin d'atteindre les résultats et les objectifs escomptés.

d. Barème de notation des critères :

Pour faciliter l'utilisation du système de scoring, il a été proposé d'introduire un système de notation basé sur les appréciations suivantes :

Réponse au critère : Excellente _____ Note = 10
 Réponse au critère : Bonne _____ Note = 7 à 8
 Réponse au critère : Moyenne _____ Note = 4 à 6
 Réponse au critère : Médiocre _____ Note = 1 à 3

XI. ATTRACTIVITÉ DU PHOTOVOLTAÏQUE DANS LES SEGMENTS IDENTIFIÉS

Dans ce chapitre, nous procéderons à l'évaluation de l'attractivité et de la compétitivité des installations photovoltaïques conformément aux critères énoncés dans le deuxième chapitre de ce rapport. L'idée étant l'identification du segment ou du secteur qui fera l'objet d'un effort particulier de la part des décideurs publics en vue d'y introduire un taux de pénétration important, à travers des instruments spécifiques et garantir l'atteinte des objectifs du

Plan Solaire Tunisien, à savoir, un taux d'électricité photovoltaïque de l'ordre de 8.6% de la totalité de l'électricité consommée à l'horizon 2030.

a. Le secteur agricole

On procédera, dans ce paragraphe, à l'analyse des trois segments en fonction des trois familles de critères préalablement définis :

Tableau 28 Famille de critères 1 : Notes des segments du secteur agricole

Famille de Critère MARCHE	Nombre de Points	Pondération	Agricole raccordé MT	Agricole raccordé BT	Pompage photovoltaïque
Capacité photovoltaïque totale à installer	10	1	10	10	10
Capacité photovoltaïque à installer par projet	10	2	10	20	2
Disponibilité des toitures et des espaces	10	2	10	20	10
Cadre réglementaire	10	2	10	20	8
Loi sur la maîtrise de l'énergie et textes d'applications					
Code des investissements dans le secteur agricole					
Maturité des acteurs	10	2	5	10	8
Institutionnels					
Installateurs					
Consommateurs finaux					
Capacité des acteurs	10	2	10	20	5
Institutionnels					
Installateurs					
Consommateurs finaux					
Maîtrise des coûts des installations photovoltaïques	10	2	10	20	5
Totale Famille de critères 1			120/130	86/130	53/130

De point de vue marché, le segment des exploitations agricoles raccordées à la moyenne tension est de loin le plus attractif.

Ceci s'explique par une taille de marché assez consistante adossée à une taille unitaire des projets qui avoisine les 85 kWc, ce qui permettra de créer

une filière durable et profitable aussi bien pour les bénéficiaires finaux (les agriculteurs), que pour les entreprises installatrices et les institutionnels qui ont, eux, l'objectif de bonne gouvernance des fonds publics et l'amélioration des conditions financières des opérateurs économiques actifs sur la place.

Tableau 29 Famille de critères 2 : Notes des segments du secteur agricole

CONCURRENCE RESEAU/ PHOTOVOLTAÏQUE	Nombre de Points	Pondération	Agricole raccordé MT	Agricole raccordé BT	Pompage photovoltaïque
Tarifification de l'électricité	10	2	10	20	5
Les Procédures & Permis de raccordement au réseau & autres permis (CRDA par exemple)	10	2	8	16	10
Total famille de critères 2			36/40	30/40	18/40

De point de vue concurrence réseau/photovoltaïque, la consommation moyenne annuelle d'une exploitation agricole raccordée à la basse tension est de l'ordre 1870 kWh par an, ce qui donne une consommation électrique mensuelle de l'ordre de 155 kWh par mois.

Les tarifs de vente de l'électricité correspondants à cette tranche sont de 0,140 TND/kWh HTVA. Concernant les exploitations agricoles raccordées à la moyenne tension, les tarifs sont de 0,167 TND HTVA. Cette différence de tarifs entre les deux

segments joue en faveur du photovoltaïque raccordé à la moyenne tension. En ce qui concerne le pompage photovoltaïque, l'indicateur pertinent serait le coût du m3 d'eau pompée. Le tarif appliqué au secteur agricole par les opérateurs actifs dans le domaine de l'adduction d'eau potable ou de l'irrigation rendrait non viable, sur le plan économique, toute alternative de pompage sur place. La qualité de l'eau pompée, nécessite un traitement additionnel (osmose inverse) pour réduire la salinité de l'eau et la rendre utilisable que ce soit pour les besoins domestiques ou pour ceux relatifs à l'irrigation.

Tableau 30 Famille de critères 3 : Notes des segments du secteur agricole

CONCURRENCE RESEAU/ PHOTOVOLTAÏQUE	Nombre de Points	Pondération	Agricole raccordé MT	Agricole raccordé BT	Pompage photovoltaïque
Conditions d'ensoleillement	10	1	8	8	8
Accès au financement	10	2	8	16	2
L'accès à des conditions financières attractives	10	2	8	16	3
Total Famille de critères 3			40/50	26/50	24/50

Même si les conditions d'ensoleillement sont similaires, l'accès aux financements, qu'ils soient de nature subventionnelles, incitatives ou bancaires présentent des disparités extrêmes entre les trois segments.

L'accès aux financements est une barrière insurmontable pour les petits exploitants, plusieurs études l'ont prouvé et des recommandations ont été émises pour les décideurs publics. Parmi ces recommandations, nous pouvons citer celle de l'annulation de la dette des petits agriculteurs, l'activation d'établissement spécialisés dans les microcrédits...

L'accès à des conditions financières attractives est possible pour les grandes exploitations agricoles qui ont la possibilité de négocier avec les établissements financiers les taux d'intérêts ou les durées de maturité des crédits. Les petits exploitants agricoles ou ceux intéressés par le segment du pompage photovoltaïque n'auront pas la possibilité de négocier les conditions imposées par les établissements financiers qui leur imposeront les conditions générales appliquées aux crédits à la consommation.

Le tableau suivant représente la note d'attractivité totale des trois segments :

Tableau 31 Notes globales des segments du secteur agricole

Famille de critères	Agricole raccordé MT	Agricole raccordé BT	Pompage photovoltaïque
Marché photovoltaïque	120	86	53
Concurrence Réseau	36	30	18
Conditions locales	30	20	20
Total note d'attractivité	186	136	91

Les projets photovoltaïques réalisés au sein des exploitations agricoles seraient donc les plus attractifs. Quantitativement leur attractivité est le double de l'attractivité des projets de pompage photovoltaïque et dépasserait du tiers l'attractivité

des projets photovoltaïques réalisés dans les petites exploitations agricoles raccordées à la basse tension.

Ceci s'explique notamment par le fait que ce segment de projets permet de satisfaire aussi bien le bénéficiaire, les institutionnels, les entreprises installatrices que les établissements financiers sans contraintes juridiques, techniques ou financière (les garanties).

b. Le secteur agroalimentaire

Le tableau suivant nous permettra de comparer l'attractivité du photovoltaïque dans le secteur agroalimentaire à celle du segment grandes exploitations agricoles, raccordées à la moyenne tension :

Tableau 32 Famille de critères 1 : Agroalimentaire Vs Agricole Moyenne Tension

Famille de Critère MARCHE	Nombre de Points	Pondération	Agroalimentaire Note	Agricole Note Pondérée	Raccordé MT Note	Raccordé MT Note Pondérée
Capacité photovoltaïque totale à installer	10	1	8	8	10	10
Capacité photovoltaïque à installer par projet	10	2	10	20	10	20
Disponibilité des toitures et des espaces	10	2	3	6	10	20
Cadre réglementaire	10	2	5	10	10	20
Loi sur la maîtrise de l'énergie et textes d'applications Code des investissements dans le secteur agricole						
Maturité des acteurs Institutionnels	10	2	3	6	5	10
Installateurs Consommateurs finaux						
Capacité des acteurs Institutionnels	10	2	6	12	10	20
Installateurs Consommateurs finaux						
Maitrise des coûts du photovoltaïque	10	2	10	20	10	20
Total Famille de critère 1			82		120	

De point de vue marché, le segment des exploitations agricoles raccordées à la moyenne tension est plus attractif que celui du segment des industries agroalimentaire.

Cela s'explique dans la mesure où le secteur bénéficie de l'appui institutionnel de l'Agence

Nationale pour la Maitrise de l'Energie cumulé à celui de l'Agence de Promotion des Investissements Agricoles, ce qui n'est pas le cas du secteur agroalimentaire. La disponibilité des surfaces et/ou des toitures est également un paramètre très pénalisant pour le segment des industries agroalimentaires.

Tableau 33 Famille de critères 2 : Agroalimentaire Vs Agricole Moyenne Tension

Famille de Critère MARCHE	Nombre de Points	Pondération	Agroalimentaire Note	Agricole Note Pondérée	Raccordé MT Note	Raccordé MT Note Pondérée
Tarifification de l'électricité	10	2	10	20	10	20
Les Procédures & Permis de raccordement au réseau & autres	10	2	5	10	8	16
Total Critère 2			30		36	

Du point de vue concurrence réseau/photovoltaïque, la tarification en vigueur est similaire pour les deux segments.

Tableau 34 Famille de critères 3 : Agroalimentaire Vs Agricole Moyenne Tension

Famille de Critère MARCHE	Nombre de Points	Pondération	Agroalimentaire Note	Agricole Note Pondérée	Raccordé MT Note	Raccordé MT Note Pondérée
Conditions d'ensoleillement	10	1	8	8	8	8
Accès au financement	10	2	8	16	8	16
L'accès à des conditions financières attractives	10	2	10	20	8	16
Total Critère 3				44		40

Le segment agroalimentaire est légèrement plus attractif en ce qui concerne cette famille de critères par rapport au segment grandes exploitations agricoles. Les conditions des crédits font la différence, en effet, les unités industrielles ont plus facilement accès aux crédits dédiés aux petites et moyennes entreprises, ce qui n'est pas souvent le cas des exploitations agricoles.

agroalimentaire. La disponibilité des toitures, les autorisations préalables, l'assujettissement à l'audit énergétique obligatoire de ces unités industrielles pénaliseraient la pénétration du photovoltaïque dans ce segment.

Le tableau suivant représente la note d'attractivité totale des deux segments :

Tableau 35 Notes globales : Agroalimentaire Vs Agricole Moyenne Tension

Famille de critères	Agro-alimentaire	Agricole raccordé MT
Marché photovoltaïque	82	120
Concurrence Réseau	30	36
Conditions locales	44	30
Total note d'attractivité	156	186

Les projets photovoltaïques réalisés au sein des exploitations agricoles seraient légèrement plus attractifs que ceux réalisés dans le secteur

XII. QUELQUES EXEMPLES DE PROJETS PHOTOVOLTAÏQUES DANS LE SECTEUR AGRICOLE

a. Cas d'une exploitation agricole de grande taille raccordée à la moyenne tension avec une consommation annuelle totale de l'ordre de 400 MWh

A titre d'exemple, nous allons considérer les consommations réelles d'une ferme se situant dans le nord de la Tunisie. Les caractéristiques générales de cette exploitation agricoles sont :

Tableau 36 Caractéristiques de l'exploitation agricole du cas 1

Surface Totale	400 ha	La différence entre la surface totale et utile est due à la morphologie du terrain (accidenté dans certaines zones)
Surface Utile Agricole	200 ha	
Surface irriguée	100 ha	Goutte à Goutte - Système de distribution interne électrique
Bâtiments d'élevage	Bovins (500 têtes)	Ventilation + Eclairage Salle de traite + Refroidissement du lait (électrique)
Entreposage	Capacité 500 tonnes	à 10°C

i. Historique des consommations électriques

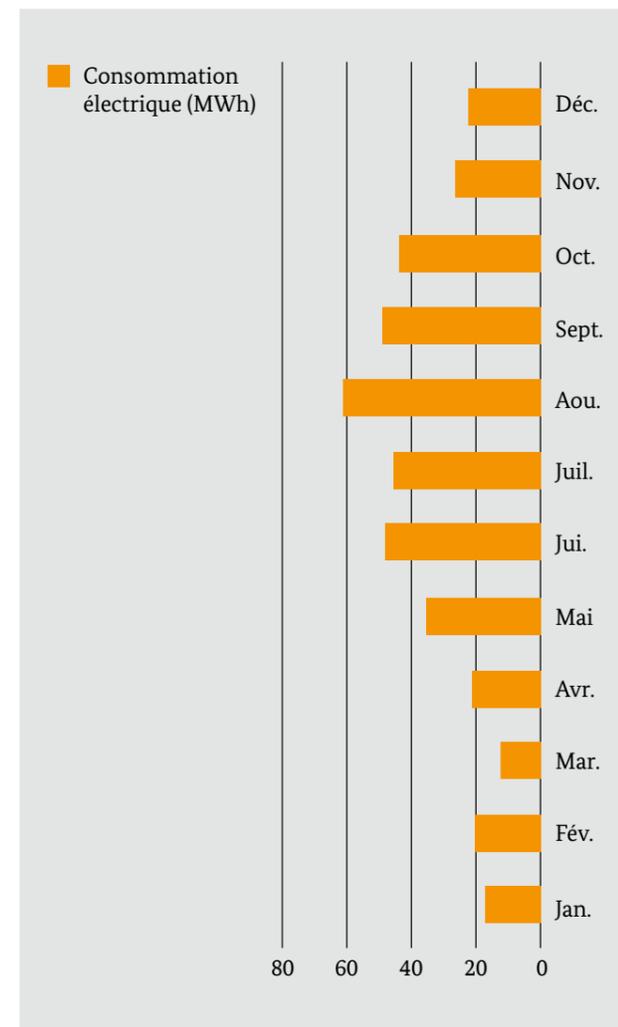
Les consommations électriques mensuelles durant l'année 2014 sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 37 Consommations électriques mensuelles de l'exploitation agricole du Cas.1

Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil
Consommation (MWh)	16.4	20.0	12.0	21.2	35.5	48.1	45.5
Consommation (MWh)	60.7	49.1	43.9	25.9	22.2	400.5	

Ce qui donne le profil suivant :

Graphique 4 Profil de consommation électrique de l'exploitation agricole du cas 1



ii. Le contrat de fourniture de l'électricité

L'exploitation agricole est raccordée en moyenne tension, la tarification est de type uniforme.

Tableau 38 Tarification de l'électricité de l'exploitation du cas 1

Raccordement	Type de Tarification	Redevance de Puissance TND/kW x mois	Prix du kWh HTVA TND/kWh
Moyenne Tension	Uniforme	2,600	0,167

iii. Dimensionnement du système photovoltaïque

Le dimensionnement de l'installation sur la base de la consommation électrique annuelle entraînerait un surplus de production pendant les mois de faible consommation, sans pour autant avoir de certitudes sur les conditions de vente de ce surplus de production, auprès de la Société Tunisienne d'Electricité et du Gaz. Seule une analyse croisée de la consommation électrique annuelle et de la consommation électrique mensuelle permettrait d'optimiser la taille de l'installation. Le but étant de déterminer la puissance photovoltaïque installée de manière à assurer une bonne couverture de la demande électrique sur toute l'année et de minimiser l'injection sur le réseau. Pour ce cas particulier, ces analyses ont aboutis à une puissance photovoltaïque à installer de l'ordre de 150 kWc. Un dimensionnement

basé sur la consommation électrique annuelle aurait conduit à une puissance installée de l'ordre de 250 kWc.

iv. L'investissement

Le coût d'investissement pour l'acquisition d'une telle installation PV est d'environ 450 000 TND (sur la base d'un coût d'installation de 3 000 TND/kWc). Cet investissement pourrait bénéficier des primes suivantes :

- 7% de prime d'investissement accordée par l'APIA (Projet de Type C).
- 20% de prime d'investissement accordée par l'ANME avec un plafond de 100 000 TND.

L'APIA exige aussi un minimum de 30% de fonds propres pour cette catégorie de projets.

Tableau 39 Schéma de financement photovoltaïque de l'exploitation du cas 1.

Modèle Moyenne Tension	Données	
Consommation Annuelle de l'Exploitation Agricole	400 500 kWh	
Capacité photovoltaïque à installer (kWc)	150 kWc	
Coût spécifique de l'installation (TND/kWc)	3 000 TND/kWc	
Investissement global (TND)	450 000 TND	
Subvention ANME (%)	20%	90 000 TND
Subvention APIA (%)	7% du reliquat	25 200 TND
Total subventions (TND)	115 200 TND	
Fonds propres (30%)	135 000 TND	
Crédit bancaire	199 800 TND	

La structuration consiste en la détermination des caractéristiques du crédit, en termes de forme, de maturité et de prix mais aussi en terme de garanties.

Le tableau suivant synthétise les données générales relatives à la structuration de la dette :

Tableau 40 Schéma de structuration de la dette / financement photovoltaïque de l'exploitation du cas 1.

Indicateur	Valeur
Montant du crédit bancaire	199 800 TND
Type de crédit	Crédit PME
Durée de maturité	9 années
Période de Grâce	0 années
Fonds propres	30%
Taux d'intérêt	TMM +3%= 7,95%
Taux de Rentabilité Interne	15%

v. Principaux résultats

Tableau 41 Schéma de financement photovoltaïque de l'exploitation du cas 1.

Indicateur	Valeur
Valeur Actualisée Nette (TND)	470 873
TRI du projet (%)	12,99%
TRI des capitaux propres (%)	14,84%
Temps de retour de l'investissement (années)	9,05
Prix moyen de l'électricité produite sur 20 ans (TND/kWh) en incluant les subventions APIA & ANME	0,141
Prix moyen de l'électricité produite sur 20 ans (TND/kWh) sans subvention	0,153

b. Cas d'une exploitation agricole de grande taille raccordée à la moyenne tension avec une consommation annuelle totale de l'ordre de 70 MWh

Dans ce deuxième exemple, nous allons considérer les consommations d'une ferme réelle se situant dans le centre de la Tunisie. Les caractéristiques générales de cette exploitation agricoles sont :

Tableau 42 Caractéristiques de l'exploitation agricole du cas 2

Surface Totale	135 ha	
Surface Utile Agricole	113 ha	
Surface irriguée	25 ha	Goutte à Goutte - Système de distribution interne électrique
Bâtiments d'élevage	Aviculture (Poules de Chaire)	Ventilation + Eclairage Humidification (saison estivale) & Chauffage

i. Historique des consommations électriques

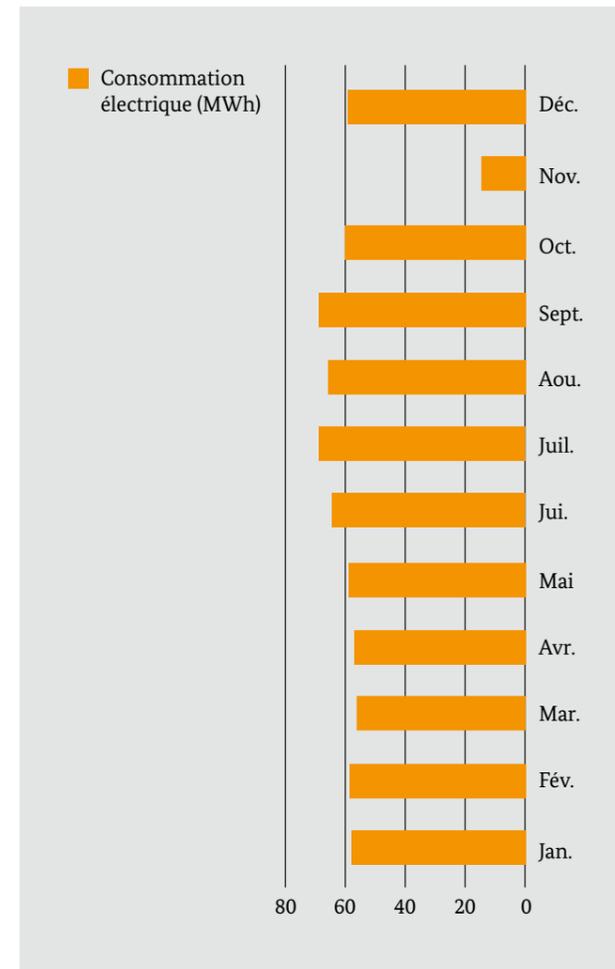
Les consommations électriques mensuelles durant l'année 2014 sont représentés sur le tableau suivant:

Tableau 43 Caractéristiques de l'exploitation agricole du cas 2

Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil
Consommation (MWh)	5,87	5,92	5,67	5,71	5,90	6,52	6,95
Mois	Aou.	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Total	
Consommation (MWh)	6,61	6,90	5,90	1,53	5,88	69,4	

Ce qui donne le profil suivant :

Graphique 5 Profil de consommation électrique de l'exploitation agricole du cas 2.



i i. Le contrat de fourniture de l'électricité

L'exploitation agricole est raccordée en moyenne tension, la tarification est de type uniforme.

Tableau 44 Tarification de l'électricité de l'exploitation du cas 2.

Raccordement	Type de Tarification	Redevance de Puissance TND/kWxmois	Prix du kWh HTVA TND/kWh
Moyenne Tension	Uniforme	2,600	0,167

iii. Dimensionnement du système photovoltaïque :

Les analyses ont aboutis sur une puissance photovoltaïque à installer est de l'ordre de 30 kWc.

iv. L'investissement :

Le coût d'investissement pour l'acquisition d'un système photovoltaïque à peu près de 105 000 TND (sur la base de 3 500 TND/kWc).

Cet investissement pourrait bénéficier des primes suivantes :

- 20% de prime d'investissement accordée par l'APIA (Projet de Type B).
- 20% de prime d'investissement accordée par l'ANME avec un plafond de 100 000 TND.

L'APIA exige aussi un minimum de 20% de fonds propre pour cette catégorie de projets.

Tableau 45 Schéma de financement photovoltaïque de l'exploitation du cas 2.

Modèle Moyenne Tension	Données	
Consommation Annuelle de l'Exploitation Agricole	70 000 kWh	
Capacité photovoltaïque à installer (kWc)	30 kWc	
Coût spécifique de l'installation (TND/kWc)	3500 TND/kWc	
Investissement global (TND)	105 000 TND	
Subvention ANME (%)	20%	21 000 TND
Subvention APIA (%)	20%	16 800 TND
Total subventions (TND)	37 800 TND	
Fonds propres (20%)	21 000 TND	
Crédit bancaire	46 200 TND	

La structuration consiste en la détermination des caractéristiques du crédit, en termes de forme, de maturité et de prix mais aussi en terme de garanties. Le tableau suivant synthétise les données générales relatives à la structuration de la dette :

Tableau 46 Schéma de structuration de la dette / financement photovoltaïque de l'exploitation du cas 2.

Elément de Structuration	Valeur
Montant du crédit bancaire	46 200 TND
Type de crédit	Crédit PME
Elément de Structuration	Valeur
Durée de maturité	5 années
Période de Grâce	0 années
Fonds propres	30%
Taux d'intérêt	TMM +3.5%= 8,45%
Taux de Rentabilité Interne	Pas d'exigence particulière

v. Principaux résultats

Tableau 47 Schéma de structuration de la dette / financement photovoltaïque de l'exploitation du cas 2.

Indicateur	Valeur
Valeur Actualisée Nette (TND)	121 055
TRI du projet (%)	13,16%
TRI des capitaux propres (%)	16,00%
Temps de retour de l'investissement (années)	7.2
Prix moyen de l'électricité produite sur 20 ans (TND/kWh) en incluant les subventions APIA & ANME	0,14
Prix moyen de l'électricité produite sur 20 ans (TND/kWh) sans subvention	0,159

c. Cas d'une installation de pompage photovoltaïque

Dans ce troisième exemple, nous allons considérer les besoins en eau d'une exploitation oasienne irriguée se situant dans le sud-ouest de la Tunisie. Les caractéristiques générales de cette exploitation agricoles sont :

Tableau 48 Caractéristiques de l'exploitation agricole du cas 3

Surface Totale	1.2 ha
Surface Utile Agricole	1.2 ha
Surface irriguée	1.2 ha Irrigation traditionnelle

i. Dimensionnement de l'installation

Le besoin en eau pour ce type d'activité est de 5 500 m³/ha.an. Nous avons volontairement réduit ce besoins par rapport à ce qui est mentionné dans la littérature⁽¹⁾ :

certaines préconisent des besoins annuels de l'ordre de 20 000m³/ha.an. Ce taux dépend du type de culture, des facteurs météorologiques comme la température, l'humidité, la vitesse du vent, l'évapotranspiration du sol, la saison de l'année considérée et la méthode d'irrigation. La capacité du réservoir sera déterminée selon les besoins journaliers qui sont de l'ordre de 18 m³/jour. La hauteur de pompage sur le site est estimée à 30 m. Ces données nous permettent de choisir un champ de capteurs photovoltaïques d'une capacité de 4,5 kWc. La puissance du moteur qui actionnera la pompe est de 2.206 kW (équivalent à 3 CV). Le débit de la pompe sera de 3l/s, ce débit a été sélectionné suite à la consultation des fournisseurs locaux qui ne disposent pas de pompes avec des débits plus faibles. Toutefois, le système ne sera mis en marche que quelques heures par jour, l'eau pompée sera stockée dans une bache à eau de capacité 3mx3mx2m répondant aux besoins journaliers de l'exploitation.

ii. Coût de l'installation

Le coût de l'installation est composé du système photovoltaïque, des équipements de pompage, des câblages électriques, des équipements de protection et celui des aménagements généraux. Le tableau suivant représente le coût des différents équipements de l'installation :

Tableau 49 Coût de l'installation photovoltaïque du cas 3

Item	Description	Coût estimatif
1	Champ photovoltaïque (4.5 kWc)	20 000 TND
2	Kit de pompage (moteur & pompe)	5 200 TND
3	Protection électrique	1 500 TND
4	Tuyauterie & accessoires	2 000 TND
5	Génie Civil	4 800 TND
Coût brut de l'installation		33 500 TND
Subvention ANME- site isolé		9 000 TND
		24 500 TND

iii. Analyse économique statique

Tableau 50 Coût de l'installation photovoltaïque du cas 3

Durée de vie du système	10 ans	15 ans	20 ans
Production de l'eau sur la durée de vie (sur la base de 280 jours d'irrigation par an)	50 400 m ³	75 600 m ³	100 800 m ³
Coût du m ³ pompé par l'installation	0,399 TND /m ³	0,266 TND /m ³	0,199 TND /m ³

iv. Interprétations

- Le prix de revient du m³ est nettement supérieur au prix de vente de l'eau pour l'irrigation, qui est fixé par l'Etat et qui est aujourd'hui de l'ordre de 0.110 TND/m³.
- Les besoins en eau ont été évalués et définis selon le mode d'irrigation traditionnel, ce mode, qui consiste à inonder les espaces irrigués pendant des longues heures, n'est plus d'actualité, dans la mesure où d'autres formes d'irrigation, plus respectueuses de l'environnement sont disponibles, grâce à des équipements additionnels (irrigation goutte à goutte).
- Les ressources hydriques, à l'instar des énergies fossiles, sont épuisables, le pompage photovoltaïque anarchique pourrait contribuer à un épuisement plus rapide de cette ressource.
- Le lancement d'un programme dédié au pompage photovoltaïque devrait être accompagné d'autres mesures visant l'optimisation de l'eau pompée et à travers un système d'autorisation qui prenne en compte les spécificités régionales en termes de ressources hydriques et la rationalisation de leur utilisation.

v. Le pompage diesel

Dans ce paragraphe, nous allons considérer le même système de pompage actionné par un moteur diesel. Les caractéristiques de la motopompe sont les suivantes :

Cela conduit au choix du moteur avec les caractéristiques suivantes :

- Cylindrée : 296 cc
- Puissance : 4 cv (Les moteurs 3 cv n'existent pas en Diesel)
- Diamètre aspiration/refoulement : 80/3»
- Débit : 12 m³/h
- Hauteur refoulement max : 33 m
- Réservoir : 24 l
- Granulométrie maxi : 9 mm
- Autonomie à 100 % : 9 H
- Consommation: 2.66l/hen mode de fonctionnement plein régime
- Démarrage : manuel
- Dimension : 560x440x550
- Poids : 52 kg

Le coût de l'installation est composé du système motopompe diesel et celui des aménagements généraux. Le tableau suivant représente les coûts des différents postes de l'installation :

	An 1	An 2	An 3	An 4	An 5	An 6	An 7	An 8	An 9	An 10
Taux d'amortissement	25%	25%	25%	25%	25%	0%	0%	0%	0%	0%
Consommation annuelle de gasoil ⁽¹⁾	1941,8	1941,8	1941,8	1941,8	1941,8	1941,8	1941,8	1941,8	1941,8	1941,8
Prix du gasoil à la pompe (TND)	1,25	1,281	1,313	1,346	1,379	1,414	1,449	1,485	1,523	1,561
Coût annuel du carburant	2427	2487	2550	2613	2679	2746	2814	2885	2957	3031
Volume pompé (m ³)	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760	8760
Prix unitaire du pompage (TND/m ³)	0,277	0,284	0,291	0,298	0,306	0,313	0,321	0,329	0,337	0,346
Taux d'actualisation	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Prix unitaire actualisé (TND/m ³)	0,264	0,258	0,251	0,245	0,240	0,234	0,228	0,223	0,218	0,212

Le prix de revient moyen actualisé du m³ pompé par une motopompe gasoil serait donc de 0,237 TND/m³. Ce prix est inférieur à celui du m³ pompé par un système photovoltaïque avec une durée de vie 10 ans ou de 15 ans, mais il est moins attractif si

Item	Description	Coût estimatif
1	Groupe motopompe diesel	3 500 TND
2	Tuyauterie & accessoires	2 200 TND
3	Génie Civil	1 500 TND
Total		7 200 TND

Hypothèses sur la consommation et le coût du combustible :

- Nombre d'heures de fonctionnement plein régime par jour : 2h
- Consommation journalière de gasoil : 5,32 l
- Prix du gasoil à la pompe : 1,200 TND
- Augmentation annuelle du gasoil : 2,5%
- Durée de vie de la motopompe : 10 ans
- Durée de l'amortissement : 5 ans
- Amortissement de l'équipement : linéaire sur 5 ans

On supposera que l'exploitant agricole ne bénéficie pas de subvention pour l'achat du carburant. Le tableau suivant explicite le prix de revient par m³ pompé :

Hauteur manométrique de la motopompe	Puissance de la motopompe	Débit de la motopompe
< à 25 m	< à 5 KW	< à 25 m ³ /h
Entre 25 m et 50 m	Entre 5 KW et 15 KW	Entre 25 m ³ /h et 50 m ³ /h
Entre 50 m et 75 m	Entre 15 KW et 25 KW	Entre 50 m ³ /h et 100 m ³ /h
Entre 75 m et 125 m	Entre 25 KW et 50 KW	Entre 100 m ³ /h et 150 m ³ /h
Entre 125 m et 150 m	> à 50 KW	Entre 150 m ³ /h et 250 m ³ /h
> à 150 m		

(1) Etude sur le Développement de la maîtrise de l'Energie dans le secteur Agricole & Pêche ALCOR - Juin 2011 - Rapport de synthèse.

(2) Décret n°362 du 2009 du 09/02/2009

(3) Projet de Type A - 30% de subvention 0% de fonds propres

XIII. PRINCIPALES RECOMMANDATIONS

a. Recommandations générales

- 1- Une meilleure évaluation du potentiel de l'intégration des systèmes photovoltaïques moyennant un ciblage optimisé et réaliste du ou des segments de marché (Basse Tension- Résidentiel / Basse Tension- Non Résidentiel / Moyenne Tension – Industrielle/ Moyenne Tension – Commerciale/ Moyenne Tension – Publique) afin d'aligner et d'ajuster le cadre réglementaire et incitatif en fonction du profil du consommateur.
- 2- Assurer une meilleure maturité des acteurs du marché photovoltaïque en Tunisie, cela pourrait s'opérer par le biais de programmes de renforcement de capacité des acteurs institutionnels et à travers des projets de jumelages entre les administrations publiques tunisiennes et celles de la rive nord de la Méditerranée. Il faudrait aussi intégrer et préparer les grandes entreprises spécialisées dans l'EPC (Engineering, Procurement and Construction) à ce marché spécifique
- 3- Bâti un système d'assurance qualité et de contrôle qualité conforme aux référentiels internationaux et prévoir toute l'infrastructure nécessaire pour pérenniser et garantir un minimum de dynamisme pour impulser et imposer dans un premier temps des standards minimaux pour les acteurs. Ces standards seront, par la suite entretenus, d'une manière évolutive, pour les faire converger vers des standards optimaux qui tiendront compte des spécificités climatiques, économiques et sociales de la Tunisie.
- 4- Un meilleur partage des données sur les consommateurs abonnés à la basse tension et leurs consommations permettrait une meilleure visibilité sur les attitudes et le comportement des consommateurs afin d'y adapter les programmes nationaux (Prosol-Elec et Bâtiment Solaire) pour

assurer une certaine équité sociale et dans le souci d'améliorer la transparence du système tunisien de subvention de l'énergie.

- 5- Le rôle de la Société Tunisienne d'Electricité et du Gaz en tant qu'approbateur des projets solaires photovoltaïques, acheteur unique de l'excédent (cas de la moyenne tension) et troqueur (cas de la basse tension) lui impose des efforts supplémentaires.
- 6- Le secteur bancaire, partenaire historique des PMI/ PME tunisiennes, un secteur dynamique, en bonne santé, en quête de nouveaux marchés, très attentif et très sensible aussi bien à la gestion de deniers publics, qu'aux problèmes environnementaux. Il est temps de l'embarquer dans le secteur, tout en lui garantissant quelques garde-fous, tels que la rentabilité des investissements, la pérennité du marché et la solvabilité des clients (les mécanismes de garantie usuels présentent plusieurs inconvénients).

b. Recommandations particulières au secteur agricole

L'automatisation de la coopération APIA/ANME nécessite la réalisation d'un bouquet de mesures opérationnelles visant l'optimisation des délais de traitement de la requête de l'exploitant agricole et une simplification des procédures, tout en évitant la multiplicité des vis-à-vis et des contrôles.

Parmi ces mesures nous proposons :

1. Concevoir et mettre en place un programme de communication et de sensibilisation pour la promotion massive du photovoltaïque dans le secteur agricole.
2. Sensibiliser et mobiliser les exploitants agricoles à travers des ateliers organisés conjointement par

l'APIA, l'ANME, les commissariats régionaux de développement agricole et l'Union Tunisienne de l'Agriculture et de la Pêche.

3. Engager un pool de banques partenaires pour faciliter et améliorer l'accès aux crédits bancaires des investisseurs du secteur agricole qui veulent acquérir un système photovoltaïque.
4. Elaborer et mettre en place un programme de formation et de renforcement des capacités des acteurs institutionnels (APIA, Commissariats régionaux de Développement Agricole, ...) sur les énergies renouvelables, en général et sur les installations photovoltaïques en particulier, de manière à former un groupe d'experts relais sur le terrain capables de conseiller, d'orienter et d'assister les exploitants agricoles qui sont installés, dans la majorité des cas dans des zones rurales.
5. Mettre en place une démarche qualité en instaurant un système d'agrément spécifiques des installateurs opérant dans les installations photovoltaïques raccordées à la moyenne tension.
6. Les installations photovoltaïques du secteur agricole raccordées à la moyenne tension peuvent faire l'objet d'un plan d'action national NAMA pour faire bénéficier les participants de fonds

supplémentaires, mis à disposition par les bailleurs de fonds internationaux et les organismes intéressés par la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

7. Concevoir, élaborer et réaliser une campagne de mesure des consommations spécifiques dans les grandes exploitations. Les résultats de cette campagne permettront d'élaborer une liste d'actions d'efficacité énergétique génériques. L'implémentation de ces actions sera proposée parallèlement à tout projet photovoltaïque réalisé dans une exploitation agricole.

En conclusion, le marché photovoltaïque dans le secteur agricole et agroalimentaire possède de réelles potentialités en Tunisie. Il suffirait de quelques ajustements structurels, organisationnels et d'une meilleure définition des attributions et des missions de certains opérateurs pour qu'il prenne son envol. Une opération de renforcement des capacités au niveau des structures bancaires, pour mieux appréhender le secteur de l'énergie et ses enjeux et mieux orienter l'offre de financement vers leurs clients serait souhaitable. Cela permettrait d'ancrer davantage la notion d'entreprise citoyenne dans le paysage économique national.

