

# Le photovoltaïque: Opportunités dans l'Agriculture et l'Industrie Agroalimentaire



## Séminaire Régional

Amin Chtioui (GIZ-DMS)  
Elisabeth Gager (GIZ-DMS)

Le Kef, le 24 Novembre 2016



# 1. Projet DMS - GIZ

## Développement du Marché Solaire

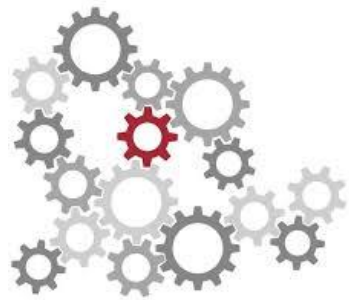


## Le projet Développement du Marché Solaire - Informations de base

- **Objectif principal:** Amélioration des conditions cadre et des prestations de services de manière durable, en Tunisie, pour favoriser les investissements dans le marché PV et ST
- **Commettant:** Ministère Fédéral de la Coopération Economique et du Développement (BMZ)
- **Partenaires:** ANME, STEG, Municipalités, Gouvernorats, entités de formation, entreprises, chambres, associations ...
- **Bureaux:** ANME à Tunis et Sfax
- **Durée:** 10/2013 – 12/2016 (Deuxième phase planifiée 2017-2019)



## Approche du projet DMS



Amélioration des  
mécanismes de  
développement des projets



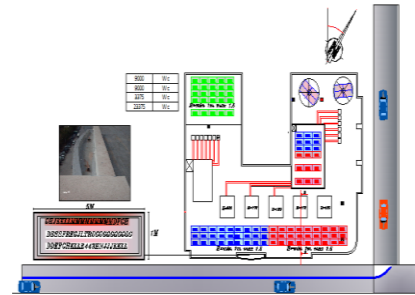
Implication du secteur  
financier



Sensibilisation des  
investisseurs (p.ex. AGRI)



Implication des régions



Appui aux projets de  
démonstration



Calcul de rentabilité





## 2. Modèles Commerciaux du Photovoltaïque



## Types d'installations dans les secteurs



Installations sur le toit en BT ou MT:  
Applications dans différents segments –  
p.ex. élevage, transformation...



Installations au sol en BT ou MT  
Applications dans différents segments –  
p.ex. aviculture, réfrigération, pompage



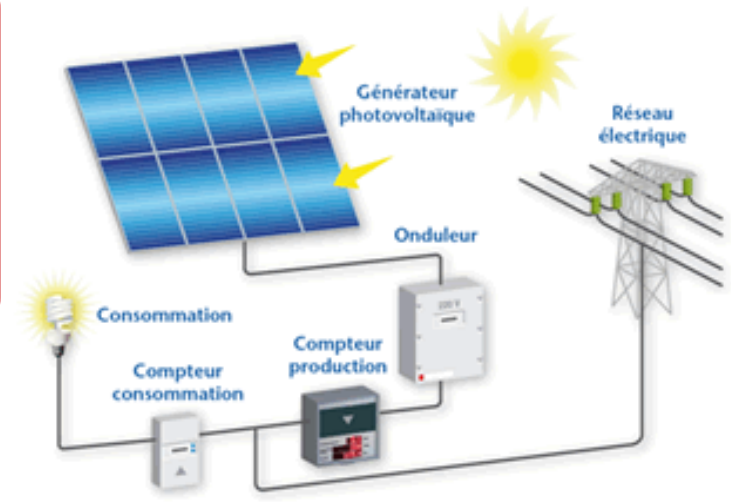
Sites isolés:  
exploitations agricoles, pompage



## Composition d'une installation PV

- **Panneaux solaires** : composés de cellules PV, convertissent l'énergie solaire en courant électrique continu
- **Onduleur** : conversion du courant continu en courant alternatif
- **Compteur de production** : comptage de l'énergie photovoltaïque produite (injectée sur le réseau électrique)
- **Compteur de consommation** : comptage de l'énergie électrique consommée à partir du réseau électrique
- Structures, câbles électriques et accessoires, (batteries)

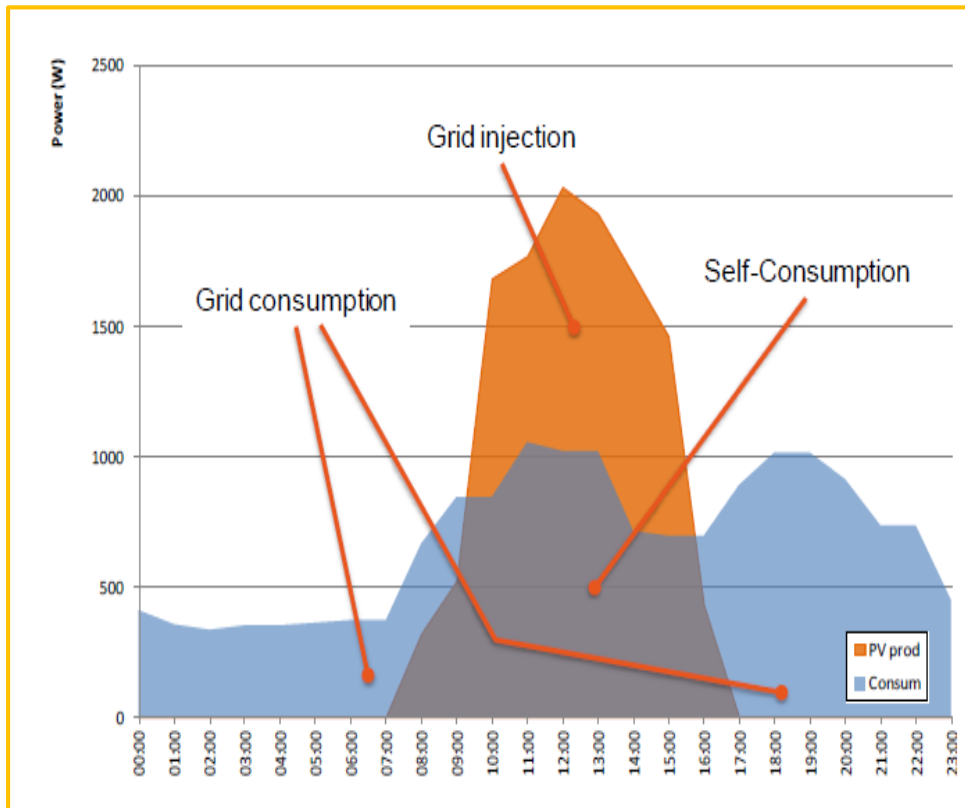
Coût d'installation:  
3 000 - 3 500 DT / kWc







# Principe de l'autoconsommation en BT et MT



## En Basse Tension:

- ✓ Puissance du Projet limitée à la puissance souscrite;
- ✓ Compensation directe sur la facture d'électricité avec un bilan annuel entre la production et la consommation

## En Moyenne Tension

- ✓ Un système un droit au Transport et Vente limitée à 30% de la production annuelle. (*Tarifs de vente d'excédent est fixé par arrêté*)
- ✓ Facturation mensuelle avec un bilan annuel et une facture de régularisation à la fin de l'année





## La rentabilité d'un projet PV

- Principaux facteurs impactant la rentabilité d'un projet photovoltaïque
  - Coût du projet
  - Caractéristiques et performances des équipements
  - Consommation d'électricité
  - Tarifs d'achat et de vente de l'électricité
  - Schéma et conditions de financement (fonds propres ; crédits ; ...)
- Subventions disponibles (APIA et ANME)



# Tarifs de l'électricité - BT

## Basse Tension

TARIF	SECTEUR	REDEVANCE DE PUISSANCE <sup>(1)</sup> (mill/kVA/mois)	PRIX D'ENERGIE POUR CHAQUE TRANCHE DE CONSOMMATION MENSUELLE (mill/kWh) <sup>(1)(2)</sup>					
			1-50	51-100	101-200	201-300	301-500	501 et +
<b>Tranche économique</b> (1 et 2 kVA & C° ≤ à 200 kWh/mois)	Résidentiel <sup>(3)</sup>	500	75					
	Résidentiel <sup>(4)</sup> & Non Résidentiel		108					
	Résidentiel <sup>(5)</sup> & Non Résidentiel <sup>(5)</sup>		140					
<b>Tranche économique</b> (1 et 2 kVA & C° > à 200 kWh/mois) <b>Tranche Normale</b> ( > à 2 kVA )	Résidentiel	500	151		184	280	350	
	Non Résidentiel					250	295	

- ✓ Différentes tranches de prix selon la consommation mensuelle du client. Plus la consommation mensuelle est élevée, plus les tarifs sont élevés.
- ✓ Dans le cas d'un consommateur disposant d'une installation PV, il évite de tomber dans la tranche de tarif la plus chère.
- ✓ La production PV mensuelle estimée est répartie dans les tranches tarifaires en partant de la tranche la plus élevée.

 **Plus la consommation du client est élevée, plus l'installation PV est rentable**



# Tarifs de l'électricité - MT

## Moyenne Tension

NIVEAU du TARIF	TARIF	REDEVANCE DE PUISSANCE <sup>(1)</sup> (mill/kW/mois)	PRIX D'ENERGIE (mill/kWh) <sup>(1) (2)</sup>			
			Jour	Pointe matin été	Pointe soir	Nuit
MOYENNE TENSION	Uniforme	2 600 <sup>(3)</sup>	167			
	Postes horaires	8 000	152	238	218	115
	Cimentier (ciment gris)	6 500	177	311	268	129
	Pompage pour irrigation <sup>(4)</sup>	-	160	NA	Effacement	115
	Irrigation agricole	-	114	Effacement	132 <sup>(5)</sup>	88
	Secours	3 700	170	295	258	123

- ✓ Tarif Uniforme (constant)
- ✓ Tarif à postes horaires: différentes tranches de prix selon l'horaire de consommation dans la journée



**Plusieurs paramètres peuvent améliorer la rentabilité des projets.**



## Cas Pratique – Consommation au niveau BT

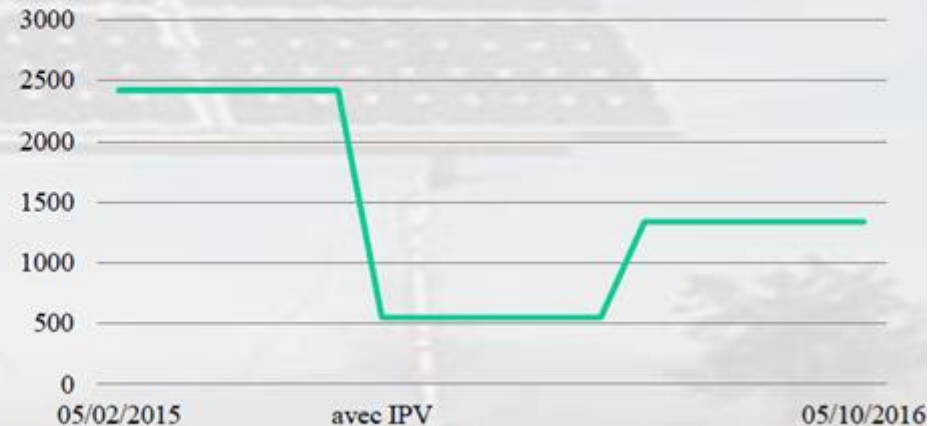
Exemple d'une Huilerie

Puissance de l'installation: 10 kWc

Date de mise en service : Août 2015



### Profil de Consommation





## 3. Analyse Sectorielle au niveau national et pour la région Nord-Ouest



## Consommation électrique et potentiel PV dans le secteur agricole

	Basse Tension	Moyenne Tension	Pompage
Nombre d'abonnés	411 900	3 780	137 700
Consommation moyenne par client	1 870 kWh/an	147 000 kWh/an	N/A
Potentiel PV	11 MW	155 MW	24 MW
Puissance moyenne par installation PV	1 kWc	85 kWc	N/A

- Un fort potentiel existe surtout au niveau de la moyenne tension (**315 MW cumulés** pour les secteurs agricoles et agroalimentaires)
- Investissements dans le pompage solaire et des applications en BT peuvent être attractifs aussi



## Consommateurs Moyenne Tension

- Nombre d'abonnés: 16 500
- Echantillon: 9 000 clients (dont consommation > 30 kWc)
- Taille moyenne: 120 kWc à 1,5 MWc
- Investissement Total : 10 Milliards DT

**Potentiel technique par secteur [MWc]**

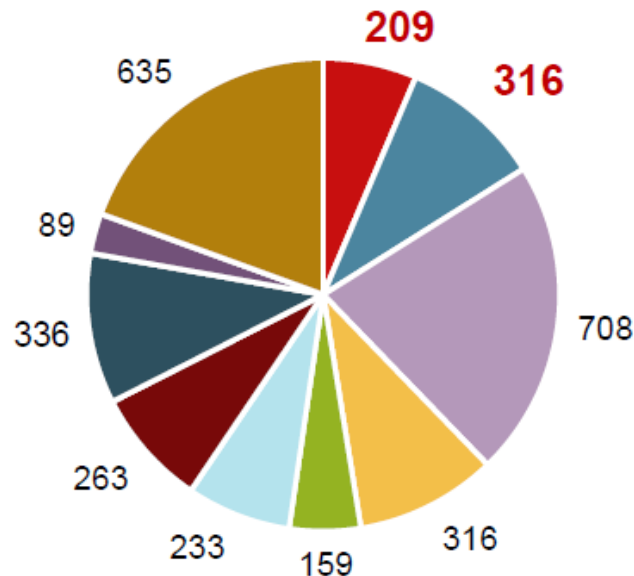




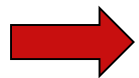
TABLEAU de Répartition de la Consommation Electrique  
Par Secteur d'Activité – STEG-DRDSO  
Année 2015

	<b>MT</b>	<b>BT</b>
<b>TOTAL</b>	460 GWh	440 GWh
<b>ADMINISTRATIVE</b>	11%	-
<b>DOMESTIQUE</b>	-	<b>72%</b>
<b>AGRICOLE</b>	<b>11%</b>	<b>3%</b>
<b>POMPAGE</b>	<b>16%</b>	-
<b>SERVICE</b>	4%	24,5%
<b>INDUSTRIEL</b>	58%	0,5%

	<b>DOMESTIQUE</b>	<b>INDUSTRIEL</b>	<b>COMMERCIAL</b>
<b>Nbre de Clients</b>	191	1	16
<b>Puissance (kWc)</b>	<b>593</b>		

TABLEAU de Répartition des Installations Photovoltaïques  
Réalisées– STEG-DRDSO  
Année 2015

Global Horizontal Irradiation (GHI)  
Tunisia



**Un marché photovoltaïque important à développer dans la région Nord-Ouest**



## 4. Etude d'Opportunité du PV dans l'Agriculture et l'Industrie Agroalimentaire



## Etude Opportunité Economique du PV

- Collecte de données et analyse des profils de consommation
- Analyse du potentiel
- Identification des Barrières
- Analyse de la rentabilité des projets
- Identification des secteurs porteurs
- Etudes de cas « Best Practice »
- Sensibilisation / vulgarisation

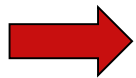


Etude d'Opportunité du Solaire  
Photovoltaïque dans les Secteurs  
Agricole & Agroalimentaire



# Fiches de Projets Types

- Pompage solaire
- Bâtiments d'élevage
- Entrepôts frigorifiques
- Industries (produits laitiers, transformation, conserves...)



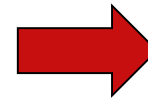
**Visitez notre stand!**



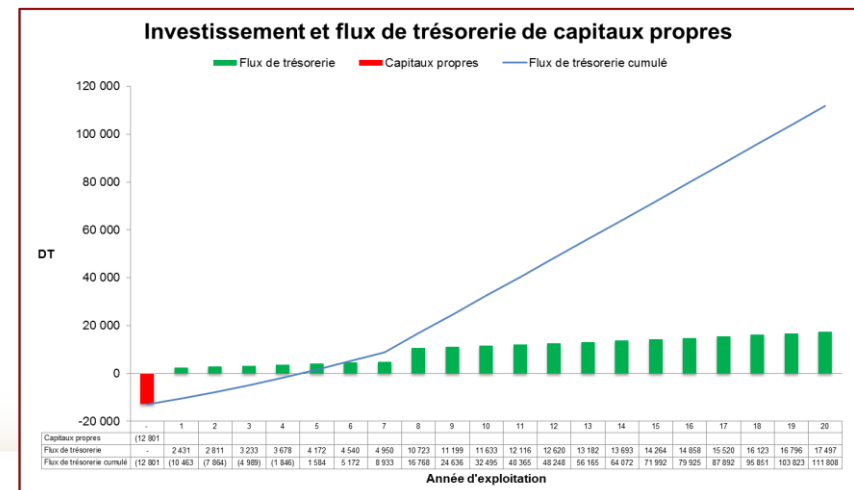
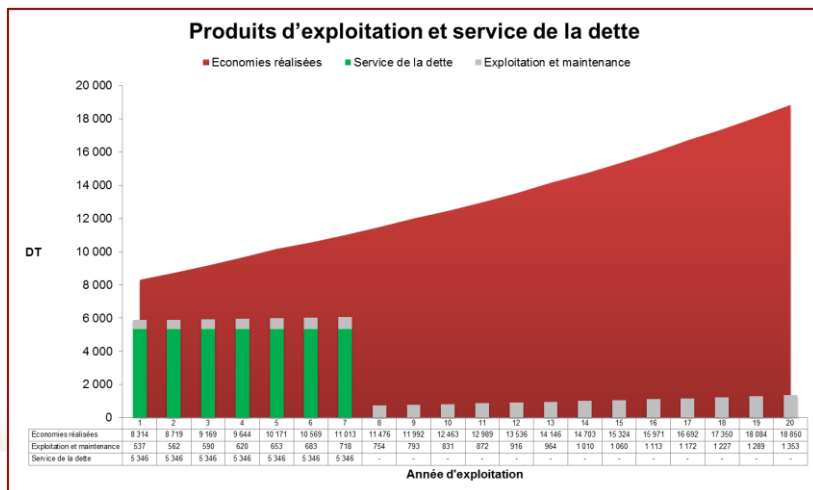
# Cas 1: Commercial raccordé en BT

## Activité: Réfrigération / Frigo

Données	Hypothèses
<b>Consommation Mensuelle</b>	<b>2 300 kWh</b>
Capacité du PV à installer	17 kWc
Rendement PV	1 600 kWh /kWc
Investissement Total	51 000 DT
Montant de la Subvention FTE (20%)	10 200 DT
Durée de vie du projet	20 ans
Financement	70% par Crédit
Augmentation du prix de l'électricité	5% / an



Résultats	
<b>Temps de retour</b>	<b>5,5 ans</b>
<b>Facture STEG annuelle évitée</b>	<b>8 000 DT</b>
<b>VAN (Valeur Actuelle Nette)</b>	<b>110 600DT</b>
<b>TRI du projet</b>	<b>22%</b>
<b>Ratio de Couverture de la dette</b>	<b>1,45x</b>

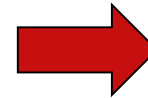




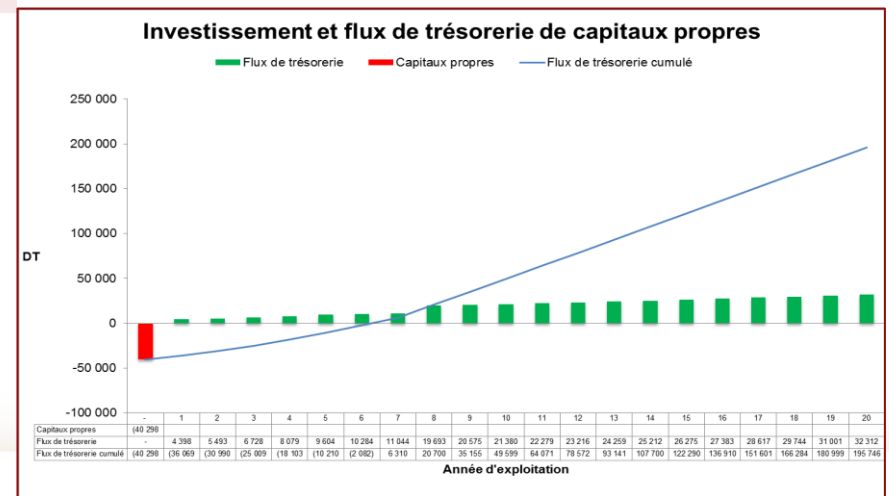
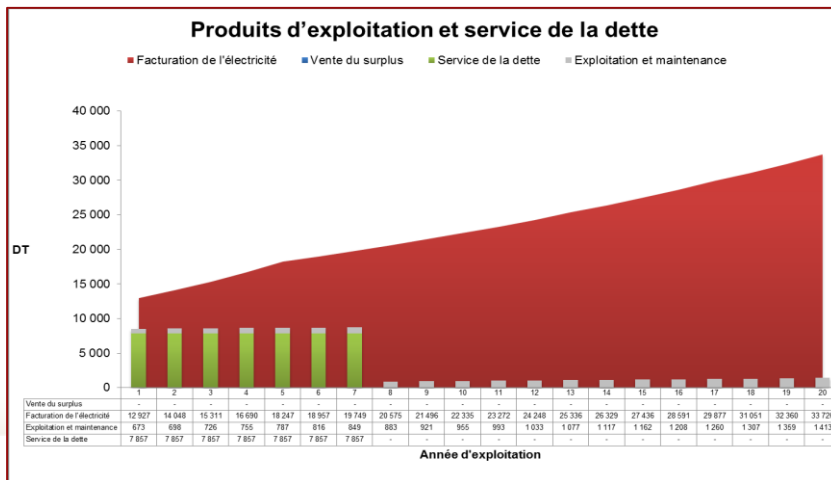
## Cas 2: Agricole raccordé en MT (tarif uniforme)

### Activité: Réfrigération du Lait

Données	Hypothèses
Consommation Mensuelle	6 000 kWh
Capacité du PV à installer	45 kWc
Rendement PV	1 600 kWh /kWc
Investissement Total	140 000 DT
Montant de la Subvention FTE (20%)	28 000 DT
Montant de la Subvention APIA(20%)	22 400 DT
Durée de vie du projet	20 ans
Financement	70% par Crédit
Augmentation du prix de l'électricité	5% / an



Résultats	
Temps de retour	<b>7,7 ans</b>
Facture STEG annuelle évitée	<b>13 000 DT</b>
VAN (Valeur Actuelle Nette)	<b>208 145 DT</b>
TRI du projet	<b>12,40 %</b>



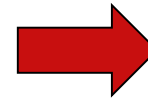




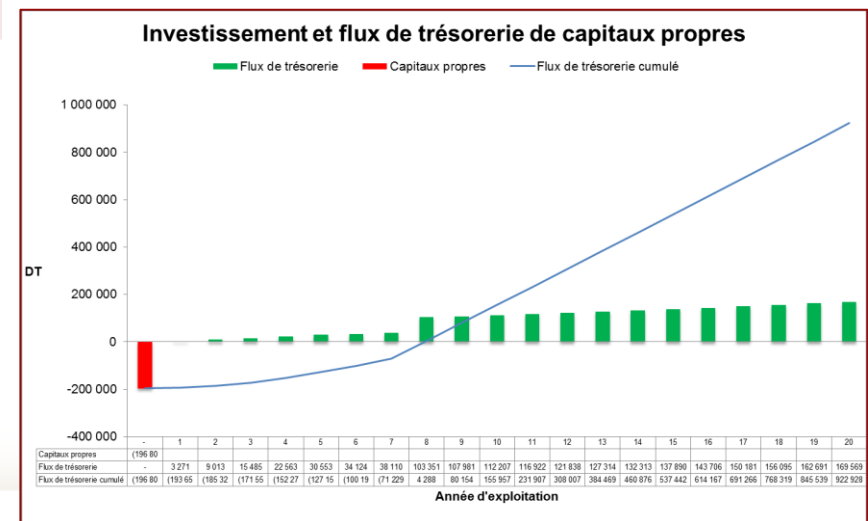
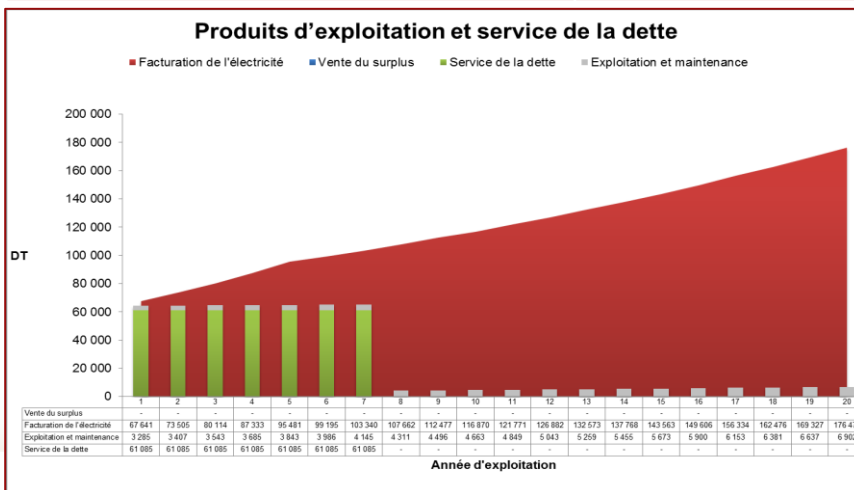
# Cas 3: Industriel raccordé en MT (Uniforme)

Activité: **Aviculture**

Données	Hypothèses
Consommation Mensuelle	21 250 kWh
Capacité du PV à installer	150 kWc
Rendement PV	1600 kWh /kWc
Investissement Total	450 000 DT
Montant de la Subvention FTE (20%)	90 000 DT
Montant de la Subvention APIA(7%)	25 200 DT
Durée de vie du projet	20 ans
Financement	70% par Crédit
Augmentation du prix de l'électricité	5% / an



Résultats	
Temps de retour	<b>6,7 ans</b>
Facture STEG annuelle évitée	<b>52 000DT</b>
VAN (Valeur Actuelle Nette)	<b>864 231DT</b>
TRI du projet	<b>15,65%</b>







## 5. Financement des projets Photovoltaïques



## Modèles de financement possibles pour l'autoconsommation

**PROSOL ELEC**  
systèmes résidentiels

**Crédits bancaires**  
systèmes résidentiels,  
agricoles, commerciaux,  
industriels

**Leasing**  
systèmes agricoles,  
commerciaux, industriels

## DÉVELOPPEMENT DU MARCHÉ SOLAIRE



Passons tous  
à l'énergie  
Solaire

# Merci pour votre attention

Plus d'informations sur:

- [https://energypedia.info/wiki/Developing\\_the\\_Solar\\_Energy\\_Market\\_in\\_Tunisia\\_\(Project\\_DMS\)](https://energypedia.info/wiki/Developing_the_Solar_Energy_Market_in_Tunisia_(Project_DMS))
- [https://energypedia.info/wiki/Workshop\\_et\\_B2B\\_pour\\_les\\_Investissements\\_PV\\_à\\_Tozeur](https://energypedia.info/wiki/Workshop_et_B2B_pour_les_Investissements_PV_à_Tozeur)



# ANNEXE



	<b>PROSOL ELEC</b>	<b>BATIMENT SOLAIRE</b>	<b>AUTOCONSOMMATION</b>	
Réseau électrique	<b>Basse tension</b>	<b>Basse tension</b>	<b>Basse tension</b>	<b>Moyenne &amp; haute tension</b>
Client éligible	Résidentiel	Résidentiel * Tertiaire+Industriels et Autres	Collectivités locales et entreprises publiques et privées (industries, agriculture et services)	Collectivités locales et entreprises publiques et privées (industries, agriculture et services)
Net-metering	Oui	Oui	Oui	Non
Achat de l'excédent	Non	Non	Non	Oui (max 30%)
Subvention FTE d'investissement	30% du coût de l'investissement	<b>30%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>
Plafond de la subvention d'investissement	1 500 D / kWc pour IPV < 1,5 1 200 D / kWc pour IPV > 1,5	<b>3 000 D</b>	<b>100 000 D ou 200 000 D ou 250 000 D</b>	<b>100 000 D ou 200 000 D ou 250 000 D</b>

## Opportunités pour le secteur



## Subventions APIA

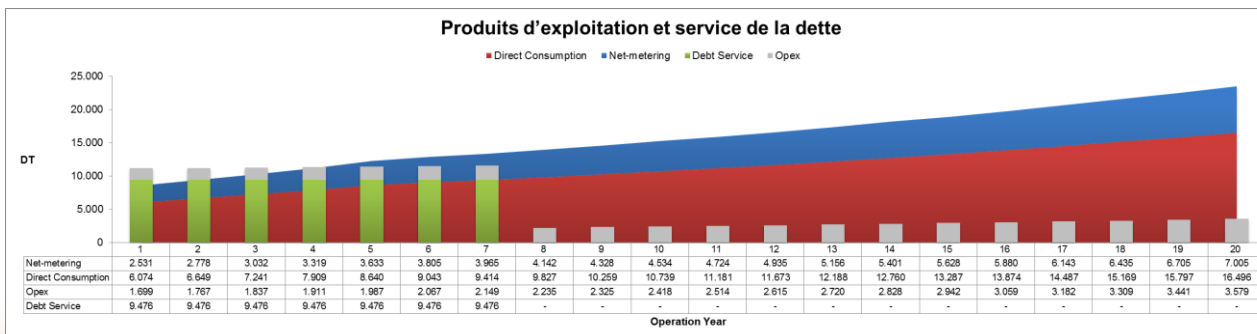
Catégorie de l'investissement	Prime d'investissement	Instruction de la demande
A (< 60 000 DT)	25%	CRDA
B (60 000 – 225 000 DT)	20%	APIA-Directions Régionales
C (> 225 000 DT)	7%	APIA-Siège



# Outil de calcul de rentabilité

- ✓ Outil et Guide d'utilisation téléchargeables sur Energypedia:

[https://energypedia.info/wiki/Dynamic Cash Flow Analysis of Photovoltaic Projects in Tunisia](https://energypedia.info/wiki/Dynamic_Cash_Flow_Analysis_of_Photovoltaic_Projects_in_Tunisia)



Results		
Net-Present-Value	DT	41.589
Project IRR	%	8,56%
Equity IRR	%	11,83%
Amortization	Years	9,06
LCOE	DT/kWh	0,12
Min DSCR	x	0,73 x
Min LLCR	x	0,96 x