



# ines

INSTITUT NATIONAL  
DE L'ENERGIE SOLAIRE

Maxime VALLIN  
Technicien, Formateur Solaire Photovoltaïque  
maxime.vallin@ines-solaire.org

## PERFORMANCES ET ETAT DES LIEUX DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES DANS LA REGION DE SFAX

RETOUR SUR 35 INSTALLATIONS AUDITEES DU 18 AU 29 MAI 2015



Programme :

1. Sélection des installations
2. Visite et données collectées
3. Sécurité des installations
4. Performances
5. Evaluation du nettoyage
6. Analyse énergétique
7. Analyse économique
8. Suivi les installations
9. Echanges et discussions

# ► Sélection des installations

# Analyse de l'activité

Entreprise/Nb installation	Total	2011	2012	2013	2014
ACEG	12	0	5	2	5
AEP	85	0	6	30	49
AGK	1	0	0	0	1
Ecowatt	3	0	0	0	3
<b>KDS</b>	32	0	0	0	32
Energy Pro	13	0	1	4	8
Energy Service Company	4	0	2	2	0
ETPPM	4	0	0	1	3
<b>Payzer</b>	28	0	0	3	25
FBE	2	0	0	0	2
Focus Energy	58	0	4	17	37
Gamco	1	0	0	0	1
GPC	10	0	0	0	10
Green Technology	1	0	0	1	0
Hélios	27	0	4	13	10
ITS	1	0	0	0	1
JA Solar	1	0	0	0	1
Maghreb Energy	2	0	0	0	2
MIG Service	2	0	0	1	1
MIME	17	0	0	9	8
<b>NR-Sol</b>	22	0	0	0	22
R2I Company	1	1	0	0	0
<b>Sater</b>	40	9	11	5	15
SDR+	77	1	33	29	14
Shams Energy	7	0	0	0	7
SINES	21	0	0	8	13
SNEE	3	0	2	1	0
Soften	4	0	0	0	4
Solar FM	10	1	1	5	3
Solar Power	3	0	0	0	3
Solaria	9	0	0	0	9
SOTECA	2	0	1	0	1
SOTEEP	4	0	0	1	3
<b>SOTUME</b>	83	0	0	4	79
<b>SPECTRA</b>	217	35	35	52	95
Stratigia	1	0	0	1	0
Techsol	2	1	0	0	1
Tunisie Energie	4	0	4	0	0
Tunitalia Sol	4	0	0	0	4
<b>V-Energy</b>	24	0	0	0	24
<b>Volta PV</b>	107	20	20	25	42
<b>41 installateurs</b>	<b>949</b>	<b>68</b>	<b>129</b>	<b>214</b>	<b>538</b>
		7%	14%	23%	57%

► On peut supposer trois développements d'entreprises pouvant considérer le marché photovoltaïque comme :

- Une simple diversification mineure de l'activité (bleu clair)
- Une activité entière et nouvelle dont la part augmente progressivement (bleu)
- Une spécialisation de l'entreprise (bleu foncé)
- En blanc : non classé

► Certains chiffres / entreprises particulièrement représentatifs ont été surlignés :

- En rouge : les 3 entreprises détenant 95% des parts de marché en 2011
- En violet : les entreprises ayant pris de grandes parts de marché en 2014

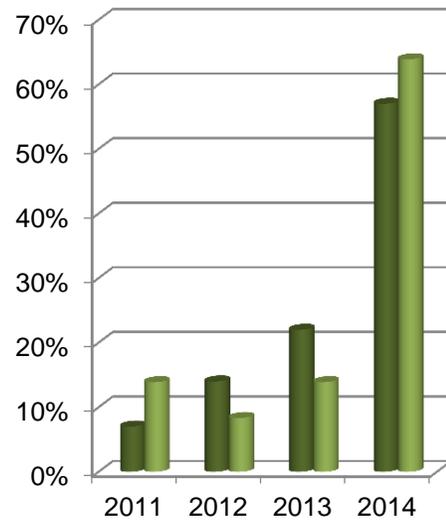
# Sélection des installations

Données					Critères sélection								
REFERENCE	District	Date	Pc	Installateur	1er install	évolution	Pc > 7kWc	acteur en 2014	Part marché	MT	Commentaires	TOTAL	
734385350	Sfax Sud	23/12/14	2	V-Energy	1	1		1	1			0	3
734420251	Sfax Sud	23/12/14	1,44	SOTUME				1				0	1
734605500	Sfax Sud	23/12/14	1,4	SOTUME				1				0	1
734680540	Sfax Sud	23/12/14	2,75	V-Energy	1	1		1	1			0	3
768363660	Sfax Nord	23/12/14	3	AEP				1	1			0	2
769685600	Sfax Nord	23/12/14	2	AEP				1	1			0	2
723068000	Sfax Sud	22/12/14	10	SPECTRA			1	1	1			0	3
723125951	Sfax Sud	22/12/14	12,75	SPECTRA			1	1	1			0	3
723126000	Sfax Sud	22/12/14	12,75	SPECTRA			1	1	1			0	3
723128051	Sfax Sud	22/12/14	20	SPECTRA			1	1	1			0	3
771805801	Sfax Nord	17/12/14	9	AEP		1	1	1	1			0	4
723222080	Sfax Sud	16/12/14	2	V-Energy	1	1		1	1			0	3
723501950	Sfax Sud	16/12/14	4,8	SOTUME				1				0	1
723740450	Sfax Sud	16/12/14	2	Volta PV				1	1			0	2
723846600	Sfax Sud	16/12/14	2	V-Energy	1	1		1	1			0	3
724281000	Sfax Sud	16/12/14	2,5	V-Energy	1	1		1	1			0	3
725343920	Sfax Sud	16/12/14	2	EDS				1	1			0	2
725426750	Sfax Sud	16/12/14	2	EDS				1	1			0	2
727001490	Sfax Sud	16/12/14	2	SINES		1		1	1			0	3
733043140	Sfax Sud	16/12/14	2	Volta PV				1	1			0	2
751831000	Sfax Nord	15/12/14	2	Fayzer				1	1			0	2
788023750	Maharas	15/12/14	2,16	SOTUME				1			Jebniana	1	2
788026250	Maharas	15/12/14	2,88	SOTUME				1			Jebniana	1	2

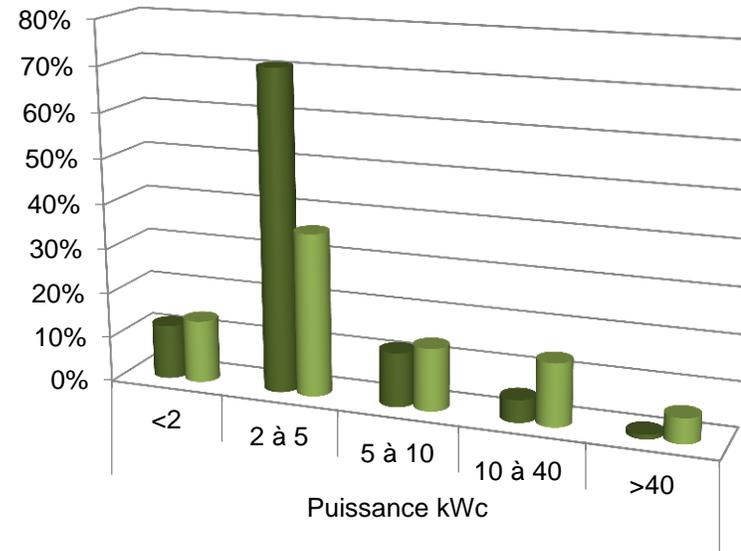
- ▶ 6 critères de sélection
  - ▶ Qualité des 1<sup>ère</sup> installations
  - ▶ Evaluer l'évolution de la prestation
  - ▶ Compétences techniques (>7kWc)
  - ▶ Actif en 2014
  - ▶ Acteur majeur en 2014
  - ▶ Injection en Moyen Tension
  - ▶ Pondération suivant critères prédéfinis
- ▶ Présélection d'une cinquantaine d'installations (Total ≥ 3)

# Conformité de l'échantillonnage

## ► Année

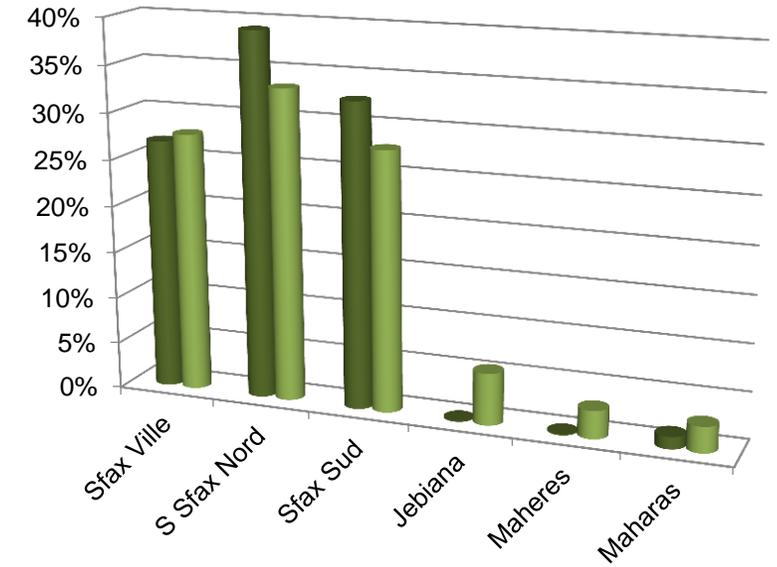


## ► Puissance



■ Parc    ■ Echnatillon

## ► Localité



# ► Visite et données collectées

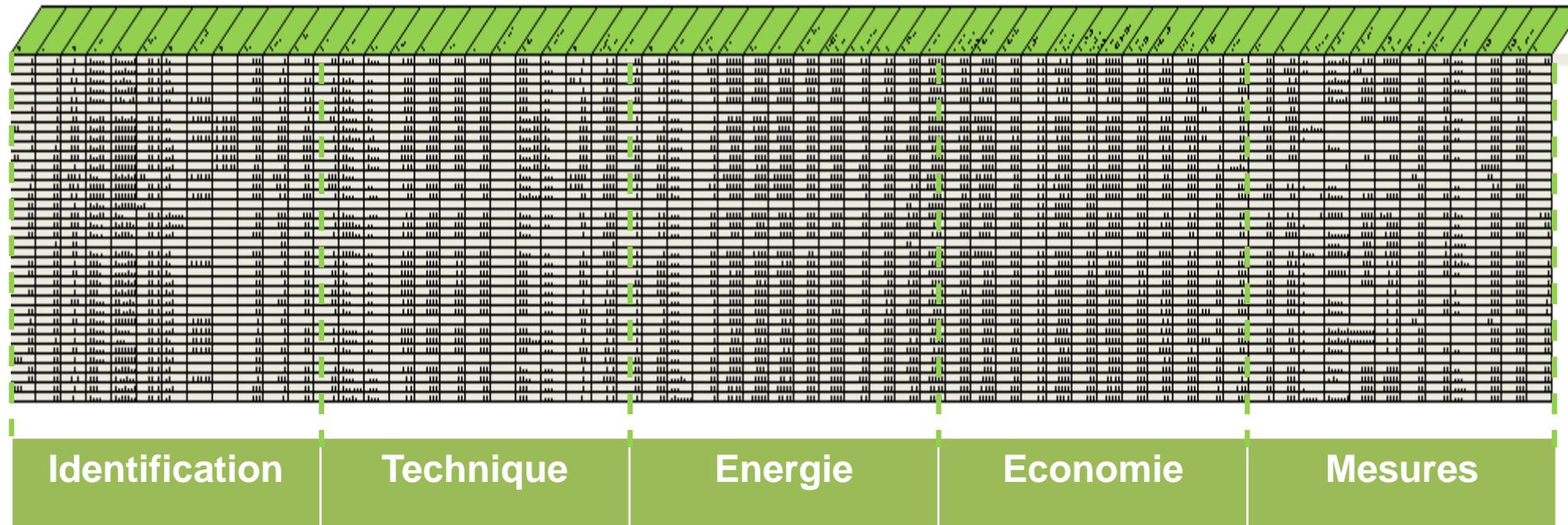


# Points de contrôle

INSTALLATION EXTERIEURE			
Mise à la terre des masses			
	Module	Structure	
	Section conforme		
	Fixation		
	Connection		
	Compatibilité galvanique		
Serrage Mécanique			
Canalisation			
	Connecteur conforme		
	Câble PV souple		
	Protection UV		
	Boucle d'induction		
	Passage des cloisons		
	Fixation		
	Longueur		
	Section		
INSTALLATION INTERIEURE			
Passage des câbles	protégé	local adapté	section adaptée
Coffret DC	Protection sur intensité	Control dimensionnement*	
	interrupteur sectionneur	calibre conforme	
	bornes de connexions adaptées		
	signalétique		
Coffret AC	protection	disjoncteur différentiel	
	Signalétique		
Dossier technique à disposition			
	Schémas de l'installation		
		implantation électrique	
	Doc techniques des composants		
	module		
	onduleur		
	certificats		
	parafoudre		
	accessoire		
	Procédure d'intervention		
	Cahier de suivi et d'entretiens		
	Autres:		
Visuel			
	Tecno module		
	conformité du masque		
	Controle des fixations		
	Planéité du champ		
	poussière module		
	poussière onduleur		

- ▶ **Appréciation globale de l'installation, sa réalisation et son environnement**
- ▶ **Contrôle méticuleux de la réalisation**
  - ▶ structure, câblage, coffrets et autres points de sécurité tel que la mise à la terre
- ▶ **Inspection par caméra thermique des défauts résistifs**
- ▶ **Mesure de la performance globale de l'installation**
- ▶ **Mesure de la courbe de charge du champ PV**
- ▶ **Conformité électrique**
  - ▶ Conformité avec les règles de l'art... mais quel est le référentiel?

# Saisie des données (Tableur en Annexes 6)



The image displays a large spreadsheet table with a green header and five main categories: Identification, Technique, Energie, Economie, and Mesures. The table is divided into columns for each category, with a diagonal green header at the top. The data is organized into rows, with some cells containing numerical values and others containing text or formulas. The table is presented as a visual representation of a data entry form.

# Identification

Visite	N°	Pc	Installateur	Client	Ref Steg	District	Latitude	Longitude	Raccordement	Visite	Age
1	1	3	Spectra	Soufiane Sella	778043351	Ville	34°46.197'	10°45.650'	29/03/2011	18/05/2015	4,14

# Spécifications Techniques

Pc string	Pc module	Nombre	Marque	Type	Umpp	Voc	Impp	Icc	Onduleur	Avec Transfo	Pn	rapport de Puissance	Terre
3000	250	12	Bosch	Mono	30,31	37,9	8,25	8,82	SMA	oui	3000	100%	18

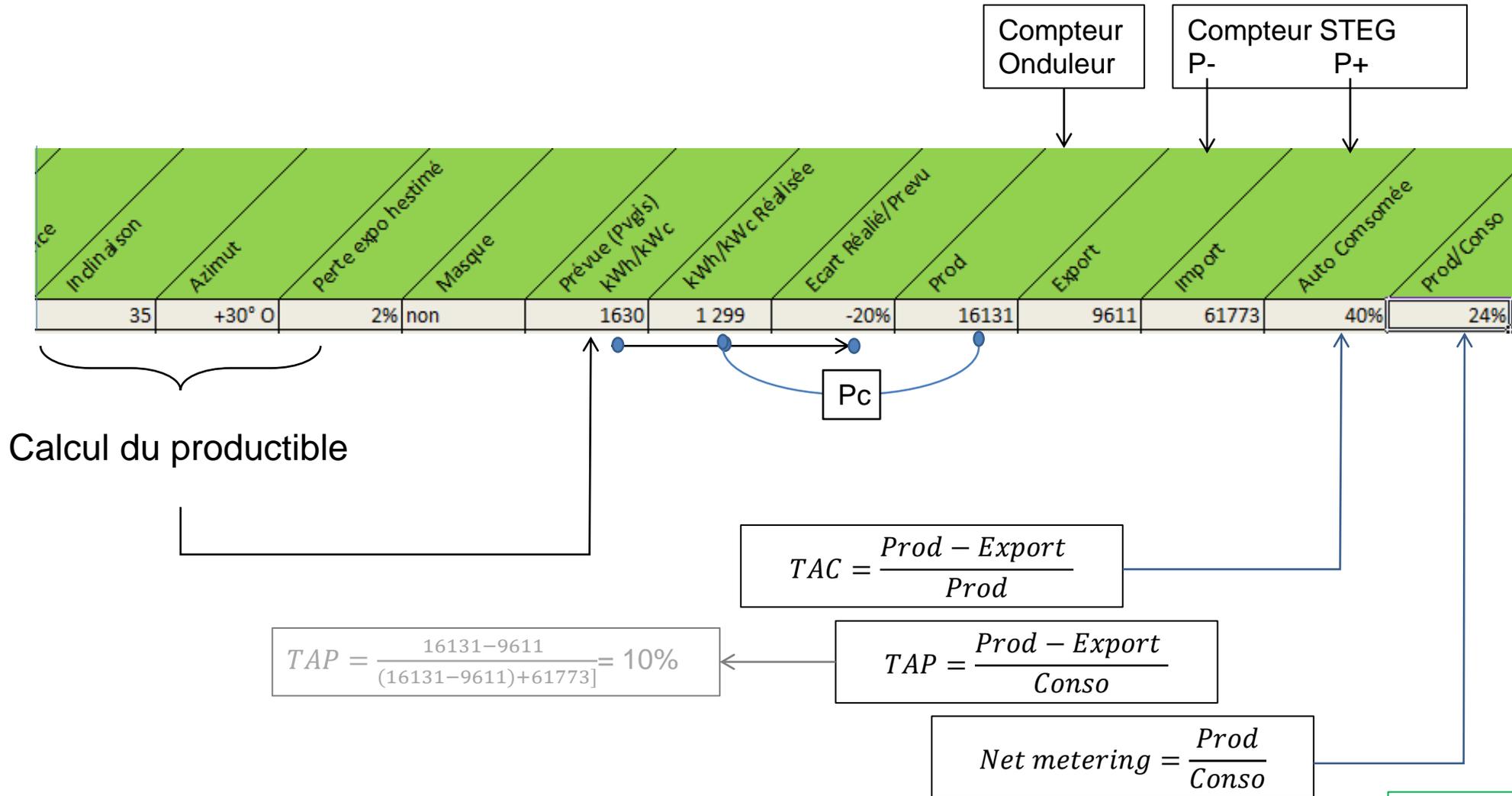
Control In Fusible, Iz câble...

Détermination du Facteur de Forme constructeur

$$FF = \frac{U_{mpp} * I_{mpp}}{U_{oc} * I_{cc}}$$

$$RP = \frac{P_n \text{ onduleur}}{P_c \text{ champ PV}}$$

# Données Energétiques



TAC: Taux d'Auto Consommation  
TAP: Taux d'Auto Production

# Si masque: Relevé de masque

- ▶ Les masques lointains (montagne) sont calculés dans PVGIS
- ▶ Les masques proches sont mesurés à l'aide d'une caméra type Solmétric

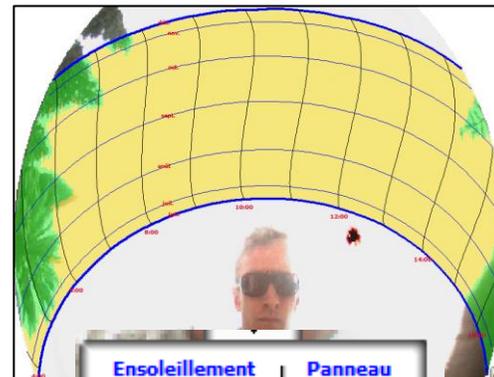
Caméra avec grand angle 360°

Ipaq de HP intégré



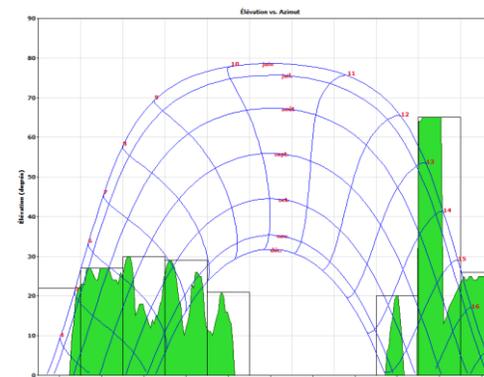
Niveau à bulle

Détection des ombrages

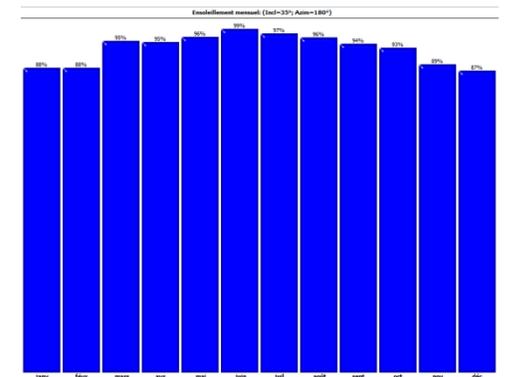


Ensoleillement		Panneau	
Annuel:	94%	Incl:	35°
mai-oct.:	96%	Azim:	180°
nov.-avr.:	91%		

Diagramme solaire



Calcul des pertes mensuelles du gisement solaire



# Analyse Economique

Investissement	Investissement Avant sub DT/Wc	Subvention	Subv (DT/wc)	Sub %	Investissement Après sub	Coût du Wc après Sub DT/Wc	revenu à 0,280 DT/kWh	Revenu DT/kWc	TRB sans aides	TRB avec aides
14 371	4,79	4311	1,44	30%	10060	3,35	4516,7	364	10,50	7,35

Pc

Pc

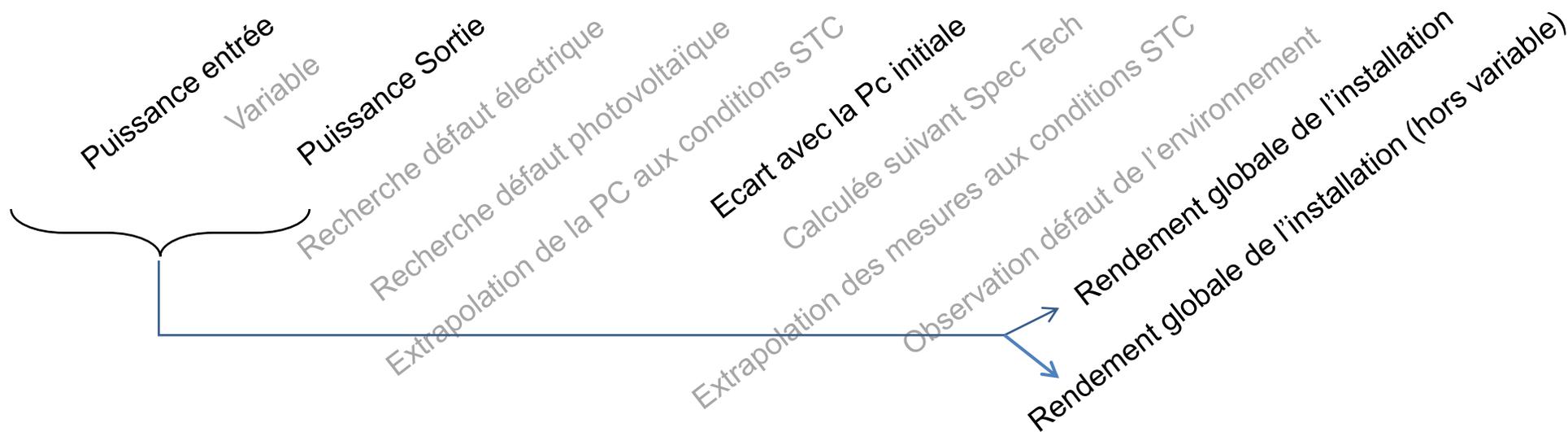
Pc

Pc

$$TRB = \frac{\text{Investissement}}{\text{Revenu}}$$

# Caractérisation du champ $I(V)$ , Facteur de Forme $FF$ , Performance ration global $PR$ , Infra Rouge $IR$

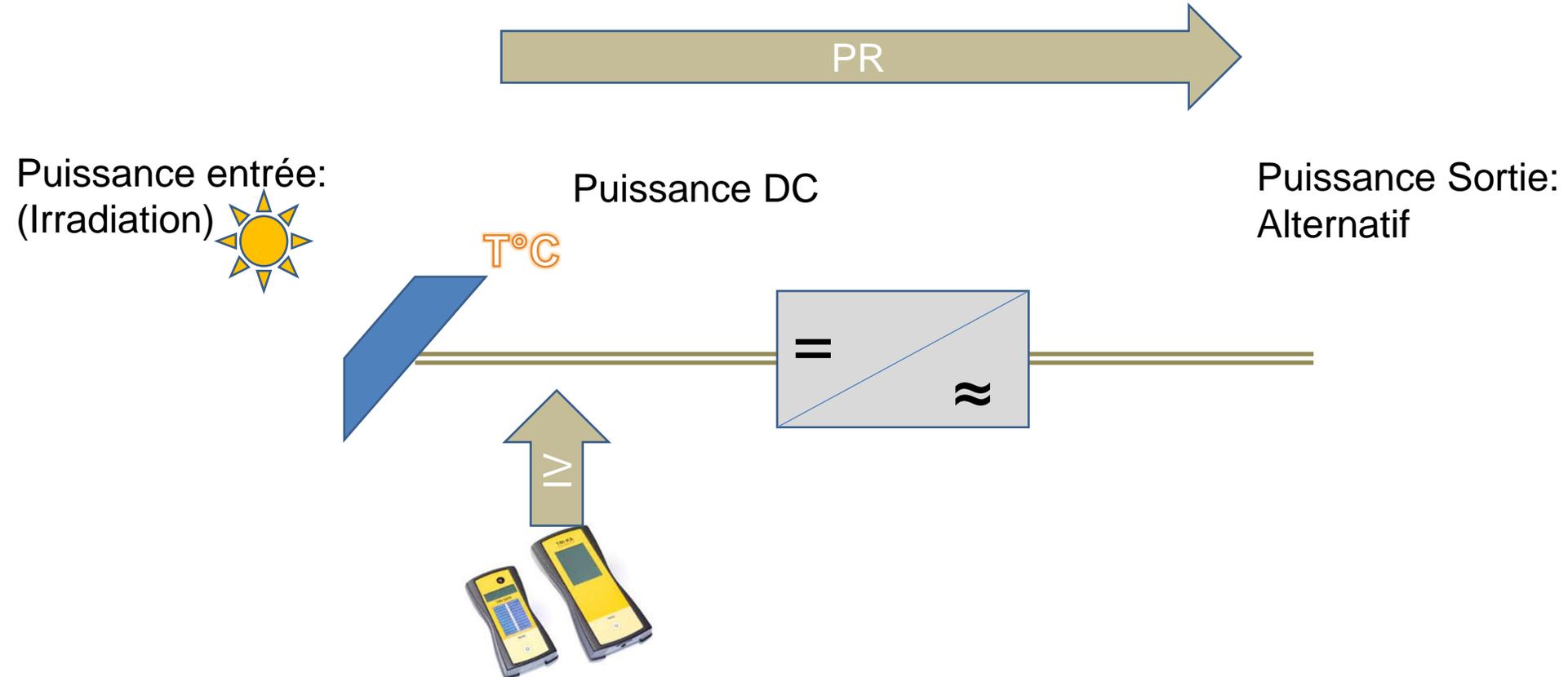
IR				IV			FF			PR	
Irradiation test	T° Cell	Pac	Caméra Thermique	Courbe IV	Pc d'après IV	Perte de Puissance	FF constructeur	FF mesuré	propreté	PR brut	PR hors Température
200	32	330	oui	perte module	2027	-32,43%	0,75	0,63	très sale	55%	71%



# Performance Ratio (PR)

- ▶ Rendement globale de l'installation

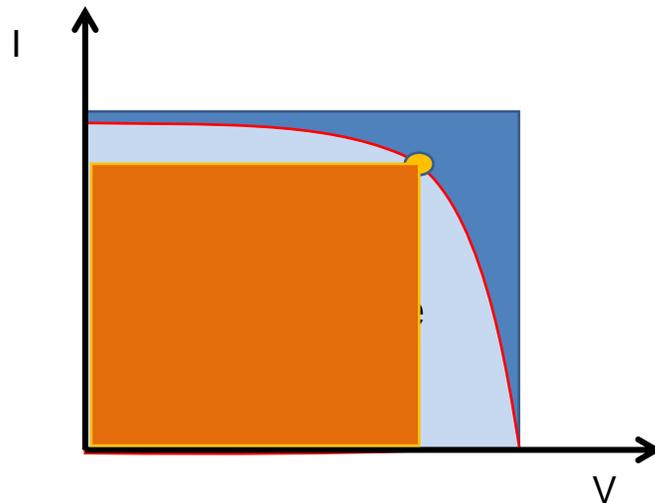
- ▶  $\frac{\text{Irradiation}}{\text{Puissance AC}} * P_c = PR \approx 0,8$



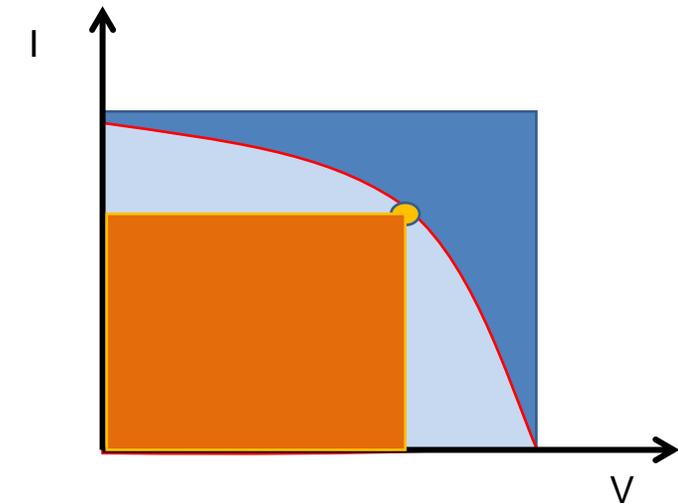
# Facteur de Forme (FF)

## ► Caractérise la qualité d'une cellule

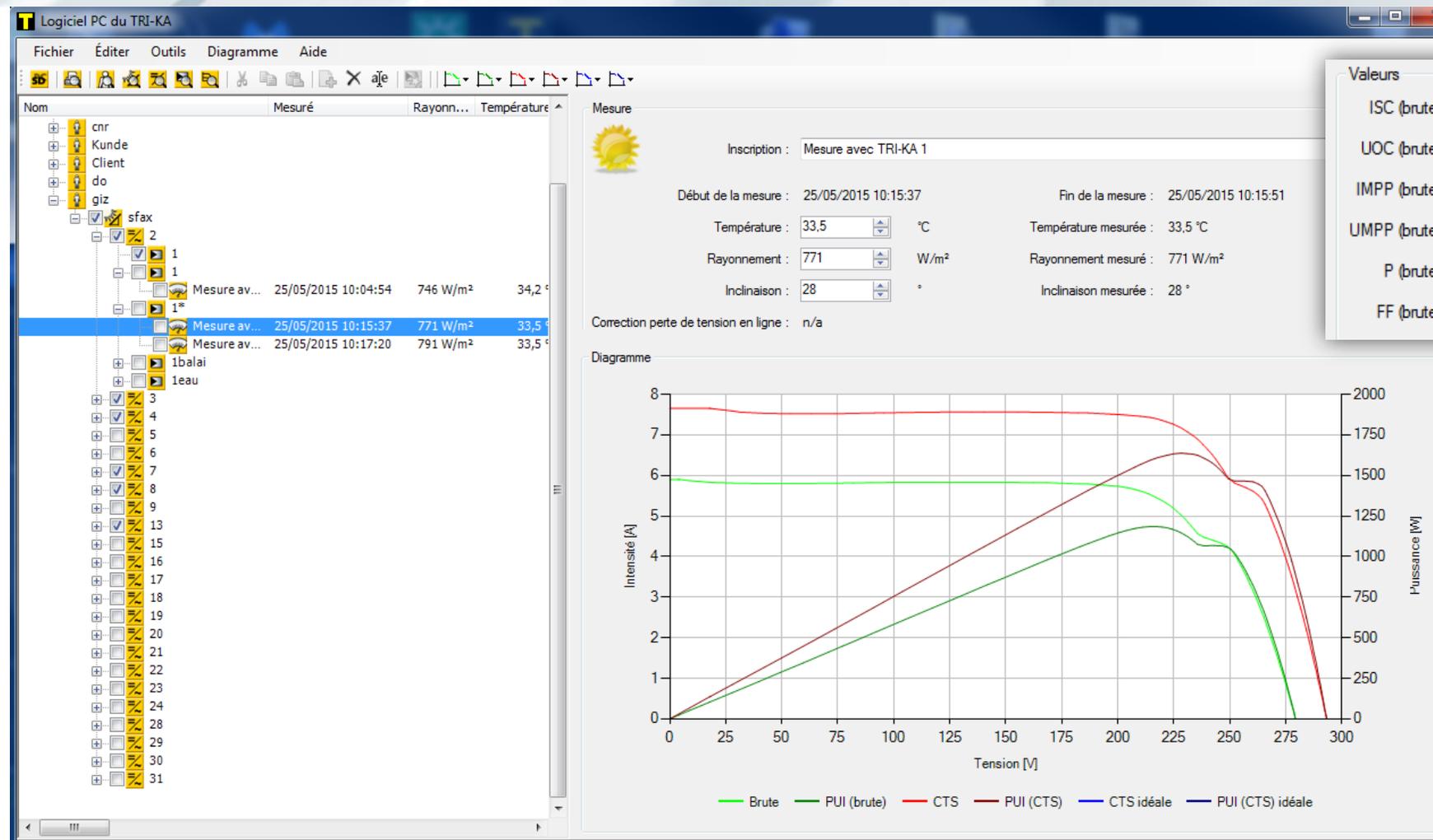
► Mesure de la déformation dans le temps en fonction des paramètres extérieurs



$$FF = \frac{U_{mpp} * I_{mpp}}{U_{oc} * I_{cc}} = \frac{\text{orange}}{\text{blue}}$$



# Courbe de charge IV et FF in situ



Valeurs	
ISC (brute) : 5,9 A	ISC (CTS) : 7,65 A
UOC (brute) : 279,5 V	UOC (CTS) : 293,3 V
IMPP (brute) : 5,45 A	IMPP (CTS) : 7,17 A
UMPP (brute) : 217,3 V	UMPP (CTS) : 228,3 V
P (brute) : 1185 W	P (CTS) : 1637 W
FF (brute) : 0,72	FF (CTS) : 0,73



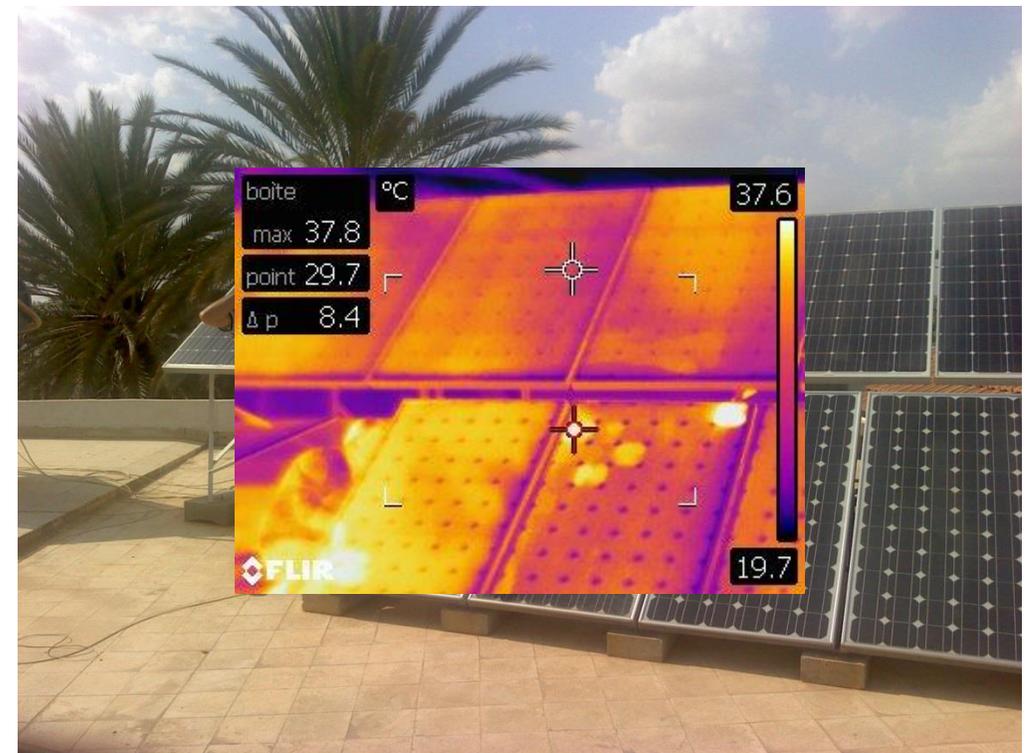
# Camera Infra Rouge (IR)

## ► Au niveau du champ PV

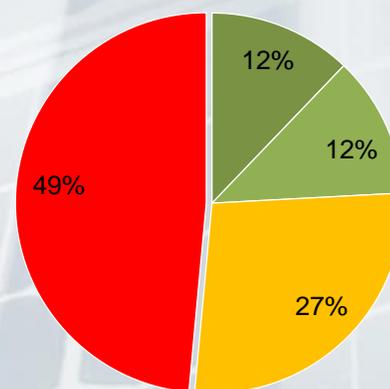
► Bon



► Mauvais



# ► Sécurité des installations



■ Excellent ■ Bon ■ Passable ■ A revoir

## ► Embouts de câblage

Prescription : Le matériel spécifique pour réaliser les connecteurs est indispensable et obligatoire.

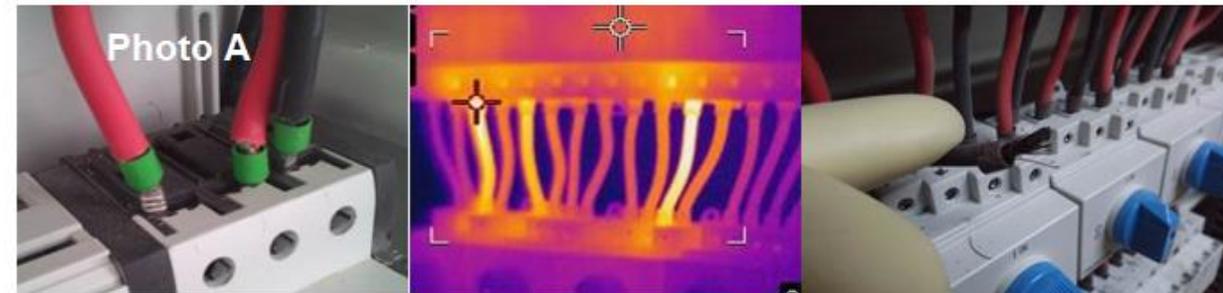
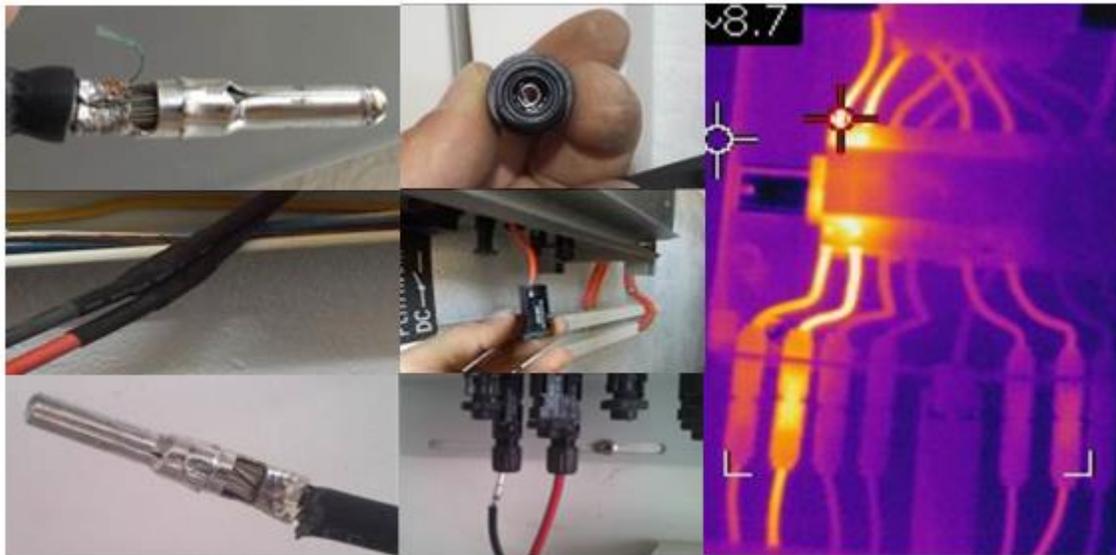


FIGURE 11 : DEFAT DE SERTISSAGE D'EMBOUT SUR CABLE SOLAIRE

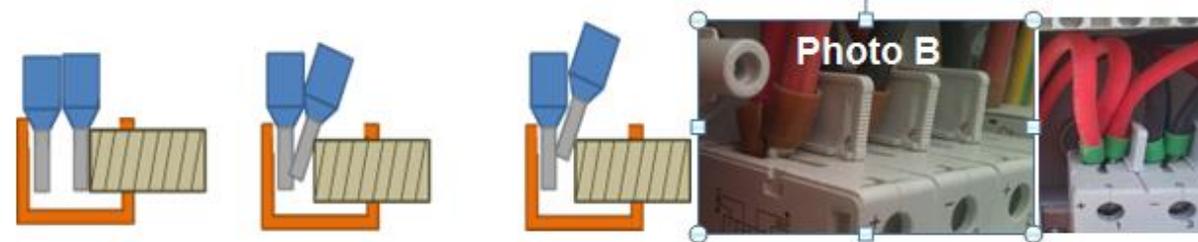


FIGURE 12: DEFAT DE SERRAGE LIE AUX EMBOUTS DE CABLAGE



## ► Mise A La Terre (MALT)



FIGURE 15: DEFAT DE CONNEXION DE LA MALT



FIGURE 16: DE GRANDS MOYEN DE MISE EN ŒUVRE POUR REALISER LA TERRE MAIS AVEC DU MAUVAIS MATERIEL

## Niveaux kérauniques en Tunisie

Note - Pour obtenir la densité de foudroiement correspondante ( $N_g$ ), il suffit de diviser  $N_k$  par 10.



Type d'installation	Locaux d'habitation individuelle	Centrale de production au sol	Bâtiments Tertiaires/Industriels/Agricoles
$L_{crit}$ (en m)	$115/N_g$	$200/N_g$	$450/N_g$
$L \geq L_{crit}$	Parafoudre(s) obligatoire(s) côté d.c. <sup>(1)</sup>		
$L < L_{crit}$	Parafoudre(s) non obligatoire(s) côté d.c. <sup>(2)</sup>		

<sup>(1)</sup> La mise en œuvre de parafoudres peut ne pas être indispensable dans le cas où tous les câbles d.c. sont protégés par des enveloppes métalliques assurant un écran réduisant les effets électromagnétiques.  
<sup>(2)</sup> L'utilisation de parafoudres peut également être nécessaire pour la protection d'installations photovoltaïques dont le coût et l'indisponibilité peuvent être critiques.

FIGURE 17 : EXTRAIT DU CHAPITRE 13 DE LA NF C15-712-1 RELATIF AUX CONDITIONS D'INSTALLATION DES PARAFOUDRES COTE DC

**Proposition :** Sauf régions fortement exposées (indice Kéraunique > 25, régions en jaune) ces protections ne semblent pas justifiées sur les installations de petites puissances ( $P_c < 5\text{kWc}$ ), ce suréquipement entraînant plus de non conformités que de sécurité

# Boucle d'induction

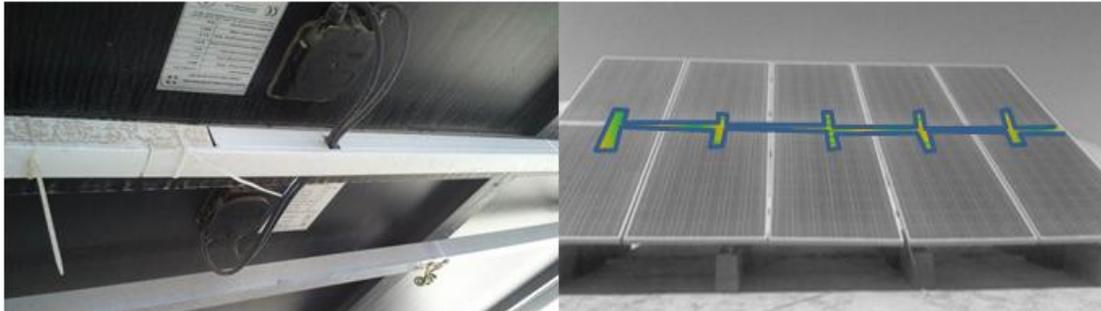
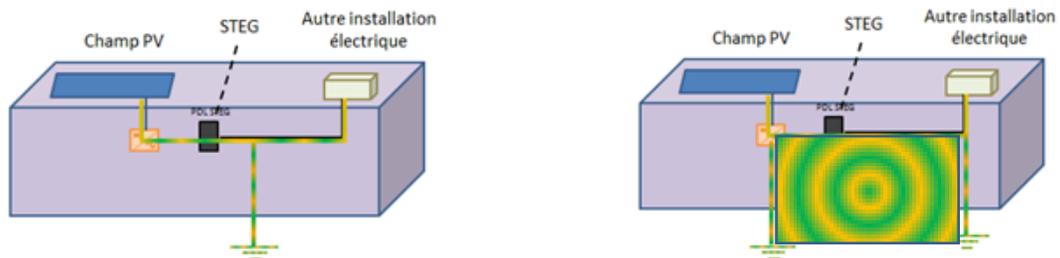
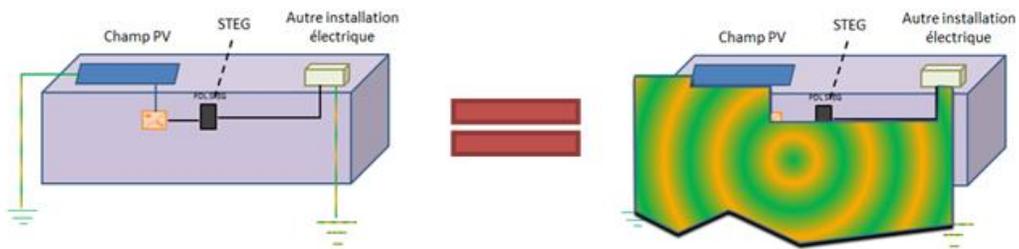


FIGURE 19: REDUCTION DE LA BOUCLE D'INDUCTION AU NIVEAU DU CHAMP PV



Deux règles simples de mise en œuvre :

- « La terre et les polarités (ou l'alimentation de la STEG) doivent toujours cheminer conjointement. »
- « S'il y a plusieurs terres, elles doivent être interconnectées = équipotentialité des terres ! »

# Lestage des structures



FIGURE 20: EXEMPLE DE DEFATS DE LESTAGE CONSTATES

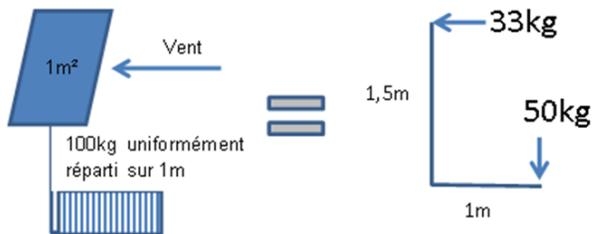


FIGURE 21 : REPRESENTATION DES EFFORTS MECANQUES AU POINT DE BASCULEMENT

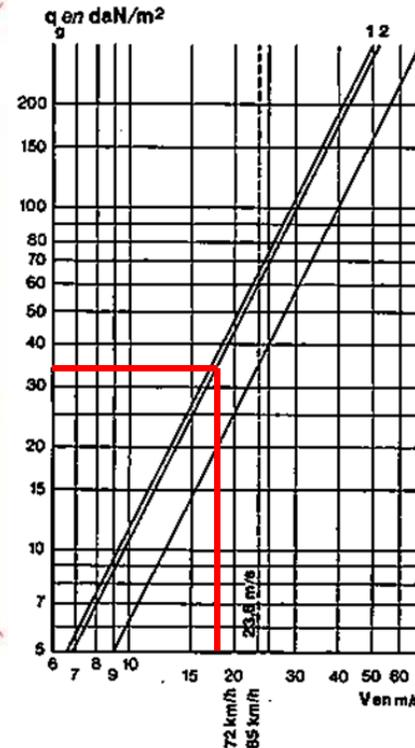
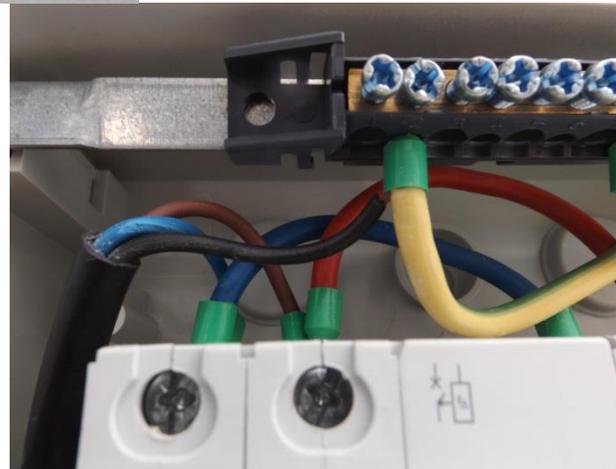
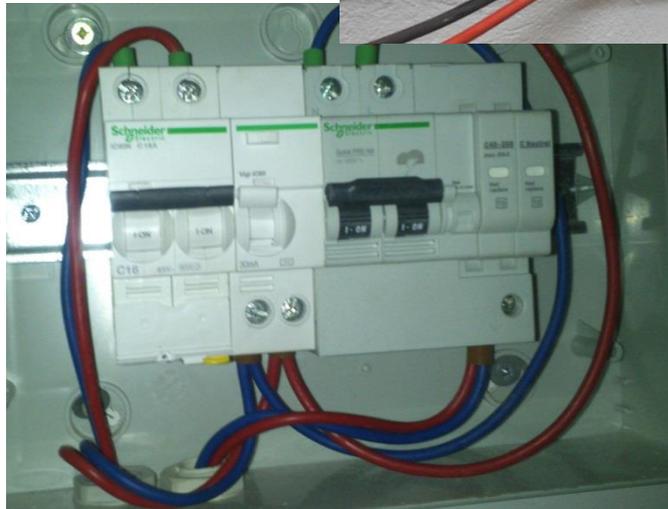
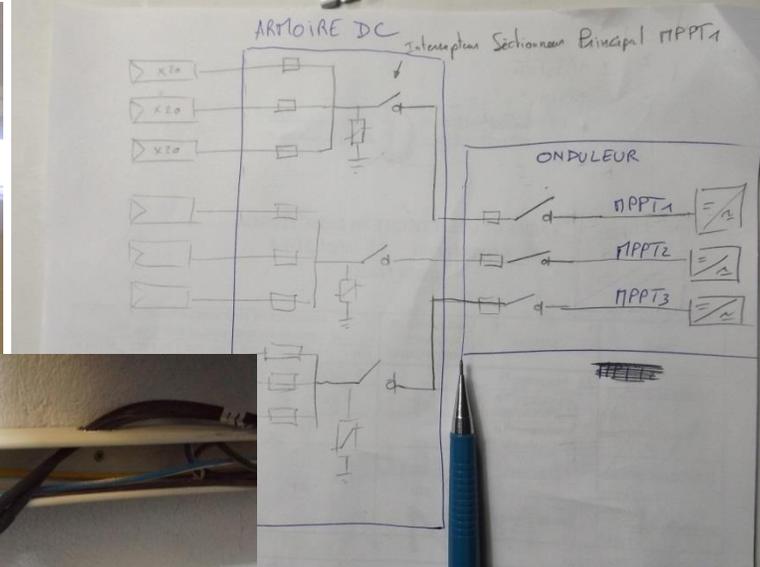


Fig. 4  
Pression de vent sur un obstacle

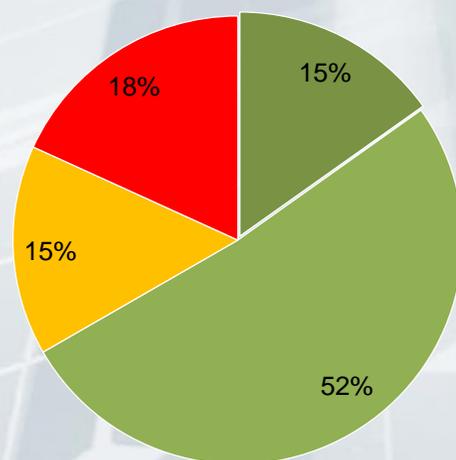
## Propositions :

- Fournir des abaques aux installateurs et organismes de contrôle spécifiant le lestage nécessaire et leur positionnement en fonction de la surface de prise au vent, les vents extrêmes spécifiques aux régions (et bord de mer), le niveau de protection au vent du site, ...
- IDEM concernant le haubanage des structures (alternative ou sécurité intéressante au lestage)
- Interdire les pieds scellés à la toiture. La résistance à l'arrachement ne peut pas être fiable et garantie dans le temps

# Et bien d'autres observations



# ► Performances



■ Excellent ■ Bon ■ Passable ■ A revoir

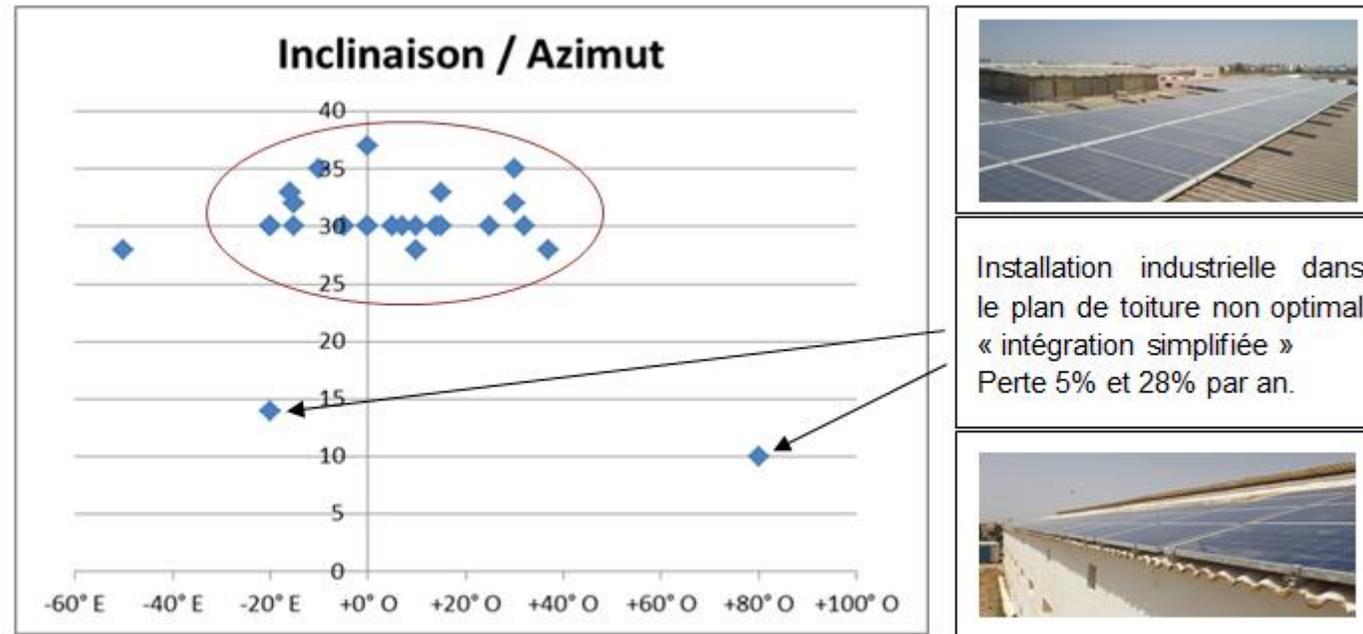


FIGURE 23: EXPOSITIONS CONSTATEES SUR SITES

# Production conforme à l'exposition ?

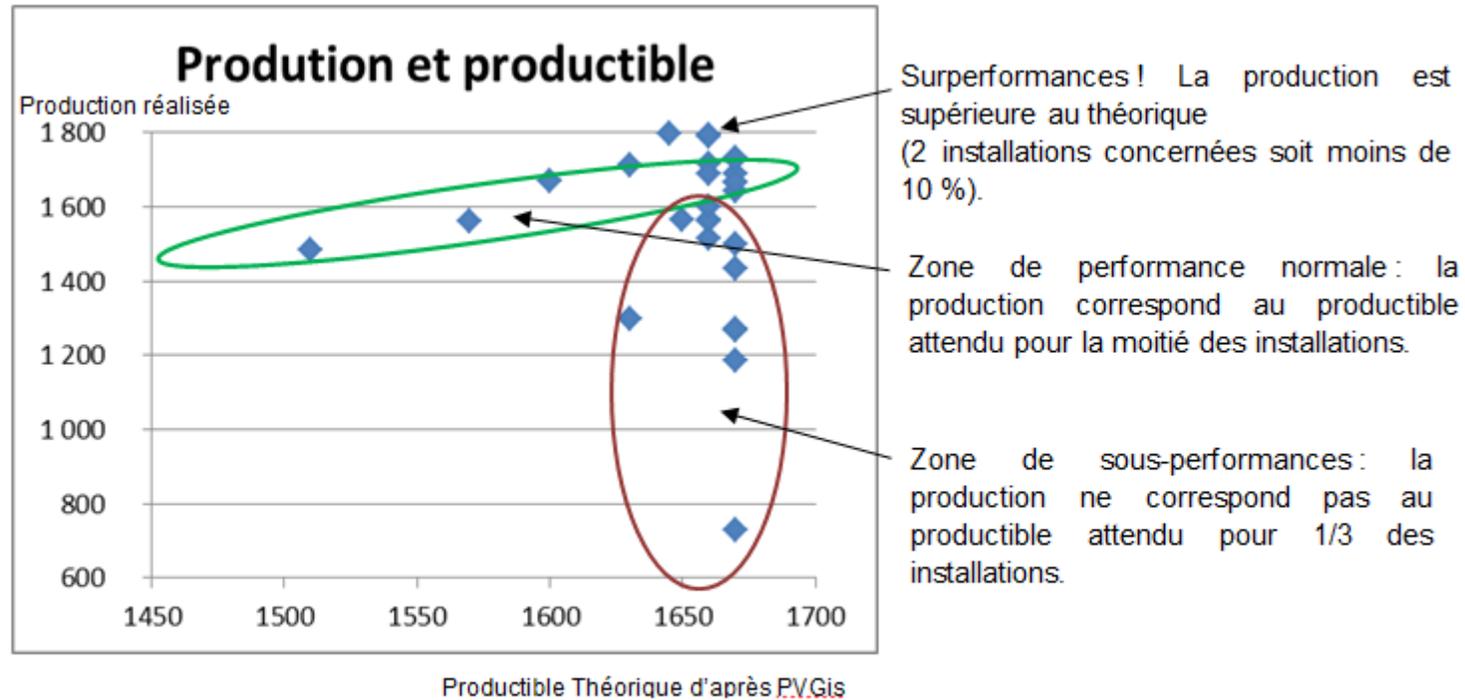


FIGURE 24: CONFORMITE DE LA PRODUCTION AVEC LA SIMULATION

## ► Un indicateur pas toujours fiable !

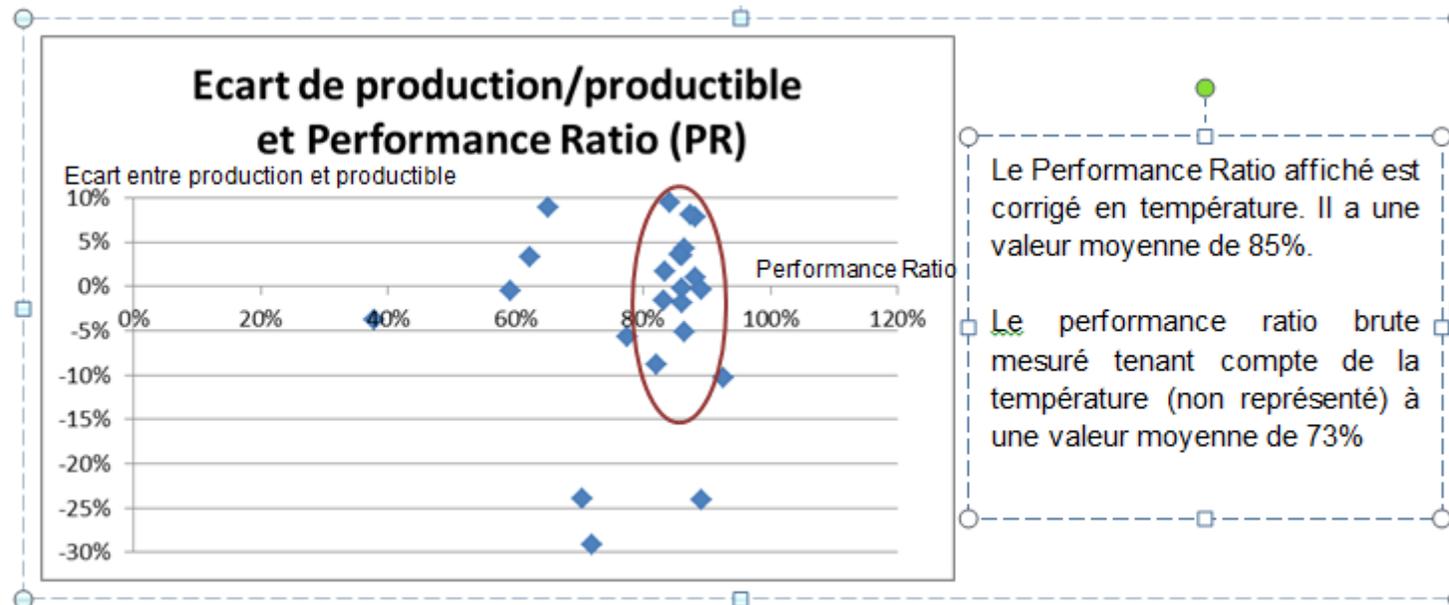


FIGURE 25: RESULTATS DES PERFORMANCE RATIO DE PUISSANCE REALISES

- ▶ **PV Gis est un outil de calcul de productible fiable avec la base de données Climat Safe.**
  - ▶ Pour une installation soignée, la production réelle serait légèrement supérieur 2 à 5% (l'albédo du sol !).
- ▶ **30% des installations ont une production inférieure à celle attendue.**
  - ▶ cause principale identifiée : encrassement des modules



FIGURE 27 : EXEMPLES D'ENCRASSEMENT ET DE PERTES DE PUISSANCES ASSOCIEES

# ► Evaluation du nettoyage des modules photovoltaïques

## ► Pc calculées par le traceur Tri-Ka

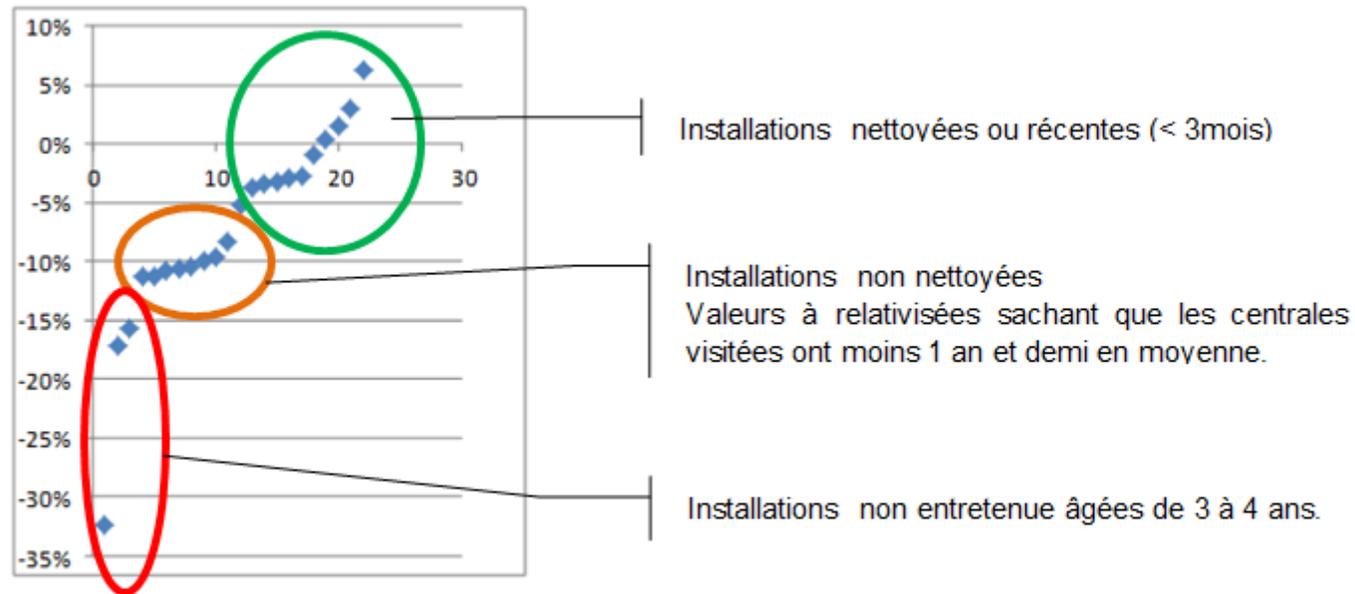


FIGURE 26 : PERTES DE PUISSANCE DUES A L'ENCRASSEMENT

# Tests de nettoyage



FIGURE 28: TESTS DE NETTOYAGE

<u>Test n°1 :</u>	$P_c = 2\text{kWc}$							
Mesure 1 (sale)		$P_{ac} = 1704\text{ W}$	soit une perte ramenée aux conditions	STC de	15.64%			
Mesure 2 Nettoyage à sec		$P_{ac} = 1951\text{ W}$	"	"	"	"	"	3.42 %
Mesure 3 Nettoyage à eau		$P_{ac} = 1962\text{ W}$	"	"	"	"	"	2.87 %

<u>Test n°2 :</u>	$P_c = 2,4\text{kWc}$							
Mesure 1 (sale)		$P_{ac} = 2145\text{ W}$	soit une perte ramenée aux conditions	STC de	10.6 %			
Mesure 2 Nettoyage à sec		$P_{ac} = 2550\text{ W}$	"	"	"	"	"	6.2 %

Avant nettoyage

Après nettoyage

P(CTS) 1637W ← Gain de puissance  
FF (CTS) 0,73

P(CTS) 1951W  
FF (CTS) 0,76

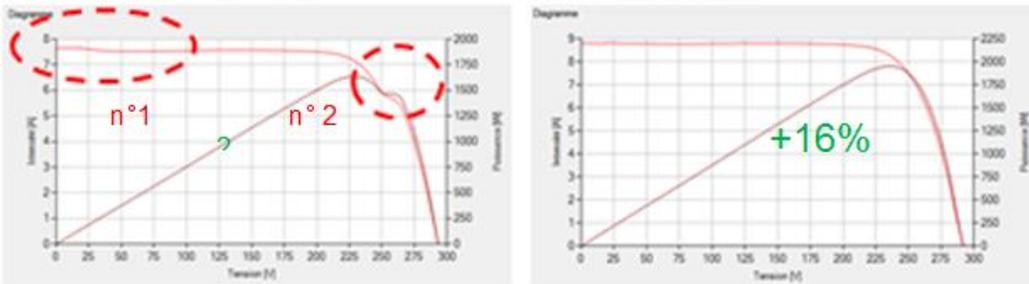


FIGURE 29: EFFETS DU NETTOYAGE SUR LA COURBE I(V)

Avant Nettoyage

Après Nettoyage

P(CTS) 1833W ← Gain de puissance

P(CTS) 2404W  
FF (CTS) 0,8

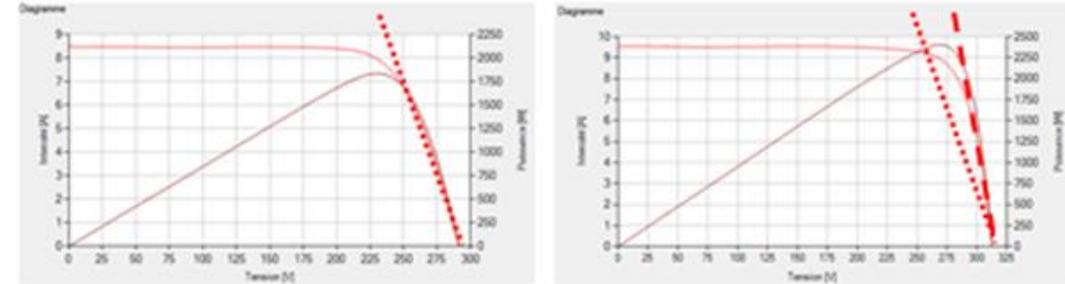


FIGURE 30: EFFETS DU NETTOYAGE SUR COURBE I(V)

# ► Analyse énergétique

# Un exercice pas toujours évident

N°	Pc	Age	Prod	Export	Import	Ecart Réalié/Prevu	Auto Consommation	Auto Production	Prod/Conso
1	3	4,14	16131	9611	61773	-20%	40%	10%	24%
2	20	0,41	11753	5346	10510	-2%	55%	38%	69%
3	2,02	4,18	15176	12400	44360	9%	18%	6%	32%
4	4	0,45	3111	2794	3762	5%	10%	8%	76%
5	2,02	4,19	14438	12632	17715	1%	13%	9%	74%
6	4,8	4,12	25083	16306	49599	-24%	35%	15%	43%
7	1,98	4,15	14926	10788	19240	9%	28%	18%	64%
8	1,45	2,97	6735	7431	13618	-5%	-10%	-5%	52%
9	2,12	0,44	1470	1933	1358	0%	-31%	-52%	164%
10	2,12	0,44	1546	1566	1749	-2%	-1%	-1%	89%
11	2	1,30	1898	1058	1249	-56%	44%	40%	91%
12	149,04	1,69	361385	9813	429385	-14%	97%	45%	46%
13	41,04	1,25	76335	2726	118153	-2%	96%	38%	40%
14	1,05	3,38	5917	3294	13841	0%	44%	16%	36%
15	12,7	0,47	27877	14892	13302	-6%	47%	49%	106%
16	2,16	0,48	1864	5180	4613	8%	-178%	-256%	144%
17	2,4	1,52	5510	3435	5584	-9%	38%	27%	72%
18	7,2	1,43	17154	10898	14754	4%	36%	30%	82%
19	2	0,62	1947	1328	3081	-6%	32%	17%	53%
20	12	0,49	10095	5846	11912	3%	42%	26%	62%
21	2	0,46	1642	1608	1475	8%	2%	2%	109%
22	8	0,45	6571	3984	4319	9%	39%	37%	95%
23	2,75	0,75	3566	3215	3794	3%	10%	8%	86%
24	2	0,75	2597	1546	1134	4%	40%	48%	119%
25	2,5	0,80	3477	2980	4805	0%	14%	9%	66%
26	5	0,80	5052	2612	7390	-24%	48%	25%	51%
27	5	0,63	5220	4301	4326	0%	18%	18%	100%
28	1,5	0,63	1114	1256	1090	-29%	-13%	-15%	118%
29	2	0,44	1514	2514	3412	3%	-66%	-41%	63%
30	2	0,44	1499	2480	1986	2%	-65%	-98%	149%
31	10,08	0,30	16814	8526	19007	11%	49%	30%	62%
32	8	1,18	15026	4793	14741	-4%	68%	41%	60%
33	10	1,27	19041	12287	15038	-10%	35%	31%	87%
<b>Moyenne hors défauts</b>	<b>1,43</b>					<b>2,2%</b>	<b>40%</b>	<b>25%</b>	<b>64%</b>



# ► Analyse Economique

N°	Pc	Raccordement	Age	Perte expo hestimé	Prévue (Pvgis)	kWh/kWc Réalisée	Ecart Prod Réalisée /Prévue	Autoconso %	Prod/Conso %	Investissement Avant sub DT/Wc	Subv (DT/wc)	Sub %	Coût du Wc après Sub DT/Wc	Revenu à 0,280 DT/kWh2	TRB sans aides	TRB avec aides
33	10,08	06/02/2014	0,30	1%	1660	1 845	11%	✓ 49%	62%	1,31	0,39	30%	0,92	517	2,81	1,97
13	149,04	10/09/2013	1,69	0%	1670	1 432	-14%	✓ 97%	46%	2,85	0,57	20%	2,28	401	6,10	4,88
32	2	16/12/2014	0,44	1%	1660	1 716	5%	✗ -66%	63%	3,87	1,16	30%	2,71	481	8,05	5,63
36	10	17/02/2014	1,27	0%	1670	1 498	-10%	✓ 35%	87%	3,79	1,14	30%	2,65	419	8,10	5,67
25	8	11/12/2014	0,45	1%	1660	1 817	9%	✓ 39%	95%	3,80	1,14	30%	2,66	509	8,18	5,72
4	4	04/12/2014	0,45	2%	1630	1 710	5%	! 10%	76%	3,74	1,12	30%	2,62	479	8,20	5,74
34	2	16/12/2014	0,44	1%	1660	1 689	2%	✗ -65%	149%	3,87	1,16	30%	2,71	473	8,32	5,82
14	41,04	17/02/2014	1,25	10%	1510	1 482	-2%	✓ 96%	40%	3,14	0,63	20%	2,52	415	7,44	5,95
24	2	09/12/2014	0,46	1%	1660	1 794	8%	✗ 2%	109%	3,97	1,19	30%	2,78	502	8,53	5,97
17	12,7	02/12/2014	0,47	1%	1660	1 562	-6%	✓ 47%	106%	3,53	0,71	20%	2,82	437	7,60	6,08
19	2,4	14/11/2013	1,52	1%	1660	1 513	-9%	✓ 38%	72%	4,38	1,31	30%	3,07	424	9,42	6,60
12	2	29/01/2014	1,30	0%	1670	728	-56%	✓ 44%	91%	4,42	1,33	30%	3,09	204	9,45	6,62
11	2,12	09/12/2014	0,44	0%	1670	1 643	-2%	✗ -1%	89%	4,42	1,33	30%	3,09	460	9,45	6,62
22	2	10/10/2014	0,62	1%	1660	1 565	-6%	✓ 32%	53%	4,41	1,32	30%	3,08	438	9,48	6,64
23	12	27/11/2014	0,49	1%	1660	1 715	3%	✓ 42%	62%	3,88	0,78	20%	3,10	480	8,34	6,67
15	1,05	03/01/2012	3,38	0%	1670	1 667	0%	✓ 44%	36%	4,50	1,35	30%	3,15	467	9,61	6,73
35	8	24/03/2014	1,18	1%	1660	1 598	-4%	✓ 68%	60%	4,51	1,35	30%	3,16	447	9,71	6,79
10	2,12	09/12/2014	0,44	6%	1570	1 562	0%	✗ -31%	164%	4,42	1,33	30%	3,09	437	10,05	7,04
2	20	22/12/2014	0,41	11%	1480	1 449	-2%	✓ 55%	69%	3,60	0,72	20%	2,88	406	8,88	7,10
28	2,5	08/08/2014	0,80	0%	1670	1 744	4%	! 14%	66%	4,77	1,43	30%	3,34	488	10,20	7,14
30	5	09/10/2014	0,63	0%	1670	1 664	0%	! 18%	100%	4,82	1,45	30%	3,37	466	10,30	7,21
26	2,75	25/08/2014	0,75	0%	1670	1 727	3%	! 10%	86%	4,82	1,45	30%	3,37	484	10,31	7,22
27	2	25/08/2014	0,75	0%	1670	1 730	4%	✓ 40%	119%	4,82	1,45	30%	3,37	484	10,31	7,22
1	3	29/03/2011	4,14	2%	1630	1 299	-20%	✓ 40%	24%	4,79	1,44	30%	3,35	364	10,50	7,35
18	2,16	27/11/2014	0,48	1%	1660	1 790	8%	✗ -178%	144%	4,91	1,47	30%	3,44	501	10,56	7,39
31	1,5	09/10/2014	0,63	0%	1670	1 184	-29%	✗ -13%	118%	5,34	1,60	30%	3,74	331	11,42	8,00
21	7,2	17/12/2013	1,43	4%	1600	1 669	4%	✓ 36%	82%	5,16	1,55	30%	3,61	467	11,51	8,06
29	5	09/10/2014	0,80	0%	1670	1 267	-24%	✓ 48%	73%	4,82	0,96	20%	3,86	355	10,31	8,25
3	2,02	14/03/2011	4,18	1%	1645	1 796	9%	! 18%	32%	7,10	2,13	30%	4,97	503	15,41	10,79
5	2,02	10/03/2011	4,19	0%	1670	1 687	1%	! 13%	74%	7,26	2,18	30%	5,08	472	15,53	10,87
8	1,98	29/03/2011	4,15	0%	1670	1 819	9%	! 28%	64%	8,75	2,62	30%	6,12	509	18,70	13,09
7	4,8	08/04/2011	4,12	0%	1670	1 269	-24%	✓ 35%	43%	9,65	2,89	30%	6,75	355	20,64	14,44
9	1,45	01/06/2012	2,97	1%	1650	1 565	-5%	✗ -10%	52%	10,12	3,04	30%	7,09	438	21,92	15,34
			1,43	1%	1647	1582	-3%	19%	79%	4,83	1,38	0,28	3,45	443	10,5	7,5

TRB < 6ans

TRB < 10ans

FIGURE 35: DONNEES DE PRODUCTIONS ET ECONOMIQUES

# Evolution du coût des installations

► Un prix divisé par deux en trois ans !

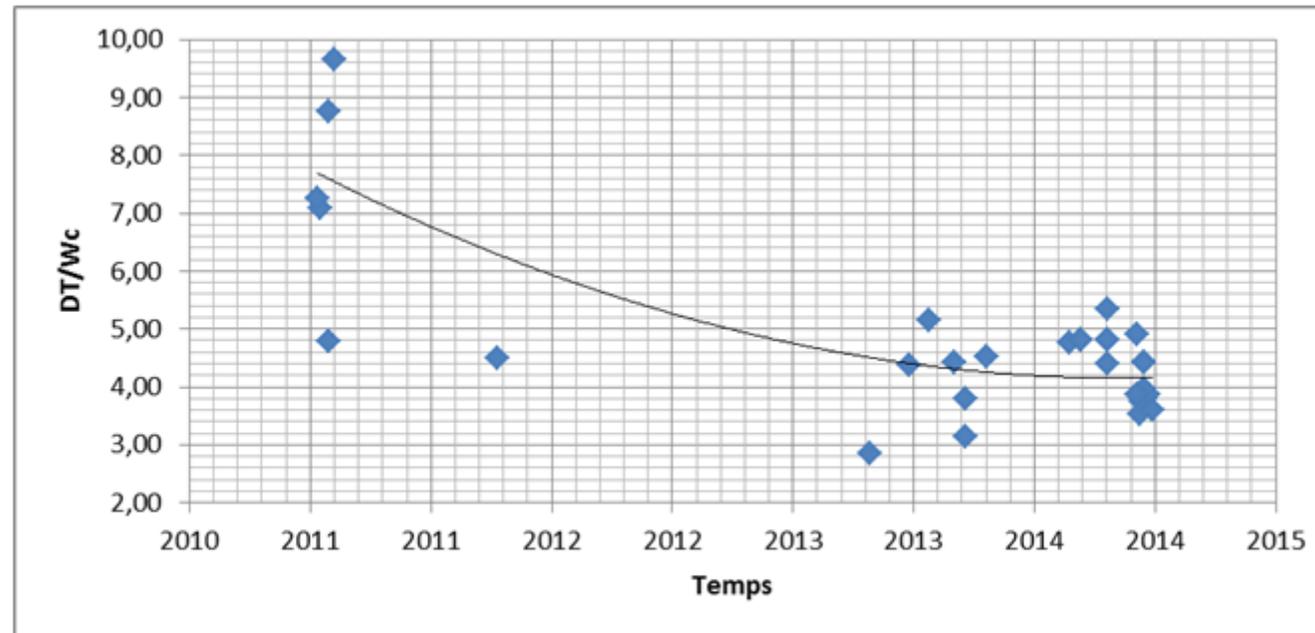


FIGURE 33: EVOLUTION DU PRIX DU Wc (PRIX CLIENT)

**3ans = 1/2 !**

# ► Suivi les installations

- Un besoin nécessaire à tous!

## Constitution d'un dossier technique disponible sur site contenant :

- ▶ les fiches techniques modules, onduleur
- ▶ le schéma électrique de l'installation
- ▶ le plan de câblage et d'implantation des modules à l'onduleur
- ▶ la procédure d'intervention
- ▶ la liste des tâches d'entretiens nécessaires pour une bonne exploitation (suivi mensuel de production, nettoyage,...)
- ▶ une fiche de suivi des différents interventions (mise en service, SAV, message d'erreur, dépannage)
- ▶ une fiche de suivi de production (date, onduleur n°, production compteur, index compteur STEG (index 0 et 0-) avec mode opératoire et présentation d'un monitoring type BDPV.

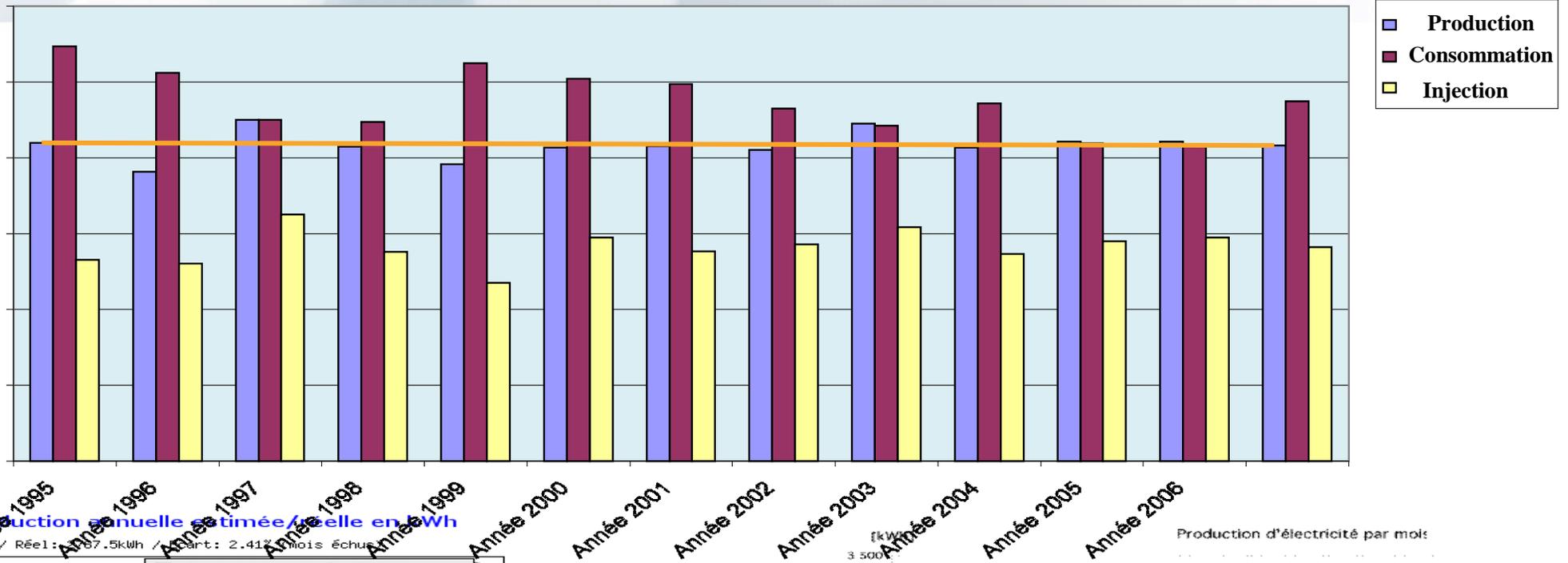


# Exemple fiche de suivi

Date Mise en service	Coordonnées installateur	Autres référence	Rappels d'intervention	Coordonnées base de données
----------------------	--------------------------	------------------	------------------------	-----------------------------

Date	Production Onduleur 1	Compteur STEG P+	Compteur STEG P-	Observations
18/05/2015	1700	1500	1000	Nettoyage
09/08/2015	2005	1800	1200	Production inférieur aux prévisions
08/09/2015	2120	1900	1250	Changement Fusible chaine 2

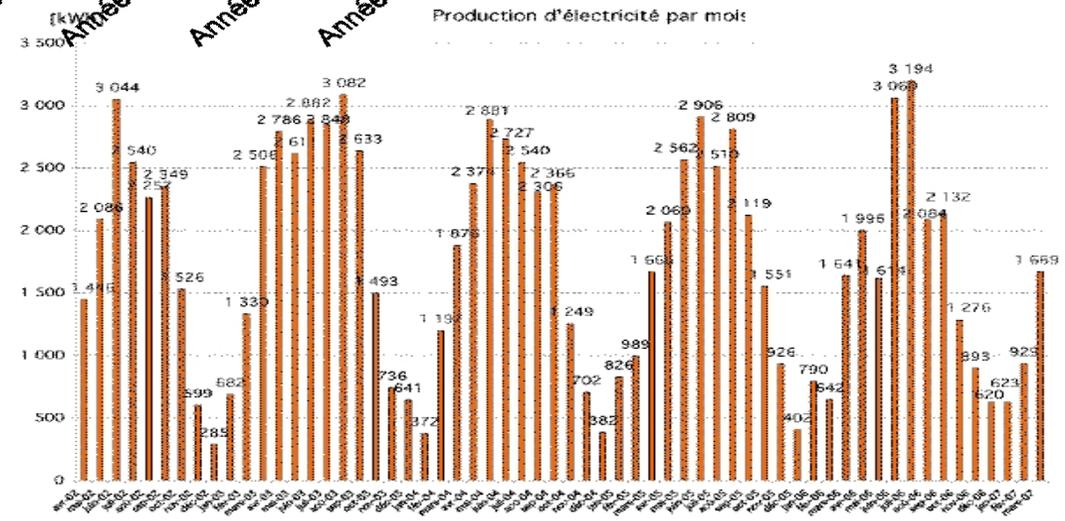
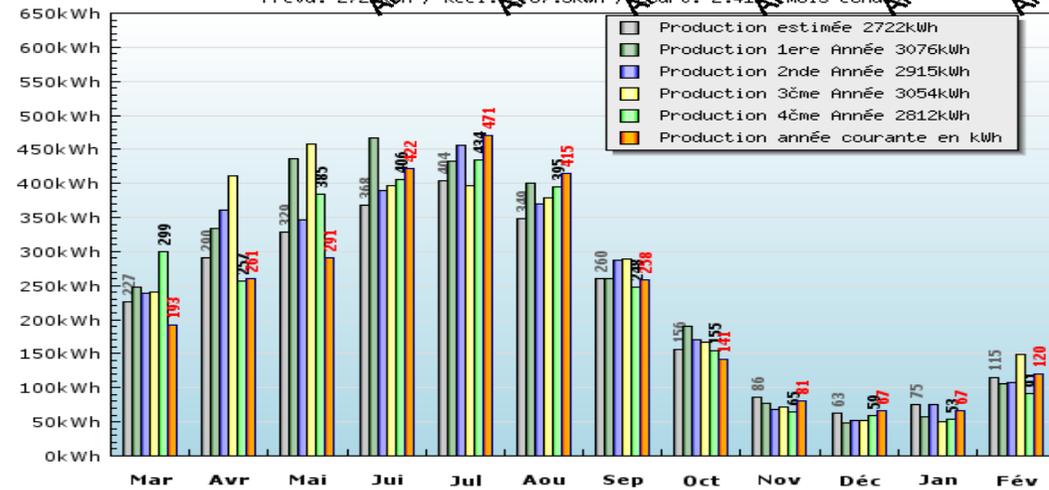
# Suivi énergetique



## Comparaison production annuelle estimée / réelle en kWh

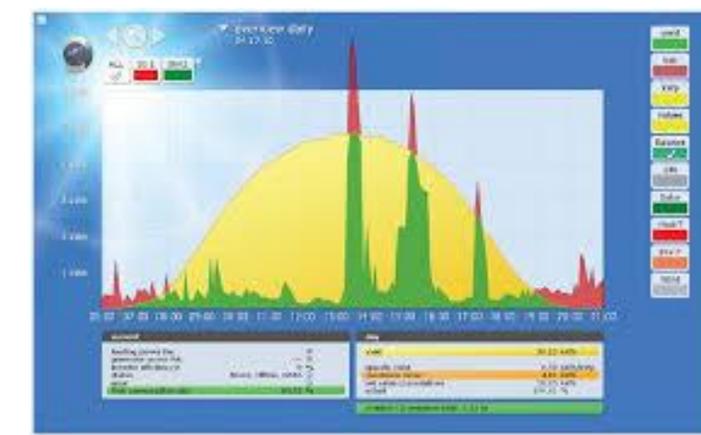
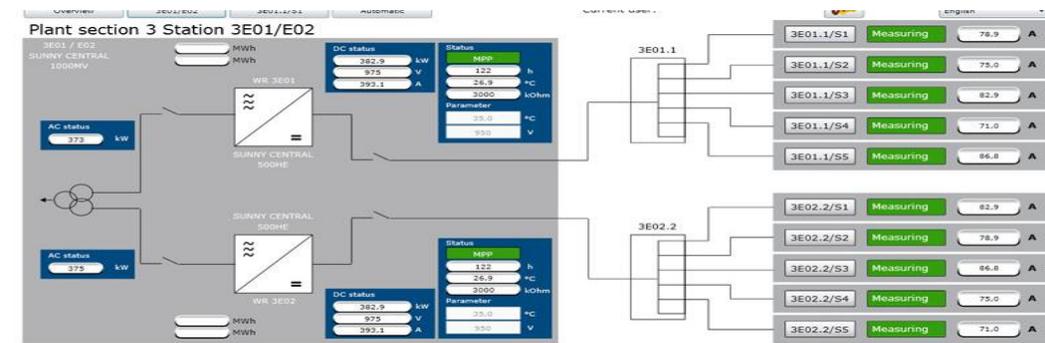
Prévu: 2722kWh / Réel: 2707.5kWh / Écart: 2.41% / Mois échu

- Production estimée 2722kWh
- Production 1ere Année 3076kWh
- Production 2nde Année 2915kWh
- Production 3ème Année 3054kWh
- Production 4ème Année 2812kWh
- Production année courante en kWh



# Outil de suivi performant pour les installations de références

- ▶ Système compatible avec la plupart des onduleurs du marché
- ▶ Performant et couteux mais pas forcément adapté pour suivre Le parc dans son ensemble
- ▶ De nombreuses informations disponibles
  - ▶ Wh, P,U,I, Hz, Cosφ min/max de chaque valeurs en AC et DC
  - ▶ Sonde irradiation, température onduleur extérieur modules, vent...
  - ▶ Données instantanées et cumulées (jour mois an total)
- ▶ Portail personnalisé
- ▶ Irradiation satellite
- ▶ Com: GSM, internet, radio
- ▶ Rapport journalier, mensuel, annuel
- ▶ Alerte mails, sms



# Les outils de suivi *participatif* pour les nombreuses « petites installations »



- ▶ 15 000 installations en France
- ▶ 60 MWc (60 000kWc)
- ▶ Fiche personnalisée
- ▶ Estimation de la production (PVGis)
- ▶ Comparaison à l'estimation
- ▶ Comparaison au centrales voisines
- ▶ Statistiques régionale et nationale
- ▶ Gratuit



**INVITE**






[Localiser la fiche](#)

**DATE RACCORDEMENT :** 02/2013  
**RÉGION :** [Midi-Pyrénées](#)  
**DÉPARTEMENT :** (12) Aveyron  
**PUISSANCE CRÊTE :** 3740 Wc  
**PRODUCTION ATTENDUE :** 5500 kWh/an  
**ONDULEUR :** SMA - Sunny Boy 5000 TL  
**SURFACE :** 44 m2  
**PANNEAUX :** 22x BIOSOL - 180 P6+ Indach (170) Intégré  
**TYPE DE VENTE :** Vente totale.  
**TYPE D'INSTALLATION :** Toit d'une habitation.  
**PENTE :** 35° (optimum : 35) [source PVGIS](#)  
**ORIENTATION :** Sud°/Sud (optimum : 2) [source PVGIS](#)  
**PERTE ANNUELLE PAR RAPPORT À L'OPTIMUM :** 0% [source PVGIS](#)  
**SITE WEB :** <http://www.celier.b@free.fr>  
**INSTALLATEUR :** Finale 24

Année : 2014 ▼

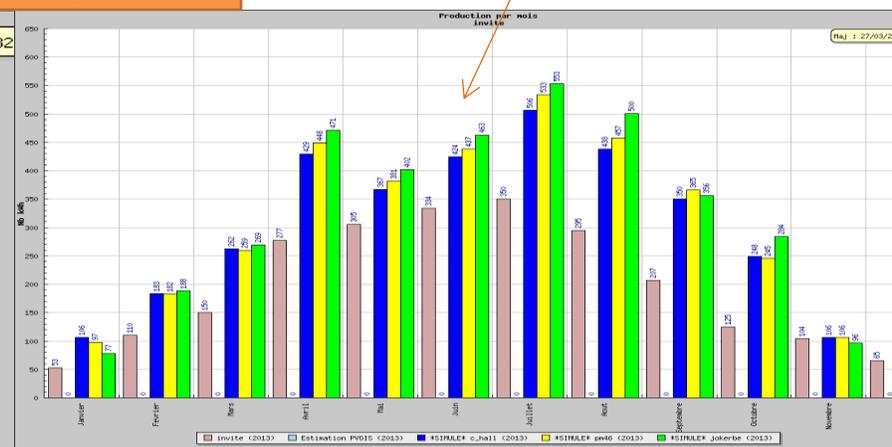
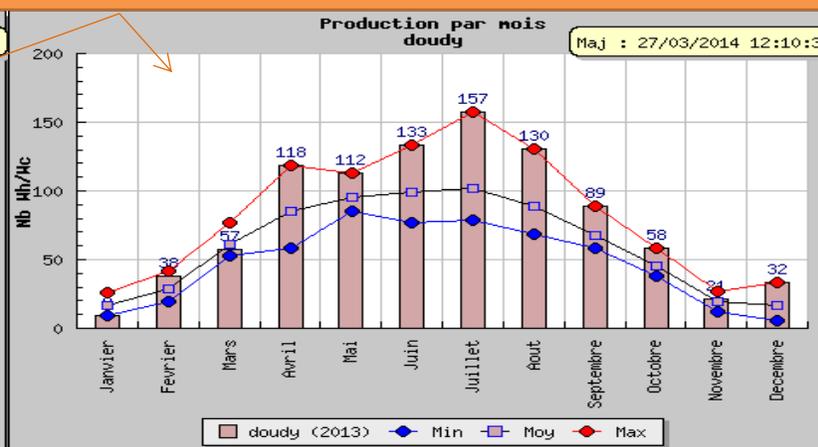
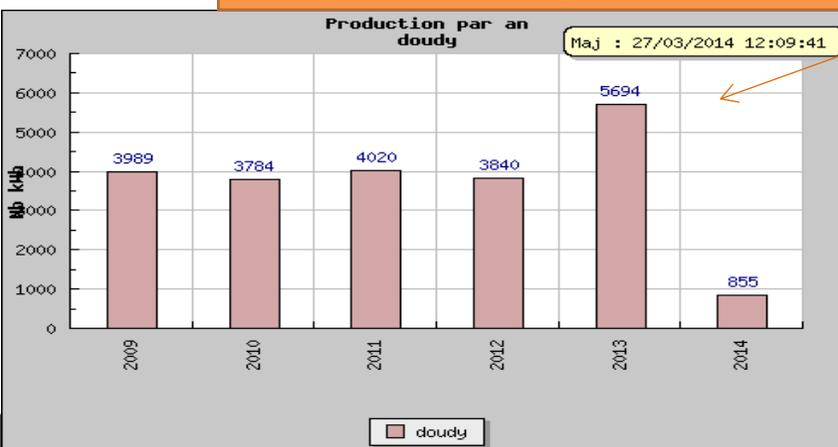
**Depuis Février 2013**

Production de invite  
2632 kWh d'électricité  
2,632 MégaWattH d'électricité

**Installations proches (30 maximum)**

-  [nonoww](#) - 4km
-  [luna45479](#) - 5km
-  [maes](#) - 5km
-  [mongant](#) - 5km

Comparaison de la performance au fil des années ou mensuellement avec les installations proches





**Merci de votre attention**