17/11/2026

PHOTOVOLTAÏQUE

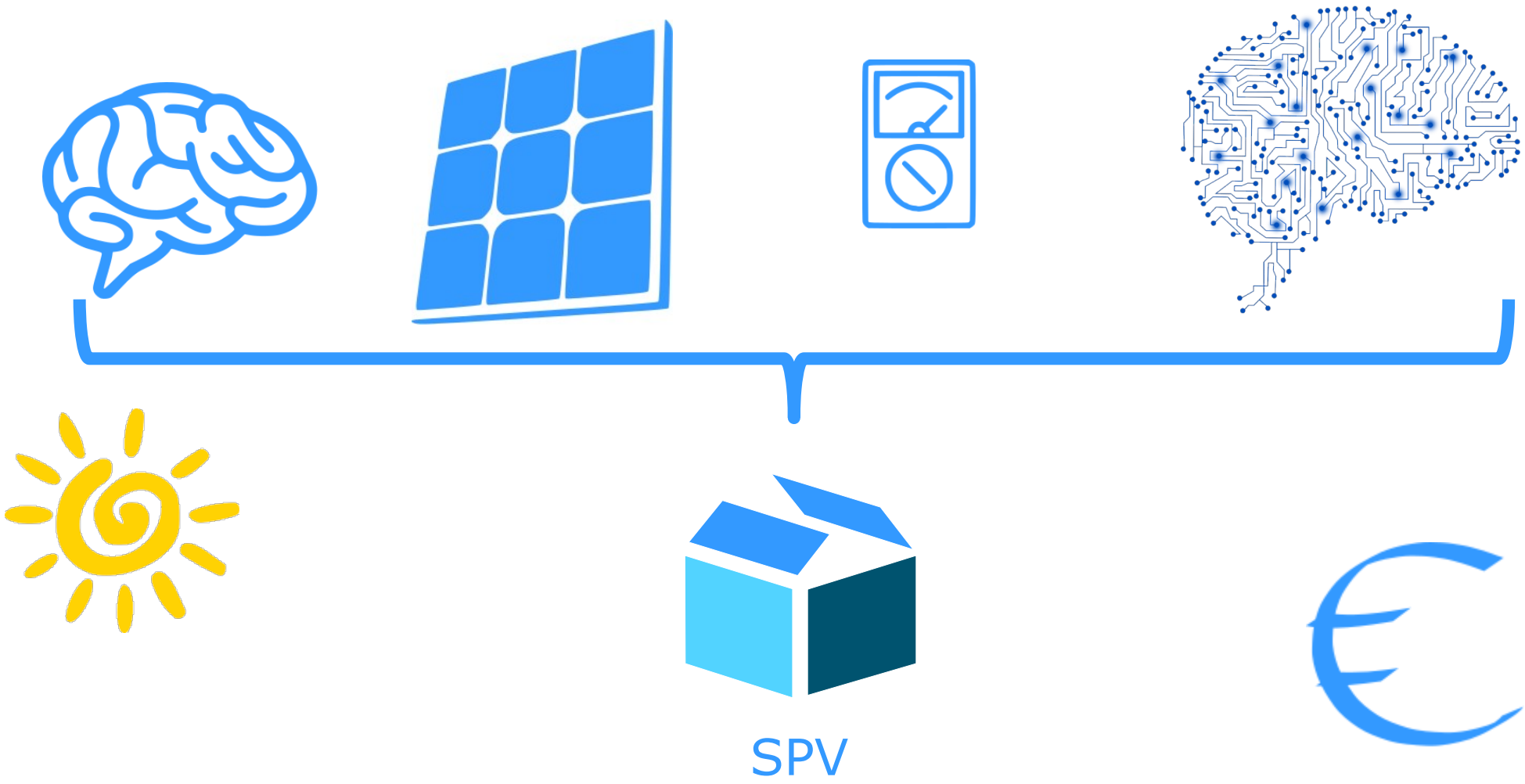
Numérisation du métier

ALBIOMA

NOTRE NATURE EST PLEINE D'ÉNERGIE

SUPERVISION DES CENTRALES PV

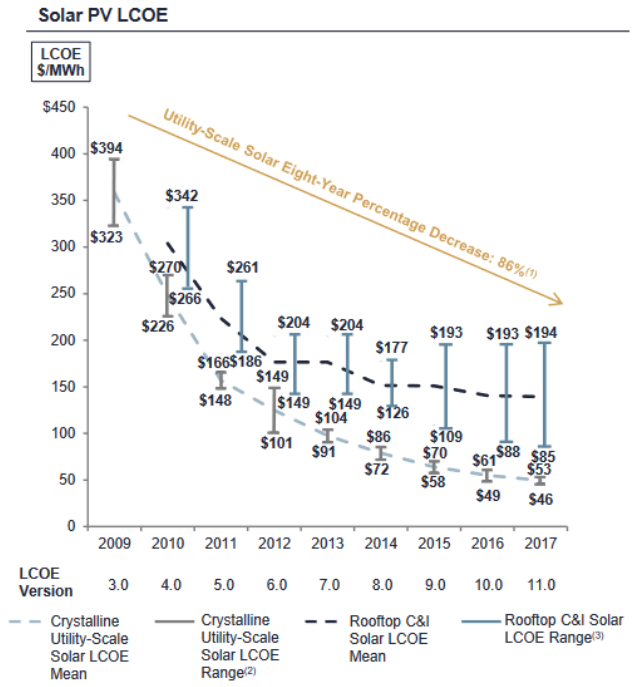
C’est quoi le métier du photovoltaïque ?



SUPERVISION DES CENTRALES PV

C’est quoi le métier du photovoltaïque ?

	Units	Utility Scale—Thin Film [3]
Net Facility Output	MW	30
EPC Cost	$/kW	$1,375 – $1,100
Capital Cost During Construction	$/kW	—
Other Owner's Costs	$/kW	included
Total Capital Cost [1]	$/kW	$1,375 – $1,100
Fixed O&M	$/kW-yr	$12.00 – $9.00
Variable O&M	$/MWh	—
Heat Rate	Btu/kWh	—
Capacity Factor	%	32% – 23%
Fuel Price	$/MMBtu	0
Construction Time	Months	9
Facility Life	Years	30
CO_2 Emissions	lb/MMBtu	—
Levelized Cost of Energy [2]	$/MWh	$43 – $48



LAZARD’S LEVELIZED COST OF ENERGY ANALYSIS — V E R S I O N 1 1 . 0

ALBIOMA

SUPERVISION DES CENTRALES PV

Comment pilotons nous l'activité actuellement ?

Fichier quotidien (5 grosses centrales)

Compteur EDF		Performances																		
Production (kWh)	Soutiré (kWh)	Ensoleillement global (Wh/m²)	PR WINCC (%)	PR recalculé sur HTA	Prod Totale	Prod PT1	Prod PT2	Prod PT3	Prod PT4	Prod PT5	Prod PT6	Prod PT7	PR PT1	PR PT2	PR PT3	PR PT4	PR PT5	PR PT6	PR PT7	PR KWS
31 704	293	3 341	80,72%	79,2%	32 297	3 655	4 785	5 033	4 969	4 733	4 541	4 582	82,2%	80,7%	84,5%	83,8%	80,2%	76,6%	77,3%	
39 232	315	4 133	80,64%	79,3%	39 918	4 457	5 989	5 959	5 910	5 798	5 944	5 861	81,0%	81,7%	80,9%	80,6%	79,4%	81,1%	79,9%	
42 336	307	4 518	79,46%	78,2%	43 014	4 866	6 498	6 474	6 441	6 226	6 251	6 258	80,9%	81,1%	80,4%	80,4%	78,0%	78,0%	78,1%	
42 500	297	4 515	80,00%	78,7%	43 266	4 847	6 506	6 556	6 476	6 270	6 339	6 272	80,7%	81,2%	81,4%	80,8%	78,6%	79,1%	78,3%	
49 184	294	5 339	78,81%	77,5%	50 402	5 057	7 653	7 511	7 462	7 372	7 401	7 346	79,6%	80,8%	78,9%	78,8%	78,1%	78,1%	77,5%	
41 592	302	4 340	81,37%	80,0%	42 300	4 766	6 418	6 375	6 328	6 160	6 135	6 118	82,5%	83,3%	82,4%	82,2%	80,3%	79,7%	79,4%	
31 832	298	3 321	81,51%	80,0%	32 422	3 628	4 883	4 839	4 830	4 759	4 766	4 717	82,1%	82,9%	81,7%	82,0%	81,1%	80,9%	80,0%	
21 224	277	2 249	80,58%	78,8%	21 706	2 479	3 323	3 260	3 240	3 135	3 135	3 135	82,8%	83,3%	81,3%	81,2%	78,9%	78,5%	78,6%	
36 176	276	3 737	82,27%	80,8%	36 827	4 064	5 532	5 495	5 530	5 419	5 434	5 353	81,7%	83,4%	82,4%	83,4%	82,1%	81,9%	80,7%	
45 856	283	4 949	78,71%	77,4%	46 658	5 290	7 016	6 772	6 701	6 768	7 106	7 005	80,3%	79,9%	76,7%	76,3%	77,4%	80,9%	#REF!	
36 776	286	3 927	79,77%	78,2%	37 524	4 248	5 720	5 666	5 614	5 507	5 365	5 404	81,3%	82,1%	80,9%	80,6%	79,4%	77,0%	77,6%	
45 408	308	4 861	79,38%	78,0%	46 221	5 192	6 943	6 838	6 828	6 797	6 844	6 779	80,3%	80,5%	78,9%	79,2%	79,1%	79,3%	78,6%	
31 104	301	3 195	82,92%	81,3%	31 754	3 561	4 782	4 694	4 683	4 682	4 684	4 648	83,7%	84,3%	82,4%	82,6%	82,9%	82,6%	82,0%	
22 656	296	2 345	82,41%	80,7%	23 149	2 624	3 517	3 430	3 419	3 361	3 400	3 398	84,1%	84,5%	82,0%	82,2%	81,1%	81,7%	81,7%	
38 264	313	4 016	81,01%	79,5%	38 970	4 395	5 860	5 851	5 825	5 714	5 676	5 649	82,2%	82,2%	81,7%	81,8%	80,5%	79,7%	79,3%	
29 624	316	3 078	82,02%	80,4%	30 238	3 409	4 578	4 520	4 505	4 445	4 392	4 389	83,2%	83,8%	82,3%	82,5%	81,7%	80,4%	80,4%	
35 448	322	3 750	80,42%	78,9%	36 124	4 007	5 406	5 348	5 478	5 344	5 270	5 271	80,3%	81,2%	80,0%	82,3%	80,6%	79,2%	79,2%	
39 160	305	4 158	80,03%	78,6%	39 859	4 450	6 006	5 982	5 972	5 826	5 825	5 798	80,4%	81,4%	80,7%	81,0%	79,3%	78,9%	78,6%	
36 184	278	4 393	70,05%	68,8%	36 861	4 184	5 568	5 570	5 472	5 343	5 362	5 362	71,6%	71,4%	71,1%	70,2%	68,8%	68,8%	68,8%	
51 456	296	5 430	80,44%	79,1%	52 319	5 882	7 814	7 636	7 749	7 734	7 809	7 695	81,4%	81,1%	78,8%	80,4%	80,6%	81,0%	79,9%	
			#N/A	#N/A	0								#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
			#N/A	#N/A	0								#N/A	0,0%	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
			#N/A	#N/A	0								#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
			#N/A	#N/A	0								#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
			#N/A	#N/A	0								#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
			#N/A	#N/A	0								#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
			#N/A	#N/A	0								#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
			#N/A	#N/A	0								#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
			#N/A	#N/A	0								#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
748 176	5 966	79 595	79,91%	78,5%	761 809	85 661	114 796	113 809	113 432	111 393	111 680	111 040	80,9%	81,3%	80,2%	80,3%	79,2%	79,1%	78,6%	85,1%

Fichier Mensuel

Identification	
Zone	Caraïbes
Localisation	Guadeloupe
Société	ASA
Nom du site	SRA CALLARD
Programme	QEA 2007
Date MES	30/07/2008
MOIS ANNIVERSAIRE	7
Puissance installée (KWc) REEL	127,4

Contrat d'achat 90551		BUDGET 2017	Loyer
PRIX AU 01/01/	443,31	445,24	loyer de base
% AUGMENTATION	1,5%	1,5%	années 1-15 (1 431
ICHTTS1o	100,000	100,000	années 16-20 (€)
ICHTTS11	101,500	101,500	Tx d'actualisat.
PPEto	100,000	100,000	Loyer complémentaire
PPE11	100,000	100,000	% CA
% AUGMENTATION	0,0%	0,0%	montant
Tx d'actualisat.	1,002	1,002	

Technique			
Modules		SCHUCO	
type		S 175-SP-3	
nombre		728	
Onduleurs		SCHUCO 7000 HV	
nombre		18	
Puissance installée (KW	**127,4**		
HEPP annuelles prévues	**#REF!**		
Surface panneaux (m²)	1006,7		

Mois en cours
oct.-17

Facteur d'usure
0,70%

		janv.-17	févr.-17	mars-17	avr.-17	mai-17	juin-17	juil.-17	août-17	sept.-17	oct.-17	nov.-17	déc.-17	cumul	Année
Ensoleillement															
Nb de jours du mois	jours	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	304	
Nb de jours de prod. Budget	jours	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	304	
Nb de jours de prod. Réel	jours	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	0	0	304	365
COEFFICIENT ENSOLEILLEMENT MENSUEL		0,88	0,89	1,08	1,12	1,17	1,10	1,08	1,13	1,01	0,94	0,80	0,80	12	
% PRODUCTIVITE DES PANNEAUX		94,0%	93,9%	93,9%	93,8%	93,8%	93,7%	93,6%	93,6%	93,5%	93,5%	93,4%	93,4%		
PERTE DE PRODUCTION BUDGET															
% PERTE														0	
KWH MENSUEL EN PERTE														0	
Production															
Prod. Brute	kWh	14 957	14 233	16 709	15 502	17 918	15 733	17 461	16 285	14 428	14 435	0	0	157 661	
Autoconsommation	kWh	34	27	32	29	19	22	22	20	29	36	0	0	270	
Prod. Brute N-1	kWh													0	
Prod. vendue **budget**	kWh	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!
Prod. Vendue **réelle 2017**	kWh	14 923	14 206	16 677	15 473	17 899	15 711	17 439	16 265	14 399	14 399	0	0	157 391	#REF!
Prod. Vendue **réelle n-1**	kWh	13 408	14 787	16 435	17 344	16 711	16 897	17 300	16 703	15 115	15 612	11 855	13 462	160 312	185629
Ratios															
HEPP **budget**	h	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	
HEPP budget cumul	h	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	
HEPP **réel**	h	117	112	131	121	140	123	137	128	113	113	0	0	1 235	#REF!
HEPP atter cumul	h	117	229	360	481	621	745	882	1 009	1 122	1 235	1 235	1 235	1 235	
HEPP **réel calculé n-1**	h	105	116	129	136	131	133	136	131	119	123	93	106	1 258	1457
HEPP réel calculé n-1 cumul	h	105	221	350	486	618	750	886	1 017	1 136	1 258	1 351	1 457	1 457	
Chiffre d'affaires															
Prix de vente budget	€ / MWh HT	445,24	445,24	445,24	445,24	445,24	445,24	445,24	445,90	445,90	445,90	445,90	445,90		
Prix de vente réel 2016	€ / MWh HT	443,31	443,31	443,31	443,31	443,31	443,31	443,31	443,97	443,97	443,97	443,97	443,97	443,50	
Prix de vente réel n-1	€ / MWh HT	444,57	444,57	444,57	444,57	444,57	444,57	444,49	443,31	443,31	443,31	443,31	443,31	444,07	
CA **budget**	k€	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!
CA **réel 2017**	k€	6 616	6 298	7 393	6 859	7 935	6 965	7 731	7 221	6 393	6 393	0	0	69 803	#REF!
CA **réel n-1**	k€	5 961	6 574	7 307	7 711	7 429	7 512	7 690	7 405	6 701	6 921	5 255	5 968	71 209	82432
Dépenses															
Loyer														0	
Maintenance														0	
Reprévision															
HEPP Budget 2017	kWh	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!		#REF!
Prod Budget 2017	kWh	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!		#REF!
Prix de vente Budget 2017	€ / MWh HT	445,24	445,24	445,24	445,24	445,24	445,24	445,24	445,90	445,90	445,90	445,90	445,90		#REF!
CA Budget 2017	k€	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!		#REF!
HEPP Révision Budget Juin 2017	kWh	117	112	131	121	140	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!		#REF!
Prod Révision Budget Juin 2017	kWh	14 923	14 206	16 677	15 473	17 899	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!		#REF!
Prix de vente Révision Juin 2017	€ / MWh HT	443,31	443,31	443,31	443,31	443,31	443,31	443,31	443,97	443,97	443,97	443,97	443,97		
CA Révision Budget Juin 2017	k€	6 616	6 298	7 393	6 859	7 935	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!	#REF!		#REF!
HEPP Atterrissage 2017	kWh	117	112	131	121	140	123	137	128	113	113	#REF!	#REF!		#REF!
Prod Atterrissage 2017	kWh	14 923	14 206	16 677	15 473	17 899	15 711	17 439	16 265	14 399	14 399	#REF!	#REF!		#REF!
Prix de vente Atterrissage 2017	€ / MWh HT	443,31	443,31	443,31	443,31	443,31	443,31	443,31	443,97	443,97	443,97	445,90	445,90		
CA Révision Atterrissage 2017	k€	6 616	6 298	7 393	6 859	7 935	6 965	7 731	7 221	6 393	6 393	#REF!	#REF!		#REF!

- Les données relevées les plus courantes:
  - Relevés des compteurs EDF **1 fois par jour,**
  - Relevé de sonde d'irradiation **1 fois par jour**
    - seules 50% de nos installations sont équipées,
- Les données calculées les plus courantes:
  - Un « performance ratio » quotidien (on peut se poser la question de l'irradiation retenue).

SUPERVISION DES CENTRALES PV

Ce pilotage répond-il aux attentes légitimes ?

A quelles questions légitimes pouvons-nous répondre ?

✔

Quelle est la ressource solaire ?
Quelle est l'énergie délivrée à EDF ce jour ?
La ressource mesurées est-elle logique ?
Sommes nous dans les limites des performances garanties ?
Quel est le vieillissement mesuré (module ou batterie par exemple)?
Sommes nous dans les limites de fonctionnement garanties (nombre de cycle batterie par exemple)?
Quel est le mode de dégradation à surveiller (augmentation de résistance, diminution de tension à vide…) ?

C'est un peu conduire un voiture…
En regardant uniquement la jauge d'essence, en clignant des yeux, sans savoir où est la route

Les Données sont pourtant là (zone Caraïbes): chaque feuille A4 mensuelle « condense » 2500 feuilles de données.



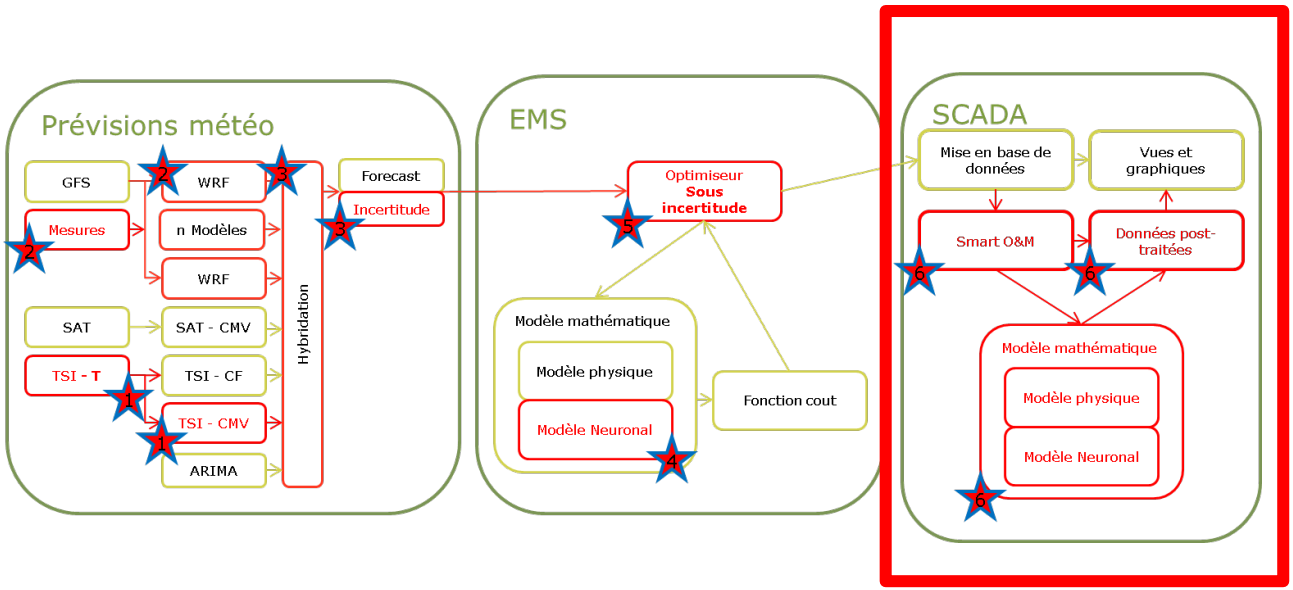
ALBIOMA

SUPERVISION DES CENTRALES PV

Quelles est ma vision ? Hyperviseur et numérisation



- C'est un serveur collectant les données… comme le SCADA… mais on le déploie partout.
- Ce sont des logiques codées vérifiant la cohérence des données.
- Ce sont des **algorithmes expert - Business Intelligence** pour contrôler le process
  - nous avons des modèles qui peuvent vérifier le fonctionnement.
- Ce sont des algorithmes de **Data-Analytics** « BIG DATA » pour faire remonter les tendances cachées.
  - Les données sont elles même porteuses de sens: évolution de corrélations…



SUPERVISION DES CENTRALES PV

Ma preuve de concept, une chaine fonctionnelle mais non industrialisée







- Va chercher les données de production
- Les met en base de données

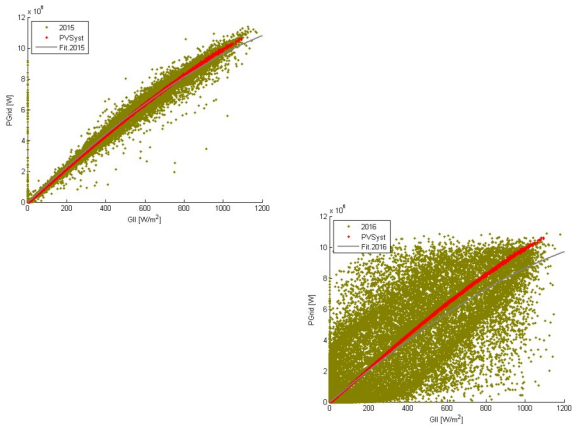
- Enregistre les données, les organise.
- Exécute les requêtes de MATLAB (Relationnelles et théorie des ensembles),

- Algorithmes expert
- Algorithmes BIG DATA
- Affichage pour l'instant

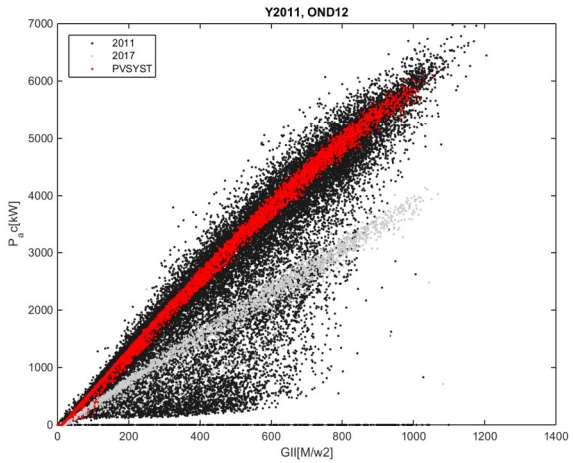
- Il faudrait rajouter au minmum un quality check des données

SUPERVISION DES CENTRALES PV

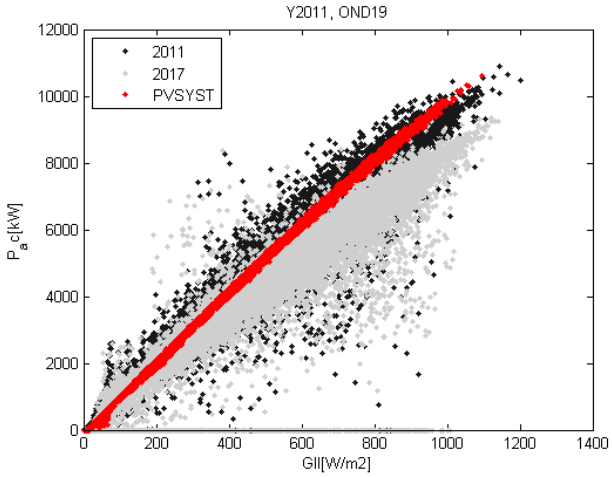
Ma preuve de concept…



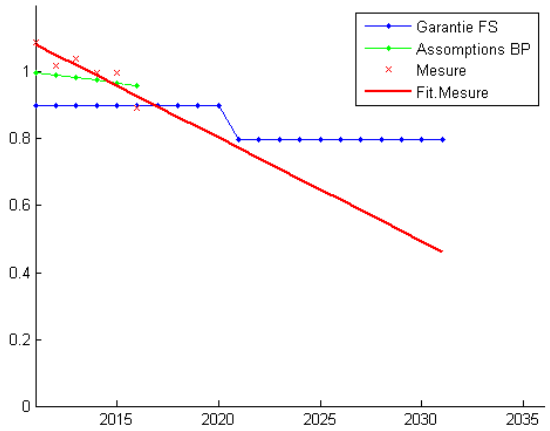
ASG

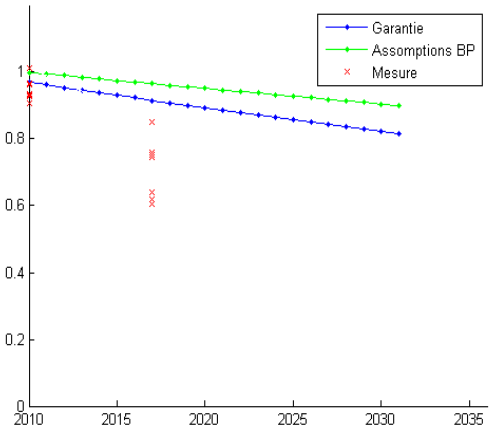


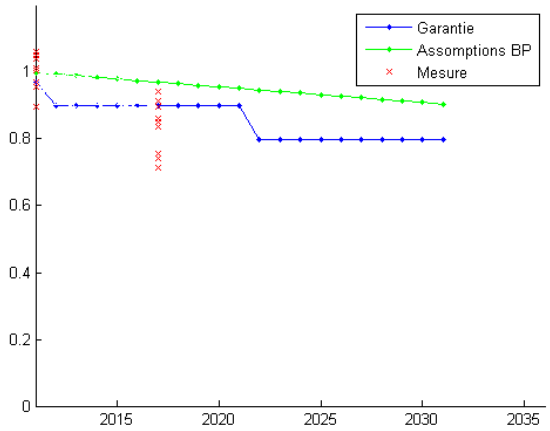
ASH - Bwa Santal



ASA - SAEM







ALBIOMA

SUPERVISION DES CENTRALES PV

Hyperviseur, compliqué, gadget cher, aucune plus value…

- Compliqué:
  - Cela tourne déjà
- Cher:
  - A mon avis entre 200 et 300 k€ pour mettre en place l'outil
  - A mon avis 2 ETP sur paris, « soulageant largement » les techniciens d'exploitation en local.
  - Ouvre droit à du CIR (cela est de moins en moins vrai, plus on attendra plus cela sera à l'état de l'art)
- Le chiffre d'affaire des filiales PV ?
  - 74 [MW] * 1300[h] * 430 [€/MWh] ~ 42 M€
- Le nombre d'ETP du solaire?
  - 33 (1 ETP pour 2.25 MWc)
- Le manque à gagner ?
  - Au bas mot 4% de ce montant ~1.6 M€ par an.

SUPERVISION DES CENTRALES PV

Hyperviseur, compliqué, gadget cher, aucune plus value…

- Exemple de thèse faite sur le LECLERC (Eiko KRUGER CEA) sur la caractérisation en ligne des batteries.

COMPARAISON DES MÉTHODES D'OBSERVATEUR

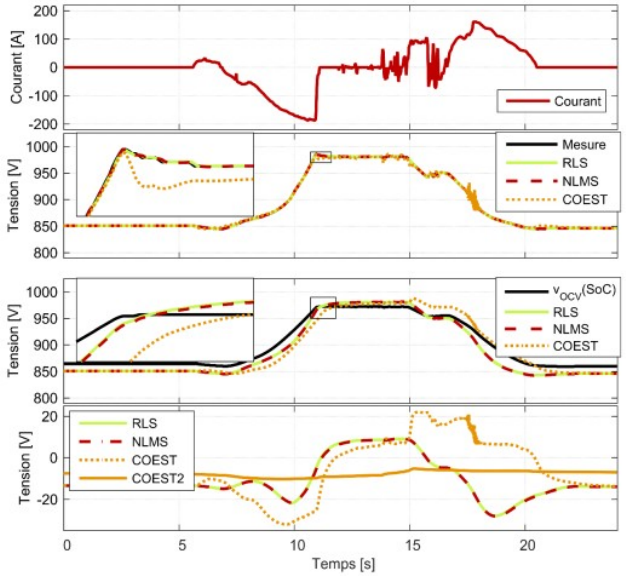
RLS/NLMS + Kalman

- Estimation de tension précise
- Transformation FNJ – FNC peut être singulière

Coestimation

- Estimation directe du circuit
- Vitesse d'ajustement contrôlable
- Stabilité non garantie

	RLS	NLMS	COEST	COEST 2
Erreur absolue moyenne	0,16 V	0,17 V	1,42 V	7,53 V
Erreur absolue médiane	0,03 V	0,07 V	0,51 V	6,85 V
Racine de l'erreur quadratique moyenne	0,31 V	0,39 V	2,91 V	9,29 V
Erreur absolue moyenne relative	0,018 %	0,019 %	0,157 %	0,843 %
Erreur absolue médiane relative	0,003 %	0,007 %	0,058 %	0,799 %



SUPERVISION DES CENTRALES PV

Quelle est ma vision ?

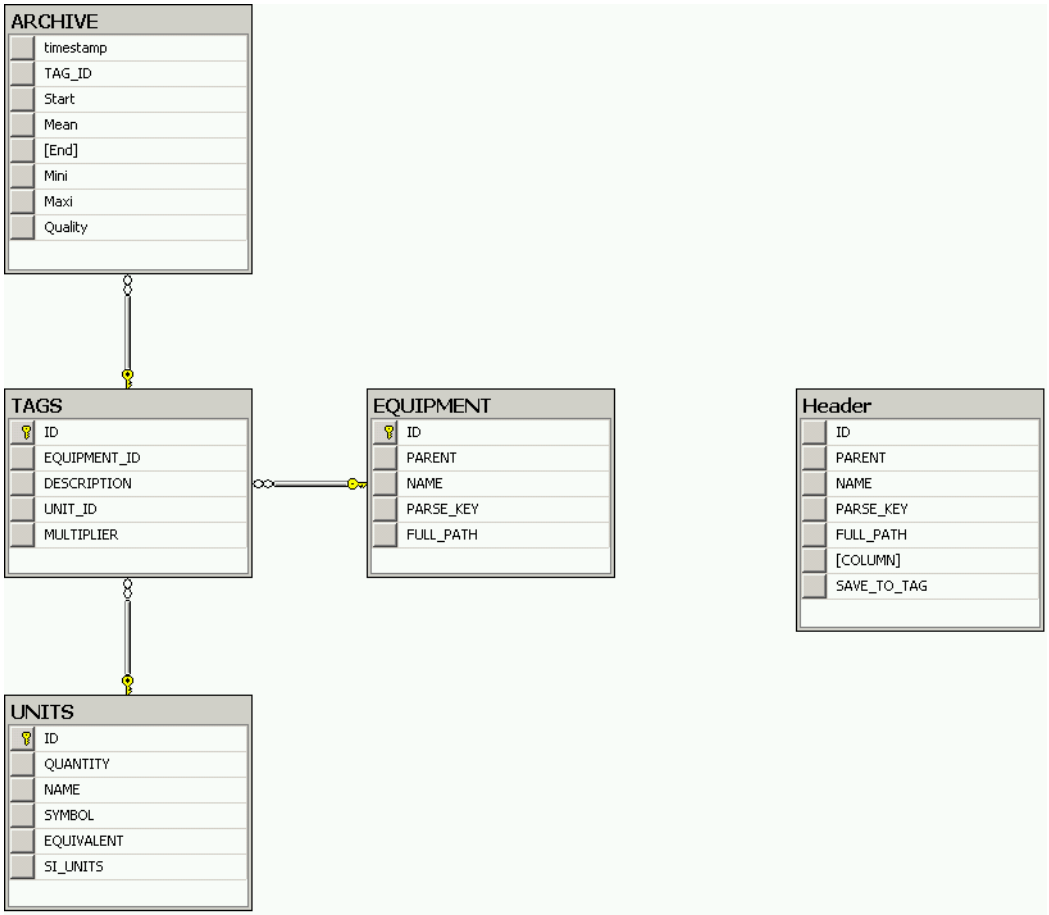
- Numériser le métier PV:
  - Se doter de moyens et de compétence en SI / Communication
  - Se doter de moyens en supervision / hypervision

- Instrumenter finement les centrales,
- Numériser les architectures électriques,
- Sécuriser le flux des données,
- Centraliser les données sur un/des serveurs HYPERVISEUR, mettre à disposition des équipes de vrais indicateurs,
- Réorganiser une **exploitation lean**, **autour de cet outil**,

Se doter d'un hyperviseur c'est :
Etablir des process unifiés et tracés,
Se concentrer sur une valeur ajoutée majeure et scalable,
Vérifier les garanties, réduire les OPEX, gagner en efficacité,
Construire un Track–record pour (re)financer plus efficacement.

SUPERVISION DES CENTRALES PV

Quelle est ma vision ?



Un hyperviseur est un concentré de savoir.

Le Proof of concept est fait et déjà modestement et partiellement mis en service,

Ma vision à fait l'objet d'un axe R&D de l'AOCRE 2015.

La note R&D était excellente.
L'axe R&D fait référence.

On constate que nos OPEX sont « trop hauts » (pas assez automatisés)

On constate une convergence de tous les acteurs vers ce concept.

SUPERVISION DES CENTRALES PV

Ressources :

- Données des cartes SD WEBBOXES (non remis à jour):
  - A:\Projets Solaires\P335 - AOCRE 2015\E-Engineering\e- SIC\h-donnees\WEBBOXES_Direct
- WEBBOXES temps réel (un script rafraîchit les données en temps réel):
  - A:\Projets Solaires\P335 - AOCRE 2015\E-Engineering\e- SIC\h-donnees\WEBBOXES_Direct
- Le proof of concept détaillé:
  - A:\Projets Solaires\P335 - AOCRE 2015\E-Engineering\e- SIC\Proof of concept
- Le parser et metteur en base de données:
  - A:\Projets Solaires\P335 - AOCRE 2015\E-Engineering\B-Plateforme de simulation [NDA]\h-donnees\WpfApplication1
- La base de données Microsoft SQL:
  - \\SRVDEVPV:1443 User: query Mdp: query