



Autoconsommation photovoltaïque bovins lait robots et caprins fromagers

Thomas GONTIER

IDELE



Photovoltaïque en autoconsommation

Quel potentiel de puissance et quel potentiel d'autoproduction ?

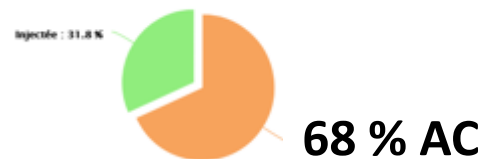
- Quelle puissance peut-on installer ?
- Pour quels taux d'autoconsommation et d'autoproduction ?
- Peut-on prévoir ces résultats à partir d'indicateurs simples et facilement disponibles : la puissance des compteurs ou la consommation des fermes ?

Photovoltaïque en autoconsommation

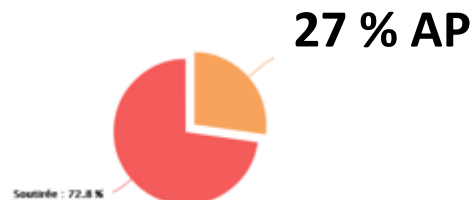
Quel potentiel de puissance et quel potentiel d'autoproduction ?

Autoconsommation → de quoi parle-t-on ?

% AC = % AutoConsommation = part de l'énergie produite qui sera consommée directement par la ferme,



% AP = % AutoProduction = part de l'énergie totale consommée qui sera produite par le photovoltaïque



Photovoltaïque en autoconsommation

Quel potentiel de puissance et quel potentiel d'autoproduction ?

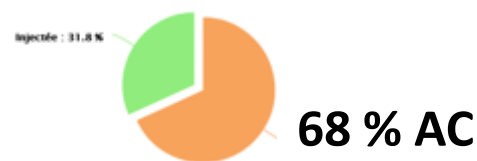
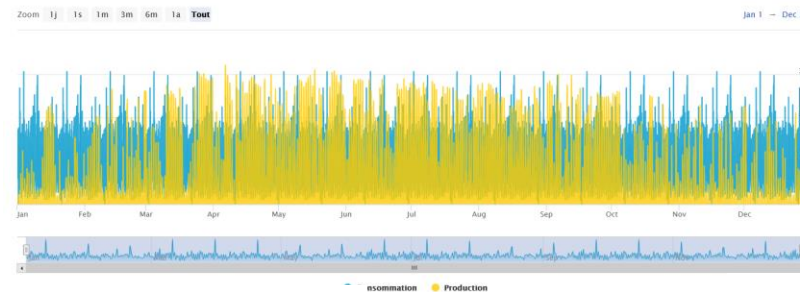
1. Autoconsommation

Réalisation d'une étude sur la base de données de consommation des fermes récupérées auprès d'Enedis (dataconso) et traitement AutocalSol.

ENEDIS
L'ELECTRICITE EN RESEAU

AutoCalSol par **ines**
INSTITUT NATIONAL DE L'ENERGIE SOLAIRE

Différentes fermes mais une localisation commune retenue pour l'étude avec une seule orientation de toiture et un même productible - Plein sud et 1 100 kWh/kWc
 → Pas d'effet localisation dans les écarts entre les fermes



Résultat du potentiel sur une année pour la puissance testée

Photovoltaïque en autoconsommation

Quel potentiel de puissance et quel potentiel d'autoproduction ?

1. Autoconsommation – les hypothèses de travail

2 Hypothèses de puissance :

- puissance du compteur,
- 70 % de la puissance compteur,

l'installation PV à une puissance équivalente à 100 % ou 70 % de la puissance de l'abonnement de soutirage

4 Hypothèses de consommation:

- consommation /2
- consommation /3
- consommation /4
- consommation /5

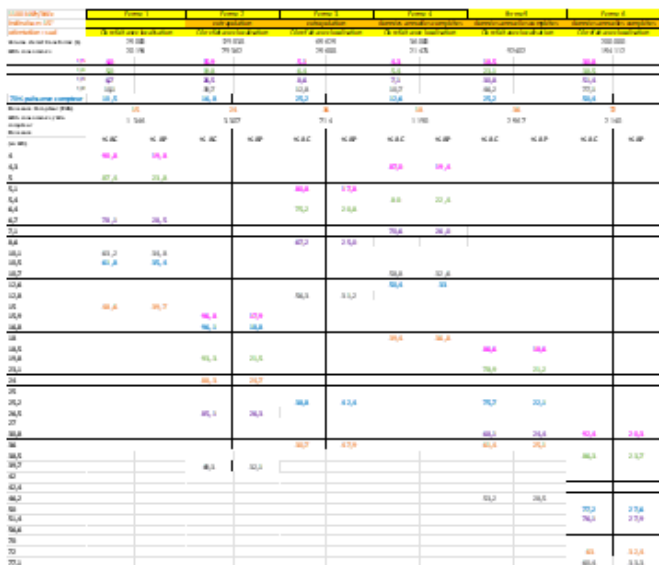
l'installation PV à une puissance équivalente à $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{5}$ de la consommation

Si 100 000 kWh de consommation sur la ferme, pour conso/2, la puissance de l'installation photovoltaïque serait de 50 kWc

Photovoltaïque en autoconsommation

Quel potentiel de puissance et quel potentiel d'autoproduction ?

1. Autoconsommation résultats pour les fermes caprines avec transformation




	potentiel photovoltaïque		écart-type	
	% AC	% AP	% AC	% AP
puissance du compteur	55	34	20	9
70% de la puissance du compteur	67	30	21	9
Consommation / 2	60	32	5,6	2,1
Consommation / 3	74	26	6,9	1,6
consommation / 4	84	22	6,7	1,3
consommation / 5	89	19	5,5	1,0

Ces estimations doivent être validées par des études individuelles

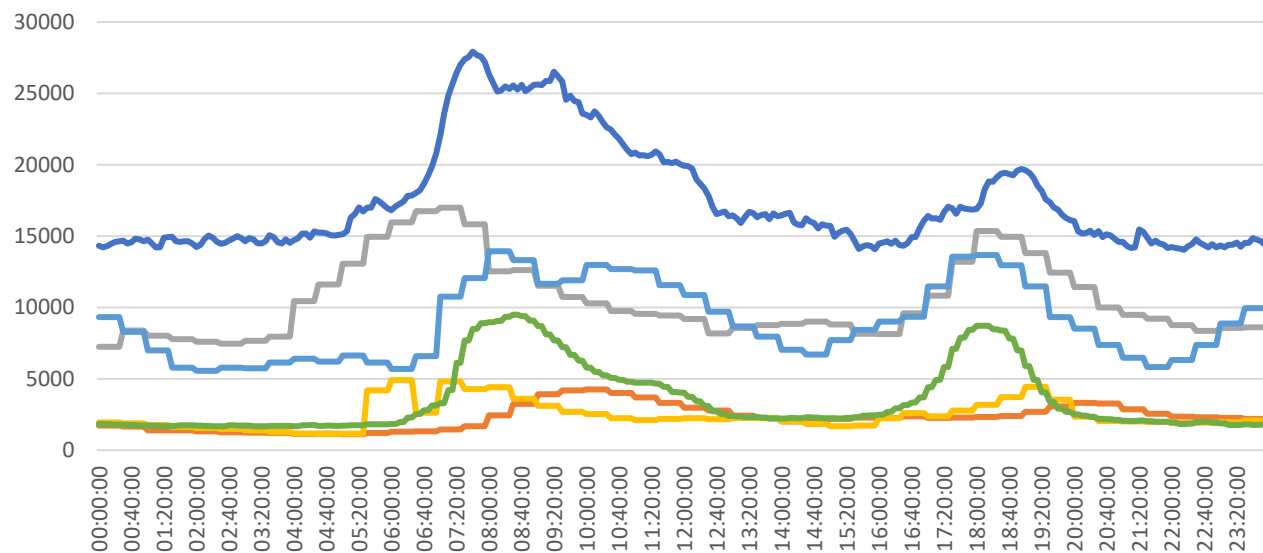
Photovoltaïque en autoconsommation

Quel potentiel de puissance et quel potentiel d'autoproduction ?

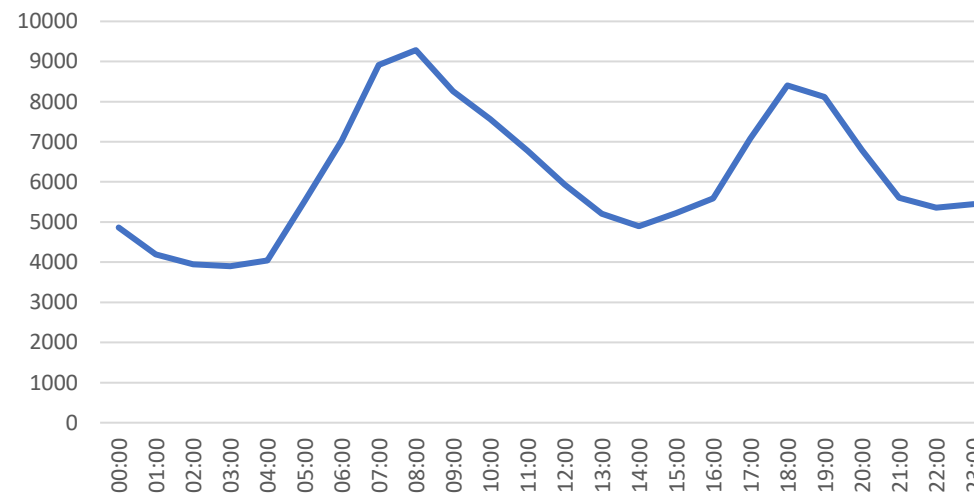
1. Autoconsommation

résultats pour les fermes caprines avec transformation

Courbes de puissances sur différentes fermes



Courbes de puissances moyenne

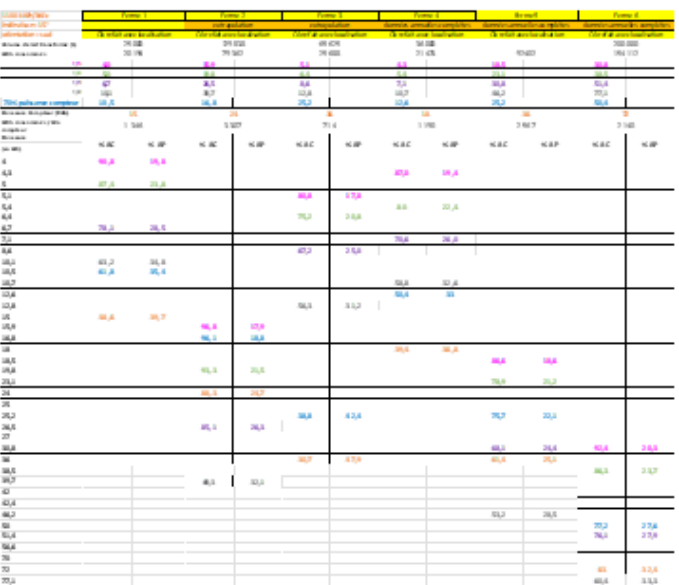


Photovoltaïque en autoconsommation

Quel potentiel de puissance et quel potentiel d'autoproduction ?

1. Autoconsommation

résultats pour les fermes bovins lait avec robots de traite




	potentiel photovoltaïque		écart-type	
	% AC	% AP	% AC	% AP
puissance du compteur	61	32	10	4
70% de la puissance du compteur	76	27	11	4
Consommation / 2	59	32	4,4	2,6
Consommation / 3	76	28	5,2	2,4
consommation / 4	86	24	5,5	2,1
consommation / 5	92	20	5,0	1,7

Ces estimations doivent être validées par des études individuelles

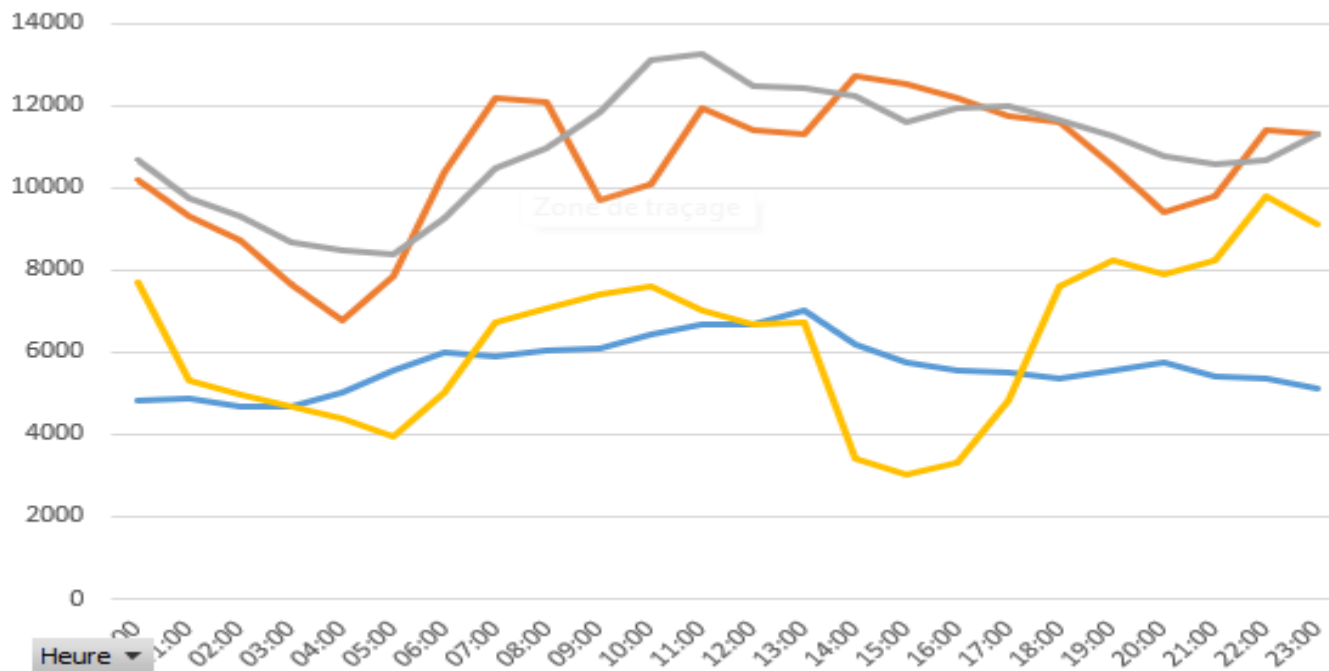
Photovoltaïque en autoconsommation

Quel potentiel de puissance et quel potentiel d'autoproduction ?

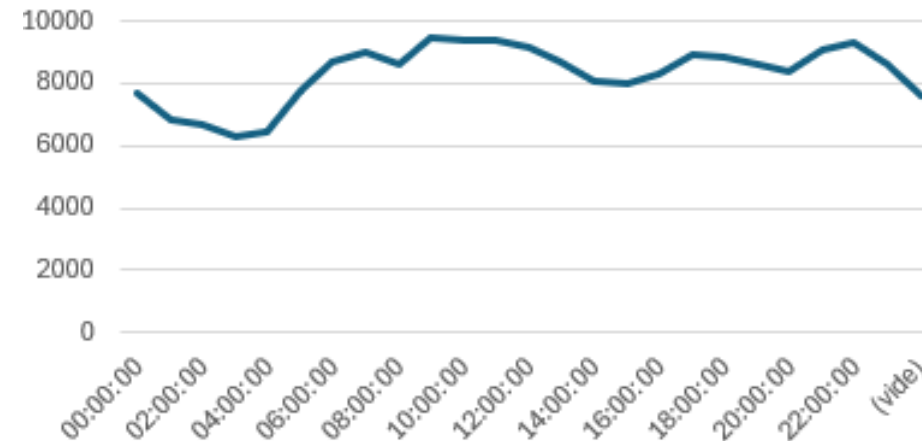
2. Autoconsommation

résultats pour les fermes laitières avec robot de traite

Courbes de puissances sur différentes fermes



Courbes de puissances moyenne



Plus de variabilité que les caprins sur les courbes de puissance

Photovoltaïque en autoconsommation

Quel potentiel de puissance et quel potentiel d'autoproduction ?

1. Autoconsommation et autoproduction

des résultats assez similaires entre

Vaches laitières – robot de traite

et

Caprins fromagers

	potentiel photovoltaïque	
	% AC	% AP
puissance du compteur	61	32
70% de la puissance du compteur	76	27
Consommation / 2	59	32
Consommation / 3	76	28
consommation / 4	86	24
consommation / 5	92	20

potentiel photovoltaïque	
% AC	% AP
55	34
67	30
60	32
74	26
84	22
89	19

Ces estimations doivent être validées par des études individuelles

Photovoltaïque en autoconsommation

Quel potentiel de puissance et quel potentiel d'autoproduction ?

1. Autoconsommation et autoproduction

des résultats assez similaires entre

Vaches laitières – robot de traite

et

Caprins fromagers

	écart-type % AP
puissance du compteur	4
70% de la puissance du compteur	4
Consommation / 2	2,6
Consommation / 3	2,4
consommation /4	2,1
consommation /5	1,7

Variabilité supérieure pour les caprins pour l'analyse sur les puissances

Variabilité inférieure pour les caprins pour l'analyse sur les consommations

écart-type % AP
9
9
2,1
1,6
1,3
1,0

Photovoltaïque en autoconsommation

Quel potentiel de puissance et quel potentiel d'autoproduction ?

2. Quel effet de l'orientation sur la rentabilité?

Ateliers Caprins avec transformation

Orientation	Productible (kWh/kWc)	% AP	% AC	Perte productible/SUD	TRI	Ecart TRI/Sud
E	979	29%	60%	11%	3,37%	12,76%
SE	1069	30%	57%	3%	3,72%	3,52%
S	1100	29%	55%		3,86%	
SO	1060	29%	56%	4%	3,59%	6,91%
O	970	28%	58%	12%	3,09%	19,87%

Ateliers VL avec robot de traite

Orientation	Productible (kWh/kWc)	% AP	% AC	Perte productible/SUD	TRI	Ecart TRI/Sud
E	979	31%	69%	11%	5,21%	9,14%
SE	1069	32%	66%	3%	5,65%	1,54%
S	1100	33%	65%		5,73%	
SO	1060	32%	67%	4%	5,60%	2,34%
O	970	31%	69%	12%	5,14%	10,33%

Les orientations doivent se justifier en fonction des toitures disponibles et de la facilité à équiper ces toitures.

Il n'y a pas d'intérêt économique à cibler des toitures autres que sud.

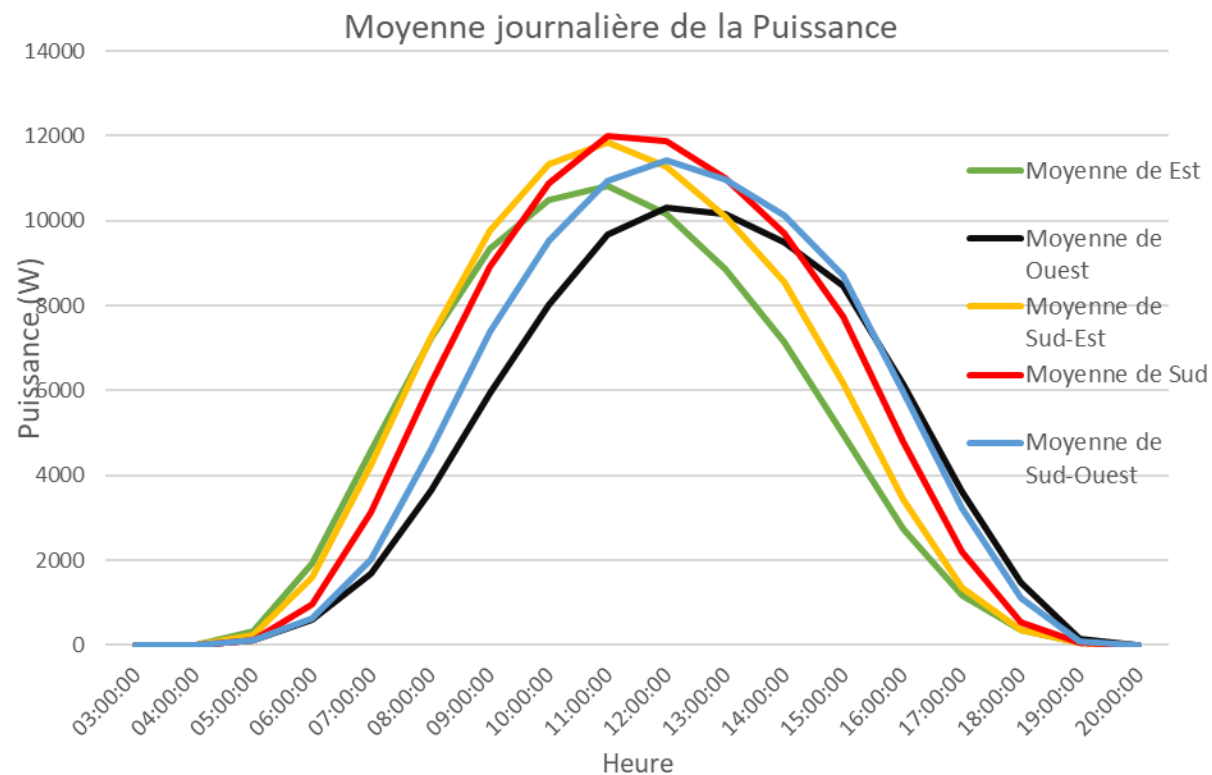
Toutes les toitures entre O, SO, S, SE et E peuvent être utilisées.

Photovoltaïque en autoconsommation

Quel potentiel de puissance et quel potentiel d'autoproduction ?

2. Quel effet de l'orientation sur la rentabilité?

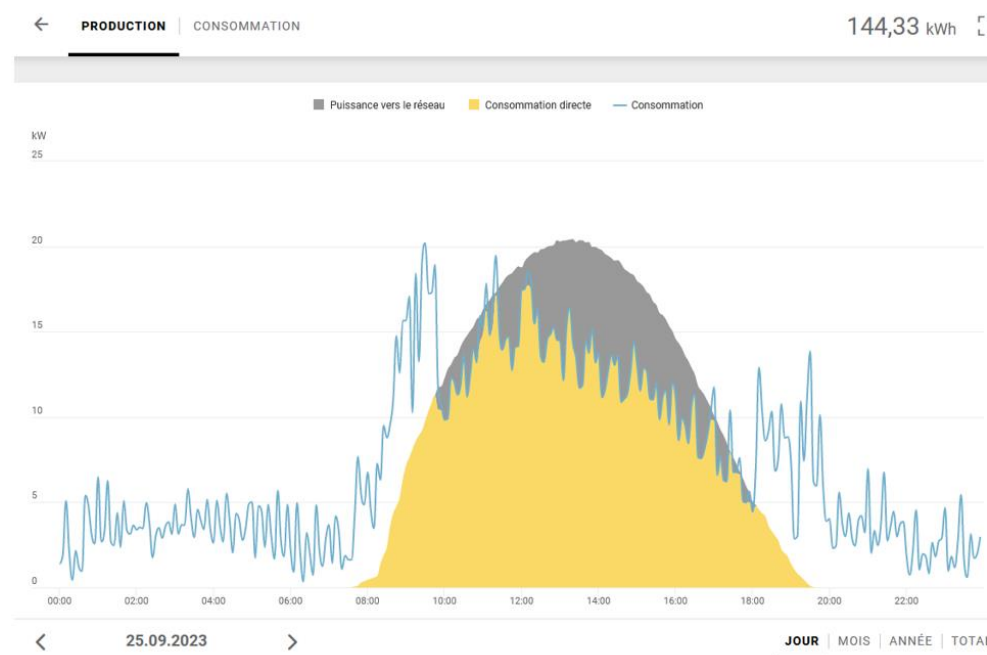
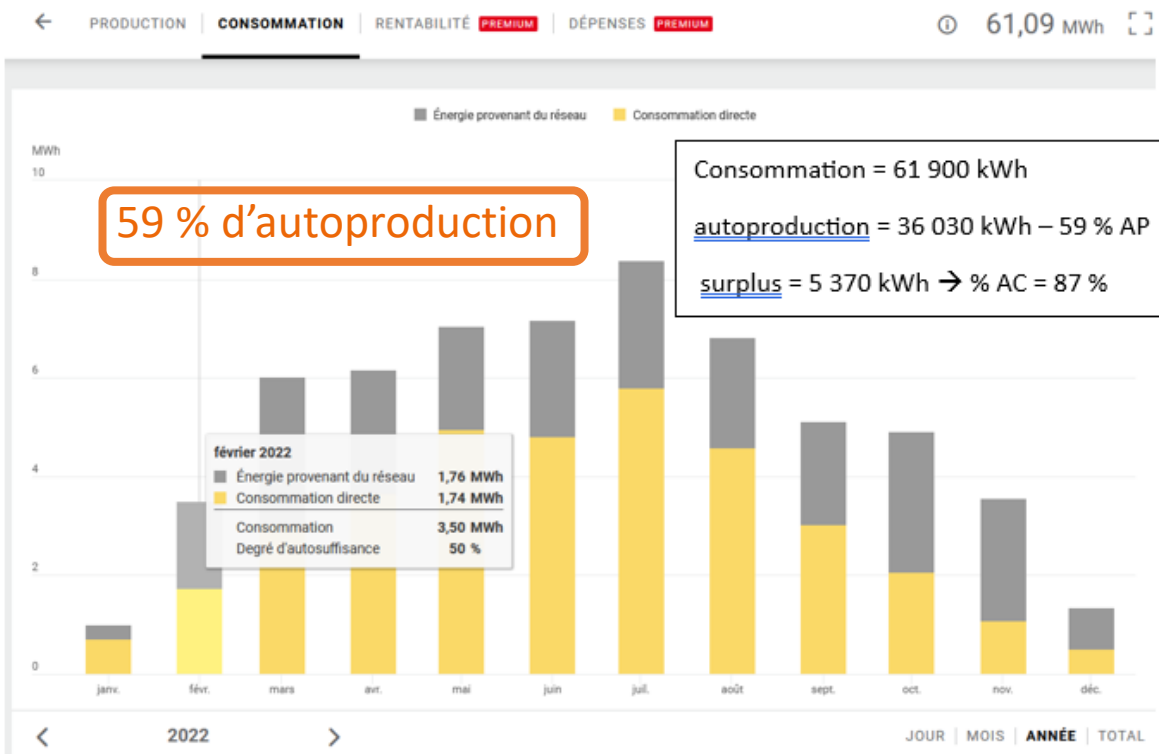
Les courbes de production pour les différentes orientations testées



Les orientations SE ou SO ne permettent pas de gagner beaucoup de puissance en début ou fin de journée Et elles sont pénalisées par une moindre production journalière

Photovoltaïque en autoconsommation

Quel maximum observé en autoconsommation directe sur un élevage ?



Photovoltaïque en autoconsommation

3. Optimisation des fonctionnements peut-on augmenter les taux d'autoconsommation et d'autoproduction ?

- ➔ Thermique : pilotage de l'adéquation besoin / production par les ballons de stockage et par l'appoint éventuel (+ possibilité décaler la production de froid)
- ➔ Electrique : - possibilité de décaler le fonctionnement de certains matériels pour favoriser l'utilisation de l'énergie Solaire et limiter l'injection de courant dans le réseau
 - possibilité de surdimensionner l'installation avec un bridage des onduleurs



FRONIUS OHMPILOT

OPTIMISATION DE L'AUTOCONSOMMATION PAR UN RÉGLAGE CONTINU ET INTELLIGENT DES SOURCES DE CHALEUR.

Le Fronius Ohmpilot est un régulateur de consommation qui ajuste l'énergie photovoltaïque consommée pour la production d'eau chaude, selon un réglage continu de 0 à 100%. L'énergie photovoltaïque excédentaire peut être utilisée en priorité pour alimenter les pompes à chaleur, les climatiseurs ou les chauffe-eau. Le Fronius Ohmpilot a été conçu pour optimiser le rendement des installations photovoltaïques en autoconsommation. Il permet de décaler la production d'énergie solaire pour l'utiliser au moment où elle est la plus utile. Ainsi, une installation photovoltaïque en autoconsommation peut fonctionner avec une puissance plus élevée que celle qui est produite par le réseau électrique. Cela permet de réduire les émissions de CO₂ et de favoriser la production d'énergie verte.



➔ **Optimisation supplémentaire :
une puissance importante
pour chauffer rapidement
quand l'énergie solaire est
disponible**



Rechargez votre véhicule électrique grâce à l'énergie solaire et maximisez vos économies



➔ **Centrale à glace
pour groupes froids**
➔ **Utilisation du
stockage de glace
comme batterie
thermique**

Photovoltaïque en autoconsommation

Éléments de rentabilité

Une augmentation des coûts de l'électricité sur les dernières années

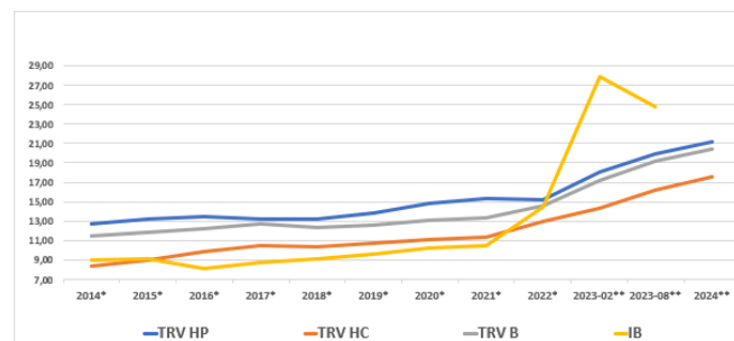
prix hors TVA mais intégrant la CSPE et les taxes départementales et communales

sur la base de 1c€/kWh pour taxe communale + départementale

		2014*	2015*	2016*	2017*	2018*	2019*	2020*	2021*	2022*	2023-02**	2023-08**	2024**
Tarif HP/HC	TRV HP	12,67	13,24	13,41	13,16	13,27	13,82	14,87	15,30	15,16	18,01	19,94	21,21
	TRV HC	8,43	9,00	9,81	10,52	10,32	10,68	11,17	11,29	12,91	14,33	16,17	17,58
Tarif base	TRV Base	11,52	11,80	12,20	12,67	12,31	12,57	13,13	13,32	14,64	17,16	19,17	20,47
	Tarif non réglementé IB	8,97	9,16	8,18	8,79	9,09	9,66	10,21	10,44	14,42	27,81	24,72	NC

HP/HC = Heures Pleines / Heures Creuses

Evolution des tarifs



		augmentation 2014-2024	augmentation 2021-2024
Tarif HP/HC	TRV HP	67%	39%
	TRV HC	109%	56%
Tarif base	TRV Base	78%	54%
	Tarif non réglementé IB	176%	137%

Photovoltaïque en autoconsommation

Éléments de rentabilité

CRE - Références indicatives de prix de l'électricité pour les PME

<u>Prix de référence HT</u>	Abonnement en €/kVA (ou €/kW)	Parts variables en €/MWh				
		Pointe	Heures Pleines	Heures Creuses	Heures Pleines	Heures Creuses
			Hiver	Hiver	Eté	Eté
Profil Jaune" Client base moyen	45		180	133	88	74

Les barèmes et prix présentés ci-après s'entendent hors taxes (HT) et intègrent la part approvisionnement en énergie y compris l'ARENH, les garanties de capacité, le tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité, les coûts commerciaux ainsi que la marge des fournisseurs. Ils prennent en compte le fait que la majorité des consommateurs ont une consommation plus forte en période hivernale et en heures pleines.

➔ **Des écarts de prix importants entre été / hiver et heures pleines / heures creuses**

<https://www.cre.fr/consommateurs/prix-reperes-et-references/references-de-prix-de-lelectricite-pour-les-pme-et-les-collectivites-territoriales.html>

Photovoltaïque en autoconsommation

Éléments de rentabilité

Une augmentation des coûts de l'électricité sur les dernières années

Mais des tarifs d'achat à terme qui refluent fortement

Des tarifs de contrats hors réglementés qui reviennent sur les niveaux 2021-2022 dans les nouvelles négociations

Et une fiscalité sur l'électricité qui devrait revenir à la normale début 2025

Photovoltaïque en autoconsommation

Éléments de rentabilité

Evolution de la structure des prix de l'électricité ?

Consultation de la CRE



CONSULTATION PUBLIQUE N° 2023-13 DU 14 DECEMBRE 2023 PORTANT SUR LA STRUCTURE TARIFAIRE DES PROCHAINS TARIFS D'UTILISATION DES RESEAUX PUBLICS D'ELECTRICITE « TURPE 7 »

- **l'optimisation du placement des heures pleines et heures creuses** constitue un pilier de la flexibilité des consommations résidentielles. Le placement des plages d'heures pleines (tarif plus élevé) et d'heures creuses (tarif moins élevé) est un moyen efficace d'inciter au déplacement des consommations aux meilleurs moments de la journée du point de vue du système électrique. Ainsi, certains usages, essentiellement les ballons d'eau chaude, sont pilotés automatiquement en fonction de ces heures.

Le développement continu du photovoltaïque générera de plus en plus largement des heures particulièrement favorables au système électrique en cours de journée d'été (avril à octobre inclus). A contrario, la récente crise énergétique a mis en exergue l'importance du bon placement des heures creuses l'hiver et les contraintes additionnelles qu'un placement inadapté peut créer pour le système.



Ce sujet fera l'objet également d'une prochaine consultation publique de la CRE



75% de la production annuelle sur cette période

Photovoltaïque en autoconsommation

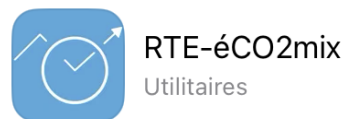
Éléments de rentabilité

Evolution de la structure des prix de l'électricité ?

Illustration du besoin de décaler les HP/HC

Données de marché RTE

→ Appli



→ Cocher expert

DONNÉES DE MARCHÉ

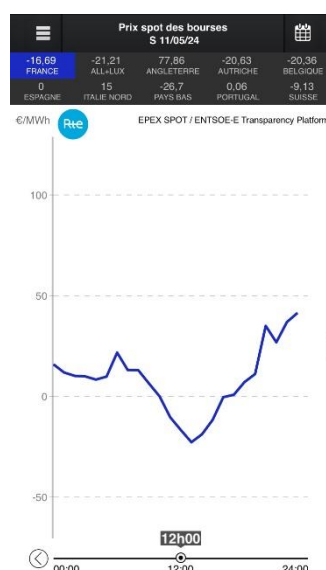
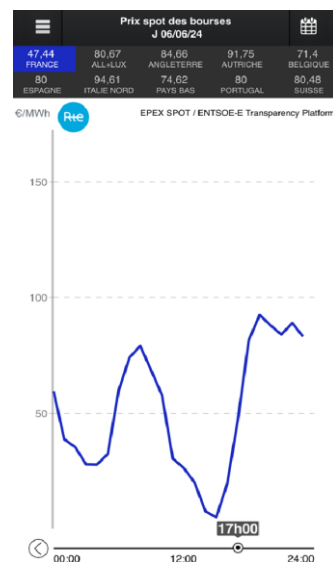
Courbe des prix spot



Carte des prix spot



→ Site RTE : <https://www.rte-france.com/eco2mix/les-donnees-de-marche>



Ex sur 2 jours de mai 2024
Des prix spots plus bas la journée que la nuit

Photovoltaïque en autoconsommation

Éléments de rentabilité

Quelle conséquence pour les élevages et les projets énergie ? 1/2

- la rentabilité des installations se fait principalement sur l'effacement d'une partie des kWh consommés pendant la journée,
 - ces kWh sont actuellement en heures pleines (HP), diminution de la rentabilité si les HC passent en journée sur une partie de l'année
 - certains contrats ont actuellement des tarifs très élevés (ex : 28 c€/kWh HT), ces tarifs devraient être revus fortement à la baisse au terme du contrat,
 - ne pas partir de ces tarifs avec une augmentation annuelle pour l'analyse de rentabilité
 - le pilotage du chauffe-eau qui lui consommait des HC était un bonus, son pilotage sera à l'inverse plus intéressant,
 - Amélioration de la rentabilité

Photovoltaïque en autoconsommation

Éléments de rentabilité

Quelle conséquence pour les élevages et les projets énergie ? 2/2

- les Tarifs HC restent élevés en réglementés et ils augmentent plus vite que les tarifs HP,
- avec un prix de 17c€ (HC) et 21 c€ (HP) cela ferait un prix de valorisation moyen de 20c€
- en comparaison, coût de revient d'un kWh photovoltaïque avec une installation de 9 à 36 kWc = de 15 à 9 c€/kWh

- l'autoconsommation peut rester très intéressante économiquement même en cas de bascule des HC en journée

- l'autoconsommation photovoltaïque et les équipements d'économie d'énergie ou de production d'énergie renouvelables ne sont pas la garantie d'un coût de l'énergie minimum pour la ferme mais la garantie d'une moindre consommation et d'un prix de l'énergie mieux maîtrisé

**l'autoconsommation Individuelle (ACI) est une des solutions pour
faire de l'autoconsommation:**

- ACI

- ACI + installation en vente totale et puissance totale > 100 kWc

- Autoconsommation collective Patrimoniale

MERCI de votre attention

Etude réalisée avec le soutien financier



En partenariat avec :



Etude réalisée par : GONTIER Thomas, NOUBA-ISSEM Cissé-Jacques.

Merci de votre attention

Retrouvez les diaporamas de nos conférences
sur **idele.fr**



Venez échanger avec nos ingénieurs
sur notre

stand C12 (Hall 3)

