



Quelle opportunité photovoltaïque pour mon exploitation ?

Journée Rhône Terre d'Éleveur

03 novembre 2022

Enzo CASNICI

rhone.chambre-agriculture.fr



Programme

- ❑ 1^{ère} partie: le photovoltaïque: enjeux et opportunité pour le monde agricole
- ❑ 2^{ème} partie : Point technique et réglementaire
- ❑ 3^{ème} partie : Valorisation de l'énergie en vente totale
- ❑ 4^{ème} partie : Les grands principes de l'auto-consommation

Programme

- ❑ **1^{ère} partie: le photovoltaïque: enjeux et opportunité pour le monde agricole**
- ❑ 2^{ème} partie : Point technique et réglementaire
- ❑ 3^{ème} partie : Valorisation de l'énergie en vente totale
- ❑ 4^{ème} partie : Les grands principes de l'auto-consommation

Pourquoi développer du photovoltaïque?

- Faire un placement économique sur le long terme
- Réduire ses charges
- Fixer le prix d'une partie de son électricité
- Augmenter son autonomie énergétique
- Financer un renouvellement de toiture ou un bâtiment
- Valoriser l'image de son exploitation

De multiples possibilités d'implantation



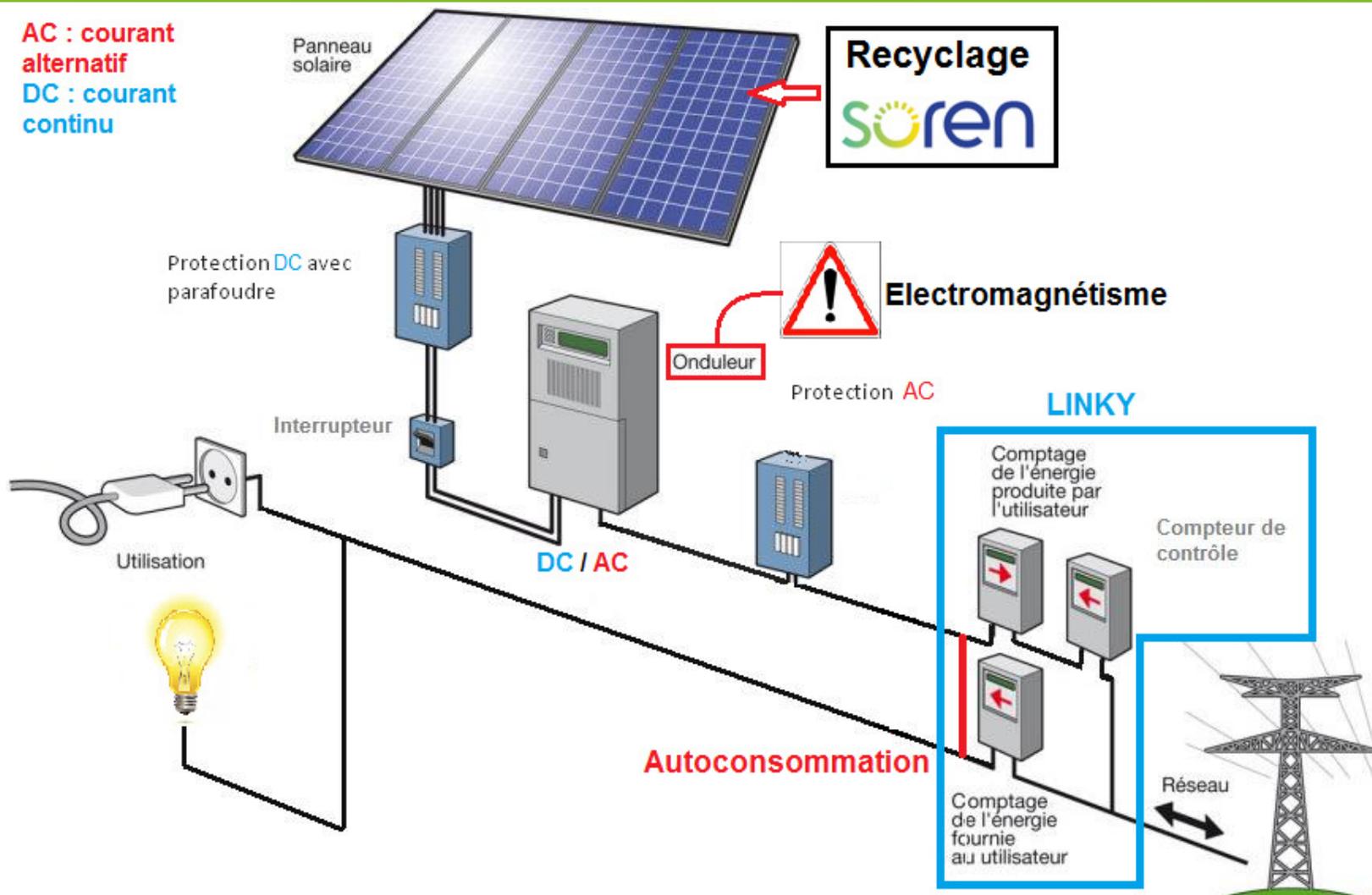
Une solution pour chacun !



Programme

- ❑ 1^{ère} partie: le photovoltaïque: enjeux et opportunité pour le monde agricole
- ❑ **2^{ème} partie : Point technique et réglementaire**
- ❑ 3^{ème} partie : Valorisation de l'énergie en vente totale
- ❑ 4^{ème} partie : Les grands principes de l'auto-consommation

Qu'est ce que le photovoltaïque ?



Qu'est ce que le photovoltaïque?

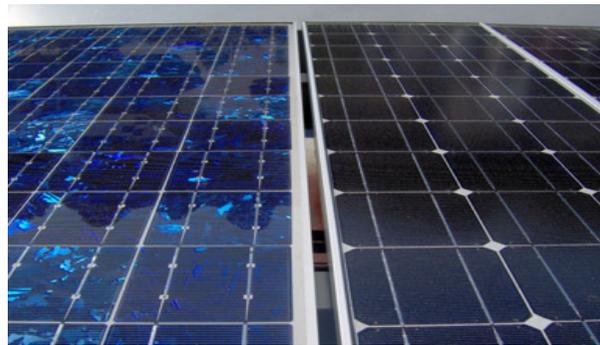
Les modules (panneaux)



Souple



Amorphe



Polycristallin

Monocristallin

Rendement

Tolérance météorologique

Rendement

= puissance en **kWc**
= surface utilisée →
1kWc \approx 5m²

Résistance

Grêle : 1,25cm à 140km/h
Foudre : n'attire pas
Incendie : ne génère pas

Durée de vie des modules > **25-30 ans**

De + en + performant (pour 1,6m²) :

moyenne 2018 → 275Wc

moyenne 2022 → 375Wc

Garantie matériel: 10-15 ans

Garantie performance (norme UE) : 80% à 20 ans

Taille : 1,6m² en général, quelques modèles de 2m²

85% à 20 ans :
Une estimation
honnête

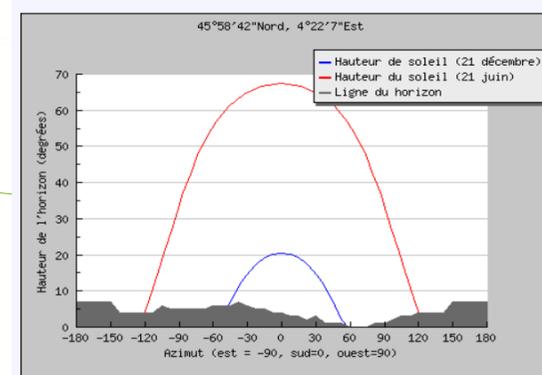
Orientation, ombrages et productible

FACTEURS DE CORRECTION POUR UNE INCLINAISON ET UNE ORIENTATION DONNÉES					
INCLINAISON		☀	☀	☀	☀
ORIENTATION		0°	30°	60°	90°
Est	☛	0,93	0,90	0,78	0,55
Sud-Est	☛	0,93	0,96	0,88	0,66
Sud	☚	0,93	1,00	0,91	0,68
Sud-Ouest	☛	0,93	0,96	0,88	0,66
Ouest	☚	0,93	0,90	0,78	0,55

☛ : position à éviter si elle n'est pas imposée par une intégration architecturale

source Hespul

NB : ces chiffres n'incluent pas les possibles masques qui pourraient réduire la production annuelle.



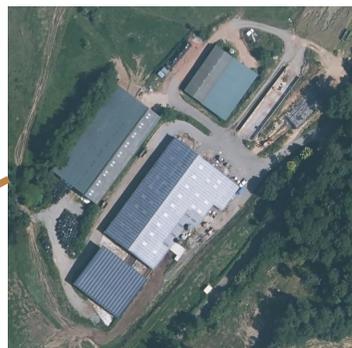
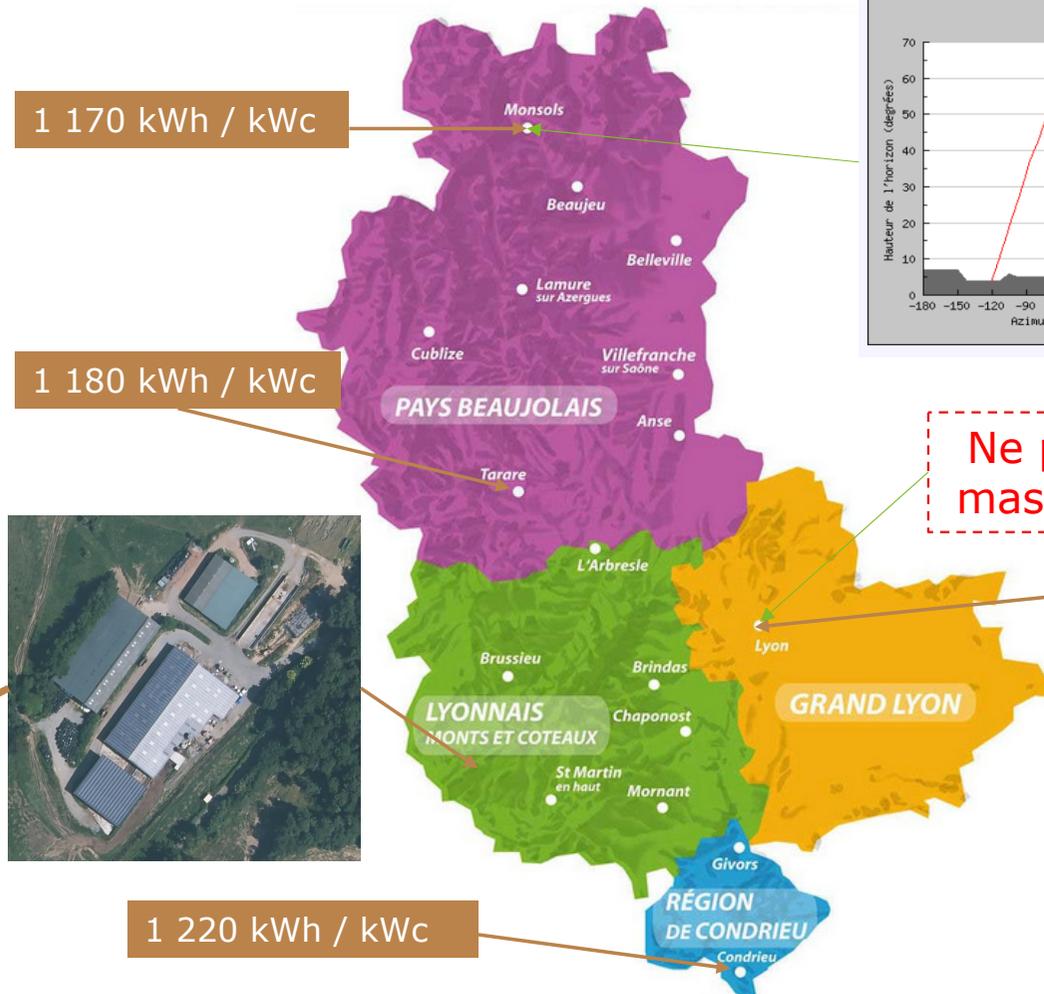
1 170 kWh / kWc

1 180 kWh / kWc

Ne pas oublier les masques proches !

1 240 kWh / kWc

1 220 kWh / kWc



Exemple: Les Halles – Ferme VIAL

Sud-30°: 1270 kWh/kWc

Ouest-30°: 1040 kWh/kWc

Sud-15°: 1210 kWh/kWc

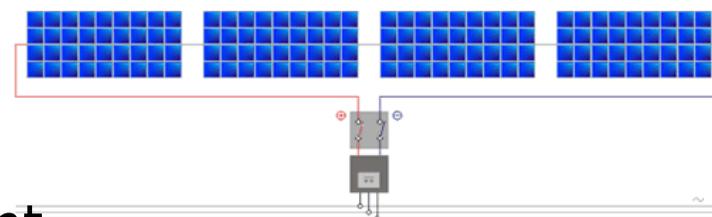
Ouest-15°: 1060 kWh/kWc

Chiffres issues de **PVGIS 5**

➤ Type d'onduleur

■ Onduleurs centralisés

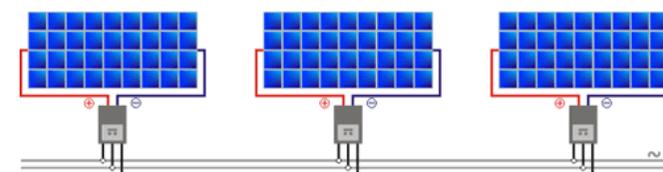
- **Avantages** : Coûts
- **Inconvénients** : Influence de la perte de rendement d'un module (ombrage, saleté, défaillance, etc.) sur les performances des modules du string (mais limitée à celui-ci)



■ Micro-onduleur

- **Avantages** : Baisse perte câblage , moins d'effet ombrage, indépendance de chaque module
- **Inconvénients** : Coût (invest. & maintenance)

Un onduleur, plusieurs string

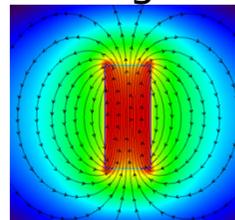


■ Dans les deux cas :

Durée de vie des onduleurs ~ **10 ans**

Garantie: de **5 à 20 ans**

Électromagnétisme



Incendie



➤ Charges de travail et charges économiques

Charges de travail

Inspection visuelle régulière

- Modules: salissure, brisés, feuilles mortes...
- Onduleur: code erreur, disjoncté, connectique, point chaud...

Vérification et dépoussiérage des onduleurs

- Entrées d'air des onduleurs, ventilation du local

Supervision

Productible, fonctionnement, code erreur...

→ Automatiser

Charges de travail / économiques

Nettoyage des panneaux

- Si pente > 15°, la pluie peut être suffisante
- Sinon, nettoyage tous les ans ou 2 ans
- Déneigement → Attention: risque de chute (de neige)

Maintenance préventive par un professionnel

- Vérification des points chauds (module, connectique, onduleur)
- État des modules (fissure, branchement...)

Charges économiques

• Assurance

- Responsabilité civile
- Bris de machine
- Perte de production
- + Assurance chantier

• TURPE

- de 8 à 747 € selon taille et valorisation de l'énergie

• IFER

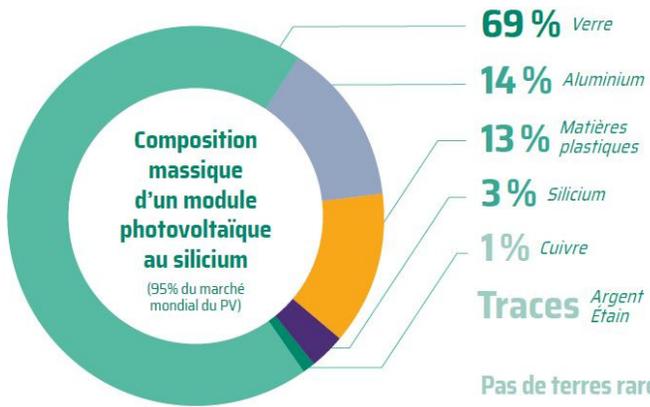
- 3,254€ / kWc si >100kWc

• CFE

- Si CA > 5k€ → de 200 à 1000€/an

Sans oublier : les annuités !

Recyclage et ACV



95% des panneaux sont fabriqués à base de **silicium**, 2^e élément le plus **abondant** dans la croûte terrestre.

Les autres composants sont :

- > du **verre** provenant aussi de la silice
- > de l'**aluminium** pour le cadre et éventuellement le support
- > des matières **plastiques** pour maintenir l'assemblage
- > des **conducteurs métalliques** très fins
- > des câbles et de l'électronique de connexion surtout en **cuivre**.

Pas de terres rares
Source : Hespul d'après la fiche 12 PVPS



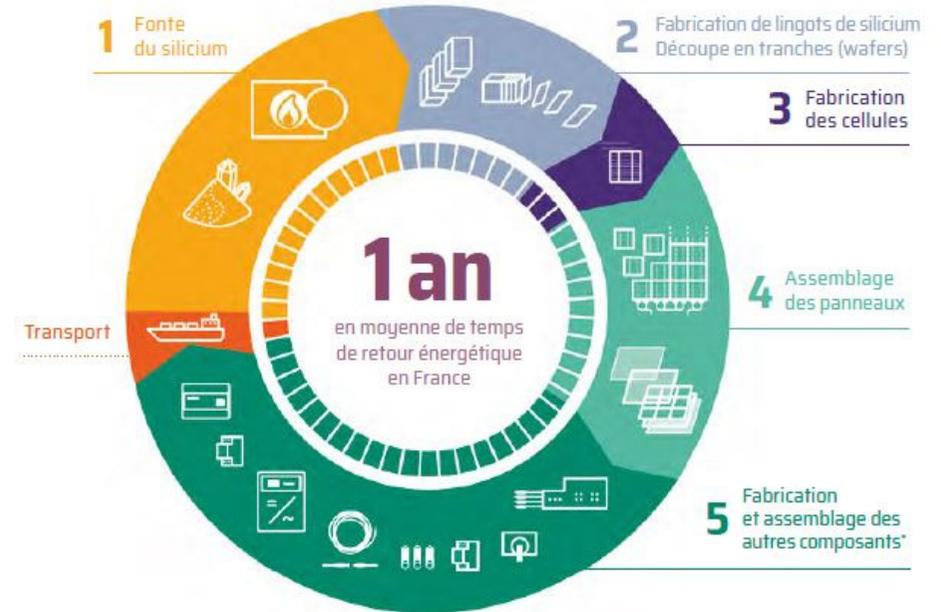
Modules : Collecte par :
< 40 modules → point de collecte
> 40 modules → récupération sur place

Câble : recyclage classique

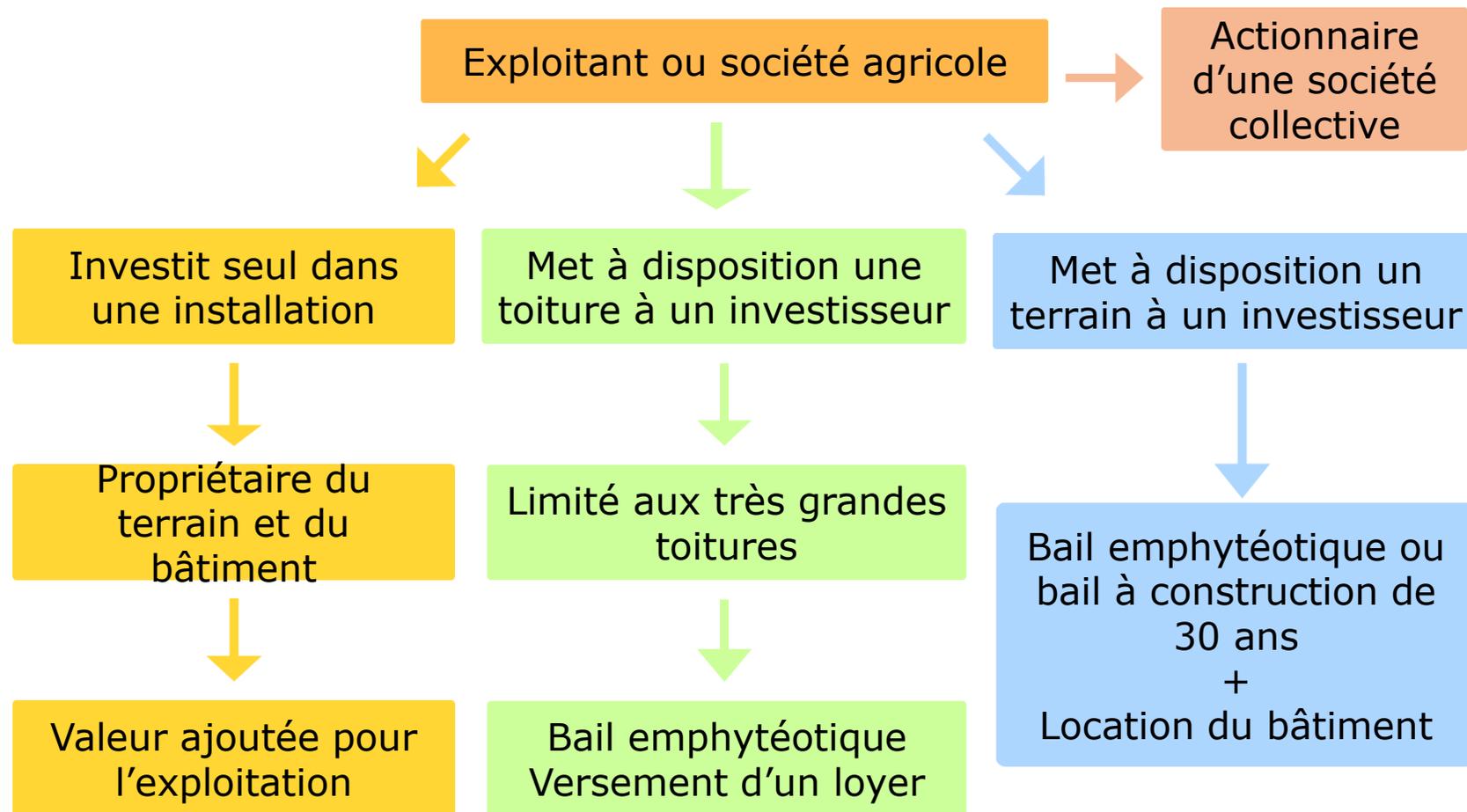
Onduleur : recyclage matériel électronique

Coût : écoparticipation à l'achat

Analyse du Cycle de Vie (ACV)



Les solutions de valorisation : généralités



Cadre réglementaire

Arrêté du 6 octobre 2021 ou S21

Complément via l'arrêté du 28 juillet 2022

■ **Trois types de raccordement et contrat d'achat possibles :**

- **Option 1** : vente totalité production
- **Option 2** : auto-consommation avec vente surplus
- **Option 3** : autoconsommation totale : surplus injecté gratuitement dans le réseau ou stockage batterie

Point juridique et fiscal

Photovoltaïque = activité et revenu **commercial**

Juridique

Portage possible par tout type de société agricole (GAEC, EARL, ...)

A conditions que l'activité soit présente dans les statuts → voir avec le CFE

En individuel → déclarer au CFE

Pas propriétaire du bâtiment ?

Revoir convention de mise à disposition

PV non couvert par le statut de fermage

Fiscal

Bénéfice agricole (BA) OK

A conditions que,

L'entreprise soit au réel

CA activités non-agricole < au CA agricole
ET < 100k€ TTC

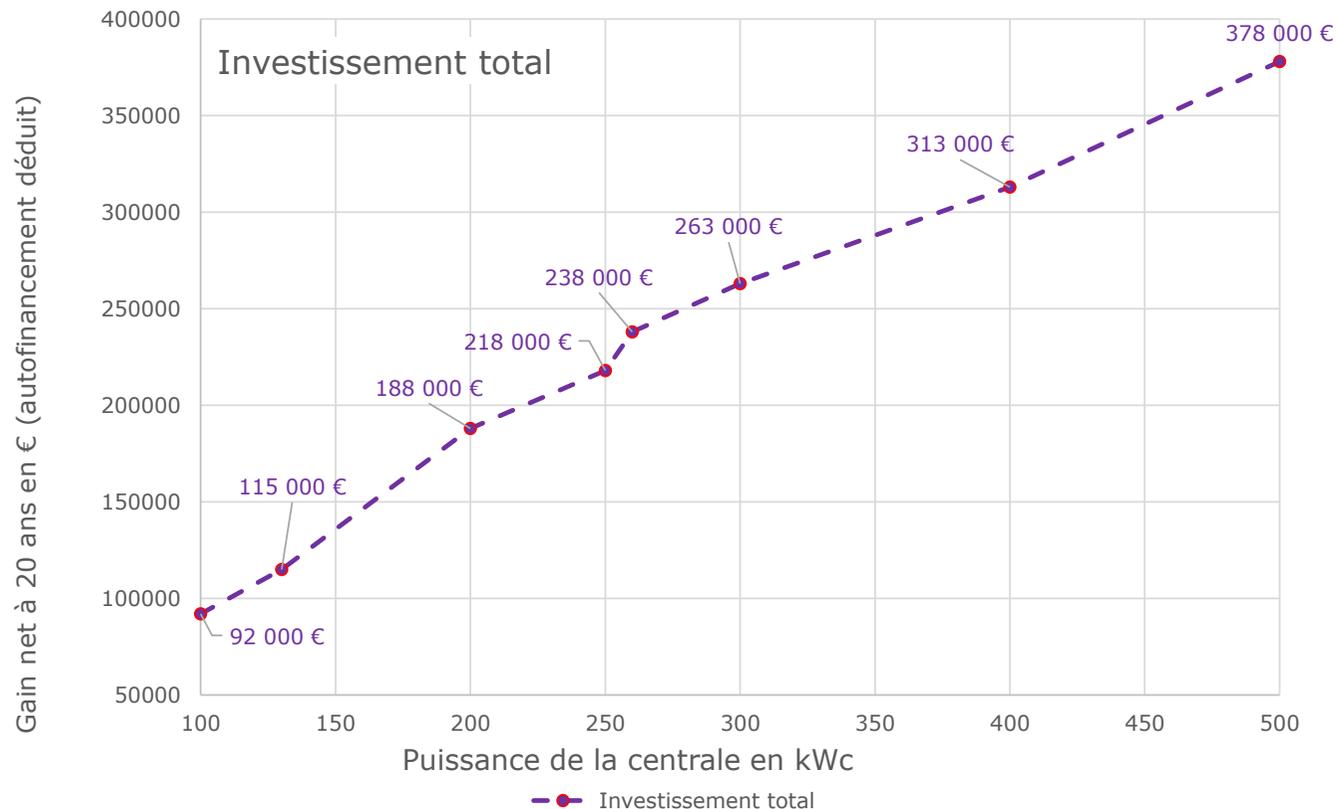
Si au micro-BA ou passage au BA non souhaité

- Micro BIC
- BIC réel
- Société (SA, SAS, ...)

Un conseil : consulter un conseiller de gestion !

Quelques ordres de grandeur d'investissement

Comprend (chiffre théorique) : matériel, pose et raccordement



Le coût de
raccordement:

Chiffrage du
raccordement gratuit

Réfaction de 60%

Peu cher si <36kWc

+10 000€ si >100
kWc, mais **très
variable !**

Peu cher en
autoconsommation
<100kWc

- 36 kWc : entre **36 000 et 50 000 € HT**
- 9 kWc : entre **17 000 et 30 000 € HT**

Programme

- ❑ 1^{ère} partie: le photovoltaïque: enjeux et opportunité pour le monde agricole
- ❑ 2^{ème} partie : Point technique et réglementaire
- ❑ **3^{ème} partie : Valorisation de l'énergie en vente totale**
- ❑ 4^{ème} partie : Les grands principes de l'auto-consommation

➤ Vente totale - Obligation d'achat

■ Dispositifs de soutien sur 20 ans (arrêté 6 octobre 2021)

	Puissance (P+Q)	Prix de vente de l'électricité Critères Généraux d'Implantation	
		Tarif du 01/05/2022 au 31/07/2022	Tarif du 01/08/2022 au 30/10/2022
Vente totale	0 - 3 kWc	19,51	20,22
	3 - 9 kWc	16,58	17,18
	9 - 36 kWc	11,87	12,31
	36 - 100 kWc	10,33	10,70
Vente totale ET autoconsommation	100 - 500 kWc (max : 1100h)	10,68	11,07
Au delà de 500kWc → Appel d'Offre CRE			

L'objectif si: <100 kWc, viser les bornes de tarifs
+ de 100 kWc, optimisation surface/complexité d'installation

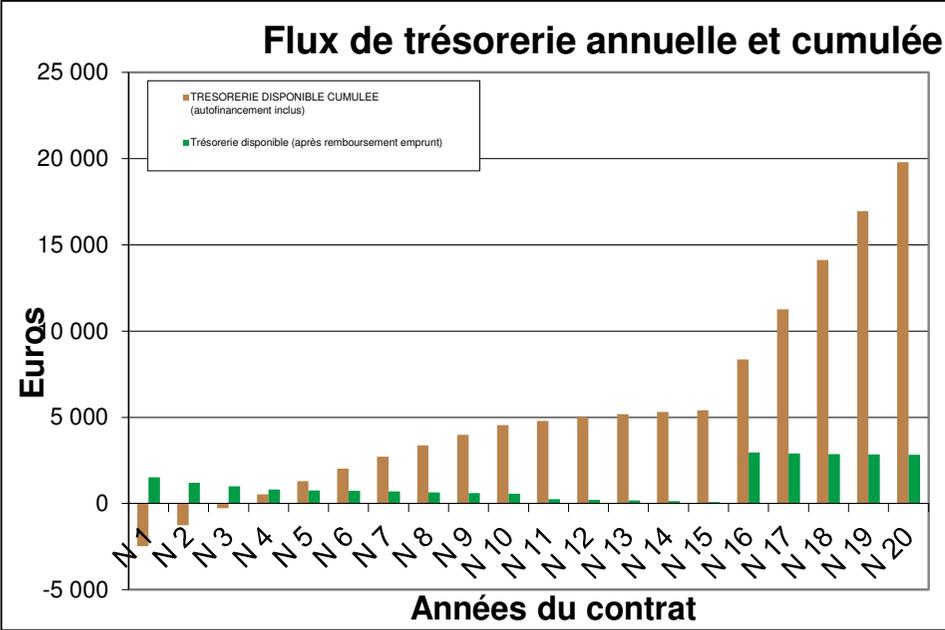
Vente Totale (36 kWc)

Les hypothèses

- Dimension : 180 m²
- Prix de vente : 12,31 c€ / kWh
- Panneaux / Onduleurs / Extension garantie : **37 000 €**
- Coût raccordement EDF : 3 000 €
- Financement / 15 ans – 2,5 %
- Orientation plein sud / 15° pente
- Productible = 1 200 kWh / kWc
- Fiscalité: Bénéfice Agricole Réel

Vente Totale (36 kWc)

RECAPITULATIF: BILAN SUR 20 ANS	
revenus photovoltaïques accessoires au BA	
Paramètres	Photovoltaïque vente 100%
Tarif d'achat la première année (€/kWh) ¹	0,1231
Investissement total en € HT	40 000 €
dont autofinancement	4 000 €
dont emprunt (financement + avance de TVA)	44 000 €
Chiffre d'affaires moyen	5 192 €/an
Charges de fonctionnement moyennes ²	733 €/an
EBE moyen (hors charges sociales)	4 169 €/an
Trésorerie disponible moyenne annuelle (= EBE - annuités ³ - charges sociales ⁴ - impôts ⁴ - CET ⁴)	
→ Pendant le prêt	627 €/an
→ Hors prêt (annuité = 0€)	2876 €/an
Trésorerie cumulée à 20 ans	23 784 €
Gain à 20 ans (autofinancement déduit) ⁵	19 784 €
Taux annuel de rendement de l'argent	9,32%



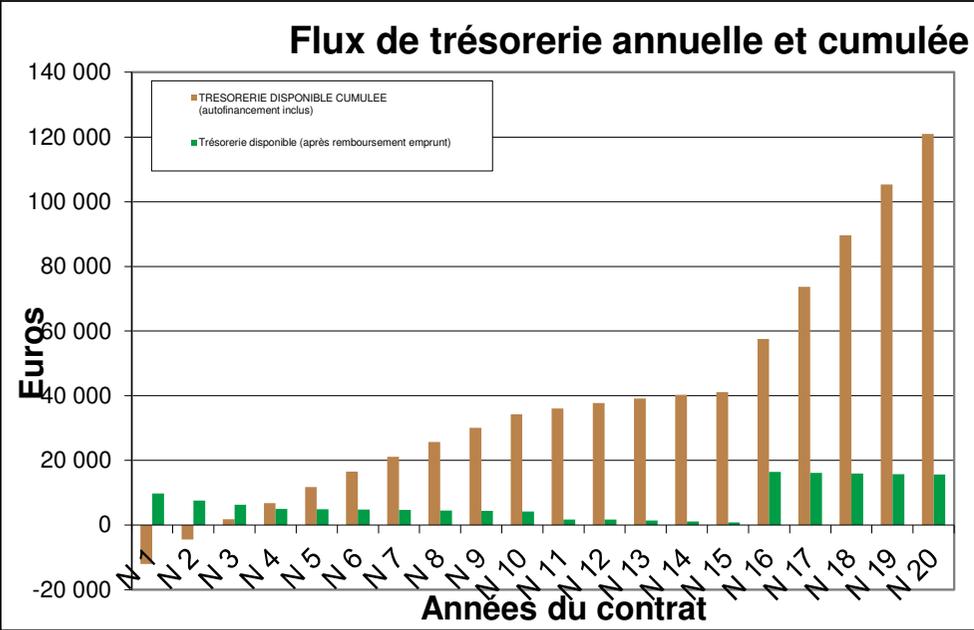
Vente Totale (250 kWc)

Les hypothèses

- Dimension : 1250 m²
- Prix de vente : 11,07 c€ / kWh
- Panneaux / Onduleurs (5) / Extension garantie : **170 000 €**
- Coût raccordement EDF : 48 000 €
- Financement / 15 ans – 2,5 %
- Orientation plein sud / 15° pente
- Productible = 1 200 kWh / kWc
- Fiscalité: Bénéfice Agricole Réel

Vente Totale (250 kWc)

RECAPITULATIF: BILAN SUR 20 ANS	
revenus photovoltaïques accessoires au BA	
Paramètres	Photovoltaïque vente 100%
Tarif d'achat la première année (€/kWh) ¹	0,1107
Investissement total en € HT	218 000 €
dont autofinancement	21 800 €
dont emprunt (financement + avance de TVA)	239 800 €
Chiffre d'affaires moyen	31 804 €/an
Charges de fonctionnement moyennes ²	4 864 €/an
EBE moyen (hors charges sociales)	25 074 €/an
Trésorerie disponible moyenne annuelle (= EBE - annuités ³ - charges sociales ⁴ - impôts ⁴ - CET ⁴)	
→ Pendant le prêt	4194 €/an
→ Hors prêt (annuité = 0€)	15977 €/an
Trésorerie cumulée à 20 ans	142 788 €
Gain à 20 ans (autofinancement déduit) ⁵	120 988 €
Taux annuel de rendement de l'argent	9,85%



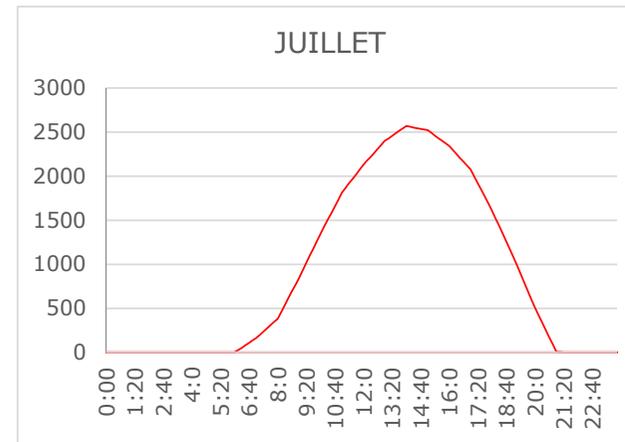
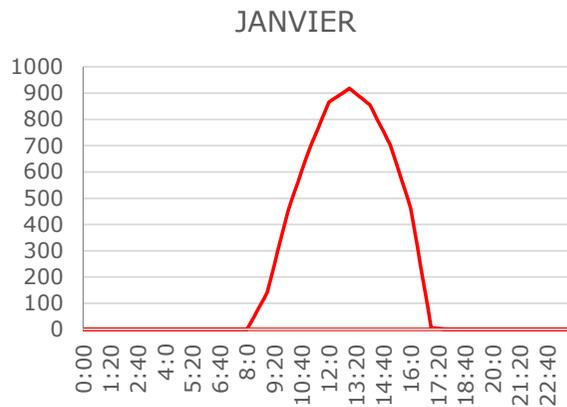
Programme

- ❑ 1^{ère} partie: le photovoltaïque: enjeux et opportunité pour le monde agricole
- ❑ 2^{ème} partie : Point technique et réglementaire
- ❑ 3^{ème} partie : Valorisation de l'énergie en vente totale
- ❑ **4^{ème} partie : Les grands principes de l'auto-consommation**

Techniquement, la production photovoltaïque ça ressemble à ...

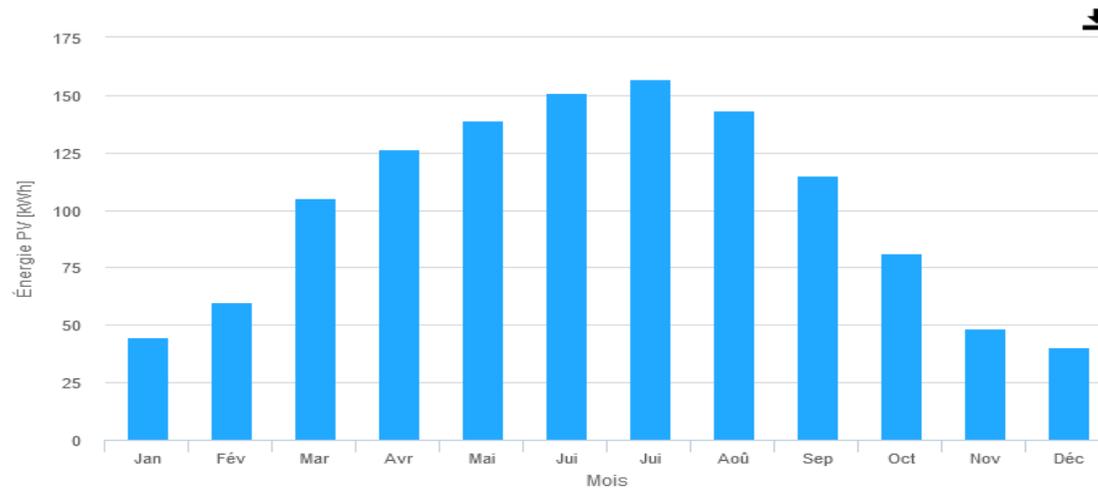
Production énergétique journalière moyenne

En journée :

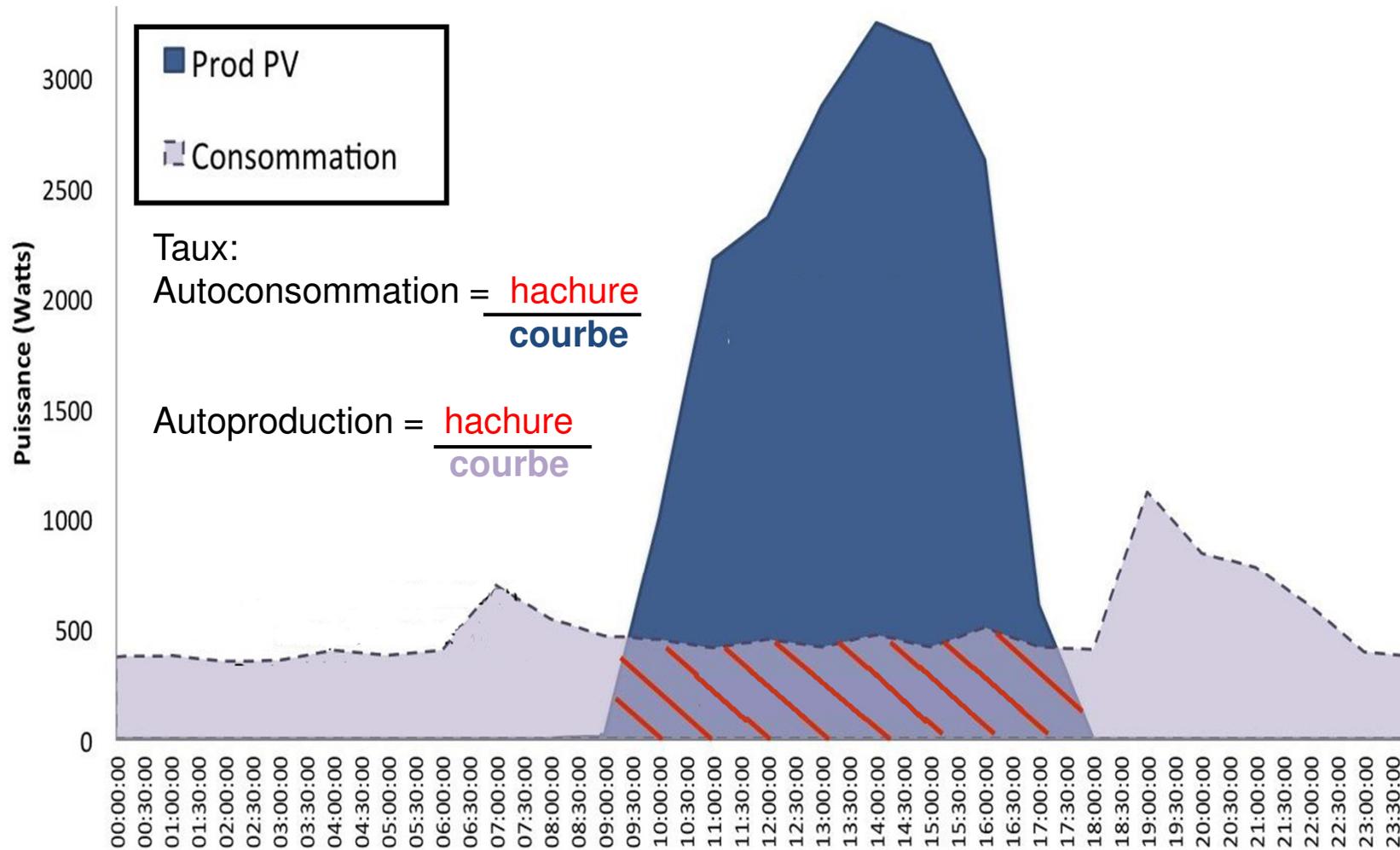


Production énergétique mensuelle du système PV fixe

Dans l'année :



Autoconsommation & autoproduction



Autoconsommation avec vente de surplus

	Puissance (P+Q)	Prix de vente De l'électricité Critères Généraux d'Implantation	Prime
Autoconsommation - vente surplus	0 - 3 kWc	10	430 € / kWc
	3 - 9 kWc	10	320 € / kWc
	9 - 36 kWc	6	180 € / kWc
	36 - 100 kWc	6	90 € / kWc
	100 – 500 kWc	11,07 puis 4 au-delà de 1100 kWh/kWc	0 €

Avantage:

- Fixer son prix de l'électricité consommé, de plus en plus cher sur le réseau
- Etre plus attentif à ses consommations
- Faible coût de raccordement
- Prime autoconsommation (si <100kWc)

Inconvénient:

- <100kWc : bien dimensionner sa centrale! → logique
- Ne pas optimiser la surface exploitable

L'importance du dimensionnement (<100kWc)

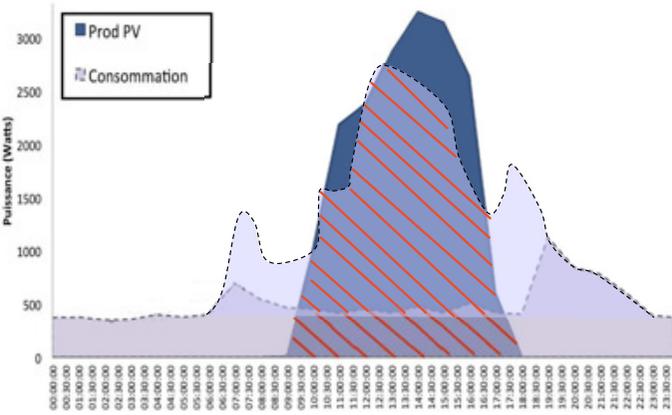
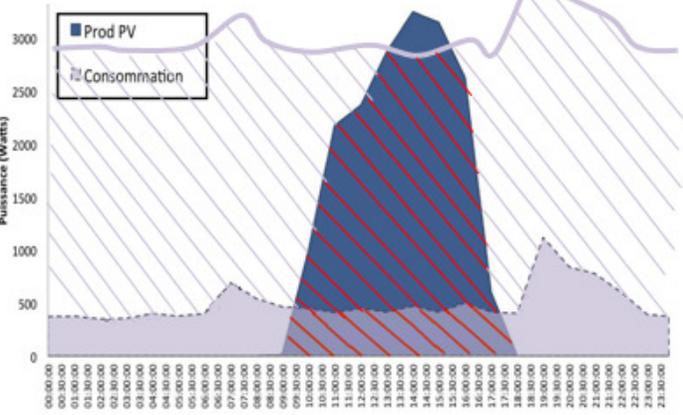
Autoconsommation avec vente du surplus

Le principe en petite puissance <100kWc :

Les batteries :
Couteuses et polluantes

Si trop petite :

- Taux d'autoconsommation élevé !
- mais Autoproduction faible → faible baisse de charge
- Petite centrale: électricité sécurisée à un prix au kWh élevé

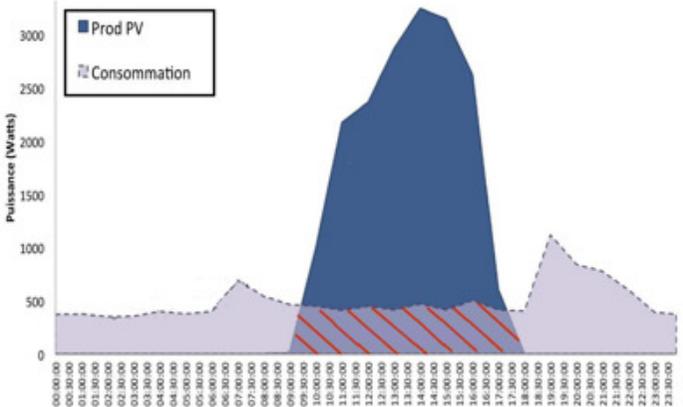


Optimale :

- Taux d'autoconsommation élevé !
- Taux d'autoproduction élevé
- kWh sécurisé à bon prix

Si trop grande :

- Taux d'autoconsommation faible.. → revente de surplus, à perte, élevé
- Taux d'autoproduction pas nécessairement plus élevé
- mais des marges pour ajouter des consommateurs



➤ Les informations à connaître sur mon exploitation

- Quelle est ma consommation annuelle d'énergie ?
Taille de la centrale suffisamment importante
- **Quand est-ce que je consomme ?!**
- Quels outils/ateliers consomment ?
- A quel prix est mon énergie ?
Différence entre prix de revient et prix d'achat = rentabilité
- Quel type de contrat ? (tarif unique, heure creuse,...)
Notamment pour HC en journée
- Quel est la puissance de mon compteur électrique ?

➤ Autoconsommation vs vente total 36 kWc

Les hypothèses

- Eleveur laitier avec atelier transformation fromagère (chambre froide) **ET** sans atelier ou robot de traite
- Consommation : 80 000 kWh/an
- Panneaux / Onduleurs / Extension garantie/Raccordement : **37 500 €**
- Taux autoconsommation = **75 % ET 35 %**
- Taux autoproduction = 37,5 % ET 17,5 %
- Tarif électricité conventionnel = 17,5 c€/kWh
- Inflation tarif électricité : 5 % pendant 5 ans puis 2 % / an (/ 20 ans)
- Productible = 1200 kWh / kWc
- Intégré au BA

Les solutions de valorisation : l'autoconsommation

Autoconsommation vs vente total

36 kWc – forte autoconsommation – 75%

Les ventes	Hors AC	Avec AC	VT
Consommation cumulée	377 600 €	235 100 € (- 142 500 €)	377 600 €
Vente Surplus / Totale		12 000 €	103 800 €
Prime invt AC		6 480 €	-
Charges		14 000 €	14 660 €
Plvts obligatoires		36 400 €	13 100 €
Annuités		48 300 €	44 600 €
Gain trésorerie / 20 ans		62 270 €	31 400 €
Résultat	- 377 600 €	- 315 330 €	- 346 200 €

Analyse sur 20 ans



Les solutions de valorisation : l'autoconsommation

Autoconsommation vs vente total

36 kWc – faible autoconsommation – 35%

Les ventes	Hors AC	Avec AC	VT
Consommation cumulée	377 600 €	311 050 € (- 66 550 €)	377 600 €
Vente Surplus / Totale		31 400 €	103 800 €
Prime invt AC		6 480 €	-
Charges		14 000 €	14 660 €
Plvts obligatoires		15 900 €	13 100 €
Annuités		48 300 €	44 600 €
Gain trésorerie / 20 ans		26 230 €	31 400 €
Résultat	- 377 600 €	- 351 270 €	- 346 200 €

Analyse sur 20 ans

Autoconsommation > 100kWc

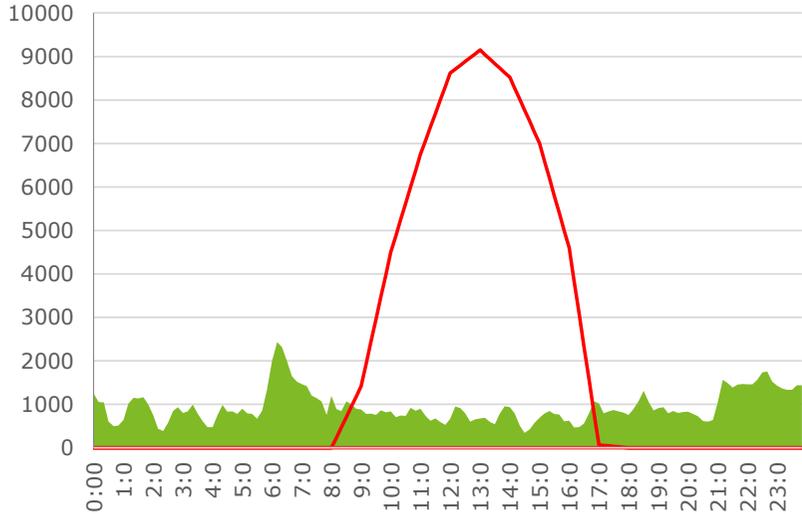
Rappel :

- - Vente du surplus à 11,07 c€/kWh
- - Plafond à 1100kWh/kWc qui ne prend pas en compte l'autoconsommation (exemple 1)
- - Pas de prime à l'autoconsommation
- - Pas besoin d'optimiser par rapport aux consommations d'énergie → prix de revient du kWh faible
- - Autoconsommation surement faible, mais autoproduction surement meilleure (exemple 2)

Exemple 1 : si productible à 1200kWh/kWc, avec 80 kWh/kWc d'autoconsommation alors,
 →1100kWh/kWc revendu à 11,07c€/kWh
 →80 kWh/kWc autoconsommé.
 →20 kWh/kWc revendu à 4c€/kWh

ATTENTION : compteur consommateur doit être en tarif C4 ou C3.
 Fortement déconseillé en ce moment !

JANVIER



Exemple 2 : Élevage de chèvre avec transfo. fromagère + séchage fourrage et pompe de relevage d'étang
 250kWc plein ouest en janvier (courbe)
 = 12,5 % (janvier) / 8,8% (moyenne) d'autoconsommation
 = 28 % (janvier) / 44 % (moyenne) d'autoproduction

Centrale conseillée : 30 kWc
 = 55% d'autoconsommation
 = 34% d'autoproduction

Autres solutions photovoltaïque

- Tiers investissement
 - Entreprise tier investit dans le PV et construit une partie d'un bâtiment
 - Ce qui est compris : charpente, bardage, plus autre selon négociation
 - Ce qui n'est pas compris : terrassement, aménagement intérieurAttention aux « participations aux frais »

- Location de toiture
 - Entreprise tier investit dans le PV et verse un loyer
 - Loyer ou soulte → attention impôt / cotisation sociale

- Dans les deux cas
 - Bail emphytéotique ou construction de 30 ans → attention au retour au propriétaire
 - Conditions techniques : bonne orientation, zone dégagée, coût raccordement limité

En conclusion, les étapes de votre projet

1. Évaluer la faisabilité technique de mon projet

→ Confirmer avec son conseiller CA / Guide PV

2. Connaître sa faisabilité économique

→ Confirmer avec son comptable / conseiller de gestion

3. Choisir la solution fiscale et juridique la mieux adaptée

→ Voir avec son comptable / un juriste

4. Consulter les « obligés »

→ Banque, assurance, mairie (PC, DP)

5. Rencontrer des installateurs

→ Contrôler avec son conseiller CA / Guide PV

6. Lancement du projet !

1. Demande de raccordement à ENEDIS & fixation du tarif de rachat de l'électricité produite

2. Installation de la centrale PV & validation Consuel

3. Raccordement de la centrale au réseau

4. Mise en service de l'installation & signature du contrat d'achat EDF OA

→ Dans toutes ces étapes, en cas de problème, signaler à son conseiller CA

7. Routine d'exploitation

1. Relevé d'index (i.e. confirmation chiffre d'EDF OA) et facturation (chaque année ou 6 mois (>36kWc))

2. Entretien

8. Cession, modification de contrat ou arrêt d'exploitation

Merci pour votre attention

Enzo Casnici

06 30 03 79 27

standard : 04 78 19 61 20

enzo.casnici@rhone.chambagri.fr