



Webinaire « Mener un projet PV »

Mardi 10 janvier 2022

VOTRE INTERLOCUTEUR :

INDDIGO pour RESET

Mail : b.leclair@inddigo.com



inddigo

www.inddigo.com

SOMMAIRE

1. Généralités

2. Technologies

3. Implantation et intégration

4. Modalité de vente de l'électricité

5. Coûts d'investissement / entretien

6. Types de montage

7. Evolutions réglementaires

DEPUIS
1986

**CABINET CONSEIL
& INGÉNIERIE
EN DÉVELOPPEMENT
DURABLE**



+ de **280**
collaborateurs



+ de **1000**
missions



21,9 M€
de Chiffre
d'Affaires



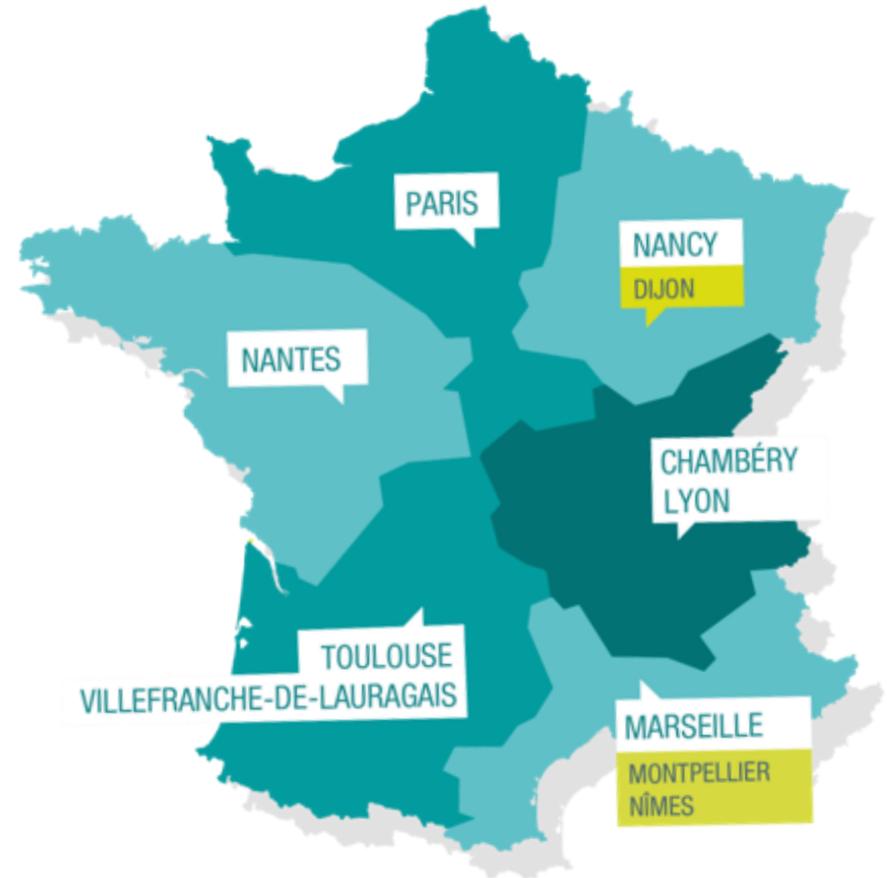
11 agences
régionales



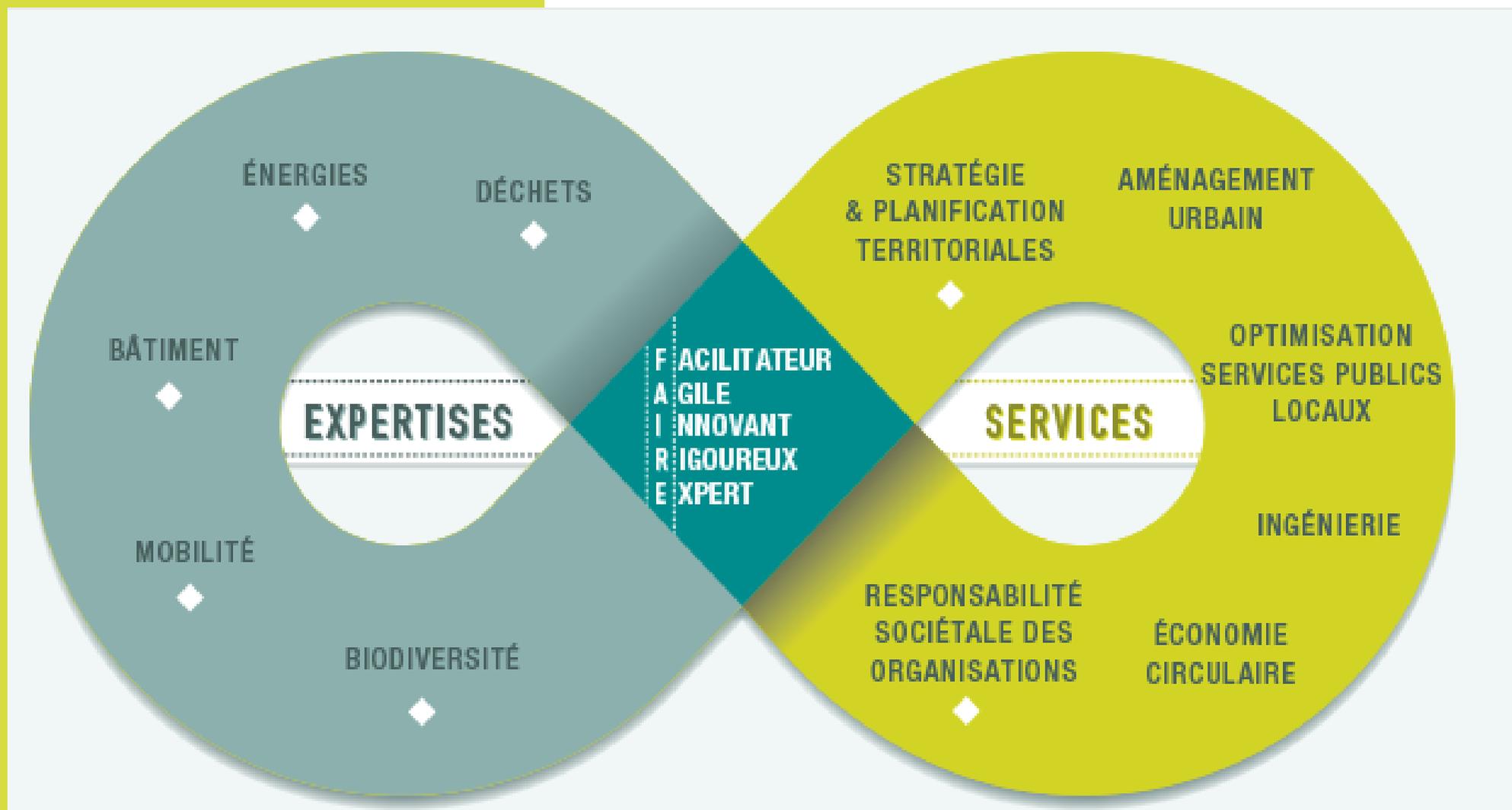
100 %
du capital
détenu par
les salariés



12 %
du temps
R&D



NOS MÉTIERS



Une double approche
conseil & ingénierie

NOS ACTIONS EN PHOTOVOLTAÏQUE

- ✓ **Qualifié RGE et OPQIBI installations de production utilisant l'énergie solaire**
- ✓ **Etudes d'opportunité et études de faisabilité**
 - Plus de 100 études de faisabilité en toiture et au sol
 - Accompagnement régulier de six développeurs ENR
- ✓ **Assistance à maîtrise d'ouvrage**
 - AMO de plusieurs collectivités sur leur patrimoine
- ✓ **Maîtrise d'œuvre PV en toiture ou PV au sol**
 - Plus de 10 centrales au sol de 1 à 11 MWc réalisées
 - Maîtrise d'œuvre de PV en toiture de bâtiments publics ou industriels

1. Généralités

2. Technologies

3. Implantation et intégration

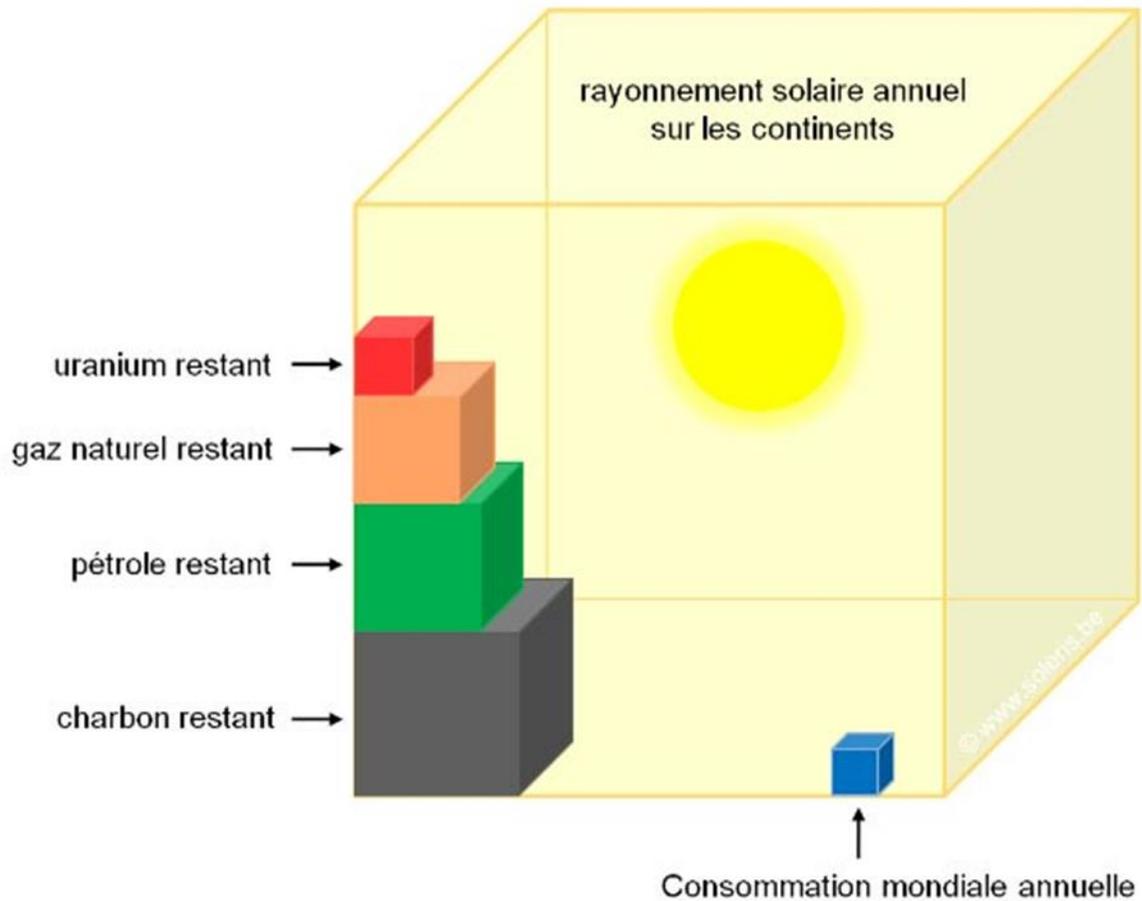
4. Modalité de vente de l'électricité

5. Coûts d'investissement / entretien maintenance

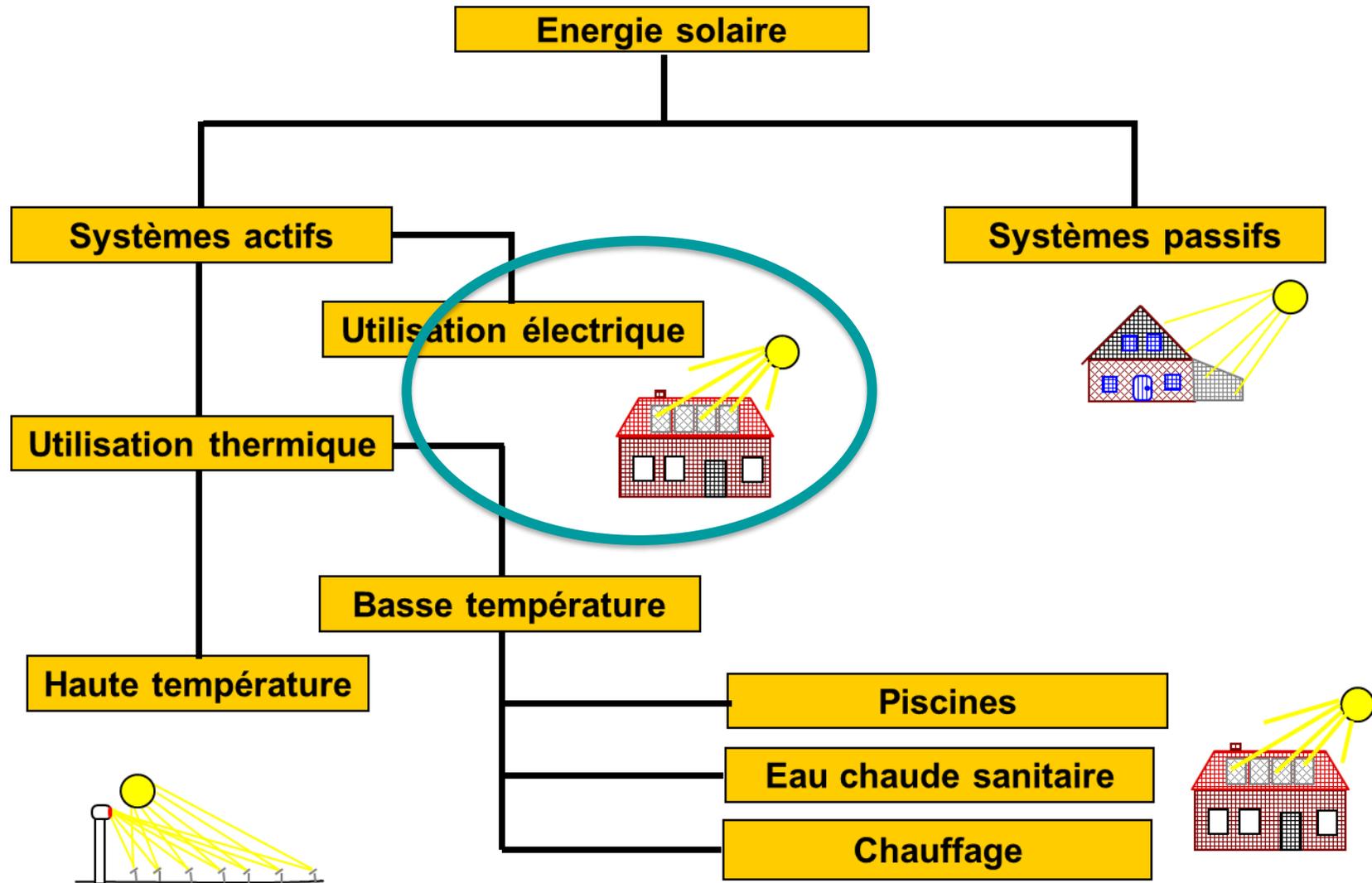
6. Types de montage

7. Evolutions réglementaires

LA RESSOURCE SOLAIRE



◆ L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE SOLAIRE



ANALYSE ATOUTS-FAIBLESSES – SOLAIRE PV

Atouts

Pas d'émissions de GES

Énorme potentiel, inépuisable

Combustible gratuit

Facile à installer

Intégration facile pour du neuf
ou de l'existant

Peu d'entretien

Pas de fumée, pas de bruit

Faiblesses

Performances dépendantes de
la météo

Energie intermittente

Stockage compliqué (électricité)

Rendement faible (20%)

Montages potentiellement
complexes

LES APPLICATIONS DU PHOTOVOLTAÏQUE

Deux types d'applications principales

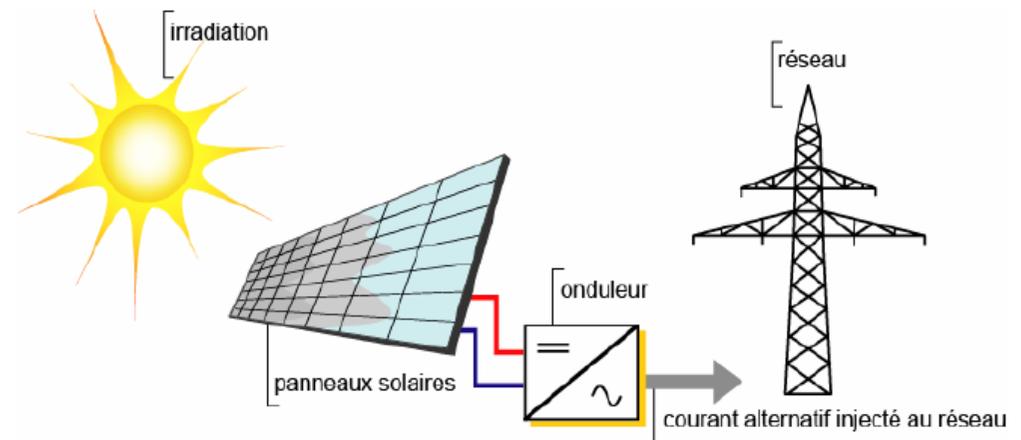
✓ Sites isolés :

- Stockage de l'énergie électrique sous forme d'énergie chimique dans des batteries d'accumulateurs
- Courant continu (12 ou 24 V) ou 240 V AC via un onduleur.



✓ En connexion réseau :

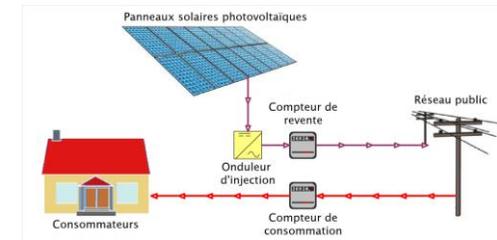
- Les onduleurs transforment le courant continu en courant alternatif pour permettre sa réinjection dans le réseau BT ou HT
- Revente immédiate de l'énergie produite
- Autoconsommation partielle ou totale de l'énergie produite
- Pas de stockage



LES 3 MODES DE VALORISATION ÉCONOMIQUE DE L'ÉNERGIE

✓ Vente totale :

- Chaque kWh est rémunéré par un contrat d'achat
- Raccordement indépendant ou indirect



✓ Vente de surplus (autoconsommation partielle) :

- seul le surplus est valorisé par un contrat d'achat, la partie consommée vient en déduction de la facture électrique
- En **raccordement indirect** (en interne sur le réseau BT du bâtiment) avec limitation à la puissance du transformateur existant.

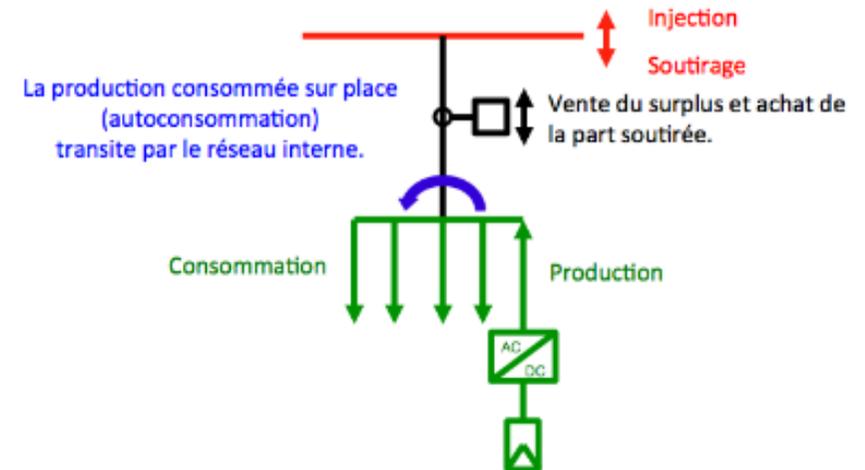
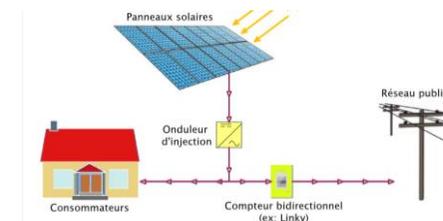


Schéma de raccordement indirect en vente de surplus

✓ Autoconsommation totale

- L'électricité produite vient en déduction de la facture électrique.
- Pas d'injection autorisée sur le réseau



1. Généralités

2. Technologies

3. Implantation et intégration

4. Modalité de vente de l'électricité

**5. Coûts d'investissement / entretien
maintenance**

6. Types de montage

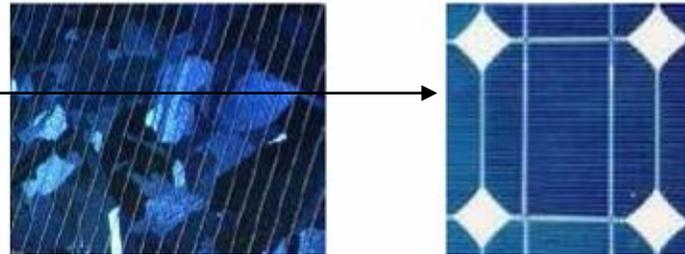
7. Evolutions réglementaires

LES TECHNOLOGIES PHOTOVOLTAÏQUES

- ✓ Les modules photovoltaïques sont réalisés à partir de silicium issu des déchets de la microélectroniques (silicium dit de qualité solaire) . La recherche travaille sur la réalisation de cellules à partir de silicium métallurgique beaucoup moins cher mais moins performant.

- ✓ **Cellules cristallines**

- Mono cristallin
- Poly cristallin



- ✓ **Silicium amorphes ou Couches minces**

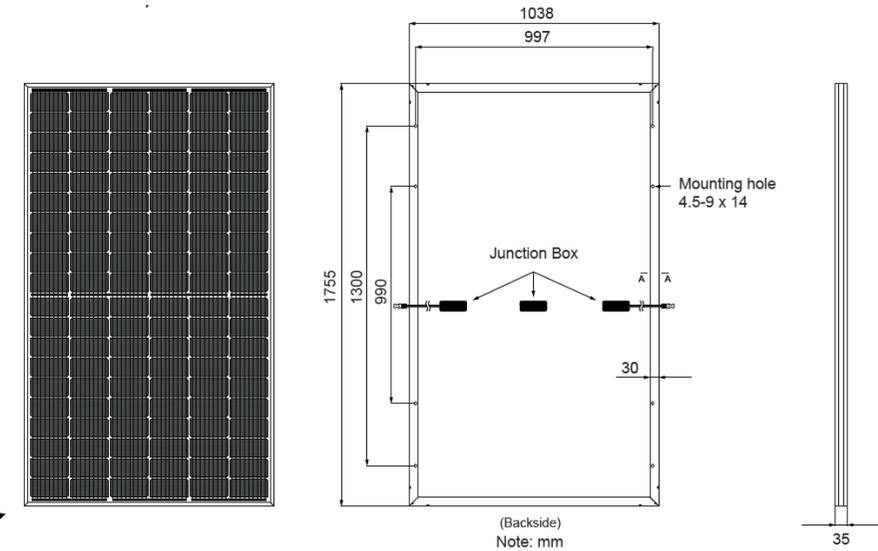


- ✓ **Autres (projet de recherche)**

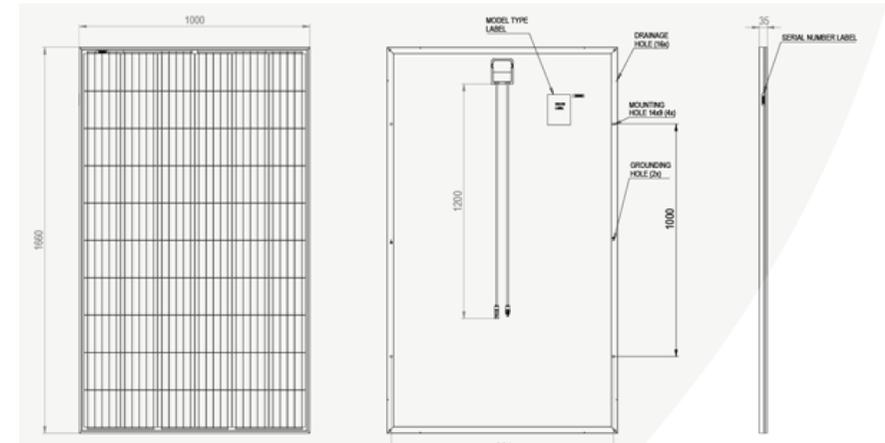
LES MODULES POLY ET MONOCRISTALLINS

- ✓ **Ceux sont les plus répandus. Les mono sont légèrement plus chers mais avec un meilleur rendement**
- ✓ **Durée de vie supérieure à 25 ans**
- ✓ **Ils sont garantis entre 15 et 25 ans**
- ✓ **Pertes annuelles entre 0,2 et 0,8%/an**

✓ **Exemple module monocristallin de 370 Wc
1755 x 1038mm et 19,5kg**



✓ **Exemple module polycristallin de 330 Wc
1660 x 1000mm et 18,9kg**



- ✓ **Les modules hybrides valorisent la chaleur fatale du module pour chauffer un fluide.**
- ✓ **Module souple organique : facile à installer mais plus chers et rendement 10% max**



<https://youtu.be/dcGSV9dFoE0>

1. Généralités

2. Technologies

3. Implantation et intégration

4. Modalité de vente de l'électricité

**5. Coûts d'investissement / entretien
maintenance**

6. Types de montage

7. Evolutions réglementaires

❖ MODULES PLANS CRISTALLINS SUR CHÂSSIS FIXÉ SUR DALLE



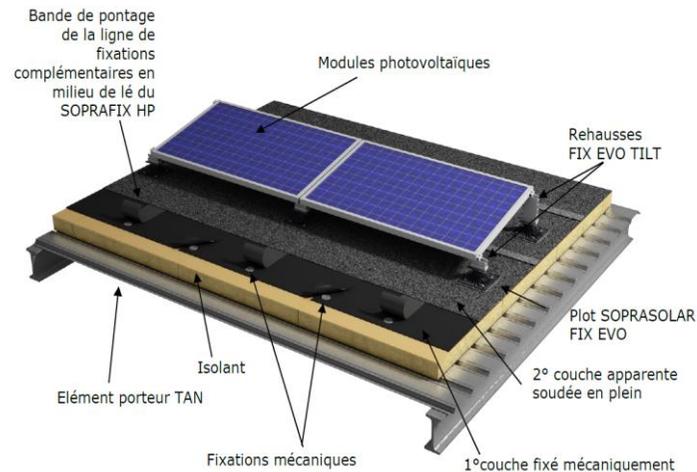
- ✓ **Surpoids (étude structure à réaliser)**
- ✓ **Perforation de l'étanchéité et de l'isolant. Risque de pont thermique**

MODULES PLANS CRISTALLINS SUR CHÂSSIS LESTÉ

- ✓ **Sur toiture terrasse (pente < 5%)**
- ✓ **Isolant de classe de compressibilité C minimum**
- ✓ **Surpoids (étude structure à réaliser)**



MODULES PLANS CRISTALLINS SUR PLOTS SOUDÉS



- ✓ **Pente toiture jusqu'à 10% ; altitude < 900 m**
- ✓ **Sur support maçonné ou bac acier étanché**
- ✓ **Isolant de classe de compressibilité C minimum**
- ✓ **Thermo-soudage sur bitume, PVC, TPO, EPDM (neuf ou rénovation)**
- ✓ **Pas de perforation ni de pont thermique**

MODULES PLANS CRISTALLINS INTÉGRÉS À LA TOITURE

- ✓ **Sur toiture inclinée**
- ✓ **Les modules PV réalisent l'étanchéité de la toiture**



MODULES PLANS CRISTALLINS EN SURIMPOSITION

- ✓ **Sur toiture inclinée**
- ✓ **Par-dessus les tuiles, bac acier ,
panneaux sandwich, plaques
fibro-ciment**
- ✓ **Surpoids (étude structure à
réaliser)**



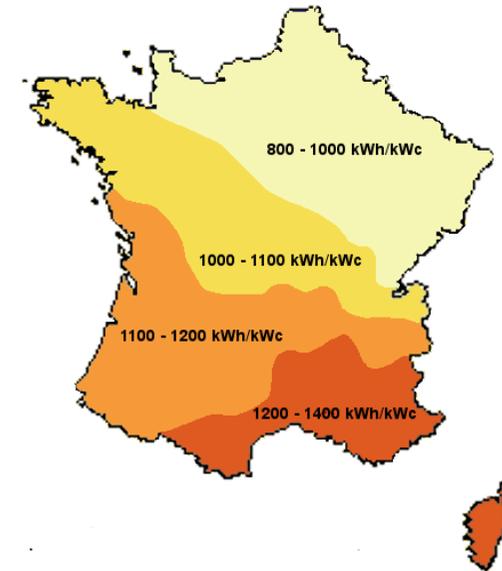
MODULES PLANS CRISTALLINS INTÉGRÉS EN BRISE SOLEIL

- ✓ **Le brise soleil améliore le confort thermique en été en coupant les rayons du soleil**
- ✓ **Son inclinaison à adapter permet de laisser passer les rayons du soleil en hiver**

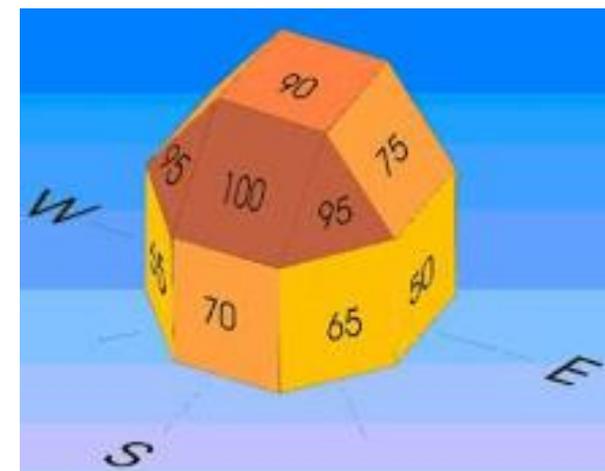


PRODUCTION ÉLECTRIQUE

- ✓ **En Bourgogne Franche-Comté, 1 kWc produit environ 1000 kWh/an**
- ✓ **La production dépend fortement de l'inclinaison et de l'orientation du toit.**
- ✓ **Pour les modules plans cristallins, l'optimum est une inclinaison 30° plein sud.**



Productible en fonction de la localisation
d'après PVGIS <http://sunbird.irc.fr/pvgis/>



LES ONDULEURS

- ✓ **Permettent de transformer le courant continu fourni par les modules en courant alternatif**
- ✓ **Les onduleurs dégagent de la chaleur. Ils doivent être installés à l'extérieur ou dans un local ventilé.**
- ✓ **Les onduleurs ont une tension et une intensité maximales qui conditionnent le nombre de modules raccordées sur chaque onduleur.**

LES ONDULEURS



Micro-onduleur :
Derrière chaque
module



Onduleur string :
Taille d'un coffret électrique
Raccorde plusieurs chaînes de modules
Jusqu'à 250 kW
IP 64



Onduleur centrale :
Raccorde plusieurs chaînes de modules
Pour la Haute Tension (> 250 kW)

1. Généralités

2. Technologies

3. Implantation et intégration

4. Modalité de vente de l'électricité

**5. Coûts d'investissement / entretien
maintenance**

6. Types de montage

7. Evolutions réglementaires

TARIF ACTUEL DE VENTE

- ✓ **Arrêté tarifaire du 28 juillet 2022**, (mise à jour dernier trimestre 2022 non publiée)
- ✓ **Vente de l'électricité en obligation d'achat via un contrat sur 20 ans**
- ✓ **L'obligation d'achat a été élargie jusqu'à 500 kWc** (100 kWc jusqu'en 2021)

En vente totale

Puissance de l'installation	Tarif d'achat en €/kWh
≤ 3 kWc	0,2022 €/kWh
≤ 9 kWc	0,1718 €/kWh
≤ 36 kWc	0,1231 €/kWh
≤ 100 kWc	0,107 €/kWh
≤ 500 kWc	0,1107 €/kWh

En vente de surplus

Puissance de l'installation	Tarif d'achat en €/kWh	prime en €/kWc
≤ 3 kWc	0,10 €/kWh	0,43
≤ 9 kWc	0,10 €/kWh	0,32
≤ 36 kWc	0,06 €/kWh	0,18
≤ 100 kWc	0,06 €/kWh	0,9
≤ 500 kWc	0,1107 €/kWh	

On recherche donc un taux d'autoconsommation important (>60%) sauf pour les puissances supérieures à 100kW

Appels d'offres photovoltaïques :

- ✓ Dans le cadre des appels d'offres, ce sont les candidats qui proposent un "prix d'achat" en €/MWh. Les modalités de sélection des dossiers sont précisées dans les cahiers des charges disponibles sur le [site de la CRE](#).

Nous en sommes au « CRE 5 »

- ✓ Il y a 3 périodes de candidature par an avec un volume cible de puissance

- ✓ **Le producteur valorise sa production sur le marché de l'électricité et perçoit un complément de rémunération.** Le candidat s'engage à ne pas recevoir d'autre aide publique

◆ LES PROJETS > 500 KWC

- ✓ L'Appel d'offre CRE 5 prévoit des points supplémentaires pour un « **financement collectif** » ou une « **gouvernance partagée** »
- ✓ Les entreprises doivent être qualifiées ou certifiées pour le niveau de puissance proposé et réaliser les travaux dans un délai de 30mois (prolongations possibles)
- ✓ Le porteur de projet peut aussi passer un **marché de gré à gré avec un fournisseur d'énergie (P.P.A.)**

AO CRE : POINTS CLÉS ET ÉVOLUTION DES TARIFS

Périmètre de l'AO :

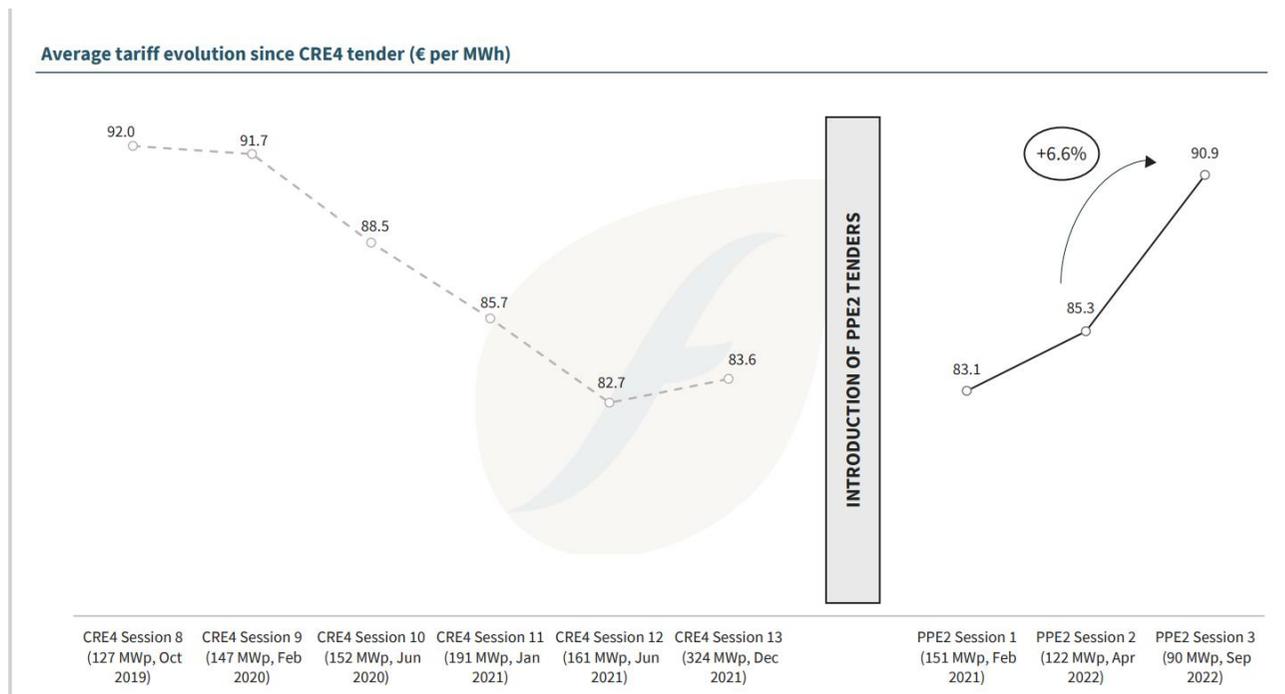
- ✓ Puissance de 500 kWc à 8 MWc
- ✓ Installations PV sur toiture ou ombrières
- ✓ Notation selon le prix (70 pts) l'impact carbone (25 pts) et gouvernance/financement (5 pts)

Tarification :

Lors du dernier AO, le tarif moyen retenu était de :

91 €/MWh

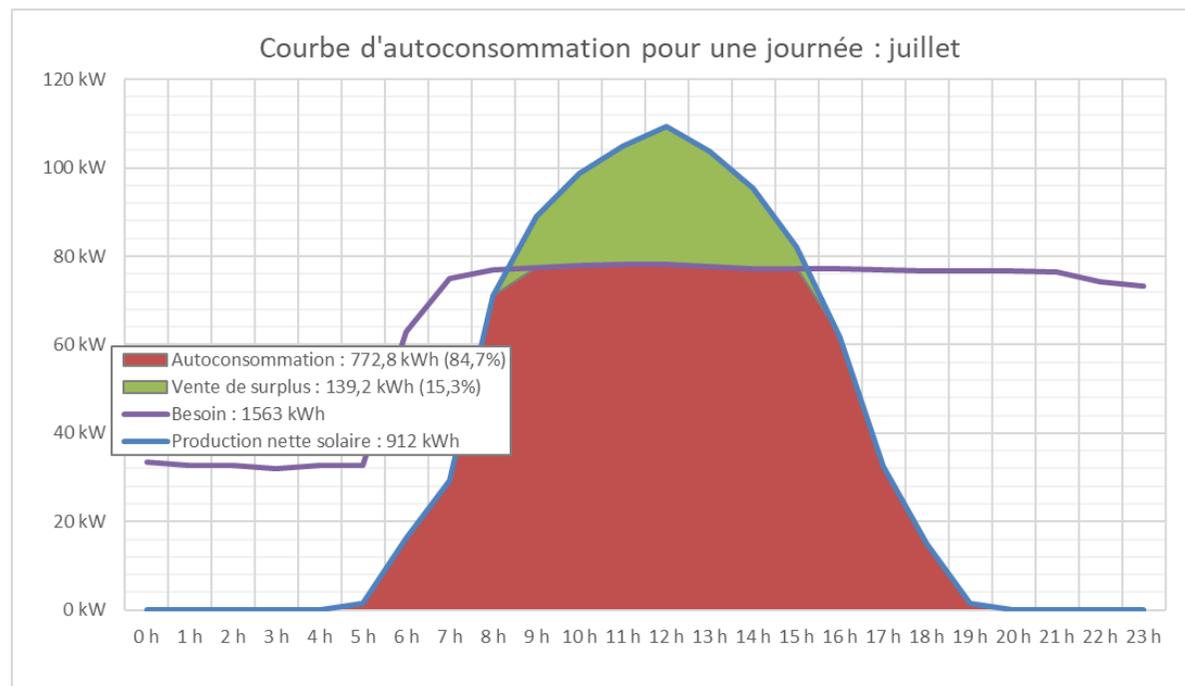
et le maximum 96 €/MWh



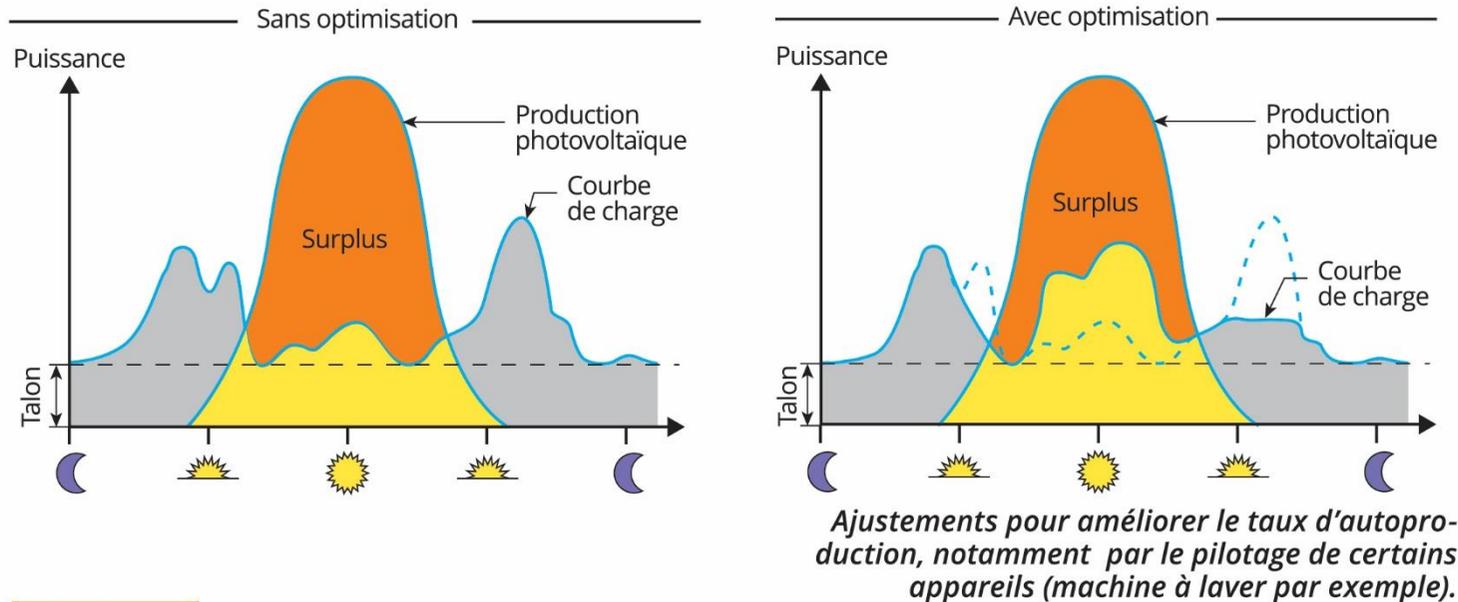
Source : Finergreen

🏠 ZOOM SUR L'AUTOCONSOMMATION

- ✓ Avant 2017, si on faisait le choix de l'autoconsommation, il était interdit de réinjecter le surplus sur le réseau ce qui générait des centrales très petites.
- ✓ **La loi du 24 février 2017 prévoit que l'autoconsommation peut être totale ou partielle, individuelle ou collective, à l'échelle d'une construction, d'une copropriété ou d'un quartier.**



AUTOCONSOMMATION VS. AUTOPRODUCTION



Lexique

$$\text{Taux d'autoconsommation} = \frac{\text{Production utilisée}}{\text{Production totale}} = \frac{\text{■}}{\text{■} + \text{■}}$$

$$\text{Taux d'autoproduction} = \frac{\text{Production utilisée}}{\text{Consommation totale}} = \frac{\text{■}}{\text{■} + \text{■}}$$

- ✓ **Le taux d'autoproduction augmente avec la puissance de production PV quand le taux d'autoconsommation baisse (et inversement)**
- ✓ **Le **taux de couverture** correspond au ratio de production annuelle sur la consommation annuelle totale**

1. Généralités

2. Technologies

3. Implantation et intégration

4. Modalité de vente de l'électricité

**5. Coûts d'investissement / entretien
maintenance**

6. Types de montage

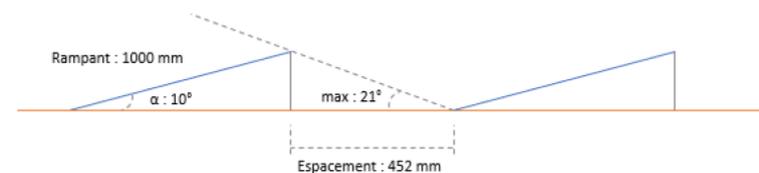
7. Evolutions réglementaires

◆ DIMENSIONNEMENT RAPIDE :

- ✓ Au moins 30% de la toiture sera inutilisable : cheminement, équipement CVC...
- ✓ Attention à la présence d'ombres portées par les éléments de toiture ou éléments extérieurs (arbres, sorties en toiture, groupes froid ...)
- ✓ Si les modules sont inclinés orientés Sud, respecter un espacement entre les lignes: de 20 à 40% de perte de surface
- ✓ 1 m² net de module PV, correspond à environ 200 Wc installable

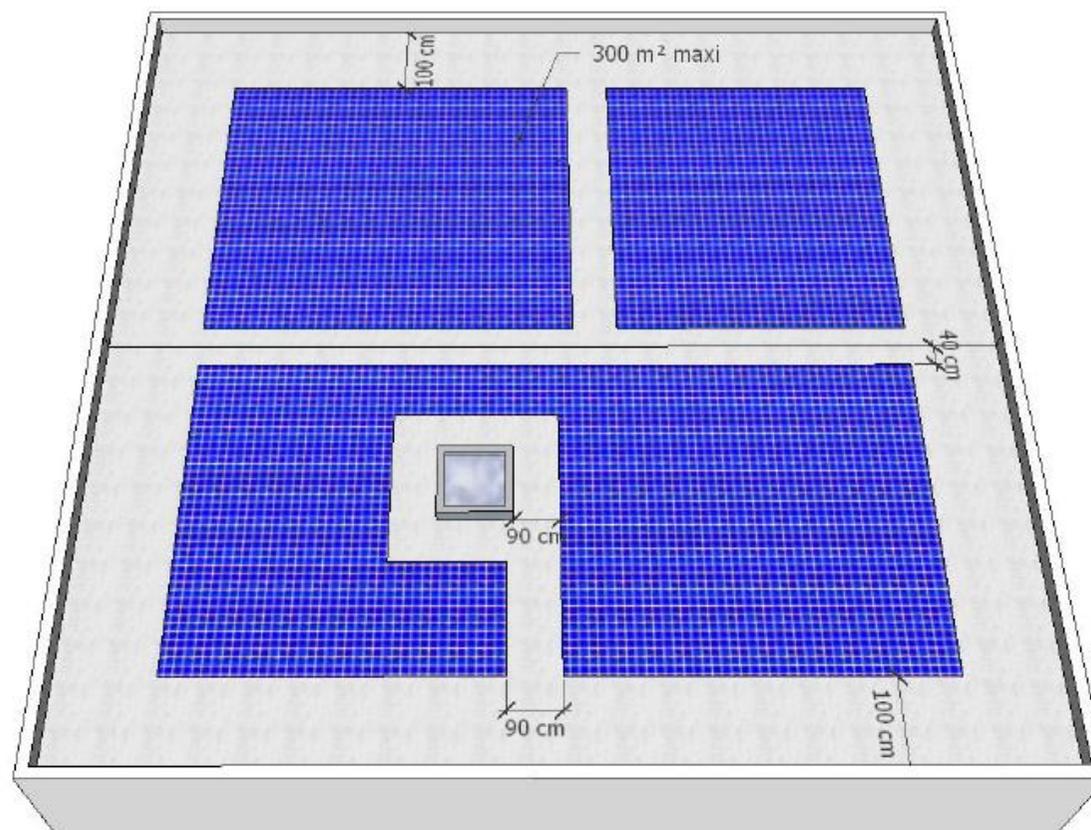


Une inclinaison d'au moins 10° permet un auto-nettoyage du module plus efficace



✓ Règles de circulation :

- Pas de modules à moins de 40 cm d'une rupture de pente ou évacuation d'eau pluviale
- Pas de modules à moins de 100 cm des acrotères
- Pas de modules à moins de 90 cm de sortie de toiture (lanterneaux.) de plus de 100 cm de large
- Pas de modules à moins de 50 cm de sortie de toiture de moins de 100 cm de large
- Champs de 300 m² maximum, séparés par des chemins de circulation de 90 cm minimum entre les champs de modules



SYNTHÈSE CHIFFRAGE GLOBAL INVESTISSEMENTS HORS RACCORDEMENT

	Matériel et pose
Puissance installée	Prix investissement
< 3 kWc	2,5 à 2,2 € TTC/Wc
3 à 9 kWc	2,2 à 1,8 € HT/Wc
9 à 36 kWc	1,8 à 1,2 € HT/Wc
36 à 100 kW	1,2 à 1 € HT/Wc
100 à 500 kW	1 à 0,9 € HT/Wc
> 500 kW	< 0,85 € HT/Wc

🏠 COUT DU RACCORDEMENT AU RÉSEAU ÉLECTRIQUE

- ✓ **De 0 à 18 kVA : de 500 à 1500 €HT environ**
- ✓ **De 18 à 250 kVA : étude de faisabilité réalisée par le gestionnaire du réseau, coût supérieur à 1500 €HT**
- ✓ **Outil de simulation sur le site d'Enedis**
- ✓ **Au delà de 250 kVA : étude de faisabilité, transformateur dédié à la centrale + cote part S3R ENR (65 k€/MW)**
- ✓ **Capacité réseau de transport (HT) visible sur [capareseau.fr](https://www.capareseau.fr)**

✓ TURPE 6 entré en vigueur le 1er août 2021 :

	Vente totale (€HT/an)			Vente de surplus (€HT/an)		
	< 36 kVA	entre 36 et 250 kVA	P > 250 kVA	< 36 kVA	entre 36 et 250 kVA	P > 250 kVA
Abonnement						
Composante de Gestion	15,72	216,83	433,78	22,92	311,16	622,32
Composante de Comptage	18,6	240,24	319,20	N/A	N/A	N/A
TOTAL (€HT/an)	34,32	457,07	752,98	22,92	311,16	622,32

Non appliqué aux projets en autoconsommation totale

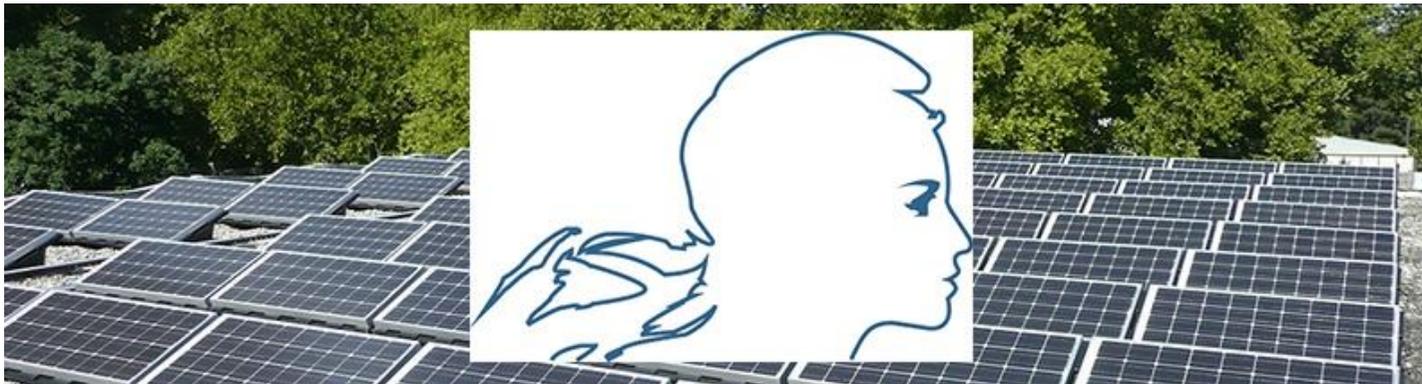
Source : Photovoltaïque.info

ENTRETIEN MAINTENANCE

- ✓ **Laver la centrale une fois par an pour limiter les baisses de performances liées à l'encrassement des modules**
- ✓ **Changement des onduleurs à leur défection (durée de vie 10 à 15 ans)**
- ✓ **SUIVI de la production (monitoring)**
- ✓ **Vérification annuelle de la bonne productivité et l'état du système**
- ✓ **2% du coût d'investissement (compris renouvellement des onduleurs)**

IFER = Imposition Forfaitaire sur les Entreprises de Réseaux

- ✓ Dû pour les installations PV de puissance > 100 kW
- ✓ Depuis janvier 2021, il s'élève à **3,155 €/kW/an** pendant les 20 premières années d'imposition (anciennement 7,57 €/kW/an)



Non appliquée aux projets en autoconsommation totale

Source : Photovoltaïque.info



- ✓ Outil PVGIS de la commission Européenne :
https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/fr/tools.html
- ✓ Sur le site de l'INES : <http://ines.solaire.free.fr/pvreseau.php>

Autoconsommation :

- ✓ Outils HESPUL simple et rapide :
<https://evaluer-mon-devis.photovoltaique.info/>
- ✓ Outil INES plus détaillé mais quand même rapide :
<https://autocalcol.ressources.ines-solaire.org/>

1. Généralités

2. Technologies

3. Implantation et intégration

4. Modalité de vente de l'électricité

**5. Coûts d'investissement / entretien
maintenance**

6. Types de montage

7. Evolutions réglementaires

Portage interne

- ✓ **Etude d'opportunité (analyse des sites à équiper)**
- ✓ **Choix des sites – études de faisabilité**
 - analyse règles urbanisme (compris ABF) et terrain si PV au sol
 - Etude structure
 - Implantation - productible
 - Analyse économique
- ✓ **Etude d'impact (obligatoire si $P > 1\text{MWC}$ ou au cas par cas si $P > 250\text{kWc}$)**

Tiers investissement

- ✓ **Choix d'un AMO**
- ✓ **Etude d'opportunité (analyse des sites à équiper)**
- ✓ **Définition de l'AMI**
- ✓ **AMI – choix d'un développeur**
- ✓ **études de projet (prestataire)**
 - Démarches administratives
 - Etudes techniques
 - Etude d'impact
- ✓ **Signature du bail**

✓	Choix d'un AMO ou d'un BE pour études	2 mois
✓	Etude d'opportunité (compris étude structure)	1 à 3 mois
✓	Publicité préalable possible suivi ou pas d'un AMI *	
✓	AMI compris sélection du développeur	4 mois
✓	Études techniques	3 à 6 mois
✓	Démarches administratives	
	• Demande d'autorisation (< 250 kWc) ERP	4 mois
	• PC Sans étude d'impact (au cas pas cas dès 250 kWc)	4 mois
	• PC avec étude d'impact (Obligatoire > 1MWc ou au cas par cas)	7 mois mini hors réalisation de l'étude d'impact qui peut aller jusqu'à 18 mois
	Demande de raccordement et contrat d'achat	2 mois
✓	Travaux	1 à 3 mois

Un délai global minimum de 1 an à 2,5 ans, en cas d'autorisation environnementale, est nécessaire pour réaliser un projet Photovoltaïque en toiture ou au sol

*** Les bâtiments hospitaliers ou bâtiments publics doivent faire une mise en concurrence**

- ✓ **Sur bâtiment existant une Déclaration Préalable est suffisante. Sur du neuf, à inclure dans le Permis de Construire**
- ✓ **Demande aux ABF si le projet est à moins de 500m d'un bâtiment historique**
- ✓ **Demande de raccordement et contrat d'achat sont réalisés en même temps, en ligne sur le site d'Enedis. La durée de l'étude de raccordement est de 3 mois et donne lieu à une offre ENEDIS valable 3 mois**

OMBRIÈRES DE PARKING OU PV AU SOL

Études complémentaires pour les implantations en ombrières et PV au sol :

- ✓ **une étude topographique** : relief, études cadastrales, présence d'obstacles, ...
- ✓ **une étude des obstacles dans le sous-sol** : vestiges, réseaux électriques ou fluides
- ✓ **une étude géotechnique** : natures de sol rencontrées, définition du type d'ancrage adapté et son dimensionnement

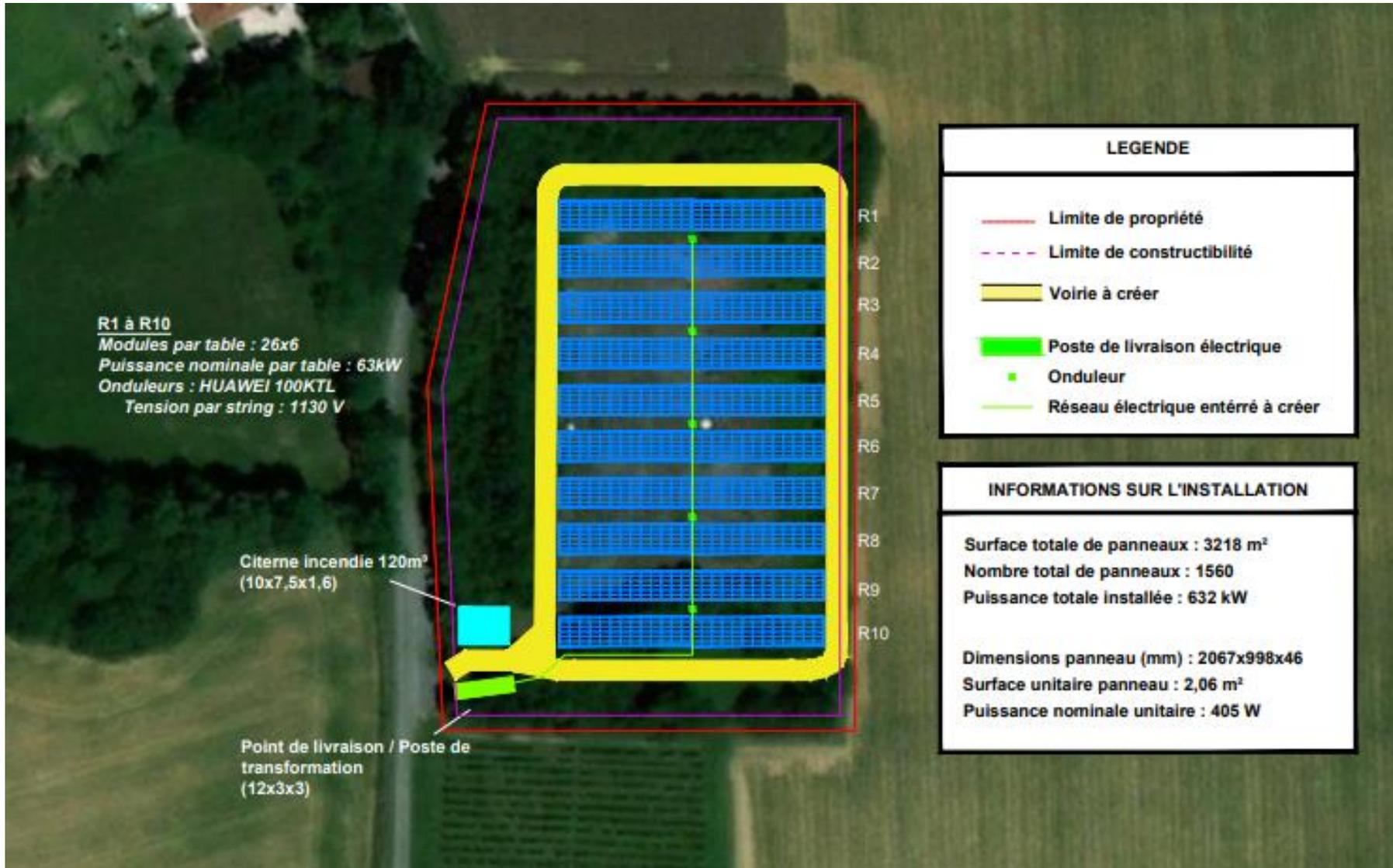


Source : Urbasolar, Parking NTN-SNR

Études supplémentaires pour le PV au sol (en complément éventuel de l'étude d'impact) :

- ✓ **Nature du sol et archéologie**
- ✓ **Etude agricole et forestière et autorisation de défrichement**
- ✓ **Espèces protégées**

EXEMPLE PV AU SOL 632 KW



EXEMPLE PV en toiture 56kWc

Ou Ombrière

🏠 PV EN TOITURE BAC ACIER ÉTANCHÉ / OMBRIÈRE



Vue de la toiture

Vue des masques proches



Caractéristiques générales :

- ✓ **Toiture en partie plate et en partie légèrement inclinée**
- ✓ **Présence d'arbres à proximité de la toiture**
- ✓ **Orientation toiture Sud Est ($\sim 165^\circ$ Nord)**
- ✓ **Structure du bâtiment: charpente métallique**

APPELS DE PUISSANCES HORAIRES

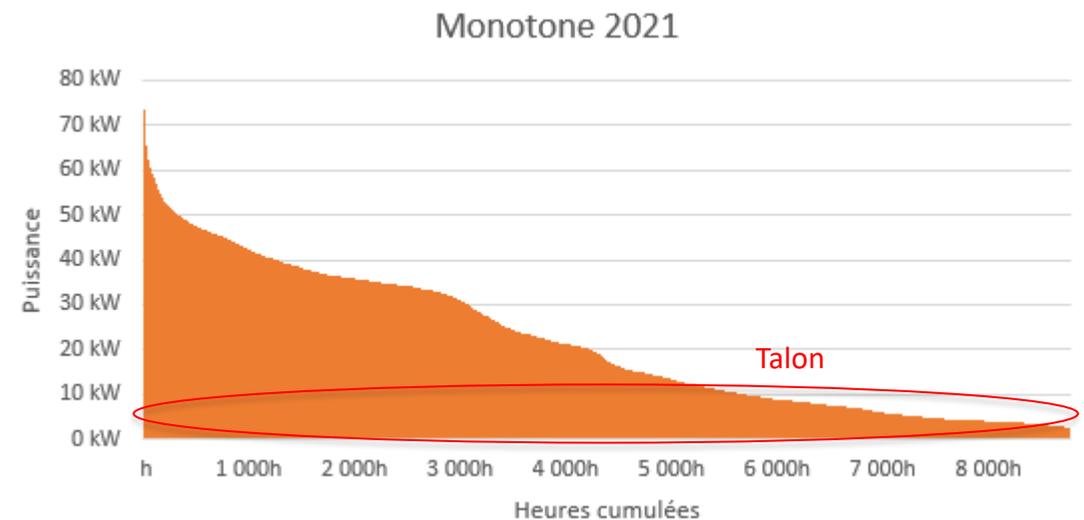
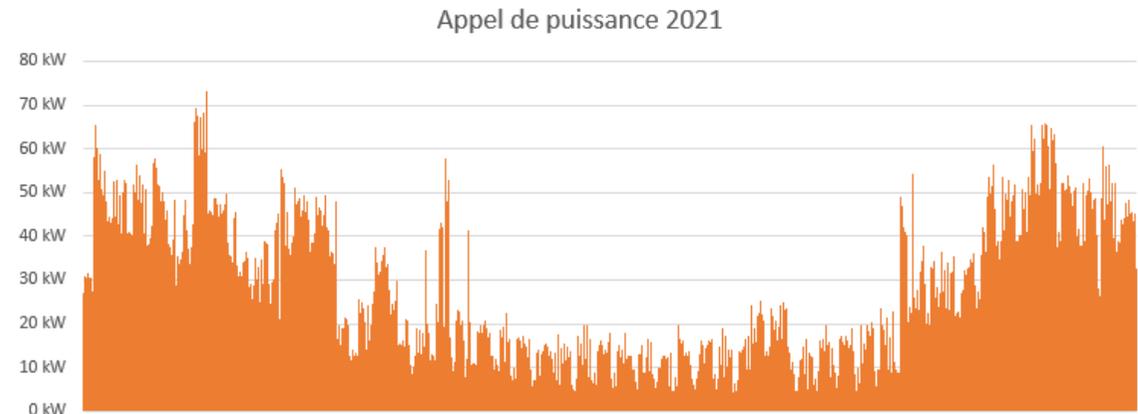
• Analyse

- ◆ Appels de puissances entre janvier 2021 et décembre 2021 issus des points 10 min

- ◆ Analyse de puissance :

	P min	P moy	P max
janv-20	23 kW	39 kW	65 kW
févr-20	20 kW	37 kW	73 kW
mars-20	8 kW	32 kW	55 kW
avr-20	6 kW	15 kW	38 kW
mai-20	3 kW	12 kW	58 kW
juin-20	3 kW	7 kW	20 kW
juil-20	3 kW	6 kW	20 kW
août-20	2 kW	9 kW	25 kW
sept-20	2 kW	7 kW	24 kW
oct-20	3 kW	18 kW	54 kW
nov-20	19 kW	38 kW	66 kW
déc-20	10 kW	39 kW	65 kW

- ◆ Talon de puissance d'environ 2 kW en période estivale et 20 kW en période hivernale



SCÉNARIOS ÉTUDIÉS

- **3 scénarios techniques étudiés :**

- ◆ En toiture :

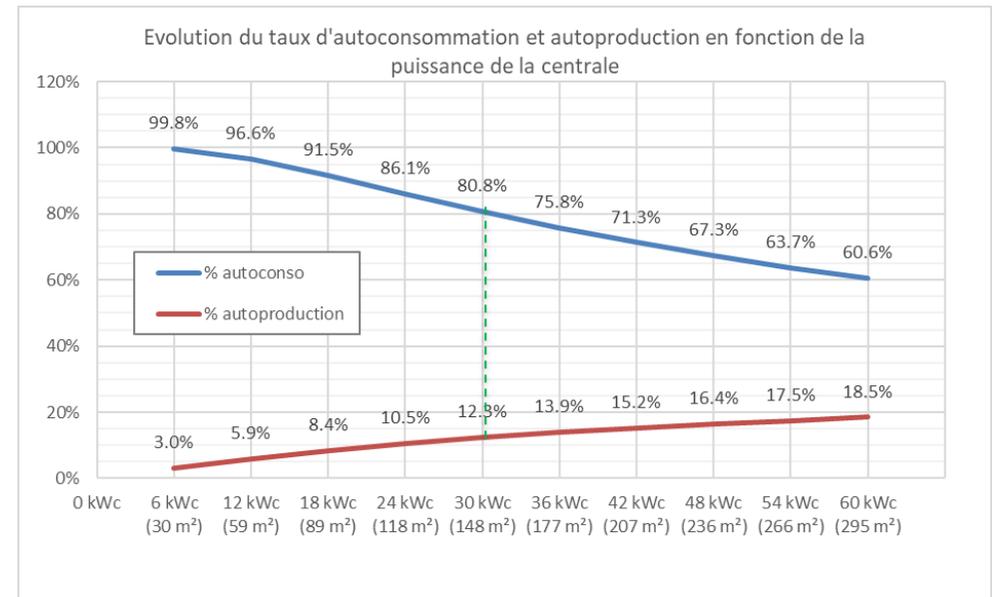
1. Maximum possible sur toiture ; P = 56 kW
2. Réduite sur la toiture pour atteindre une autoconsommation proche de 80% ; P = 30 kW

- ◆ En ombrière :

3. Ombrière photovoltaïque ; P = 130 kW

- **2 différentes valorisations :**

- ◆ Vente totale de l'électricité produite
- ◆ Autoconsommation avec vente de surplus



IMPLANTATION DES ÉQUIPEMENTS

- Centrale PV sur bâtiment – Puissance max

- ✓ **Nombre de modules**

- 152 modules
 - Tailles des modules : 1,75 x 1,05 m
 - Puissance par module : 370 Wc
 - **Puissance installation : 56 kWc**
- Inclinaison/Orientation
 - Parallèle à la toiture
 - -15°/Sud

- ✓ **Cheminement SDIS**

- 90 cm sur le périmètre intérieur de la toiture et au niveau des skydomes

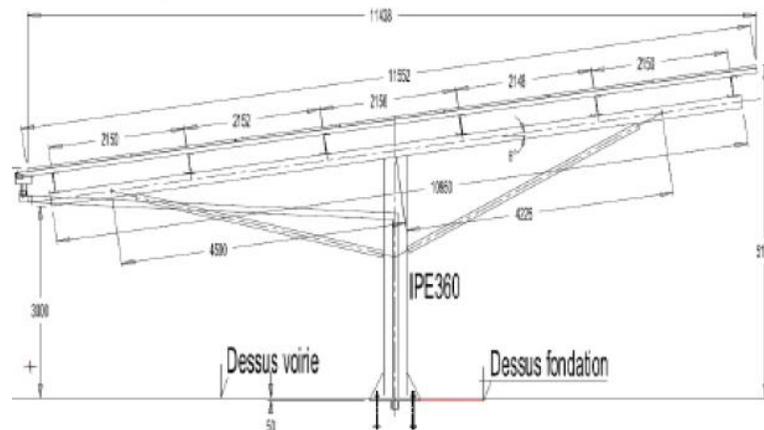
- ✓ **2 onduleurs de 25 kW**



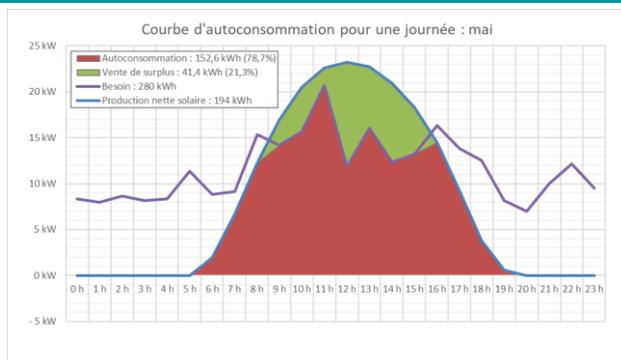
IMPLANTATION DES ÉQUIPEMENTS

• Ombrières photovoltaïque

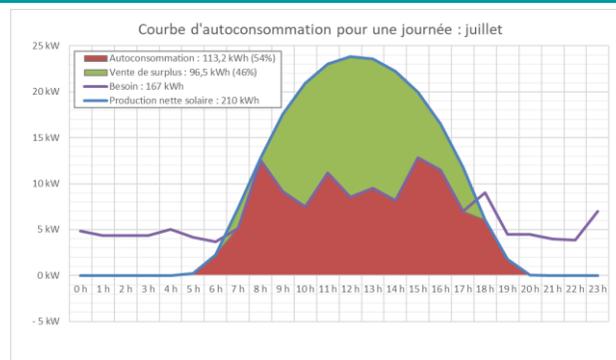
- ✓ Une étude géotechnique sera nécessaire pour dimensionner les fondations béton.
- ✓ Il sera nécessaire de vérifier auprès d'Enedis si le câble est capable de supporter la puissance installée..
 - **Cas de la vente de surplus : Nécessité de changer l'abonnement**
- ✓ **Nombre de modules**
 - 309 modules
 - Tailles des modules : $\sim 2 \text{ m}^2$
 - Puissance par module : 420 Wc
 - **Puissance installation : 130 kWc**
 - Inclinaison/Orientation
 - $\sim 7^\circ/\text{Sud}$ et $15^\circ/\text{Horz}$



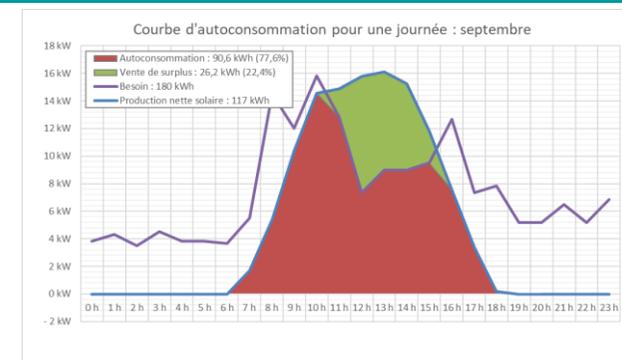
AUTOCONSOMMATION PV – 30 KW



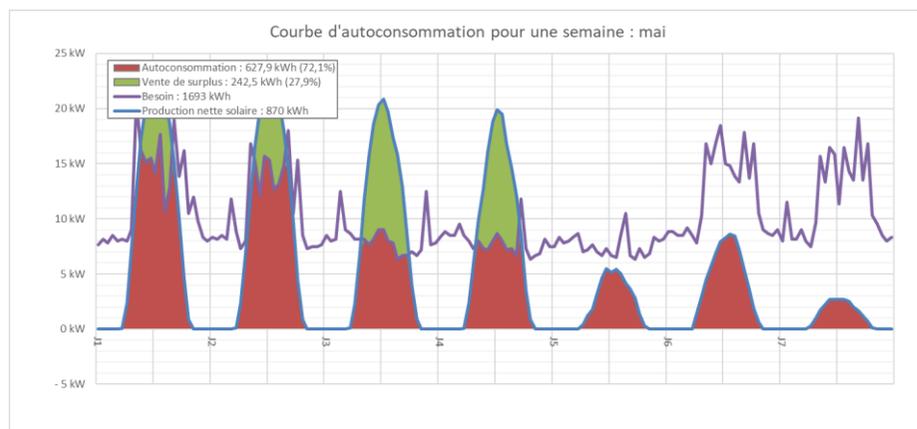
Mai (dimanche)



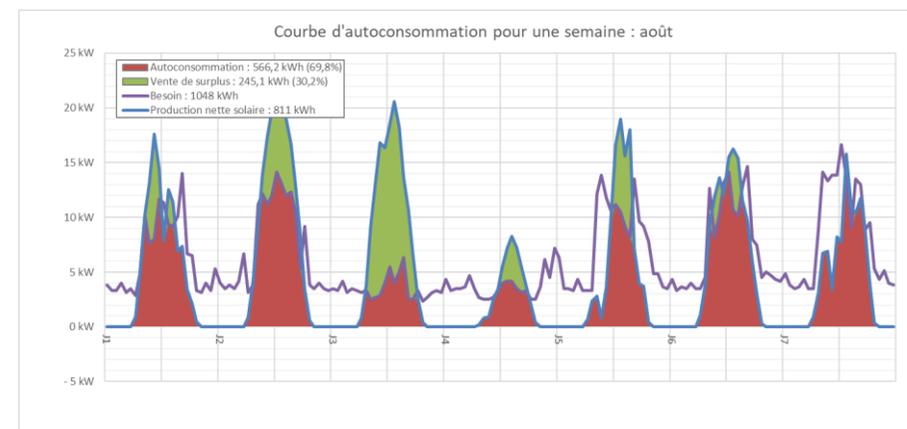
Juillet (semaine)



Septembre (semaine)



Semaine fin du mois de mai



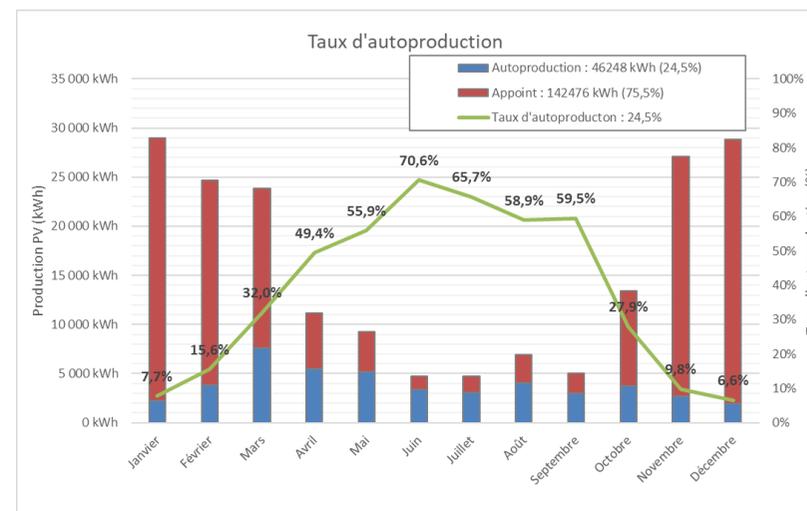
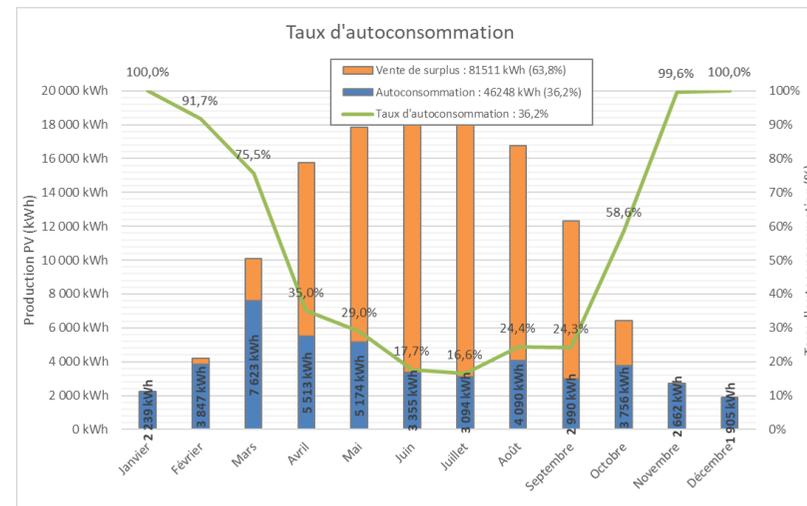
Semaine mois d'août

Analyse

- ◆ Pendant les périodes d'occupation, autoproduction proche de 100%.
- ◆ Pendant les périodes d'inoccupation du bâtiment (samedis/dimanches) **la production solaire PV est supérieure à la consommation du site.**

✓ Part de couverture du site

	Production nette solaire		Autoconsommation		Vente de surplus	
	kWh	kWh/kWc	kWh	%	kWh	%
Janvier	2 239 kWh		2 239 kWh	100,0%	0 kWh	0%
Février	4 197 kWh		3 847 kWh	91,7%	350 kWh	8%
Mars	10 091 kWh		7 623 kWh	75,5%	2 469 kWh	24%
Avril	15 766 kWh		5 513 kWh	35,0%	10 253 kWh	65%
Mai	17 850 kWh		5 174 kWh	29,0%	12 676 kWh	71%
Juin	18 919 kWh		3 355 kWh	17,7%	15 564 kWh	82%
Juillet	18 621 kWh		3 094 kWh	16,6%	15 528 kWh	83%
Août	16 767 kWh		4 090 kWh	24,4%	12 677 kWh	76%
Septembre	12 324 kWh		2 990 kWh	24,3%	9 333 kWh	76%
Octobre	6 407 kWh		3 756 kWh	58,6%	2 651 kWh	41%
Novembre	2 672 kWh		2 662 kWh	99,6%	10 kWh	0%
Décembre	1 905 kWh		1 905 kWh	100,0%	0 kWh	0%
Total	127 759 kWh	984 kWh/kWc	46 248 kWh	36,2%	81 511 kWh	63,8%



	Besoin	Production nette solaire		Autoproduction		Appoint	
		kWh	%	kWh	%	kWh	%
Janvier	28 945 kWh	2 239 kWh	7,7%	2 239 kWh	7,7%	26 706 kWh	92,3%
Février	24 712 kWh	4 197 kWh	17,0%	3 847 kWh	15,6%	20 865 kWh	84,4%
Mars	23 810 kWh	10 091 kWh	42,4%	7 623 kWh	32,0%	16 187 kWh	68,0%
Avril	11 155 kWh	15 766 kWh	141,3%	5 513 kWh	49,4%	5 642 kWh	50,6%
Mai	9 257 kWh	17 850 kWh	192,8%	5 174 kWh	55,9%	4 082 kWh	44,1%
Juin	4 753 kWh	18 919 kWh	398,0%	3 355 kWh	70,6%	1 398 kWh	29,4%
Juillet	4 710 kWh	18 621 kWh	395,4%	3 094 kWh	65,7%	1 616 kWh	34,3%
Août	6 945 kWh	16 767 kWh	241,4%	4 090 kWh	58,9%	2 855 kWh	41,1%
Septembre	5 029 kWh	12 324 kWh	245,1%	2 990 kWh	59,5%	2 039 kWh	40,5%
Octobre	13 455 kWh	6 407 kWh	47,6%	3 756 kWh	27,9%	9 699 kWh	72,1%
Novembre	27 127 kWh	2 672 kWh	9,9%	2 662 kWh	9,8%	24 465 kWh	90,2%
Décembre	28 827 kWh	1 905 kWh	6,6%	1 905 kWh	6,6%	26 922 kWh	93,4%
Total	188 724 kWh	127 759 kWh	67,7%	46 248 kWh	24,5%	142 476 kWh	75,5%

- **Couverture de la centrale solaire :**
 - ◆ Taux d'autoconsommation (= production solaire consommée par le site / production solaire nette centrale) : 36,2%
 - ◆ Taux d'autoproduction (= production solaire consommée par le site / besoin utile du site) : 24,5%

ANALYSE ECONOMIQUE – OBLIGATION D'ACHAT

✓ **L'analyse est conduite sur la base du postulat suivant :**

- **Durée de vie de la centrale 20 ans** (*durée de l'obligation d'achat*) -> *durée réelle > 25 ans*
- Baisse de la performance des modules de 0,30 %/an
- Prix de l'électricité de référence : 13,7 centimes € HT/kWh
- **Augmentation du prix de l'électricité : 3,0%/an**

✓ **Sont présentés ci-après des indicateurs indépendants du mode de financement et de l'actualisation :**

- Le TRI Projet (taux de rentabilité interne ou taux de rentabilité) à comparer à un taux de placement.
- Le Temps de retour brut TRB = Investissement / (Recettes-charges)

ANALYSE ECONOMIQUE - ANNEE 1			
Puissance	56 kW	56 kW	30 kW
Choix de valorisation	Vente de surplus	Vente totale	Vente de surplus
Investissement propre	88 900 €	91 200 €	52 600 €
Subvention	0 €	0 €	0 €
Montant à financer	0 €	0 €	0 €
Annuité année 1	0 €	0 €	0 €
Prime à l'investissement année 1	900 €	0 €	947 €
Economie sur électricité année 1	4 462 €	0 €	3 105 €
Recette vente électricité année 1	1 265 €	5 199 €	377 €
Charges année 1	1 719 €	2 042 €	1 105 €
Chiffre d'affaire année 1	4 908 €	3 157 €	3 325 €
TRI projet (20 ans)	1.62%	-4.81%	2.41%
TRB	17 ans	34 ans	16 ans

Projet sur Bâtiment

130 kW	130 kW
Vente de surplus	Vente totale
208 300 €	203 700 €
0 €	0 €
0 €	0 €
0 €	0 €
0 €	0 €
6 344 €	0 €
8 186 €	12 830 €
6 648 €	5 137 €
7 882 €	7 693 €
-2.68%	-4.12%
27 ans	31 ans

Projet sur Ombrière

- **L'analyse économique montre que le projet en vente totale et le projet en ombrières, avec les hypothèses faites et sans subvention, ne sont pas rentables**

1. Généralités

2. Technologies

3. Implantation et intégration

4. Modalité de vente de l'électricité

**5. Coûts d'investissement / entretien
maintenance**

6. Types de montage

7. Evolutions réglementaires

Installation obligatoire de panneaux solaires PV ou thermique (ou végétalisation)

En vigueur
depuis 2019

Bâtiments concernés :

Bâtiments neufs commerciaux d'emprise au sol de plus de 1000 m²
(Entrepôts, extensions, hangars à usage industriel ou artisanal)

Les parkings couverts accessibles au public (et non uniquement aux résidents ou employés)

À partir du 1^{er}
Janvier 2023

Bâtiments neufs commerciaux ET de bureaux d'emprise au sol de plus de 500 m²

→ Au moins 30% de la surface

Parkings concernés :

Nouveaux parkings couverts accessibles au public de plus de 500 m²

→ Au moins 50% de la surface

Nouveaux parkings extérieurs de plus de 500 m²

→ 100% de la surface

À partir du 1^{er}
Janvier 2024

Adoption du projet de loi prévue aujourd'hui 10 janvier à l'assemblée

Abandon de l'obligation d'installation PV sur toiture existante proposée par le Sénat au dessus de 250m² mais augmentation du taux de couverture de 50 à 60 % mini pour les bâtiments neufs ou lourdement rénovés.

Art 11 : obligation d'installation d'ombrières photovoltaïques

Parkings concernés :

Parking EXISTANTS accessibles au public de plus de 1500 m²

**MERCI POUR VOTRE
ATTENTION**

VOTRE INTERLOCUTEUR :

INDDIGO pour RESET

Mail : b.leclair@inddigo.com



inddigo

www.inddigo.com