

# Etude de faisabilité photovoltaïque en autoconsommation collective

Sevrey (71)

Septembre 2024

Besançon Chambéry Lyon





Maylis Olivier

[Maylis.olivier@planair.fr](mailto:Maylis.olivier@planair.fr)

P +33 (0)6 98 13 23 18

T +33 (0)4 51 08 10 24



Daniel Mugnier

[daniel.mugnier@planair.fr](mailto:daniel.mugnier@planair.fr)

P +33 (0)6 67 52 41 06

T +33 (0)4 51 08 10 21

# Sommaire



- Notions clefs et hypothèses
- Présentation du site producteur
- Etudes en autoconsommation individuelle
- Boucle d'autoconsommation collective
- Bilan énergétique et économique global en autoconsommation collective
- Etude de sensibilité
- Prochaines étapes



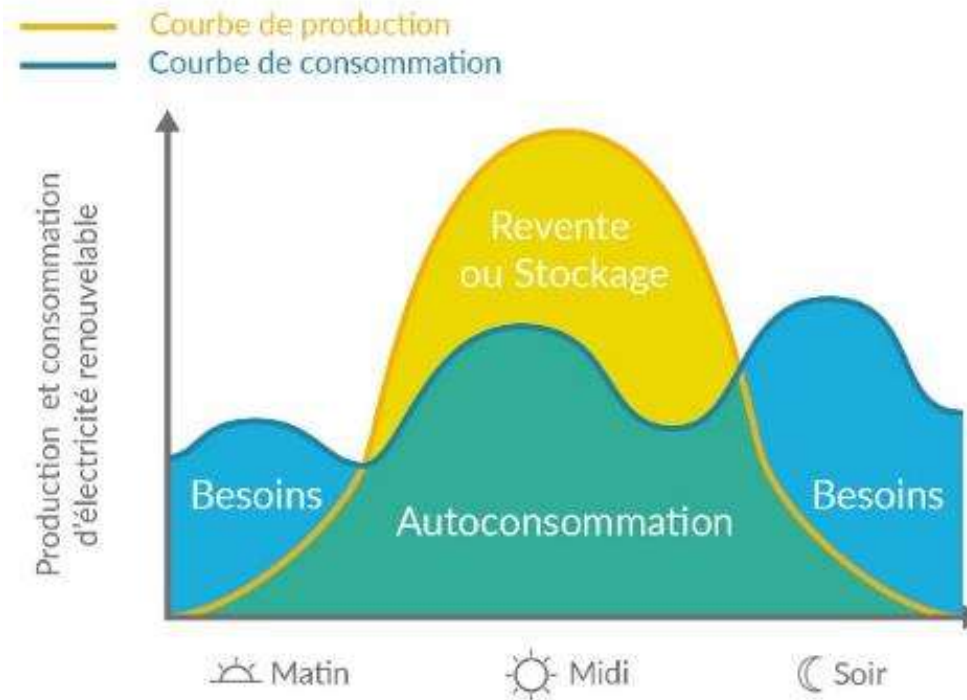
# Notions clefs et hypothèses



# Lexique

<b>Taux d'autoconsommation (TAC)</b>	Ou taux de consommation propre. Rapport de la production d'électricité PV consommée sur la production d'électricité PV totale
<b>Taux d'autoproduction (TAP)</b>	Rapport de la production d'électricité PV consommée sur la consommation d'électricité totale
<b>Ces deux indicateurs en énergie permettent d'évaluer la capacité du site à produire pour ses propres besoins d'électricité et à consommer sa propre production photovoltaïque. En particulier, ils prennent en compte la corrélation entre production PV et consommation.</b>	
<b>kWp ou kWc</b>	Kilo Watt Peak ou Crête : puissance maximale fournie par une installation photovoltaïque.
<b>kWh</b>	Kilo Watt Heure : énergie consommée ou produite par un système de 1kW en fonctionnement pendant 1h
<b>PV</b>	Photovoltaïque
<b>PVSyst</b>	Logiciel compilant diverses données (météo, géologiques, personnelles etc) d'une installation PV sur un site afin d'en calculer la production possible d'énergie solaire (et entre autres la productibilité)
<b>Productible de base Productibilité</b>	Donne l'énergie annuelle obtainable par puissance PV installée (en kWh/kWc/an). Par exemple, si on installe 30 kWc de PV sur un site où la productibilité est de 1000 kWh/kWc/an, on peut alors produire une énergie de 30'000 kWh/an
<b>AC</b>	Courant alternatif
<b>DC</b>	Courant continu.
<b>Onduleur</b>	Appareil transformant le courant DC produit par la centrale solaire en courant AC (le même que celui du réseau)
<b>ACI et ACC</b>	Autoconsommation Individuelle Autoconsommation Collective
<b>VS et VT</b>	Vente de Surplus et Vente Totale

# Lexique

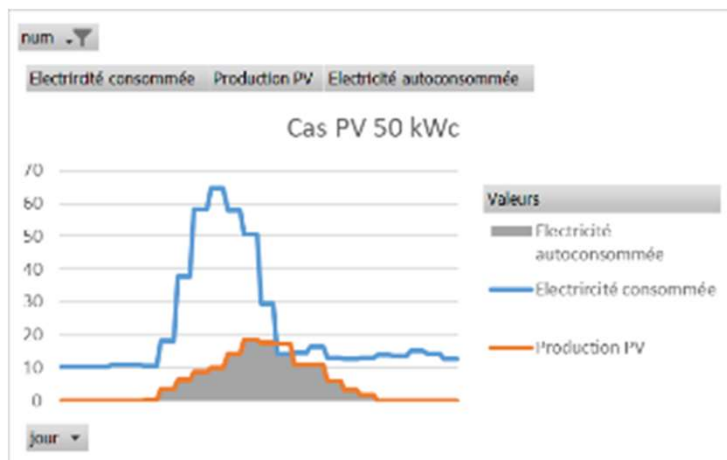


- Taux d'autoconsommation =  $\frac{\text{Autoconsommation (vert)}}{\text{Production totale (vert+jaune)}}$
- Taux d'autoproduction =  $\frac{\text{Autoconsommation (vert)}}{\text{Consommation totale (vert+bleu)}}$

# Lexique

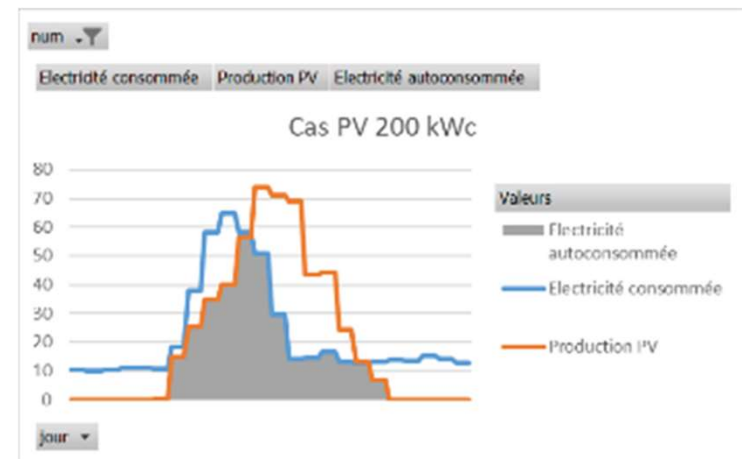
## Notions d'autoconsommation et auto-apvisionnement

### Exemples :



Taux d'autoproduction = 22%

Taux d'autoconsommation = 98%



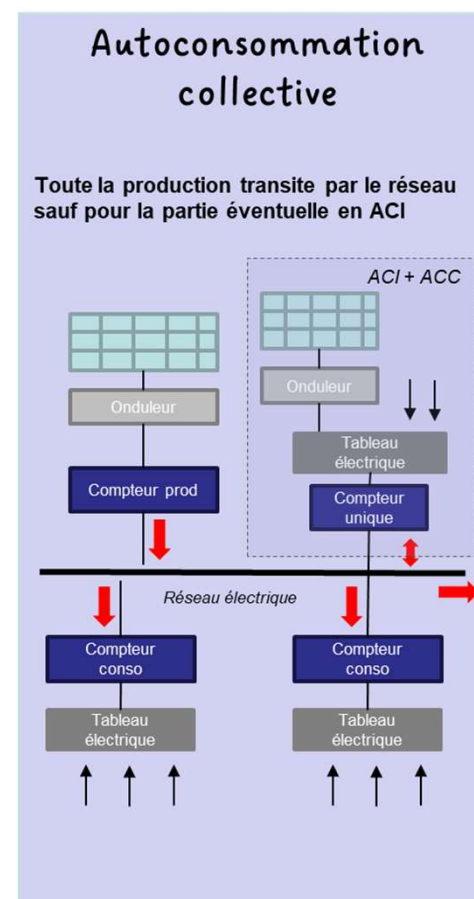
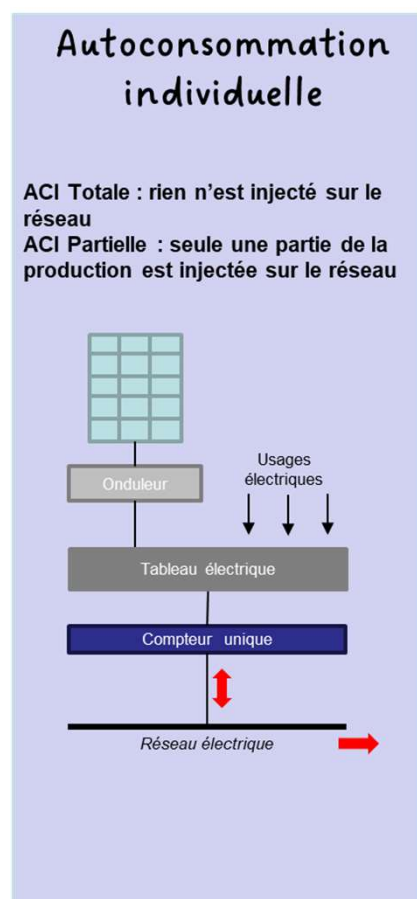
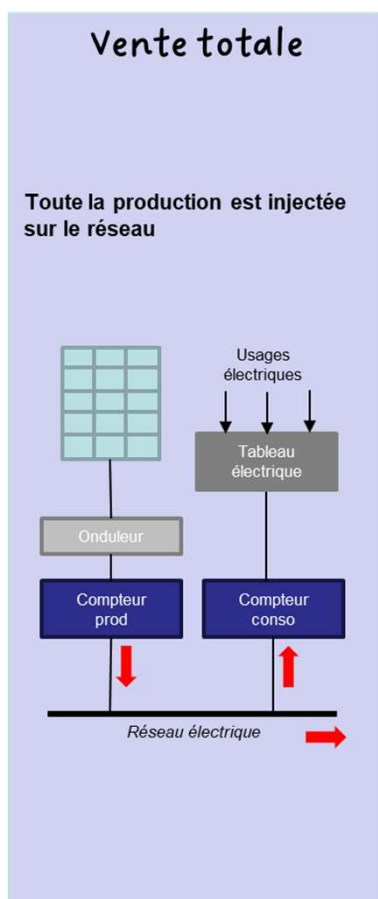
Taux d'autoconsommation = 64%

Taux d'autoproduction = 62%

Au-delà d'une certaine taille/puissance, le gain en autoproduction se fait au détriment de l'autoconsommation. Il y a une limite au taux d'autoproduction par l'installation PV même en augmentant la puissance de l'installation (nuit, journée sans soleil).

# Schémas de valorisation possibles

## Trois modes de valorisation possibles



# Schémas de valorisation possibles

## Possibilités d'achat de la production

### Vente totale

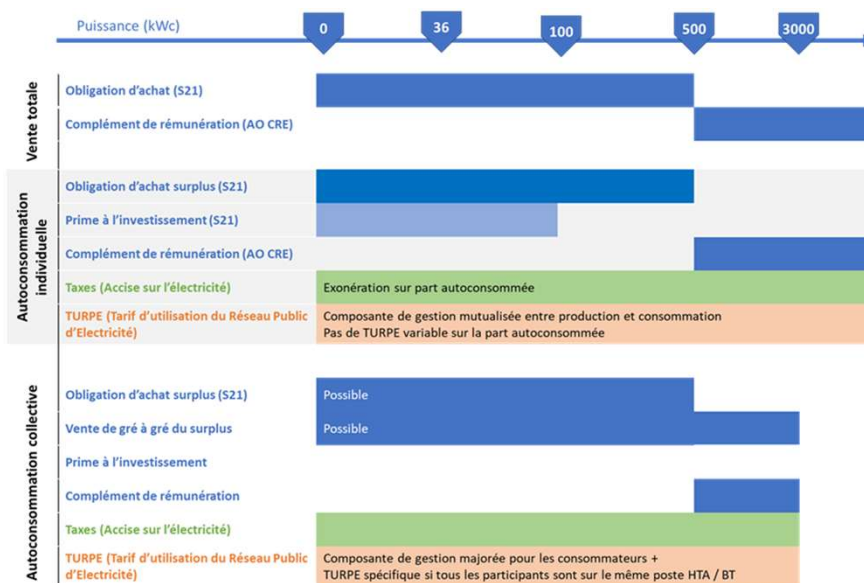
La production est intégralement vendue selon le **tarif d'achat** ( $P < 500 \text{ kWc}$ ) ou un **complément de rémunération** (AO CRE  $> 500 \text{ kWc}$ )

### Autoconsommation individuelle

La production est déduite d'une partie des consommations (**économie de facture**) et l'éventuel surplus est vendu selon le **tarif d'achat** ( $< 500 \text{ kWc}$ ) ou un **complément de rémunération** (AO CRE)

### Autoconsommation collective

La production est vendue aux consommateurs selon un **tarif fixé de gré à gré** et l'éventuel surplus est vendu selon le **tarif d'achat** ou un **complément de rémunération** (AO CRE)



Autre schéma en développement : PPA



## Schémas de valorisation possibles

Arrêté tarifaire S21 ( $P < 500$  kWc)

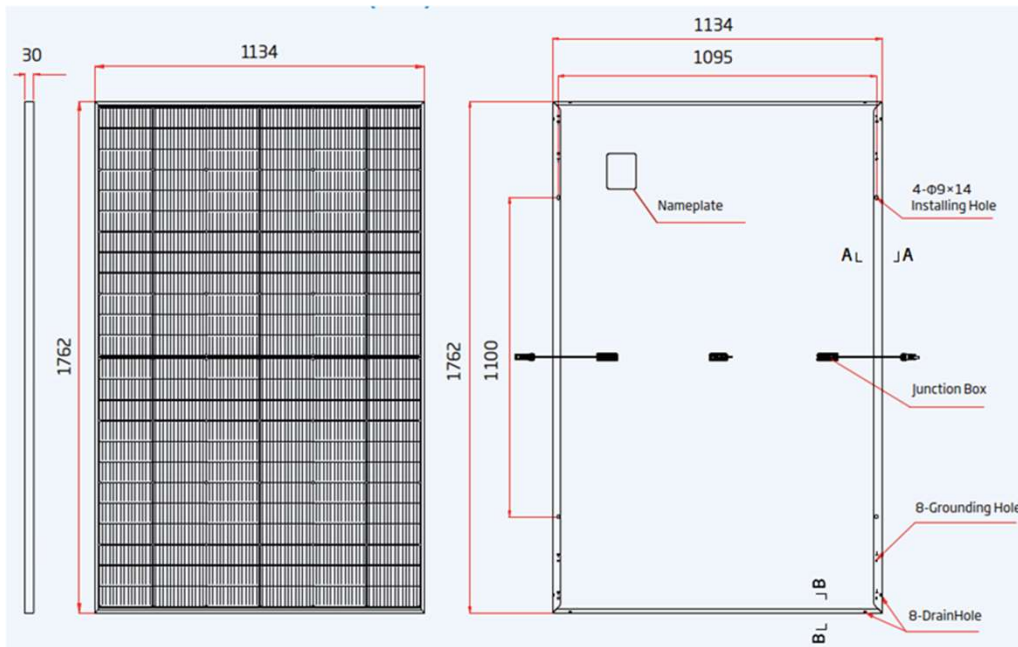
entre le... et le...		01/08/2024	31/10/2024
Raccordement	Puissance (kWc)	Tarifs du 11ème trimestre (N=11)	Prime à l'investissement
Vente totale	$0 < P + Q \leq 3$	12,05 c€/kWh	Pas de prime
	$3 < P + Q \leq 9$	10,24 c€/kWh	
	$9 < P + Q \leq 36$	13,18 c€/kWh	
	$36 < P + Q \leq 100$	11,46 c€/kWh	
	$100 < P + Q \leq 500$	10,88 c€/kWh	
Vente de surplus	$0 < P + Q \leq 3$	12,76 c€/kWh	0,26 c€/kWh
	$3 < P + Q \leq 9$	12,76 c€/kWh	0,19 c€/kWh
	$9 < P + Q \leq 36$	7,65 c€/kWh	0,19 c€/kWh
	$36 < P + Q \leq 100$	7,65 c€/kWh	0,10 c€/kWh
	$100 < P + Q \leq 500$	10,88 c€/kWh	Pas de prime

- › vente avec injection de la totalité ou du surplus (autoconsommation individuelle ou collective) ;
- › **puissance  $\leq 500$  kWc** ;
- › implantation sur bâtiment, hangar ou ombrière ;
- › obligation de qualification ou certification professionnelle de l'installateur ;
- › bilan carbone inférieur à 550 kg eqCO<sub>2</sub>/kWc pour les installations supérieures à 100 kWc.

Source : **CRE**

# Module photovoltaïque

## Modules photovoltaïques standards



Module utilisé pour les simulations :  
**TSM NEG9R.28 440 Wc**

**Vertex S+**

La solution définitive sera proposée par l'entreprise retenue pour les travaux (REX, prix négociés, ...) selon cahier des charges et exigences.

- Possibilité d'opter pour un module à **assemblage européen** : surcoût à prévoir
- Possibilité d'opter pour un module **full black** (atout architectural) : surcoût à prévoir

# Onduleurs

Conversion DC -> AC



De type **SUN2000 KTL** (ou équivalent)

→ Meilleur rapport qualité/prix du marché

→ La solution définitive sera proposée par l'entreprise retenue pour les travaux (REX, prix négociés,...) selon cahier des charges et exigences



*Exemple d'onduleurs en toiture sous casquette de protection*



*Exemple d'onduleur fixé sur un poteau d'ombrière*



# Système d'intégration en toiture

Solution : pose en dôme Est-Ouest lesté



**De type FlatFix Fusion : Système sous ETN**

→ La solution définitive sera proposée par l'entreprise retenue pour les travaux (REX, prix négociés,...) selon cahier des charges et exigences

## Système d'intégration en ombrière de parking



***Exemple de modèle d'ombrières métalliques  
du fabricant ADIWATT***



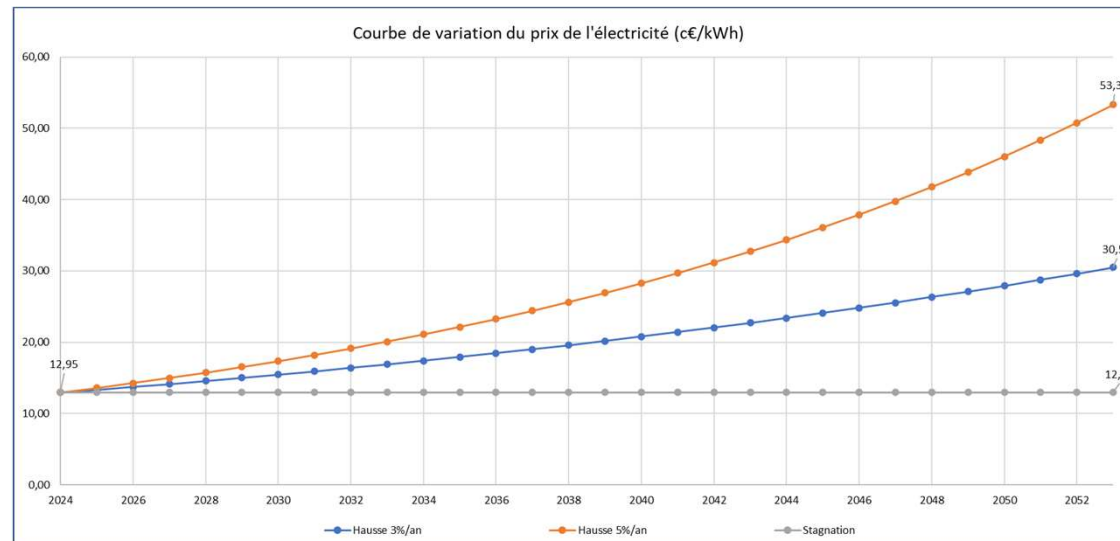
***Exemple de modèle d'ombrières en bois du  
fabricant MODULAND***

→ La solution définitive sera proposée par l'entreprise retenue pour les travaux (REX, prix négociés,...) selon cahier des charges et exigences

# Hypothèses de travail

## Coût de l'électricité

- Hypothèse sur l'évolution des tarifs de l'électricité :
  - **Tarifs 2024** puis hausse classique de 3%/an (Scénario principal)
- Plusieurs scénarios pourront être approchés en étude de sensibilité :
  - **Tarifs 2024** puis hausse soutenue de 5%/an (Scénario pessimiste du côté du consommateur)
  - **Tarifs 2024** puis stagnation (Scénario optimiste du côté du consommateur)

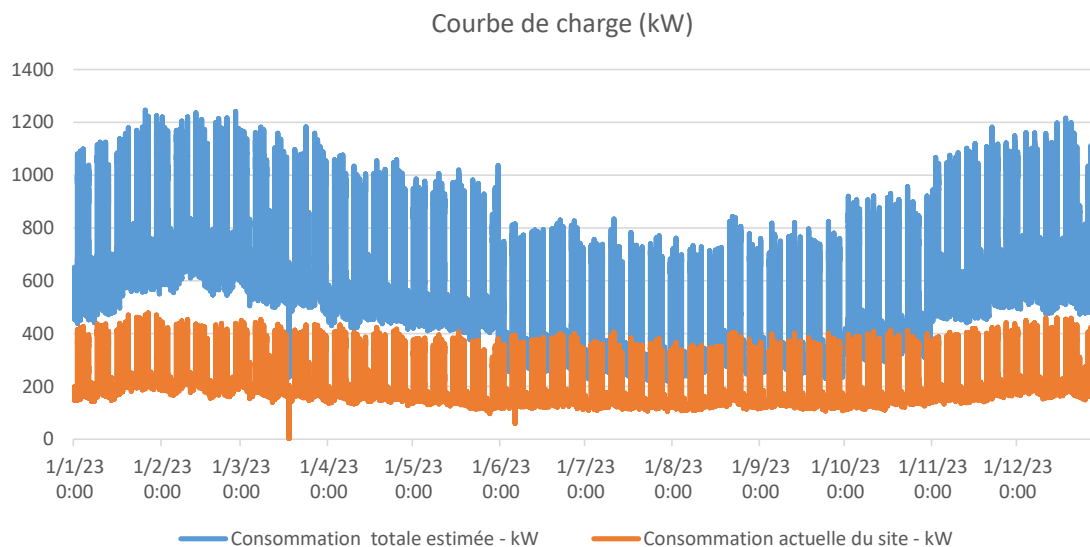


Contrat : HTA

# Hypothèses de travail

## Evolution de la consommation du site - Poste 1

- **Contexte :** Phase importante de déconstruction/reconstruction passage de petits pavillons en R+1 à de plus grands bâtiments de plein pied. Profil de consommation qui va tendre à ressembler au MHPP, bâtiment datant de 2014. Aussi, sur les nouveaux bâtiments un passage de chauffage gaz au chauffage électrique va être effectué.
- **Hypothèses :**
  - Consommation future POSTE 1 = consommation électrique actuelle POSTE 1 + consommation future en chauffage électrique estimée POSTE 1
  - Consommation future en chauffage électrique sur les nouveaux bâtiments : estimée via la consommation chauffage gaz du MHPP modulée d'un ratio de conversion de 1/3 pour le passage au chauffage électrique (PAC) et des surfaces des bâtiments
  - La somme de ces consommations est multipliée par deux pour avoir la consommation totale estimée



Augmentation de la  
consommation future  
estimée : **+166%**



# Présentation du site producteur

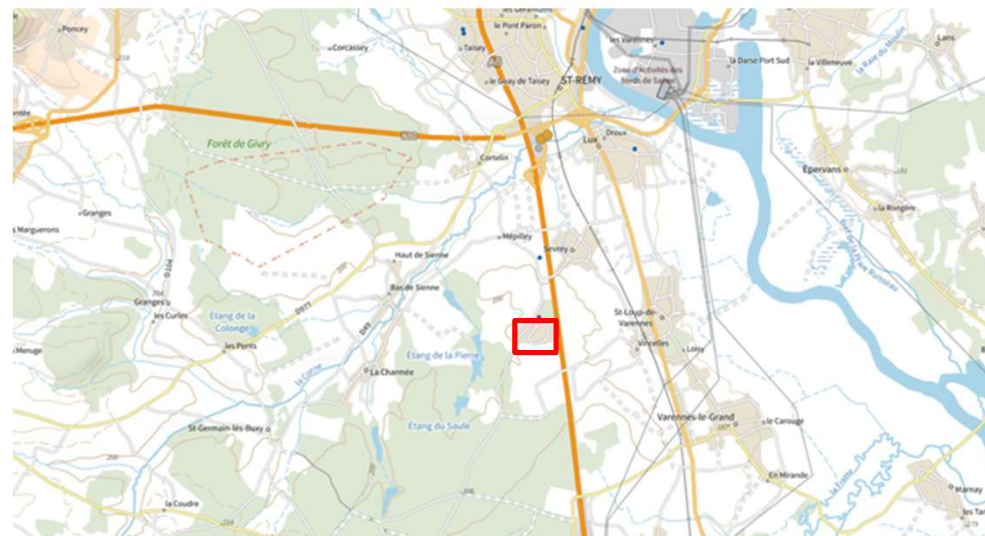
# Plan de situation

**Commune :** 71100 Sevrey

**Adresse :** Rue Auguste Champion

**Coordonnées :** 47.991644, 3.619720

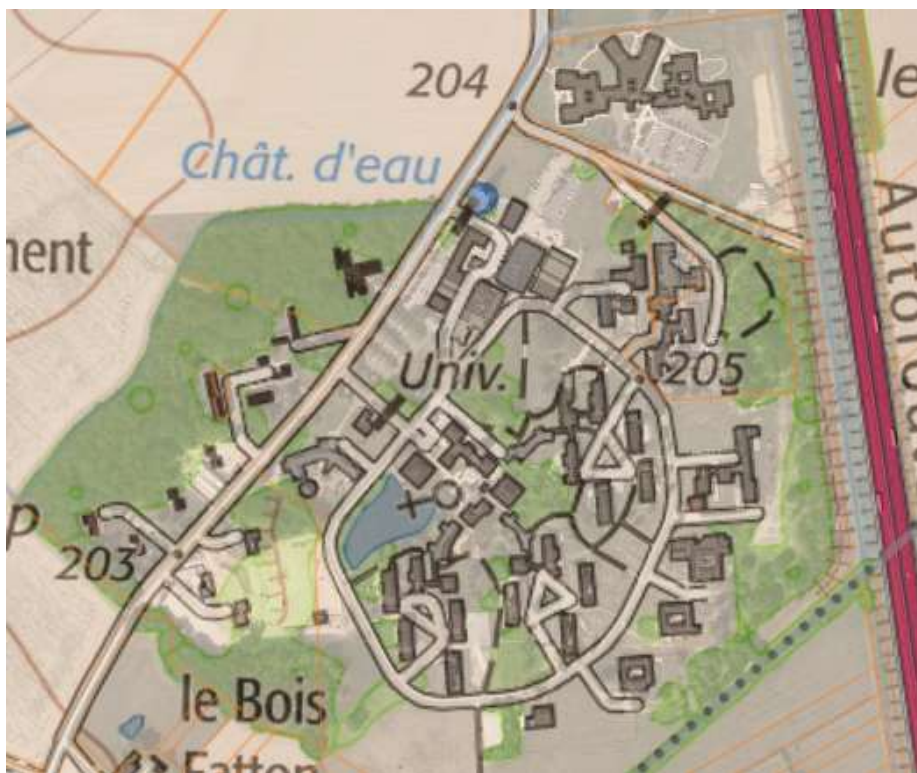
**Altitude :** 204 m



# Contraintes extérieures

## 1. Contrainte ABF

→ Non concerné



Atlas des patrimoines

## 2. Contrainte aérodrome/hélicoptère

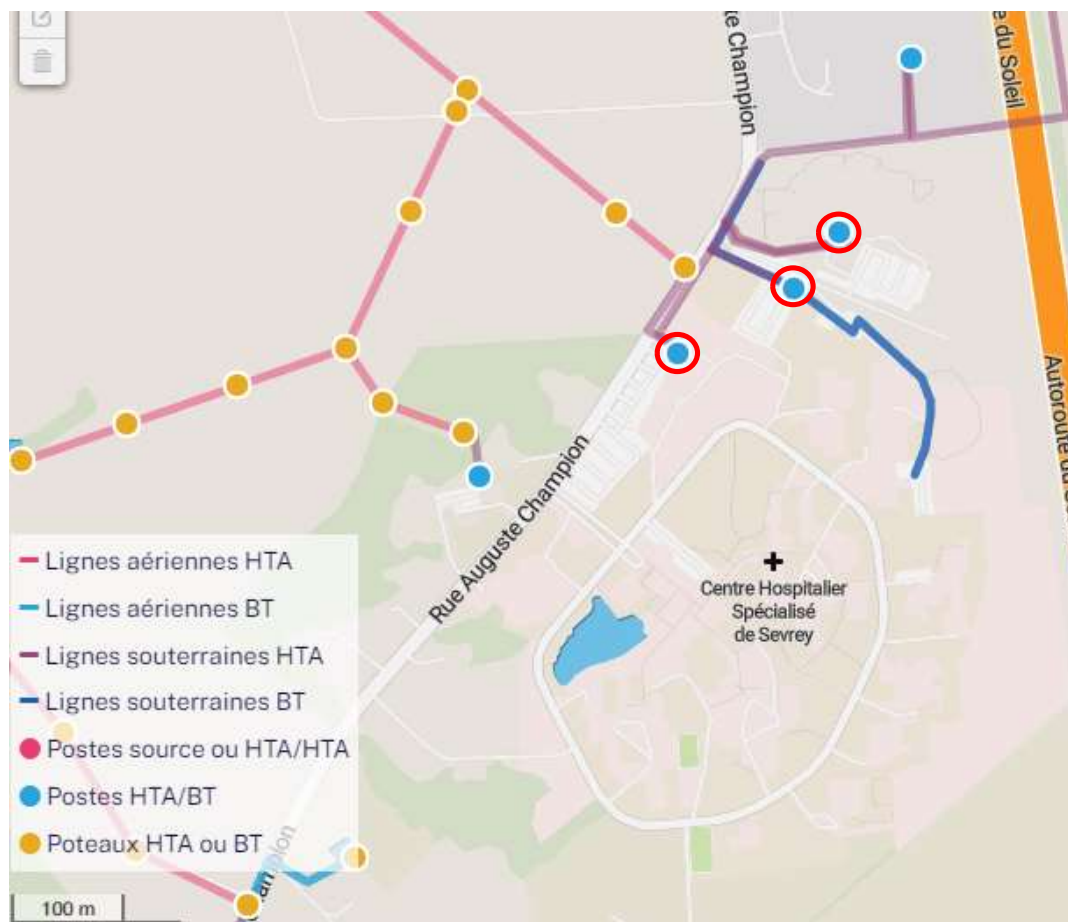
→ Non concerné



SIA – La référence aéronautique

# Contraintes extérieures

## 3. Contrainte réseau

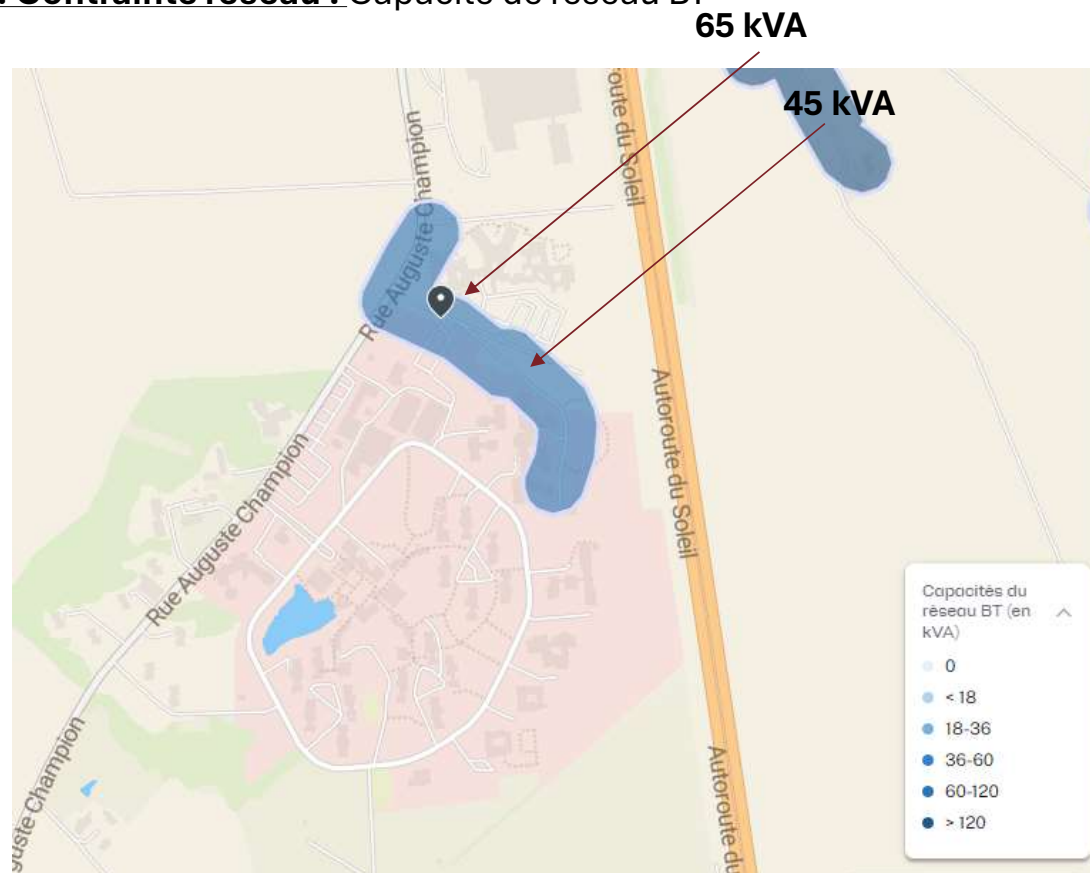


○ : Postes HTA/BT les plus proches

- Postes à proximité des postes transformateurs
- Puissance souscrite :
  - **MHPP** : 250 kW actuellement qui va être baissée à **100 kW** (PDL : 50074638932999)
  - **Poste 1** : 520 kW actuellement qui va être augmentée à **640 kW** (PDL : 30001210220872)
- Puissance de raccordement :
  - **MHPP** : 500 kW (HTA)
  - **Poste 1** : 640 kW (HTA)

# Contraintes extérieures

## 3. Contrainte réseau : Capacité de réseau BT



Basse Tension Haute Tension

MODE

Production Consommation

VUE SÉLECTION

Zone

46.728381971405526  
4.833490848541261

Réseau

Capacité en production : 65 kVA

Poste de Distribution Publique

CHATEAU D'EAU

Ajouter un projet de prod.

VUE SÉLECTION

Zone

46.727872693148896  
4.834161400794983

Réseau

Capacité en production : 45 kVA

Poste de Distribution Publique

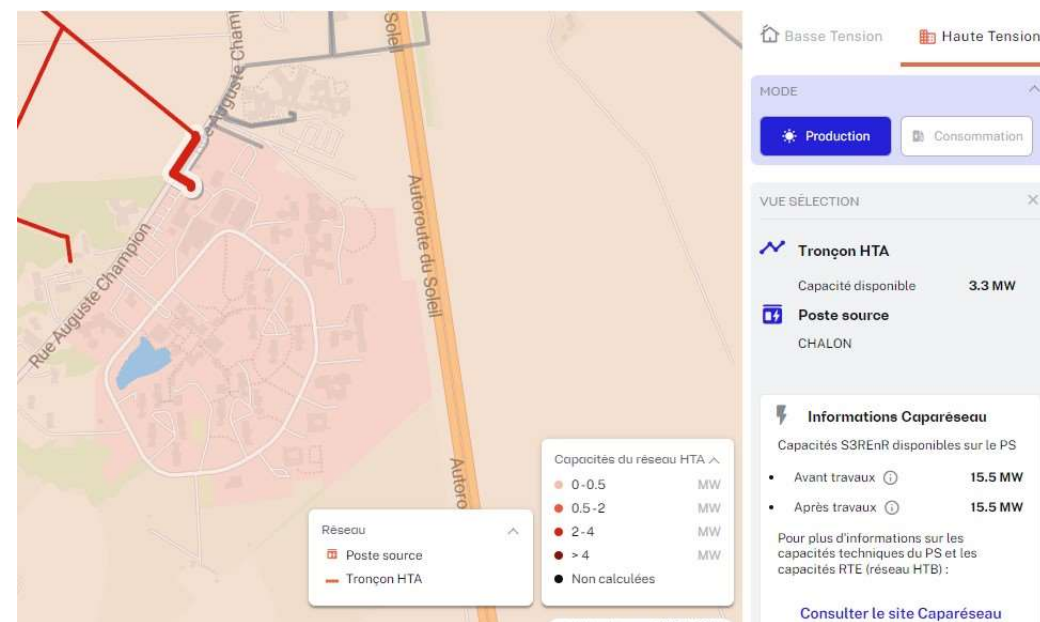
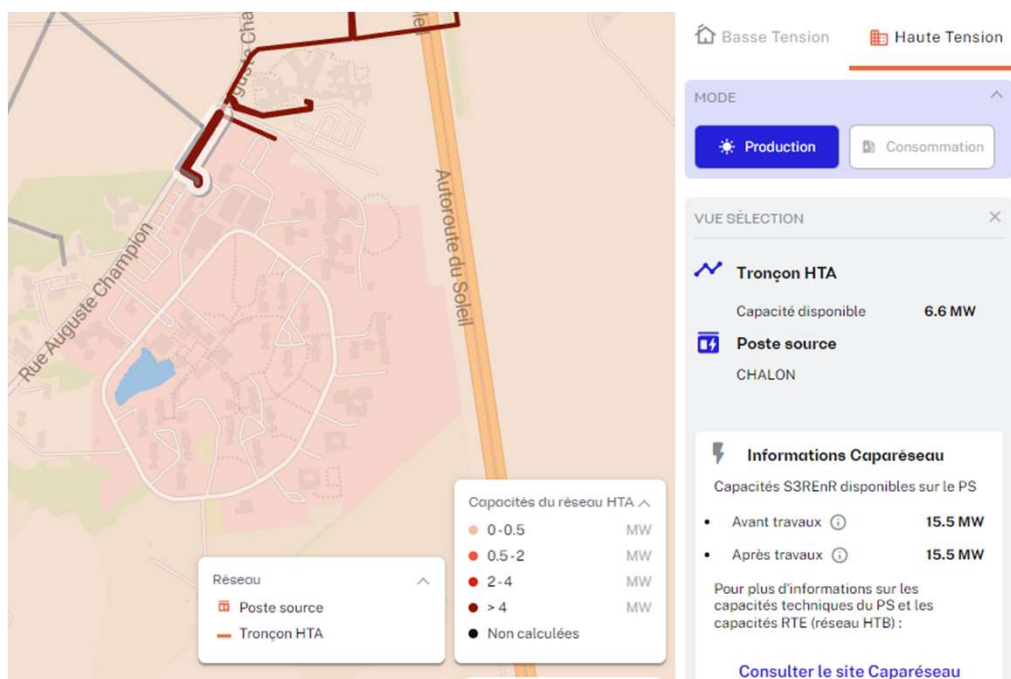
CHATEAU D'EAU

Ajouter un projet de prod.

/!\ La capacité en production du réseau à proximité du site relativement faible en BT /!\

# Contraintes extérieures

## 3. Contrainte réseau : Capacité de réseau HT




- Poste source : CHALON
- Capacité disponible : 3,3 et 6,6 MW


## Zones d'implantation considérées - MHPP




### Pans de toiture envisagés :

-  Toitures terrasses gravillonnées

### Pans de toiture non envisagés :

-  Toitures terrasses gravillonnées de l'EHPAD, projet de travaux (R+1 ou extension)

### Parkings envisagés :

-  Parkings devant répondre à l'obligation de solarisation sur parkings existants

### Parking non envisagé :

-  Parkings trop petits

# Calepinage de l'installation – MHPP

Scénario A : 80,08 kWc



## Informations site

Nombre de panneaux : 182

Surface panneaux : 364 m<sup>2</sup>

Productible : 1088 kWh/kWc.an

Valorisation du surplus : 7,65 c€/kWh

Raccordement Enedis :

Raccordement a priori simple

Limitation de la puissance installée de par la capacité de réseau.

# Calepinage de l'installation – MHPP

Scénario B : 173,36 kWc



## Informations site

Nombre de panneaux : 394

Surface panneaux : 788 m<sup>2</sup>

Productible : 1088 kWh/kWc.an

Valorisation du surplus : 10,88 c€/kWh

Raccordement Enedis :





Raccordement nécessitant une adaptation de réseau

Limitation de la puissance installée de par la surface disponible.

# Calepinage de l'installation – MHPP Scénarios A et B

## Cheminements des câbles et onduleur(s)




-  Cheminement DC jusqu'à onduleur(s) sous Shelter en toiture
-  Cheminement AC en toiture, descente en façade puis carottage au niveau du local TGBT
-  Emplacement onduleur(s) en toiture sous shelter
-  Point d'injection : TGBT DG 630 A au RDC, jeu de barre disponible

# Zones d'implantation considérées




Bâtiment A



## Pans de toiture envisagés :

-  Toitures terrasses gravillonnées

## Pans de toiture non envisagés :

-  Toiture inclinée en joint debout (non compatible avec les systèmes d'intégration photovoltaïques)
-  Toiture terrasse non-accessible
-  Toiture terrasse gravillonnée moins bien exposée

**N.B : Isolant Classe C testé à 60°C**

# Calepinage de l'installation – Bâtiment A

Scénario C : 56,32 kWc



## Informations site

Nombre de panneaux : 128

Surface panneaux : 256 m<sup>2</sup>

Productible : 1 101 kWh/kWc.an

Valorisation du surplus : 7,65 c€/kWh

Raccordement Enedis :

Raccordement nécessitant un  
prolongement de réseau

Limitation de la puissance installée de  
par la capacité du réseau.

# Calepinage de l'installation – Bâtiment A

Scénario D : 115,28 kWc



## Informations site

Nombre de panneaux : 262

Surface panneaux : 524 m<sup>2</sup>

Productible : 1092 kWh/kWc.an

Valorisation du surplus : 10,88 c€/kWh

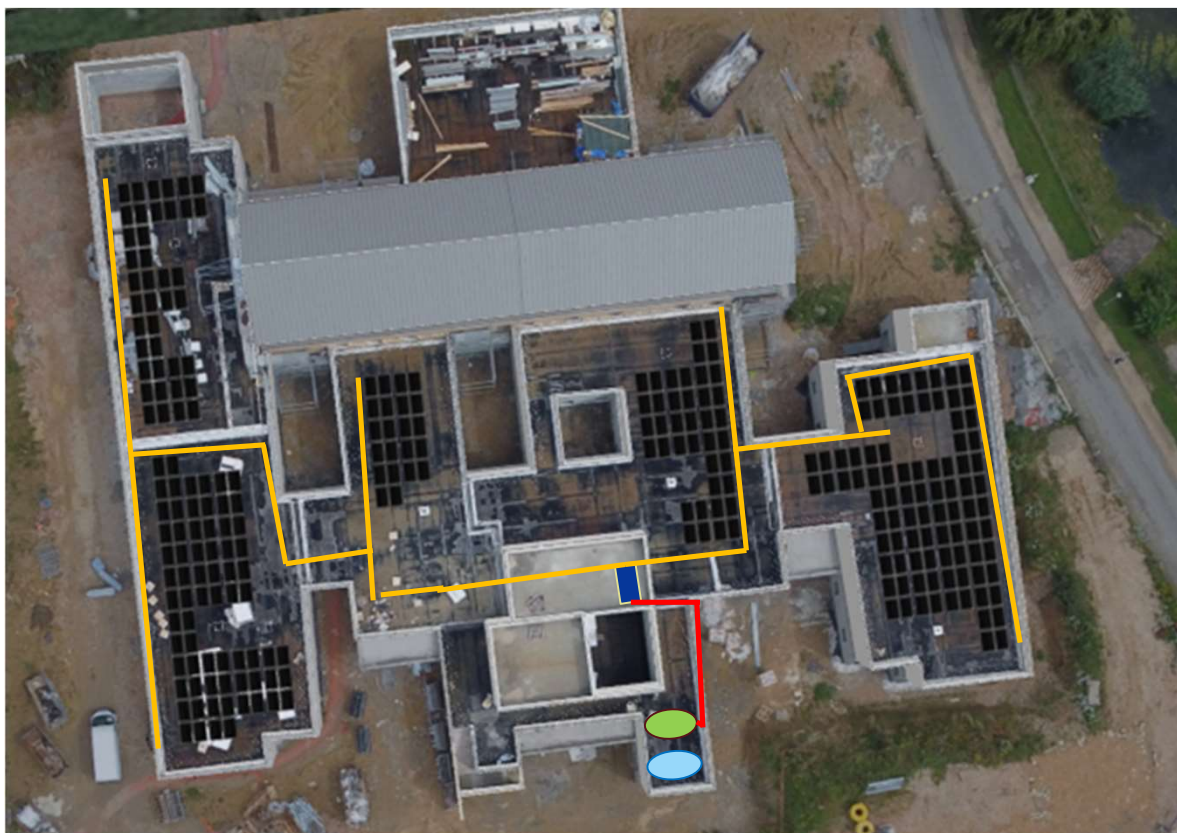
Raccordement Enedis :






Raccordement nécessitant une étude complémentaire

Limitation de la puissance installée de par la surface disponible

# Calepinage de l'installation – Bâtiment A Scénarios C et D

## Cheminements des câbles et onduleur(s)




-  Cheminement DC jusqu'à onduleurs dans local en toiture
-  Cheminement AC en toiture puis carottage au niveau du local TGBT
-  Emplacement onduleurs en toiture dans le local technique au R+1
-  Point d'injection : TGBT au RDC
-  Local transformateur de puissance unitaire de 250 kVA au RDC

# Zones d'implantation considérées



Bâtiment B



## Pans de toiture envisagés :

-  Toitures terrasses gravillonnées

## Pans de toiture non envisagés :

-  Toiture inclinée en joint debout (non compatible avec les systèmes d'intégration photovoltaïques)
-  Toiture terrasse non-accessible

# Calepinage de l'installation – Bâtiment B

Puissance calepinée : 300,96 kWc



## Informations site

Nombre de panneaux : 684

Surface panneaux : 1368 m<sup>2</sup>

Productible : 1098 kWh/kWc.an

Valorisation du surplus : 10,88 c€/kWh

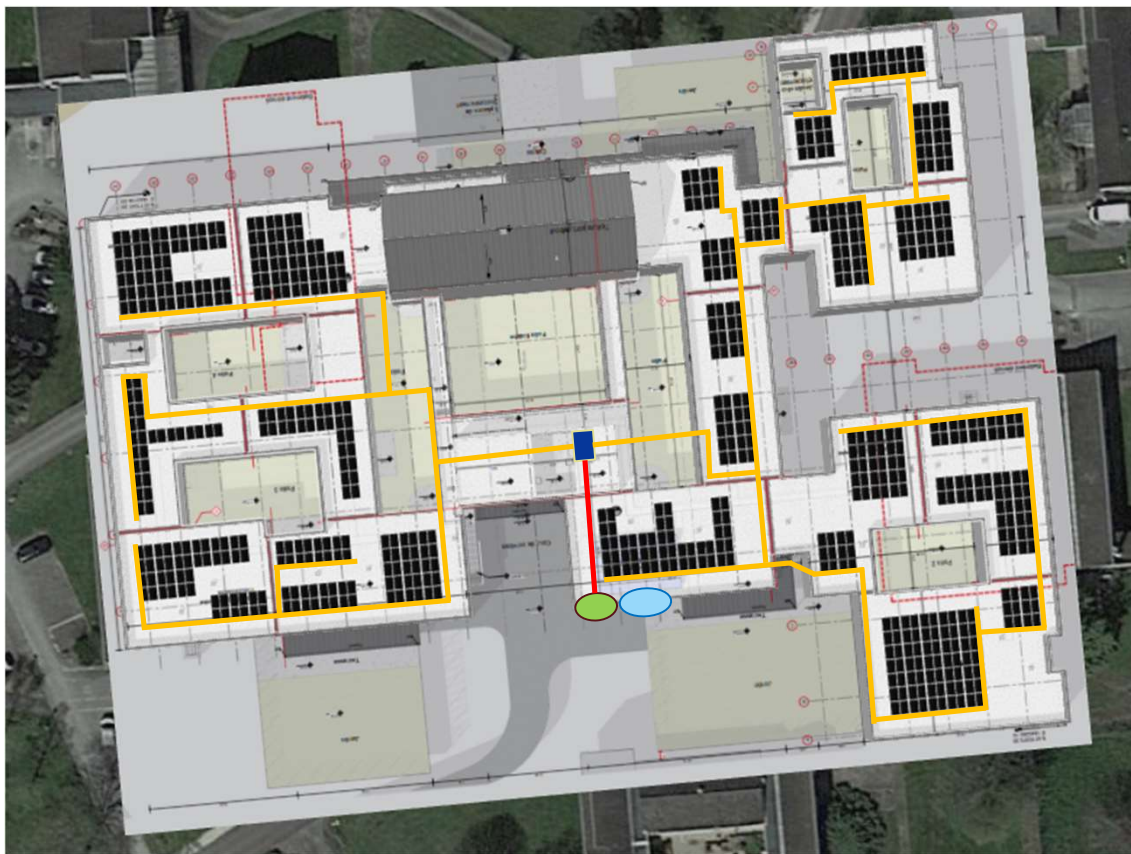
Raccordement Enedis :






Raccordement nécessitant une étude complémentaire

Limitation de la puissance installée de par la place disponible.

# Calepinage de l'installation – Bâtiment B

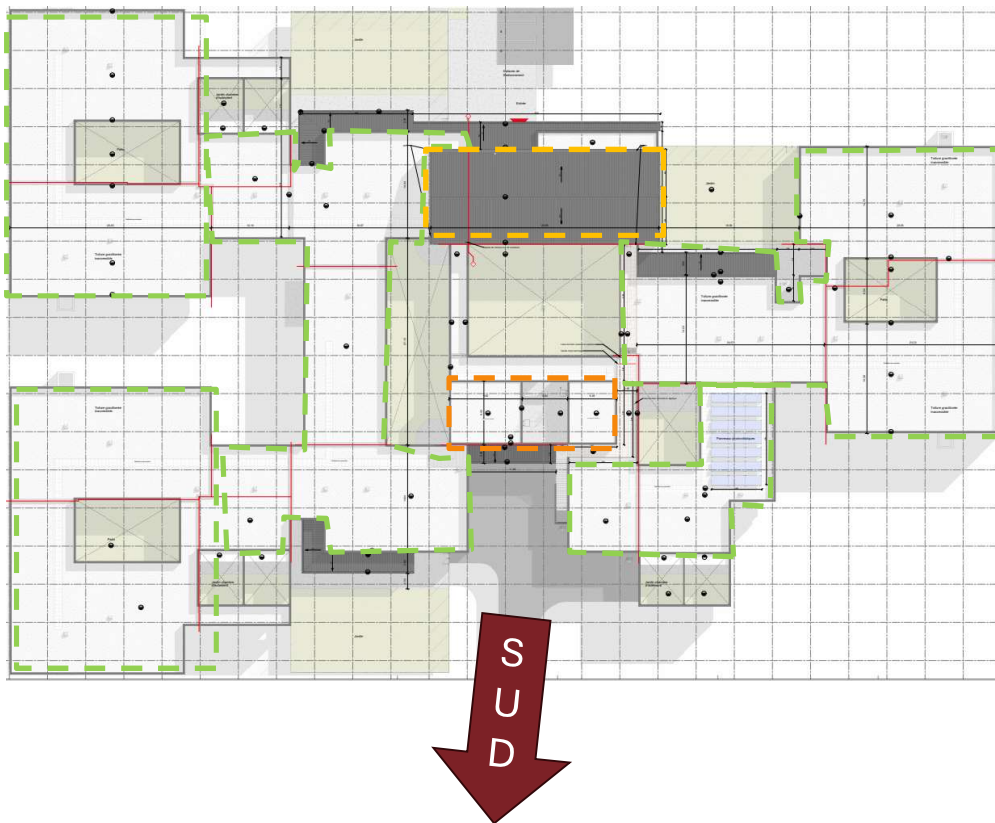
## Cheminements des câbles et onduleur(s)




-  Cheminement DC jusqu'à onduleurs dans local technique en toiture
-  Cheminement AC en toiture puis carottage au niveau du local TGBT
-  Emplacement onduleurs en toiture dans le local technique au R+1
-  Point d'injection : TGBT au RDC
-  Local transformateur de puissance unitaire de 250 kVA au RDC

# Zones d'implantation considérées



Bâtiment C



## Pans de toiture envisagés :

-  Toitures terrasses gravillonnées

## Pans de toiture non envisagés :

-  Toiture inclinée en joint debout (non compatible avec les systèmes d'intégration photovoltaïques)
-  Toiture terrasse non-accessible

## Calepinage de l'installation – Bâtiment C

Puissance calepinée : 297,44 kWc



### Informations site

Nombre de panneaux : 676

Surface panneaux : 1352 m<sup>2</sup>

Productible : 1098 kWh/kWc.an

Valorisation du surplus : 7,65 c€/kWh

Raccordement Enedis :






Raccordement nécessitant un  
prolongement de réseau

Limitation de la puissance installée de  
par la place disponible.

# Calepinage de l'installation – Bâtiment C

## Cheminements des câbles et onduleur(s)




-  Cheminement DC jusqu'à onduleurs dans local en toiture
-  Cheminement AC en toiture puis carottage au niveau du local TGBT
-  Emplacement onduleurs en toiture dans le local technique au R+1
-  Point d'injection : TGBT au RDC
-  Local transformateur de puissance unitaire de 250 kVA au RDC

# Zones d'implantation considérées



## Bâtiment D



### Pans de toiture envisagés :

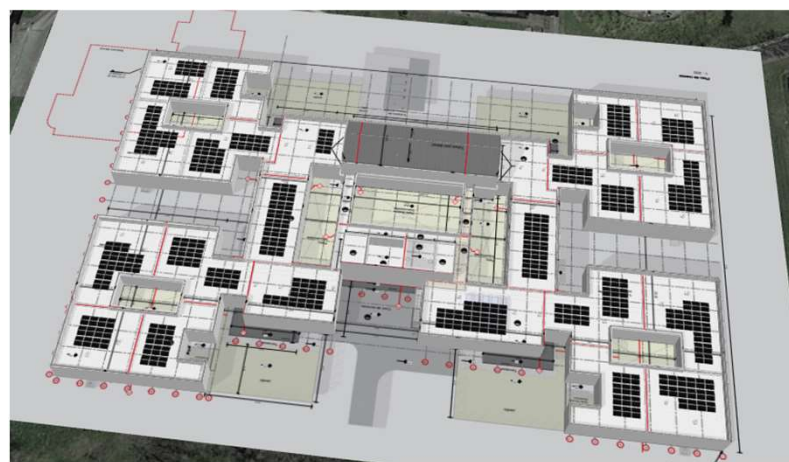
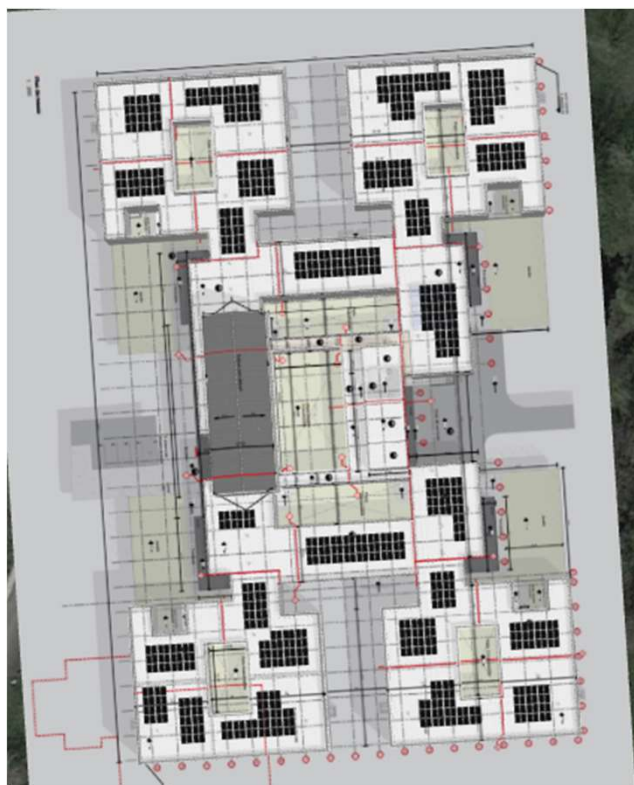
-  Toitures terrasses gravillonnées

### Pans de toiture non envisagés :

-  Toiture inclinée en joint debout (non compatible avec les systèmes d'intégration photovoltaïques)
-  Toiture terrasse non-accessible

# Calepinage de l'installation – Bâtiment D

Puissance calepinée : 310,64 kWc



## Informations site

Nombre de panneaux : 706

Surface panneaux : 1412 m<sup>2</sup>

Productible : 1 101 kWh/kWc.an

Valorisation du surplus : 7,65 c€/kWh

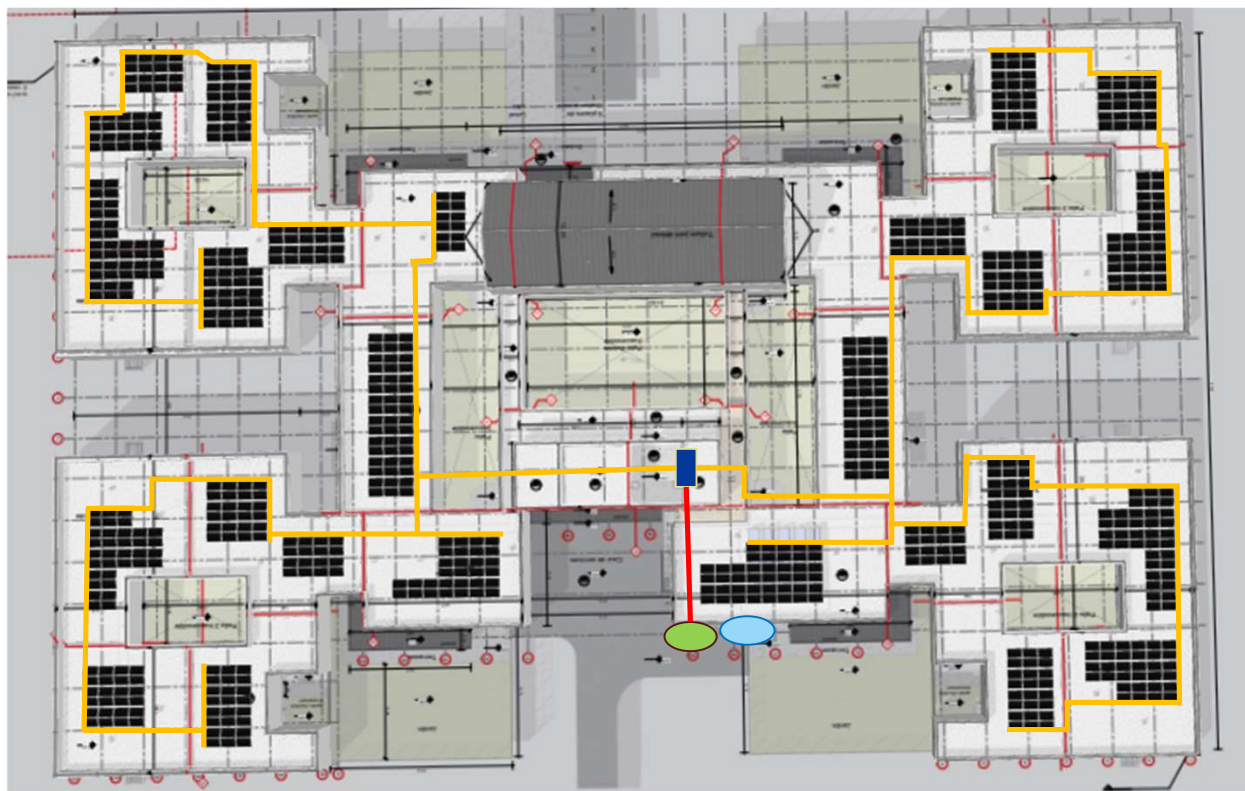
Raccordement Enedis :






Raccordement nécessitant une étude complémentaire

Limitation de la puissance installée de par la place disponible.

# Calepinage de l'installation – Bâtiment D

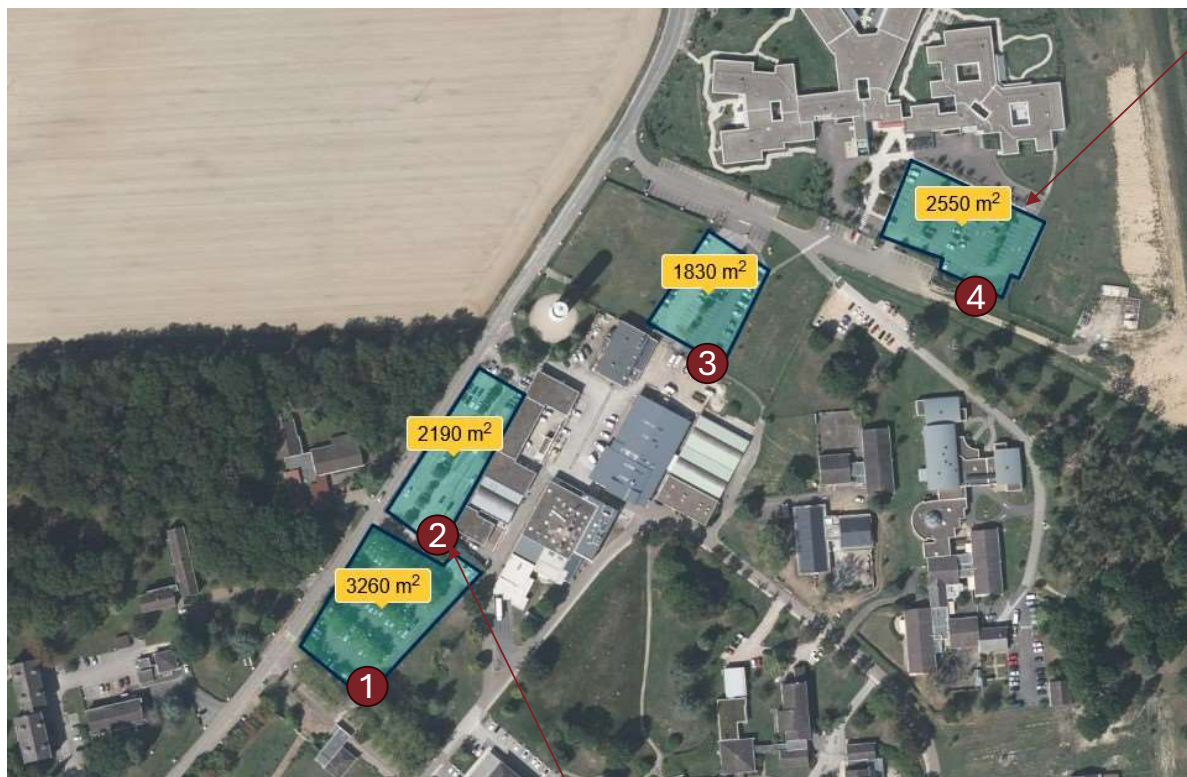
## Cheminements des câbles et onduleur(s)



-  Cheminement DC jusqu'à onduleurs sous Shelter en toiture
-  Cheminement AC en toiture puis carottage au niveau du local TGBT
-  Emplacement onduleurs en toiture dans le local technique au R+1
-  Point d'injection : TGBT au RDC
-  Local transformateur de puissance unitaire de 250 kVA au RDC

# Les parkings

# Obligation de solarisation des parkings



Le parking 4 étant amené à subir des modifications d'agencement dans les prochaines années, il n'a pas été étudié.

## Point de vigilance :

- **Les 4 parkings existants extérieurs** ayant une superficie de plus de 1500 m<sup>2</sup> sont concernés par l'obligation de solarisation, sur au moins 50% de la superficie
- **Les nouveaux parkings de plus de 500 m<sup>2</sup>** sont aussi concernés par l'obligation de solarisation ou de végétalisation sur au moins 50% de leur surface (le **nouveau parking du bâtiment A** a donc été ajouté à l'étude)

Les parking 1 et 2 ne permettent pas une bonne implantation des ombrières et n'ont donc pas été étudiés : proche de la voie publique, ombrage porté par un bâtiment proche...

## Calepinage de l'installation – Parking 3 (et son extension future)

Puissance calepinée : 447,92 kWc



4 arbres à déposer



### Informations site

Nombre de panneaux : 1018

Surface panneaux : 2036 m<sup>2</sup>

Productible : 1 080 kWh/kWc.an

Valorisation du surplus : 10,88 c€/kWh

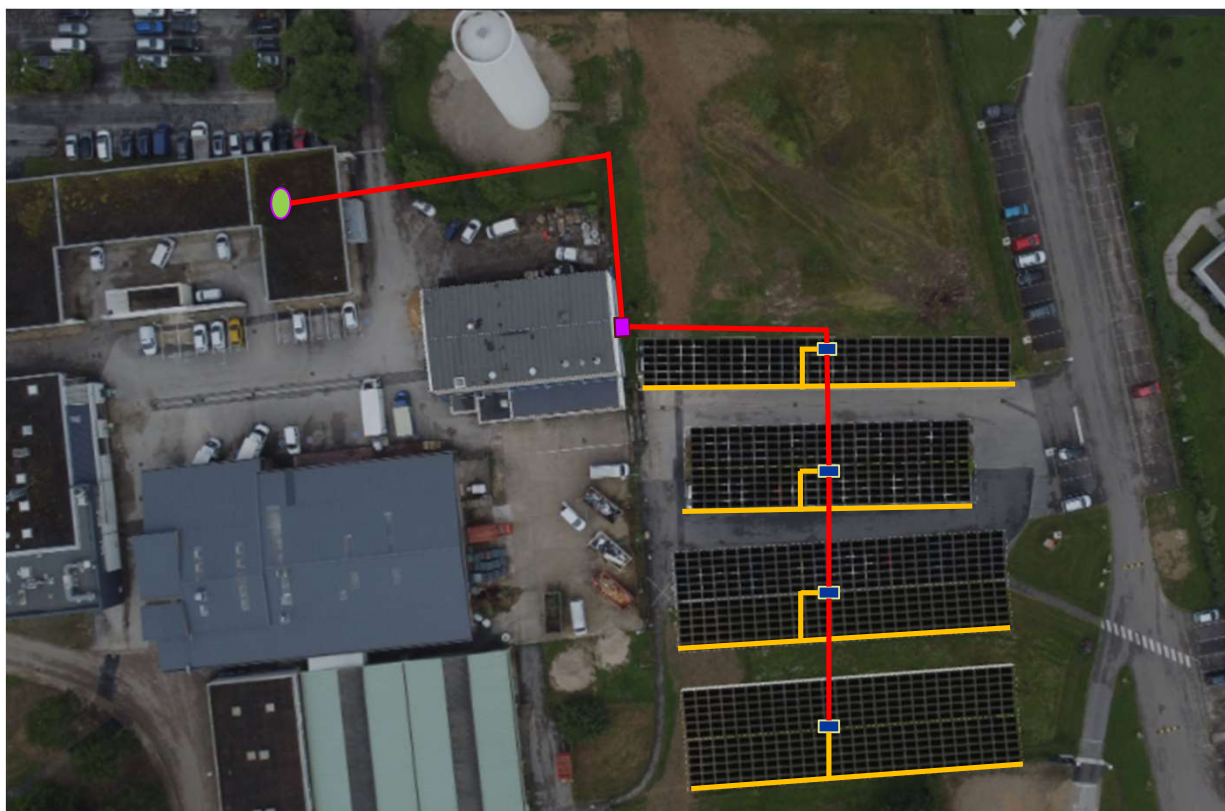
### Raccordement Enedis :






Raccordement nécessitant une adaptation de réseau

Limitation de la puissance de par la place disponible.

# Calepinage de l'installation – Parking 3

## Cheminements des câbles et onduleur(s)



-  Cheminement DC sur ombrière puis en descente de poteaux
-  Cheminement AC en tranchée entre les ombrières puis pour rejoindre le point d'injection
-  Emplacement onduleurs sur les poteaux des ombrières
-  Tableau divisionnaire Général Solaire : armoire sur pied
-  Poste transfo/Départ réseau

# Calepinage de l'installation – Nouveau Parking du Bâtiment A

Puissance calepinée : 380,16 kWc



## Informations site

Nombre de panneaux : 864

Surface panneaux : 1 728 m<sup>2</sup>

Productible : kWh/kWc.an

Valorisation du surplus : 10,88 c€/kWh

## Raccordement Enedis :

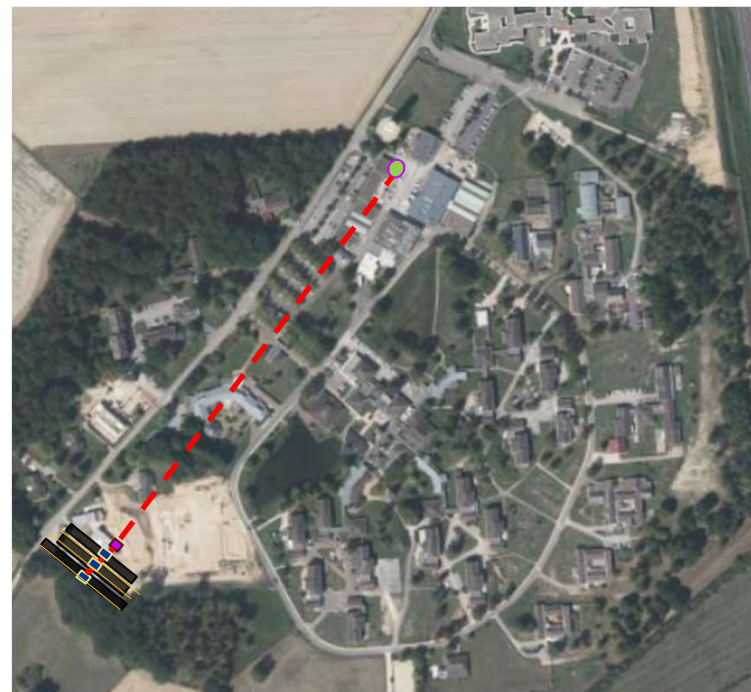
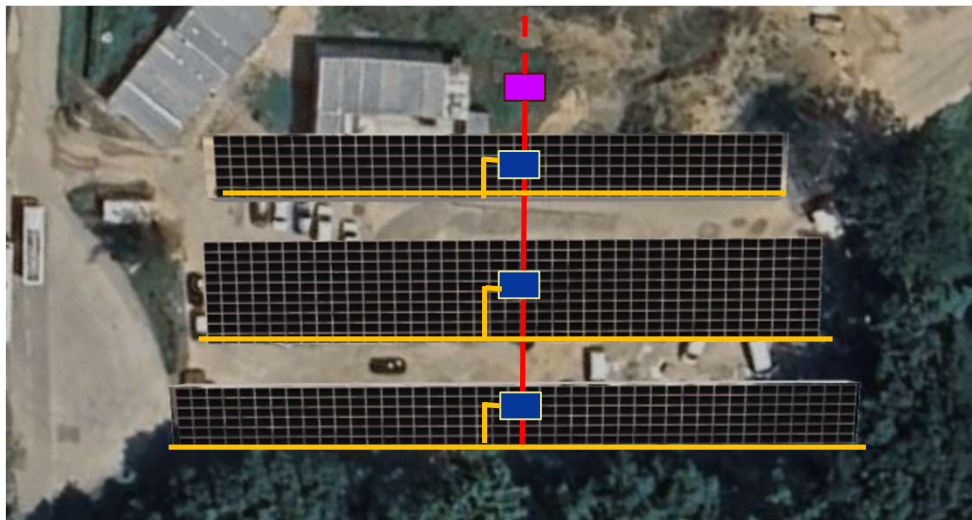
Raccordement nécessitant une adaptation de réseau



Limitation de la puissance de par la place disponible.



1 dizaine d'arbres à déposer

# Calepinage de l'installation – Nouveau Parking du Bâtiment A

## Cheminements des câbles et onduleur(s)



-  Cheminement DC sur ombrière puis en descente de poteaux
-  Cheminement AC en tranchée entre les ombrières puis pour rejoindre le point d'injection

-  Emplacement onduleurs sur les poteaux des ombrières
-  Tableau divisionnaire Général Solaire : armoire sur pied

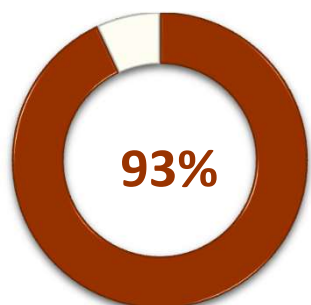
-  Poste transfo/Départ réseau



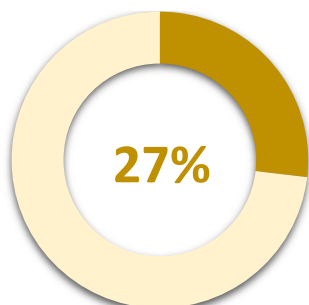
# Etude en autoconsommation individuelle

# Bilan énergétique en autoconsommation individuelle - MHPP

Scénario A : 80,08 kWc



Taux  
d'autoconsommation



Taux d'autoproduction

Bilan énergétique

Nombre de panneaux : 182

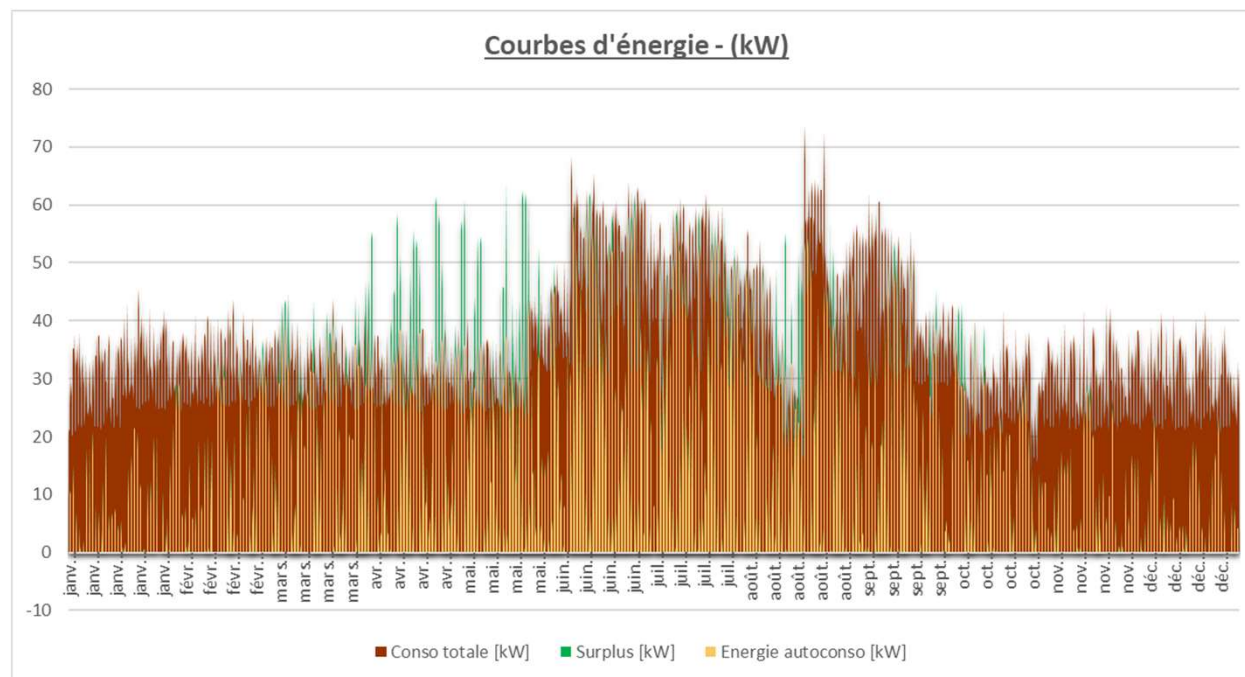
Puissance installée : 80,08 kWc

Productible : 1 088 kWh/kWc.an

Consommation : 298 MWh

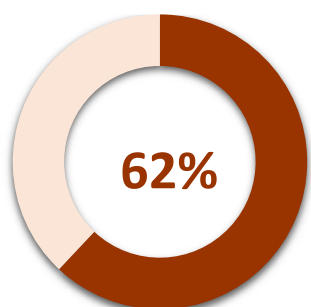
Production : 86 MWh

Energie autoconsommée : 80 MWh

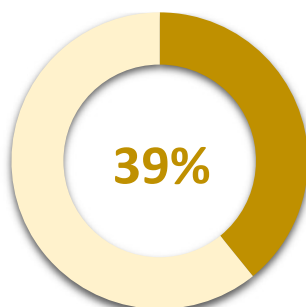


# Bilan énergétique en autoconsommation individuelle - MHPP

Scénario B : 173,36 kWc



Taux d'autoconsommation



Taux d'autoproduction

Bilan énergétique

Nombre de panneaux : 394

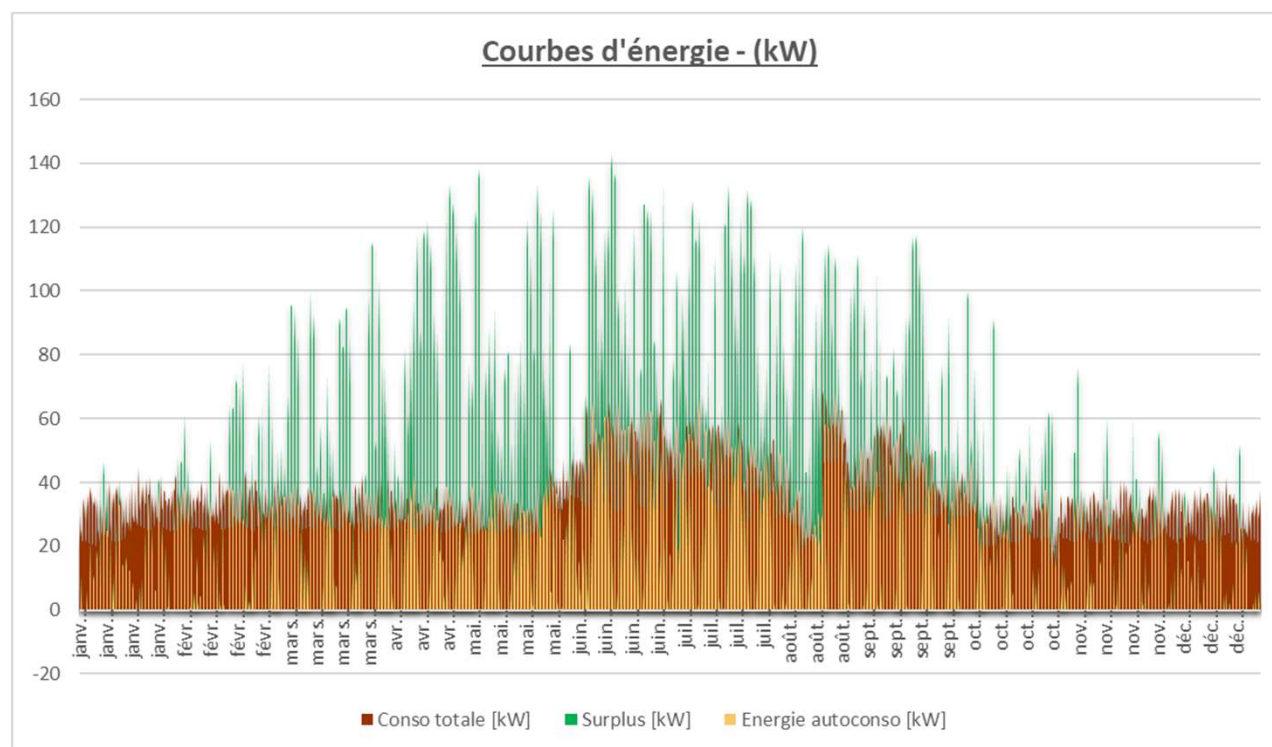
Puissance installée : 173,36 kWc

Productible : 1 088 kWh/kWc.an

Consommation : 298 MWh

Production : 189 MWh

Energie autoconsommée : 117 MWh





# Bilan économique en autoconsommation individuelle - MHPP

## Scénario A et B : Chiffrage économique

Scénario A : 80,08 kWc    Scénario B : 173,36 kWc

CAPEX	€ TTC	€ TTC
Fourniture et pose modules photovoltaïques	29 270	56 860
Onduleurs	9 310	15 250
Préparation chantier	4 690	7 930
Système d'intégration	17 260	30 860
Architecture électrique (câblage DC, TDGS/coffret AC, AU, télésuivi...)	10 630	13 450
Divers (documentation, extension de garantie...)	4 720	8 070
Ingénierie (études, MOE, BC...)	11 010	11 930
Câblage AC jusqu'au point de livraison	1 300	1 300
Armoire onduleur	1 500	3 000
TVA	17 938	29 730
Investissement total	107 628	178 380
Subvention (€)	0	0
Investissement net de subvention	107 628	178 380
Prix au Wc	1,3	1,0

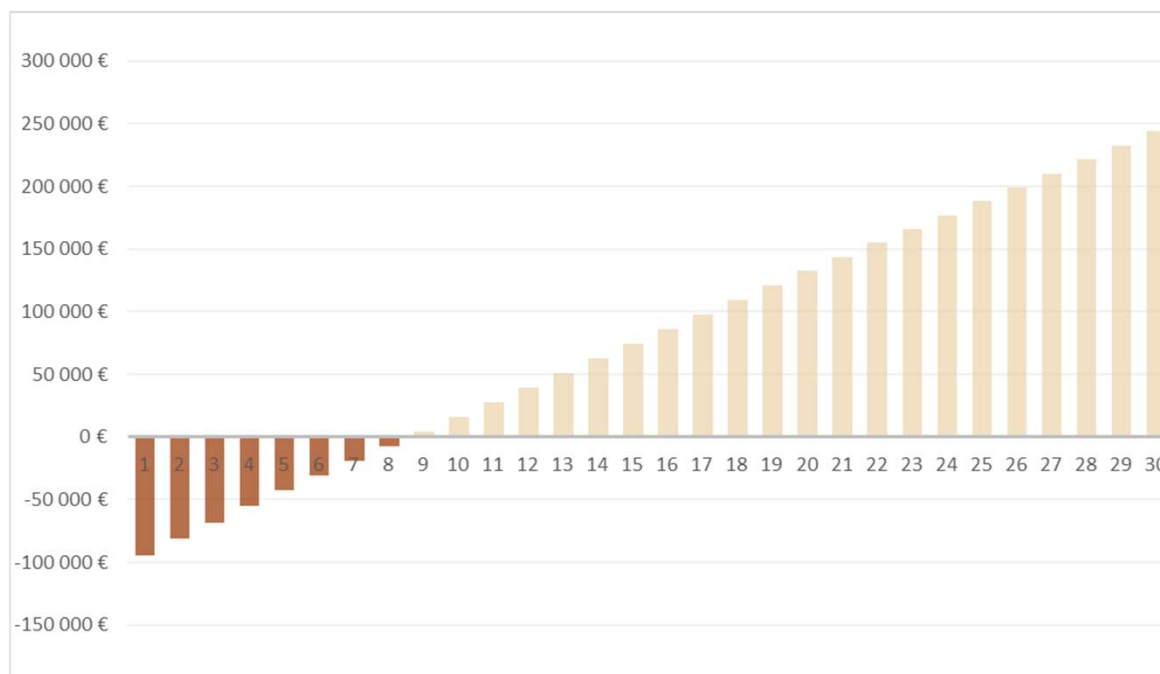
### Point de vigilance :

- Potentiels coûts de renfort du réseau **non provisionnés**

OPEX	€ TTC	€ TTC
Taxe IFER	0	487
Maintenance et entretien	1 201	2 600
Assurances Resp. Civile	800	1 730
Télésuivi	500	1000
TVA	500	1163
Charges d'exploitation totales	3 001	6 981

# Bilan économique en autoconsommation individuelle - MHPP

Scénario A : 80,08 kWc

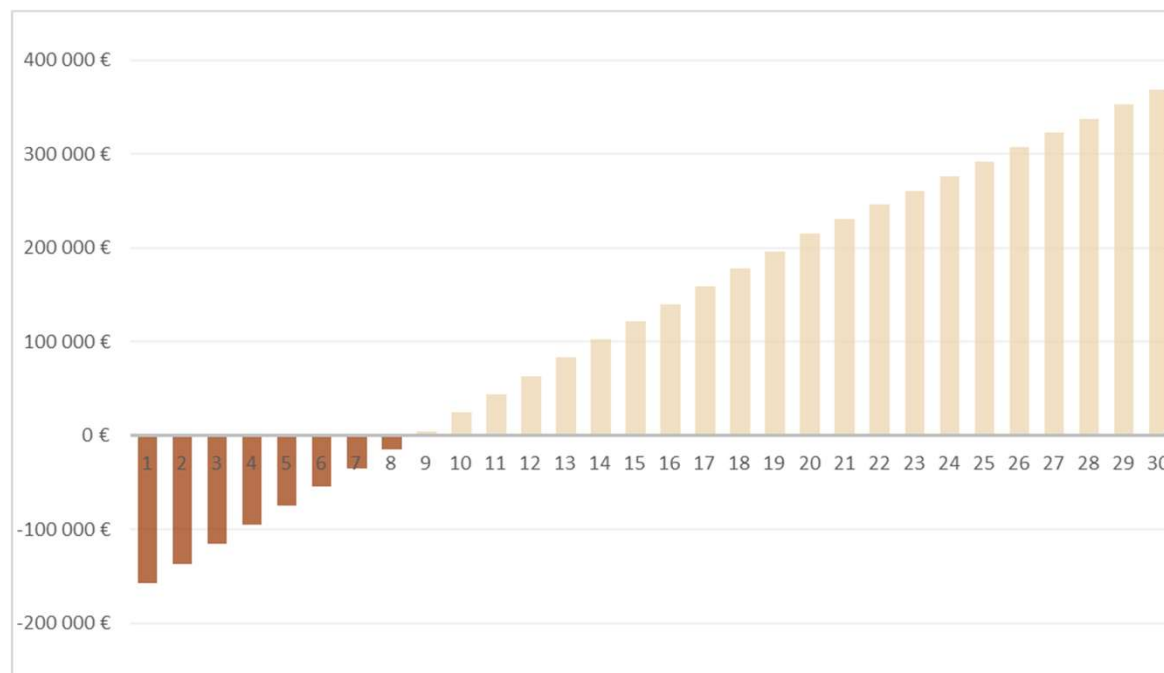


ANALYSE FINANCIERE	
PROJET	
Taux d'actualisation	2,5%/ an
TRI (Taux de Rentab. Inter.)	13,58%
<b>VAN</b> (Valeur Actuelle Nette)	243 949€
<b>TRA</b> (Temps de Retour Actual.)	9,6ans

BILAN ECONOMIQUE SUR 30 ANS		RESULTATS SUR L'INVESTISSEMENT	
Energie produite	2 459 173kWh	Apport en dettes	0,00€
Durée d'amortissement	20ans	Taux d'intérêt de l'emprunt	4,0%
<b>CAPEX net de subvention</b>	<b>107 628€</b>	Durée de l'emprunt	20,00ans
PEX - produits moyens	23 611€ / an	Annuité constante	0,00€
CEX - charges moyennes	3 756€	CA actualisé sur 30 ans	475 296€
LCOE PV sans aide financière	10,63c€ / kWh	Résultat avant impôt sur 30 ans	488 035€
LCOE PV avec aide financière	10,63c€ / kWh	TRB (Temps de Retour Brut)	5,4ans
LCOE électricité réseau	19,95c€ / kWh	<b>TEC</b> (Tx d'enrichissement du capital)	<b>2,27</b>
Valorisation énergie PV	38,45c€ TTC / kWh		

# Bilan économique en autoconsommation individuelle – MHPP

Scénario B : 173,36 kWc



ANALYSE FINANCIERE	
PROJET	
Taux d'actualisation	2,5%/ an
TRI (Taux de Rentab. Inter.)	13,22%
<b>VAN</b> (Valeur Actuelle Nette)	368 675€
<b>TRA</b> (Temps de Retour Actual.)	9,7ans

BILAN ECONOMIQUE SUR 30 ANS		RESULTATS SUR L'INVESTISSEMENT	
Energie produite	5 297 267kWh	Apport en dettes	0,00€
Durée d'amortissement	20ans	Taux d'intérêt de l'emprunt	4,0%
<b>CAPEX net de subvention</b>	<b>178 380€</b>	Durée de l'emprunt	20,00ans
PEX - produits moyens	39 113€ / an	Annuité constante	0,00€
CEX - charges moyennes	8 735€	CA actualisé sur 30 ans	796 941€
LCOE PV sans aide financière	9,55c€ / kWh	Résultat avant impôt sur 30 ans	732 956€
LCOE PV avec aide financière	9,55c€ / kWh	TRB (Temps de Retour Brut)	5,9ans
LCOE électricité réseau	19,95c€ / kWh	<b>TEC</b> (Tx d'enrichissement du capital)	<b>2,07</b>
Valorisation énergie PV	58,59c€ TTC / kWh		

/\ Potentiels coûts  
additionnels de renfort  
réseau non provisionnés /\

# Bilan énergétique en autoconsommation individuelle – Bâtiment A

Scénario C : 56,32 kWc



Taux d'autoconsommation

Taux d'autoproduction

Bilan énergétique

Nombre de panneaux : 128

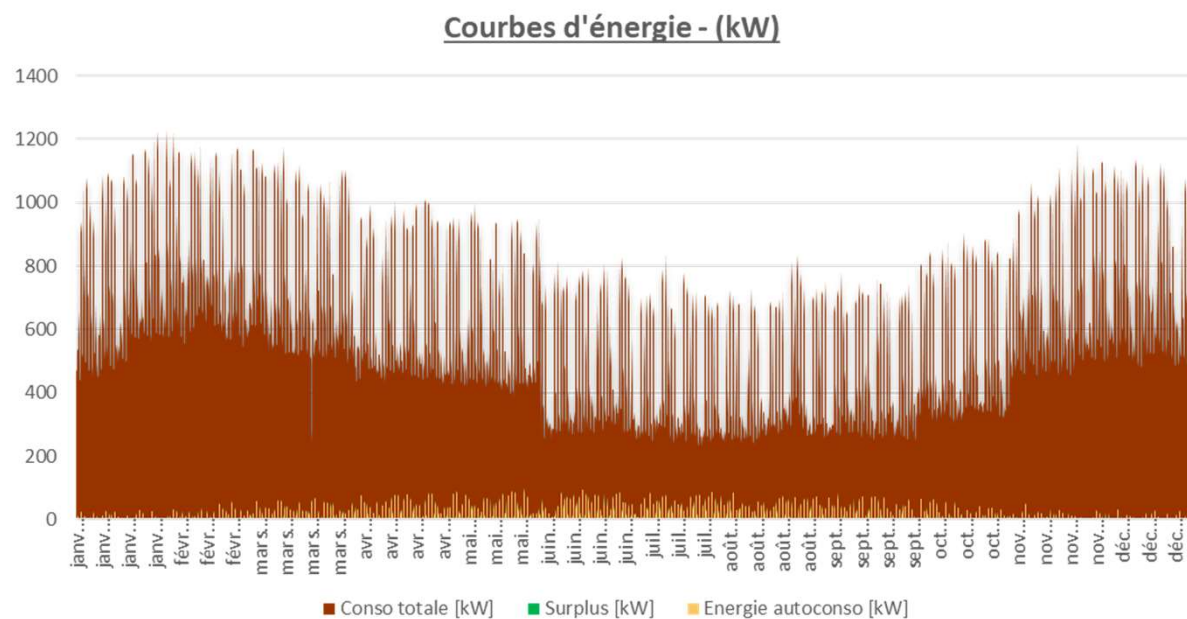
Puissance installée : 56,32 kWc

Productible : 1 101 kWh/kWc.an

Consommation : 4 976 MWh

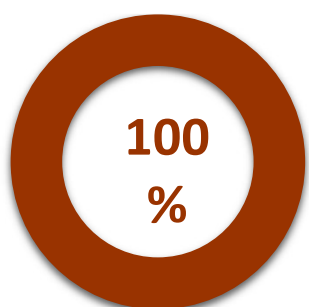
Production : 62 MWh

Energie autoconsommée : 62 MWh

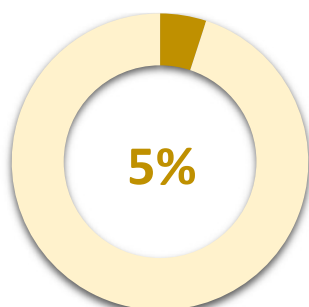


## Bilan énergétique en autoconsommation individuelle – Bâtiment A

Scénario D : 115,28 kWc



Taux d'autoconsommation



Taux d'autoproduction

Bilan énergétique

Nombre de panneaux : 262

Puissance installée : 115,28 kWc

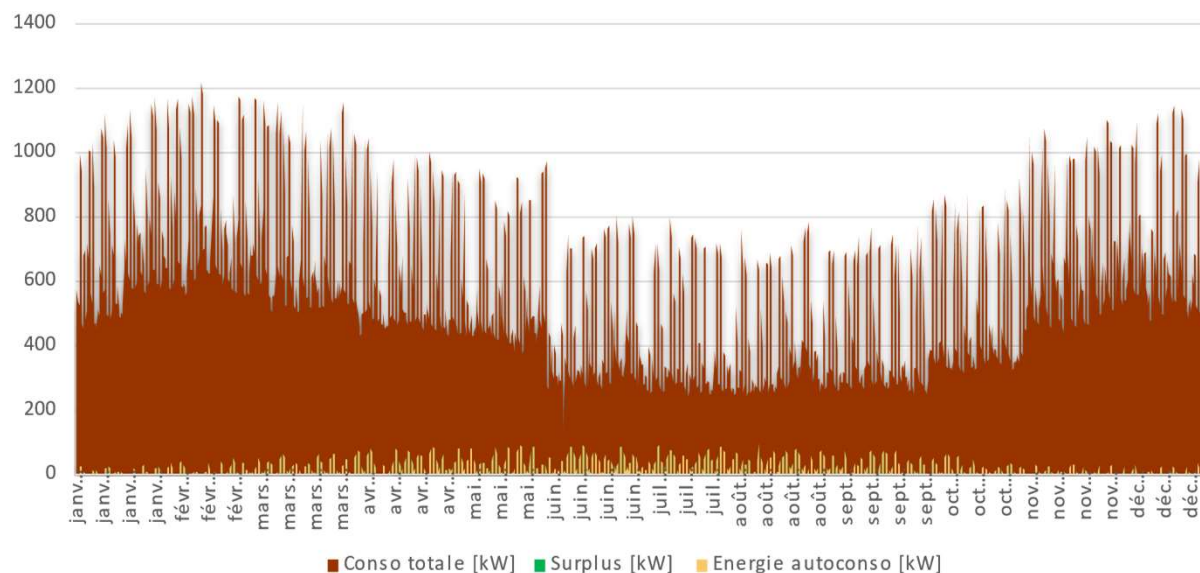
Productible : 1 092 kWh/kWc.an

Consommation : 4 976 MWh

Production : 126 MWh

Energie autoconsommée : 126 MWh

Courbes d'énergie- (kW)



# Bilan énergétique en autoconsommation individuelle – Bâtiment A

## Scénario C et D : Chiffrage économique

Scénario C : 56,52 kWc

Scénario D : 115,28 kWc

CAPEX	€ TTC	€ TTC
Fourniture et pose modules photovoltaïques	21 630	39 820
Onduleurs	6 960	12 150
Préparation chantier	4 320	5 610
Système d'intégration	13 190	22 530
Architecture électrique (câblage DC, TDGS/coffret AC, AU, télésuivi...)	9 100	12 060
Divers (documentation, extension de garantie...)	3 800	6 040
Ingénierie (études, MOE, BC...)	10 700	10 660
Câblage AC jusqu'au point de livraison	1 300	1 300
TVA	14 200	22 034
<b>Investissement total</b>	<b>85 200</b>	<b>132 204</b>
Subvention (€)	0	0
<b>Investissement net de subvention</b>	<b>85 200</b>	<b>132 204</b>
Prix au Wc	1,5	1,1

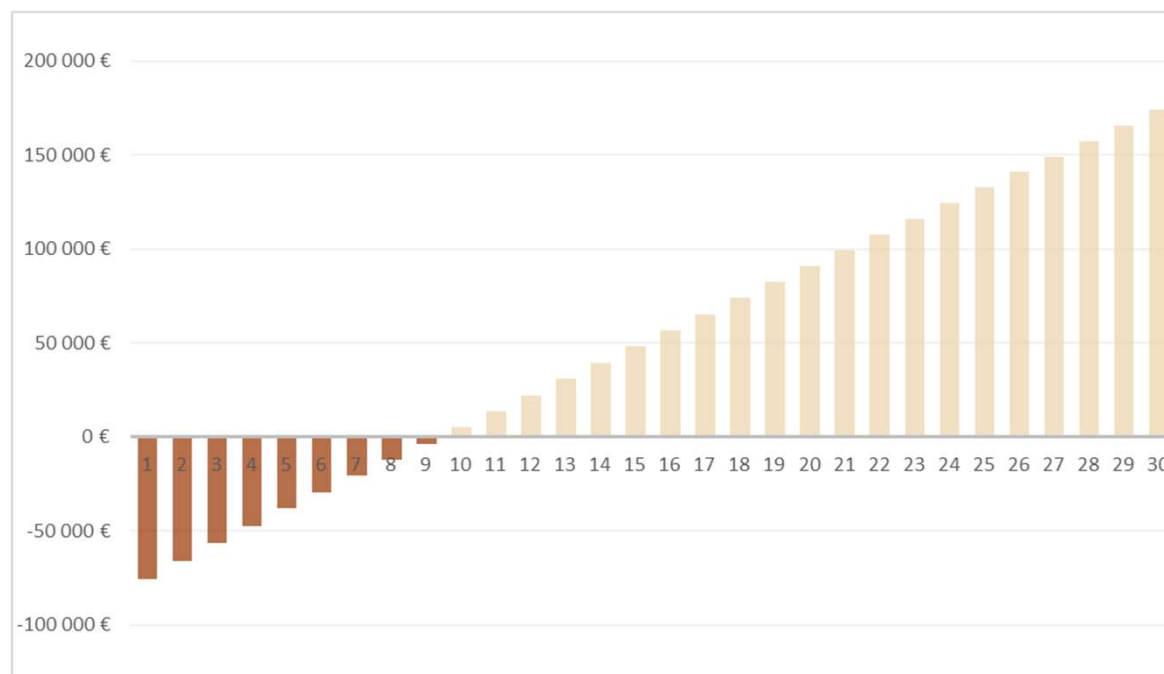
OPEX	€ TTC	€ TTC
Taxe IFER	0	348
Maintenance et entretien	845	1 729
Assurances Resp. Civile	560	1 150
Télésuivi	500	1000
TVA	381	845
<b>Charges d'exploitation totales</b>	<b>2 286</b>	<b>5 073</b>

### Point de vigilance :

- Potentiels coûts de renfort du réseau **non provisionnés**

# Bilan économique en autoconsommation individuelle – Bâtiment A

Scénario C : 56,32 kWc

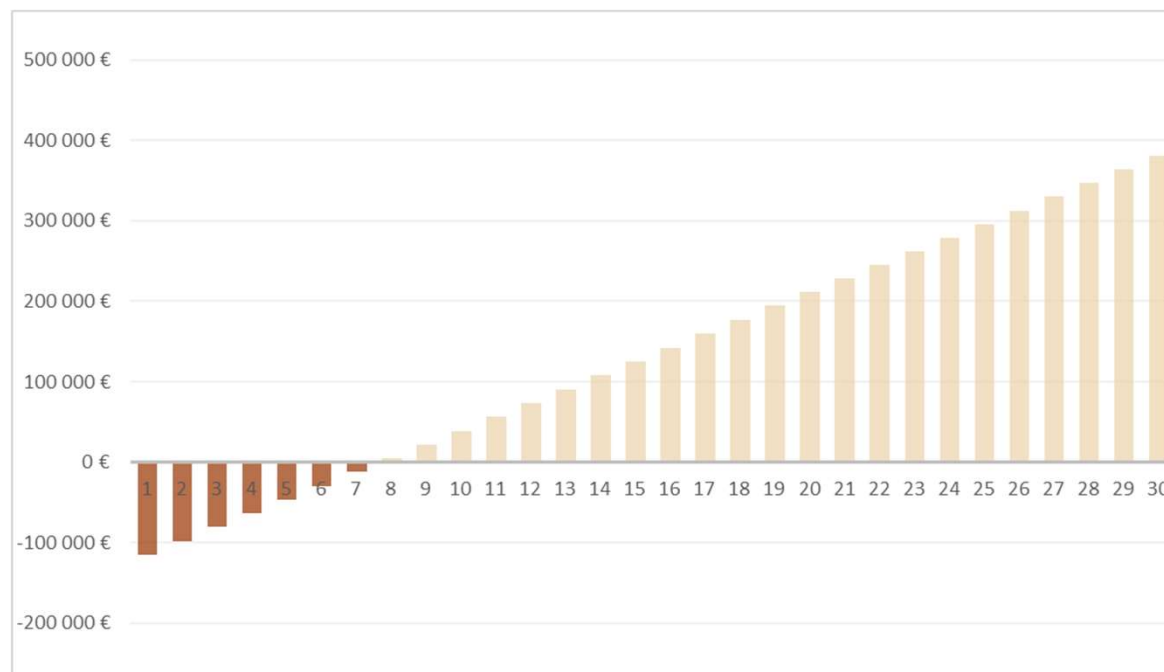


ANALYSE FINANCIERE	
PROJET	
Taux d'actualisation	2,5%/ an
TRI (Taux de Rentab. Inter.)	12,58%
<b>VAN</b> (Valeur Actuelle Nette)	174 300€
<b>TRA</b> (Temps de Retour Actual.)	10,4ans

BILAN ECONOMIQUE SUR 30 ANS		RESULTATS SUR L'INVESTISSEMENT	
Energie produite	1 730 693kWh	Apport en dettes	0,00€
Durée d'amortissement	20ans	Taux d'intérêt de l'emprunt	4,0%
<b>CAPEX net de subvention</b>	<b>85 200€</b>	Durée de l'emprunt	20,00ans
PEX - produits moyens	17 512€ / an	Annuité constante	0,00€
CEX - charges moyennes	2 860€	CA actualisé sur 30 ans	351 819€
LCOE PV sans aide financière	11,77c€ / kWh	Résultat avant impôt sur 30 ans	354 369€
LCOE PV avec aide financière	11,77c€ / kWh	TRB (Temps de Retour Brut)	5,8ans
LCOE électricité réseau	20,23c€ / kWh	<b>TEC</b> (Tx d'enrichissement du capital)	<b>2,05</b>
Valorisation énergie PV	19,15c€ TTC / kWh		

# Bilan économique en autoconsommation individuelle – Bâtiment A

Scénario D : 115,28 kWc



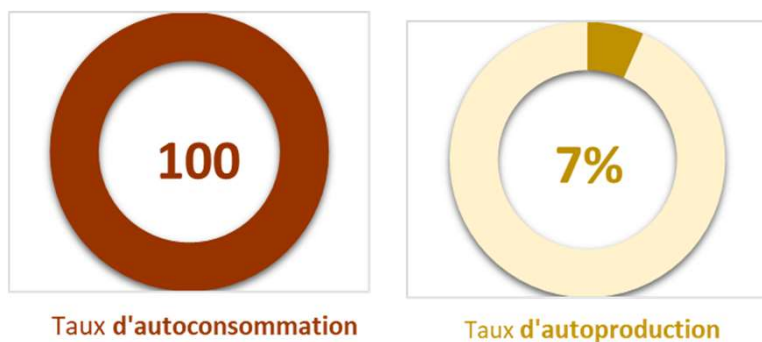
ANALYSE FINANCIERE	
PROJET	
Taux d'actualisation	2,5%/ an
TRI (Taux de Rentab. Inter.)	15,40%
<b>VAN</b> (Valeur Actuelle Nette)	380 531€
<b>TRA</b> (Temps de Retour Actual.)	8,7ans

BILAN ECONOMIQUE SUR 30 ANS		RESULTATS SUR L'INVESTISSEMENT	
Energie produite	3 513 568kWh	Apport en dettes	0,00€
Durée d'amortissement	20ans	Taux d'intérêt de l'emprunt	4,0%
<b>CAPEX net de subvention</b>	<b>132 204€</b>	Durée de l'emprunt	20,00ans
PEX - produits moyens	35 740€ / an	Annuité constante	0,00€
CEX - charges moyennes	6 347€	CA actualisé sur 30 ans	714 986€
LCOE PV sans aide financière	10,57c€ / kWh	Résultat avant impôt sur 30 ans	749 577€
LCOE PV avec aide financière	10,57c€ / kWh	TRB (Temps de Retour Brut)	4,5ans
LCOE électricité réseau	20,23c€ / kWh	<b>TEC</b> (Tx d'enrichissement du capital)	<b>2,88</b>
Valorisation énergie PV	19,46c€ TTC / kWh		

/!\ Frais supplémentaires de renfort réseau non provisionnés /!\

## Bilan énergétique en autoconsommation individuelle – Bâtiment B

Puissance calepinée : 300,96 kWc



Bilan énergétique

Nombre de panneaux : 684

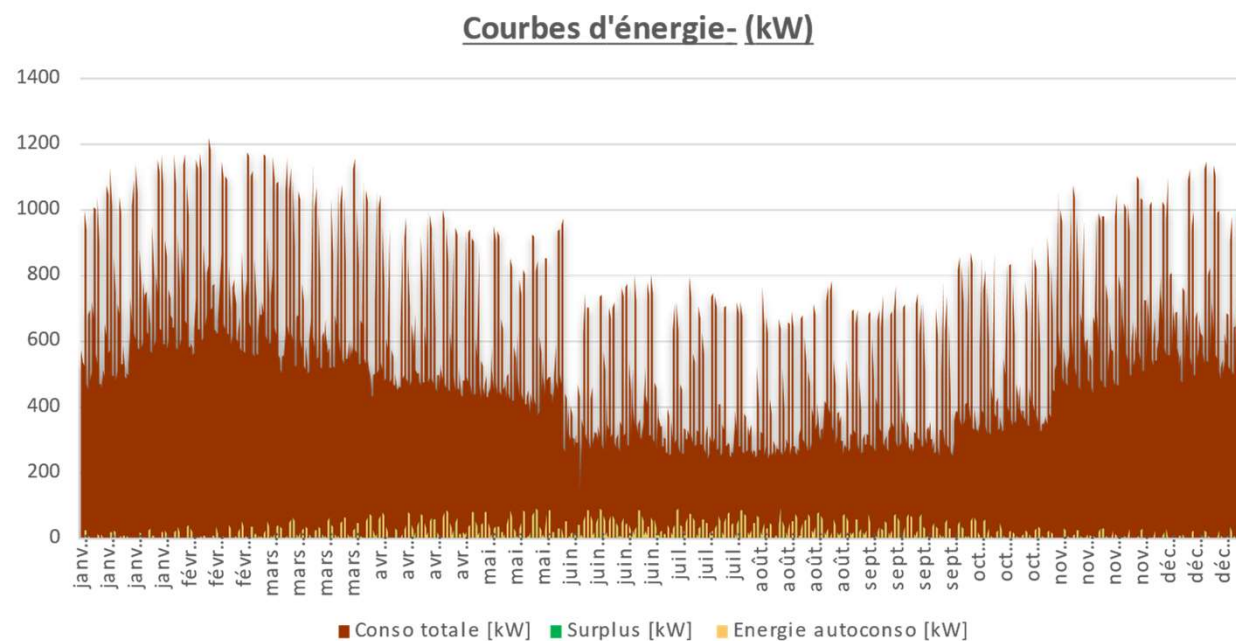
Puissance installée : 300,96 kWc

Productible : 1 098 kWh/kWc.an

Consommation : 4 976 MWh

Production : 330 MWh

Energie autoconsommée : 330 MWh





# Bilan économique en autoconsommation individuelle – Bâtiment B

## Bâtiment B : Chiffrage économique

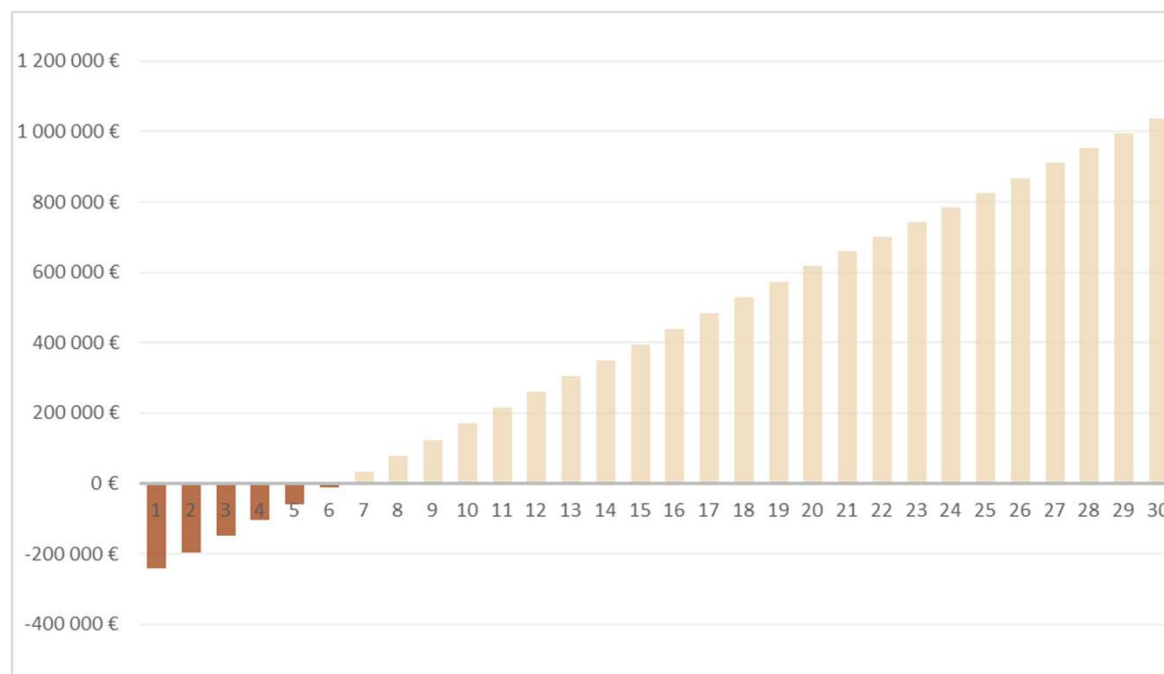
### Point de vigilance :

- Potentiels coûts de renfort du réseau **non provisionnés**

CAPEX	€ TTC
Fourniture et pose modules photovoltaïques	96 310
Onduleurs	24 080
Préparation chantier	13 540
Système d'intégration	51 160
Architecture électrique (câblage DC, TDGS/coffret AC, AU, télé-suivi...)	18 850
Divers (documentation, extension de garantie...)	13 540
Ingénierie (études, MOE, BC...)	16 230
Coûts spécifiques (arbres à couper, renfort structure, réfection toiture...)	4 460
Câblage AC jusqu'au point de livraison	1 500
Armoire onduleur	1 500
TVA	48 234
Investissement total	289 404
Subvention (€)	0
Investissement net de subvention	<b>289 404 € TTC</b>
Prix au Wc	0,96 € TTC/Wc
OPEX	€ TTC
Taxe IFR	835
Maintenance et entretien	4 514
Assurances Resp. Civile	3 010
Télé-suivi	1 000
TVA	1 872
Charges d'exploitation totales	11 231

# Bilan économique en autoconsommation individuelle – Bâtiment B

Puissance calepinée : 300,96 kWc



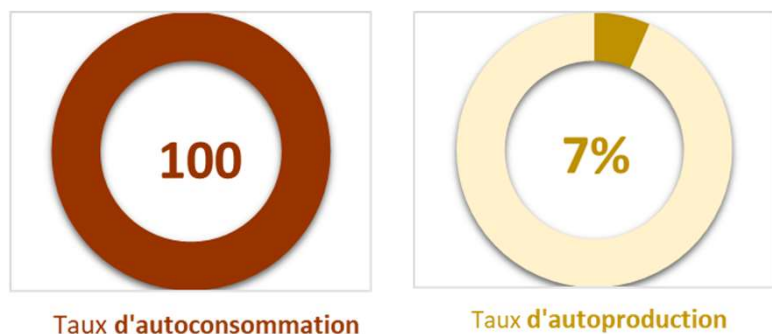
ANALYSE FINANCIERE	
PROJET	
Taux d'actualisation	2,5%/ an
TRI (Taux de Rentab. Inter.)	18,45%
<b>VAN</b> (Valeur Actuelle Nette)	1 035 781€
<b>TRA</b> (Temps de Retour Actual.)	7,3ans

BILAN ECONOMIQUE SUR 30 ANS		RESULTATS SUR L'INVESTISSEMENT	
Energie produite	9 223 605kWh	Apport en dettes	0,00€
Durée d'amortissement	20ans	Taux d'intérêt de l'emprunt	4,0%
<b>CAPEX net de subvention</b>	<b>289 404€</b>	Durée de l'emprunt	20,00ans
PEX - produits moyens	94 722€ / an	Annuité constante	0,00€
CEX - charges moyennes	14 054€	CA actualisé sur 30 ans	1 894 933€
LCOE PV sans aide financière	8,86c€ / kWh	Résultat avant impôt sur 30 ans	2 130 645€
LCOE PV avec aide financière	8,86c€ / kWh	TRB (Temps de Retour Brut)	3,6ans
LCOE électricité réseau	20,23c€ / kWh	<b>TEC</b> (Tx d'enrichissement du capital)	<b>3,58</b>
Valorisation énergie PV	39,10c€ TTC / kWh		

/\ Potentiels coûts  
additionnels de renfort  
réseau non provisionnés /\

## Bilan énergétique en autoconsommation individuelle – Bâtiment C

Puissance calepinée : 297,44 kWc



Bilan énergétique

Nombre de panneaux : 676

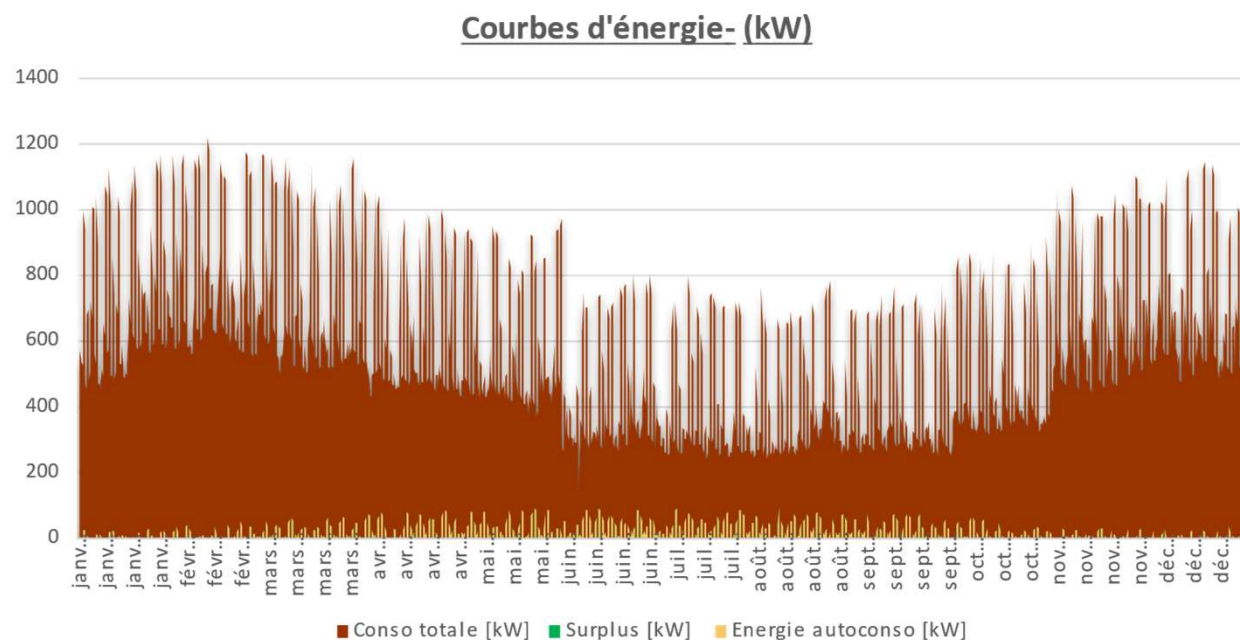
Puissance installée : 297,44 kWc

Productible : 1098 kWh/kWc.an

Consommation : 4 976 MWh

Production : 326 MWh

Energie autoconsommée : 326 MWh





# Bilan économique en autoconsommation individuelle – Bâtiment C

## Bâtiment C : Chiffrage économique

CAPEX	€ TTC
Fourniture et pose modules photovoltaïques	95 180
Onduleurs	23 800
Préparation chantier	13 380
Système d'intégration	50 560
Architecture électrique (câblage DC, TDGS/coffret AC, AU, télésuivi...)	18 660
Divers (documentation, extension de garantie...)	13 380
Ingénierie (études, MOE, BC...)	16 080
Coûts spécifiques (arbres à couper, renfort structure, réfection toiture...)	4 460
Câblage AC jusqu'au point de livraison	1 500
Armoire onduleur	1 500
TVA	47 700
Investissement total	286 200 € TTC
Subvention (€)	0
Investissement net de subvention	<b>286 200 € TTC</b>
Prix au Wc	0,96 € TTC/Wc

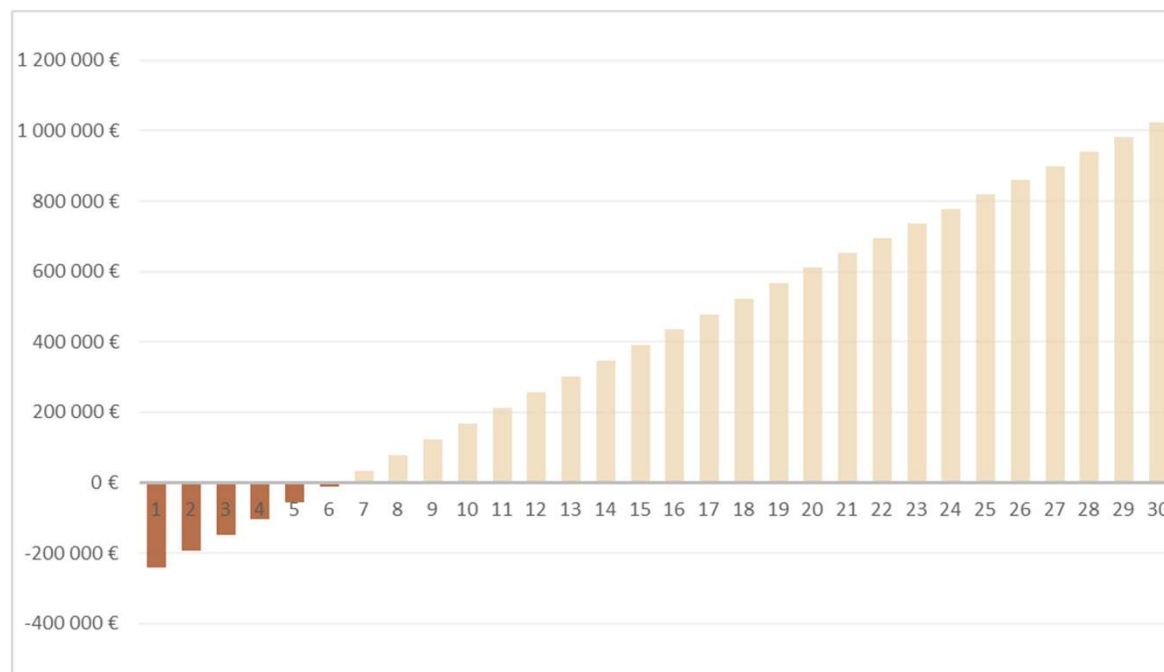
OPEX	€ TTC
Taxe IFR	828
Maintenance et entretien	4 462
Assurances Resp. Civile	2 970
Télésuivi	1000
TVA	1852
Charges d'exploitation totales	11 112 € TTC

### Point de vigilance :

- Potentiels coûts de renfort du réseau **non provisionnés**

# Bilan économique en autoconsommation individuelle – Bâtiment C

Puissance calepinée : 297,44 kWc



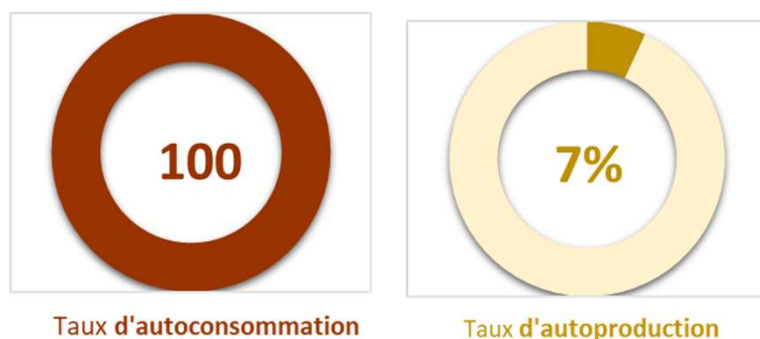
ANALYSE FINANCIERE	
PROJET	
Taux d'actualisation	2,5%/ an
TRI (Taux de Rentab. Inter.)	18,46%
<b>VAN</b> (Valeur Actuelle Nette)	1 024 590€
<b>TRA</b> (Temps de Retour Actual.)	7,3ans

BILAN ECONOMIQUE SUR 30 ANS		RESULTATS SUR L'INVESTISSEMENT	
Energie produite	9 116 765kWh	Apport en dettes	0,00€
Durée d'amortissement	20ans	Taux d'intérêt de l'emprunt	4,0%
<b>CAPEX net de subvention</b>	<b>286 200€</b>	Durée de l'emprunt	20,00ans
PEX - produits moyens	93 619€ / an	Annuité constante	0,00€
CEX - charges moyennes	13 904€	CA actualisé sur 30 ans	1 872 862€
LCOE PV sans aide financière	8,87c€ / kWh	Résultat avant impôt sur 30 ans	2 105 244€
LCOE PV avec aide financière	8,87c€ / kWh	TRB (Temps de Retour Brut)	3,6ans
LCOE électricité réseau	20,23c€ / kWh	<b>TEC</b> (Tx d'enrichissement du capital)	<b>3,58</b>
Valorisation énergie PV	78,23c€ TTC / kWh		

/\ Potentiels coûts  
 additionnels de renfort  
 réseau non provisionnés /\

## Bilan énergétique en autoconsommation individuelle – Bâtiment D

Puissance calepinée : 310,64 kWc



Bilan énergétique

Nombre de panneaux : 706

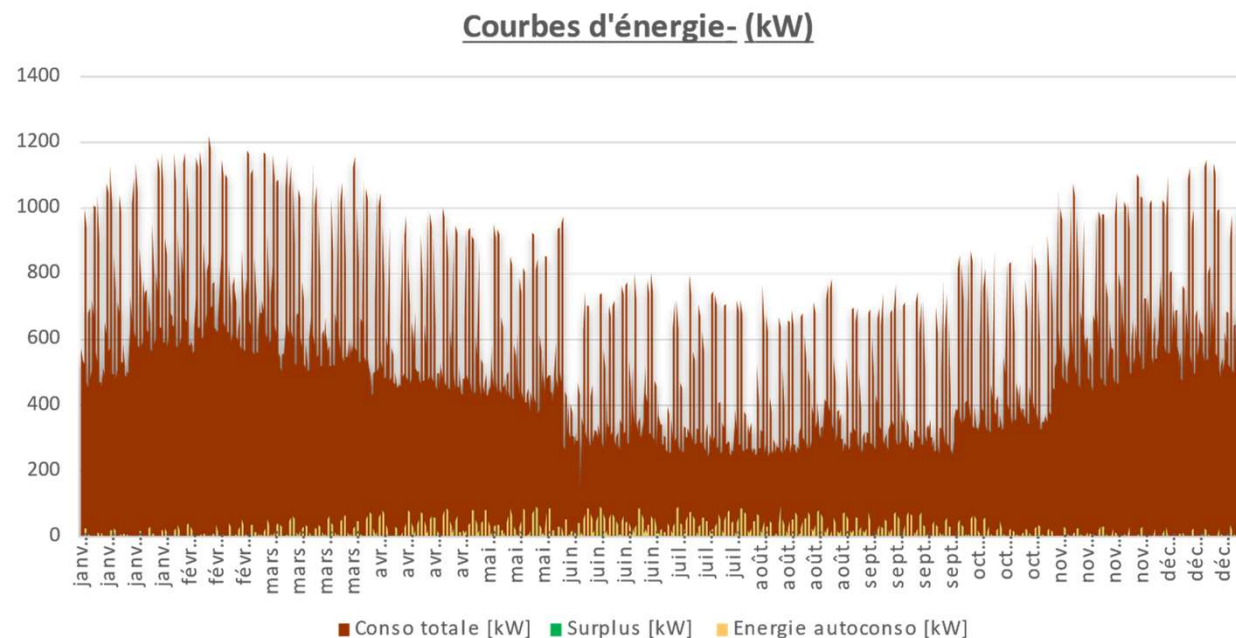
Puissance installée : 310,64 kWc

Productible : 1 109 kWh/kWc.an

Consommation : 4 976 MWh

Production : 345 MWh

Energie autoconsommée : 345 MWh





# Bilan économique en autoconsommation individuelle – Bâtiment D

## Bâtiment D : Chiffrage économique

CAPEX	€ TTC
Fourniture et pose modules photovoltaïques	99 400
Onduleurs	24 850
Préparation chantier	13 980
Système d'intégration	52 810
Architecture électrique (câblage DC, TDGS/coffret AC, AU, télé-suivi...)	19 390
Divers (documentation, extension de garantie...)	13 980
Ingénierie (études, MOE, BC...)	16 640
Coûts spécifiques (arbres à couper, renfort structure, réfection toiture...)	4 460
Câblage AC jusqu'au point de livraison	1 500
Armoire onduleur	1 500
TVA	49 702
Investissement total	298 212 € TTC
Subvention (€)	0
Investissement net de subvention	<b>298 212 € TTC</b>
Prix au Wc	0,96 € TTC/Wc

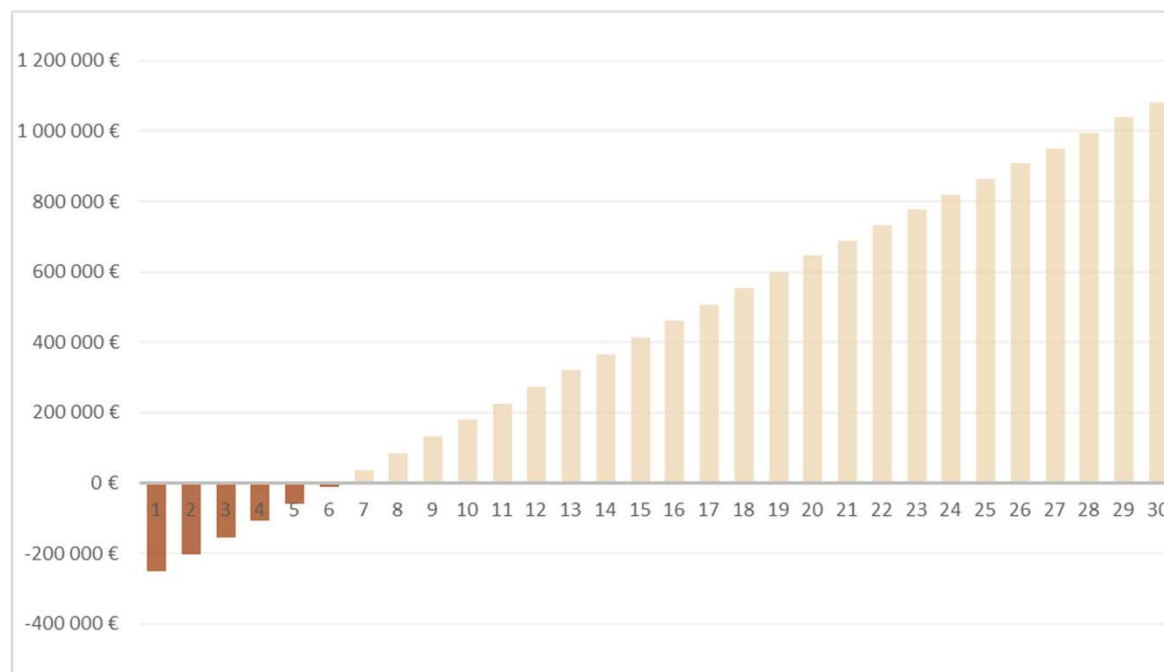
OPEX	€ TTC
Taxe IFER	866
Maintenance et entretien	4 660
Assurances Resp. Civile	3 110
Télé-suivi	1 000
TVA	1 927
Charges d'exploitation totales	11 563 € TTC

### Point de vigilance :

- Potentiels coûts de renfort du réseau **non provisionnés**

# Bilan économique en autoconsommation individuelle – Bâtiment D

Puissance calepinée : 310,64 kWc



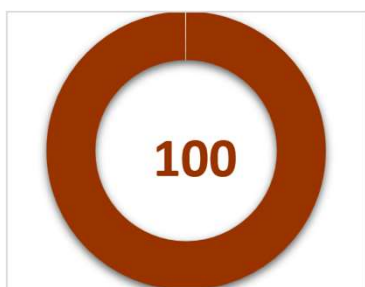
ANALYSE FINANCIERE	
PROJET	
Taux d'actualisation	2,5%/ an
TRI (Taux de Rentab. Inter.)	18,62%
<b>VAN</b> (Valeur Actuelle Nette)	1 081 669€
<b>TRA</b> (Temps de Retour Actual.)	7,2ans

BILAN ECONOMIQUE SUR 30 ANS		RESULTATS SUR L'INVESTISSEMENT	
Energie produite	9 619 176kWh	Apport en dettes	0,00€
Durée d'amortissement	20ans	Taux d'intérêt de l'emprunt	4,0%
<b>CAPEX net de subvention</b>	<b>298 212€</b>	Durée de l'emprunt	20,00ans
PEX - produits moyens	98 808€ / an	Annuité constante	0,00€
CEX - charges moyennes	14 469€	CA actualisé sur 30 ans	1 976 685€
LCOE PV sans aide financière	8,75c€ / kWh	Résultat avant impôt sur 30 ans	2 231 977€
LCOE PV avec aide financière	8,75c€ / kWh	TRB (Temps de Retour Brut)	3,5ans
LCOE électricité réseau	20,23c€ / kWh	<b>TEC</b> (Tx d'enrichissement du capital)	<b>3,63</b>
Valorisation énergie PV	97,88c€ TTC / kWh		

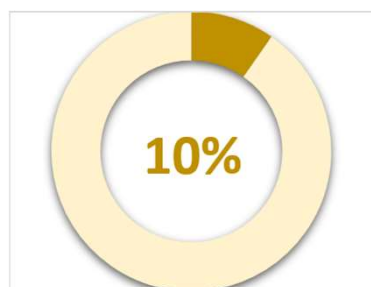
/\ Potentiels coûts  
 additionnels de renfort  
 réseau non provisionnés /\

## Bilan énergétique en autoconsommation individuelle – Parking 3

Puissance calepinée : 447,92 kWc



Taux d'autoconsommation



Taux d'autoproduction

Bilan énergétique

Nombre de panneaux : 550

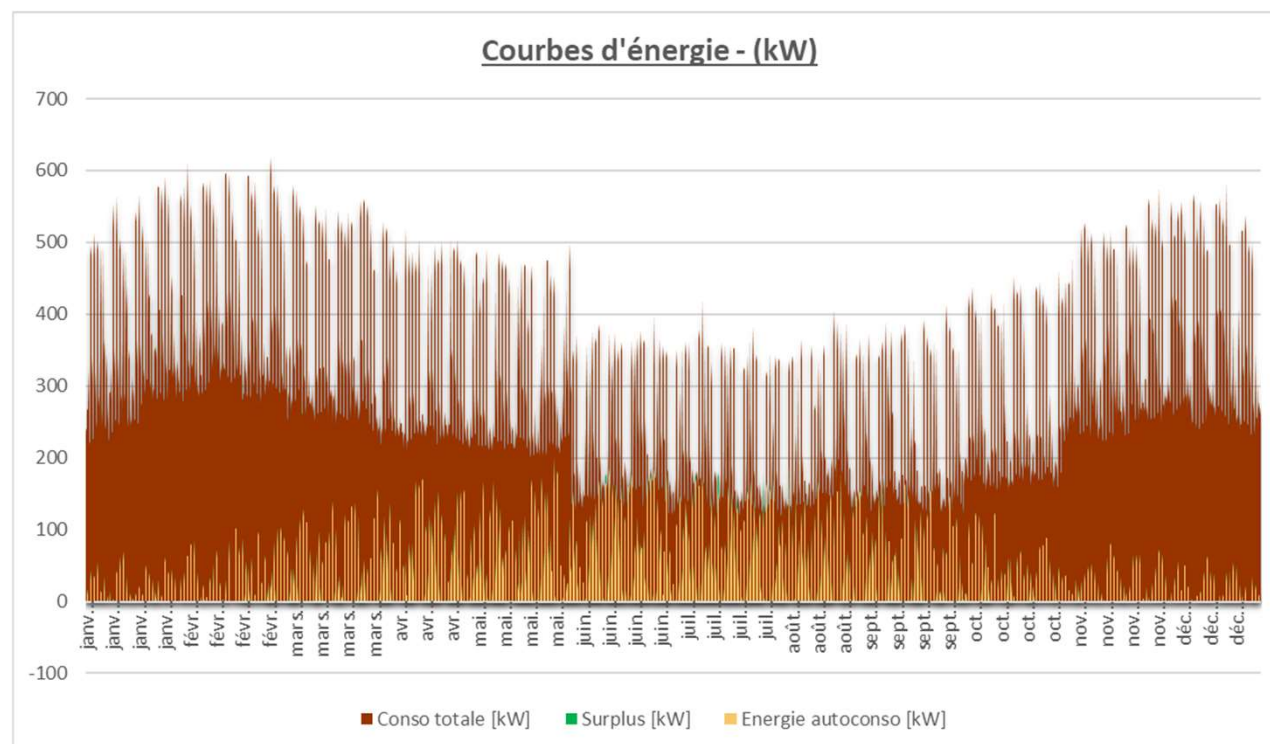
Puissance installée : 447,92 kWc

Productible : 1 080 kWh/kWc.an

Consommation : 4 976 MWh

Production : 484 MWh

Energie autoconsommée : 484 MWh





# Bilan économique en autoconsommation individuelle -Parking 3

## Parking 3 : Chiffrage économique

CAPEX	€ TTC
Fourniture et pose modules photovoltaïques	143 330
Onduleurs	35 830
Préparation chantier	20 160
Système d'intégration	58 230
Structure ombrière (charpente + VRD)	270 000
Architecture électrique (câblage DC, TDGS/coffret AC, AU, télé-suivi...)	26 940
Divers (documentation, extension de garantie...)	20 160
Ingénierie (études, MOE, BC...)	38 160
Coûts spécifiques (arbres à couper, renfort structure, réfection toiture...)	4 460
Câblage AC jusqu'au point de livraison	5 300
Tranchées	7 000
Armoire onduleur	6 000
TVA	127 114
Investissement total	762 684 € TTC
Subvention (€)	0
Investissement net de subvention	762 684 € TTC
Prix au Wc	1,70 € TTC/Wc

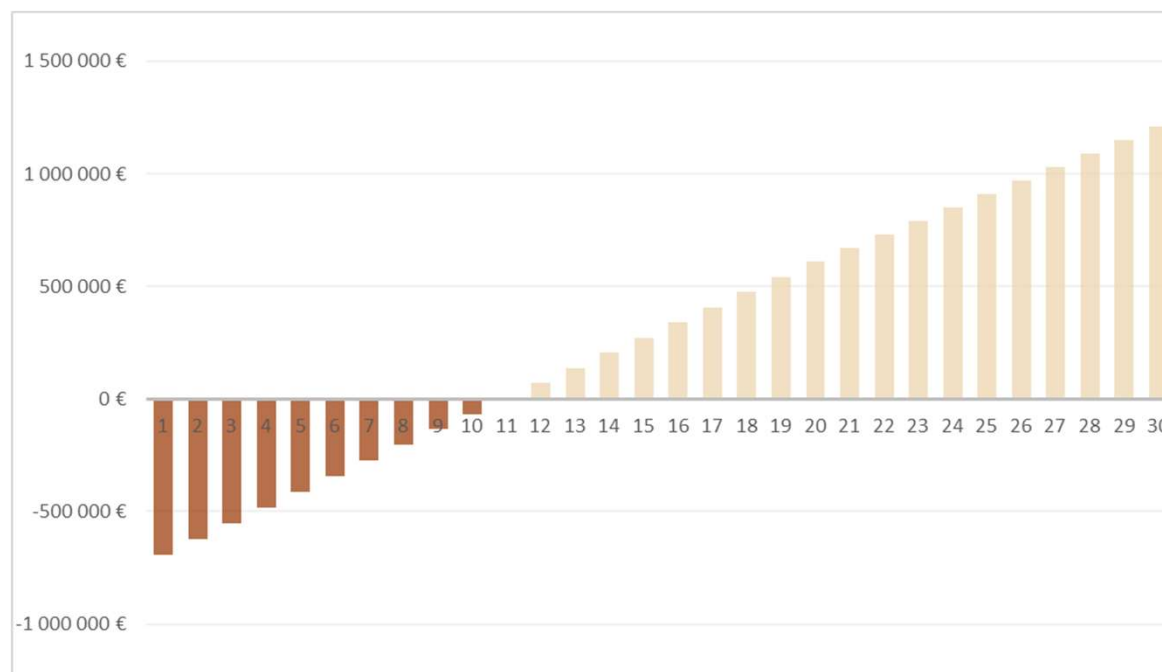
OPEX	€ TTC
Taxe IFER	1 245
Maintenance et entretien	6 719
Assurances Resp. Civile	4 480
Télé-suivi	1000
TVA	2689
Charges d'exploitation totales	16 133 € TTC

### Point de vigilance :

- Potentiels coûts de renfort du réseau **non provisionnés**
- Arbres à déposer, coûts provisionnés

## Bilan économique en autoconsommation individuelle – Parking 3

Puissance calepinée : 447,92 kWc



ANALYSE FINANCIERE	
PROJET	
Taux d'actualisation	2,5%/ an
TRI (Taux de Rentab. Inter.)	10,74%
<b>VAN</b> (Valeur Actuelle Nette)	1 211 424€
<b>TRA</b> (Temps de Retour Actual.)	12,0ans

BILAN ECONOMIQUE SUR 30 ANS		RESULTATS SUR L'INVESTISSEMENT	
Energie produite	13 510 399kWh	Apport en dettes	0,00€
Durée d'amortissement	20ans	Taux d'intérêt de l'emprunt	4,0%
<b>CAPEX net de subvention</b>	<b>762 684€</b>	Durée de l'emprunt	20,00ans
PEX - produits moyens	138 841€ / an	Annuité constante	0,00€
CEX - charges moyennes	20 187€	CA actualisé sur 30 ans	2 777 660€
LCOE PV sans aide financière	12,34c€ / kWh	Résultat avant impôt sur 30 ans	2 796 938€
LCOE PV avec aide financière	12,34c€ / kWh	TRB (Temps de Retour Brut)	6,4ans
LCOE électricité réseau	20,23c€ / kWh	<b>TEC</b> (Tx d'enrichissement du capital)	<b>1,59</b>
Valorisation énergie PV	137,15c€ TTC / kWh		

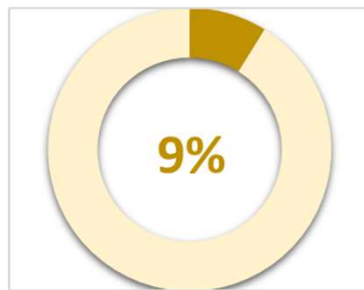
/\ Potentiels coûts  
additionnels de renfort  
réseau non provisionnés /\

# Bilan énergétique en autoconsommation individuelle - Nouveau parking bâtiment A

Puissance calepinée : 380,16 kWc



Taux d'autoconsommation



Taux d'autoproduction

Bilan énergétique

Nombre de panneaux : 864

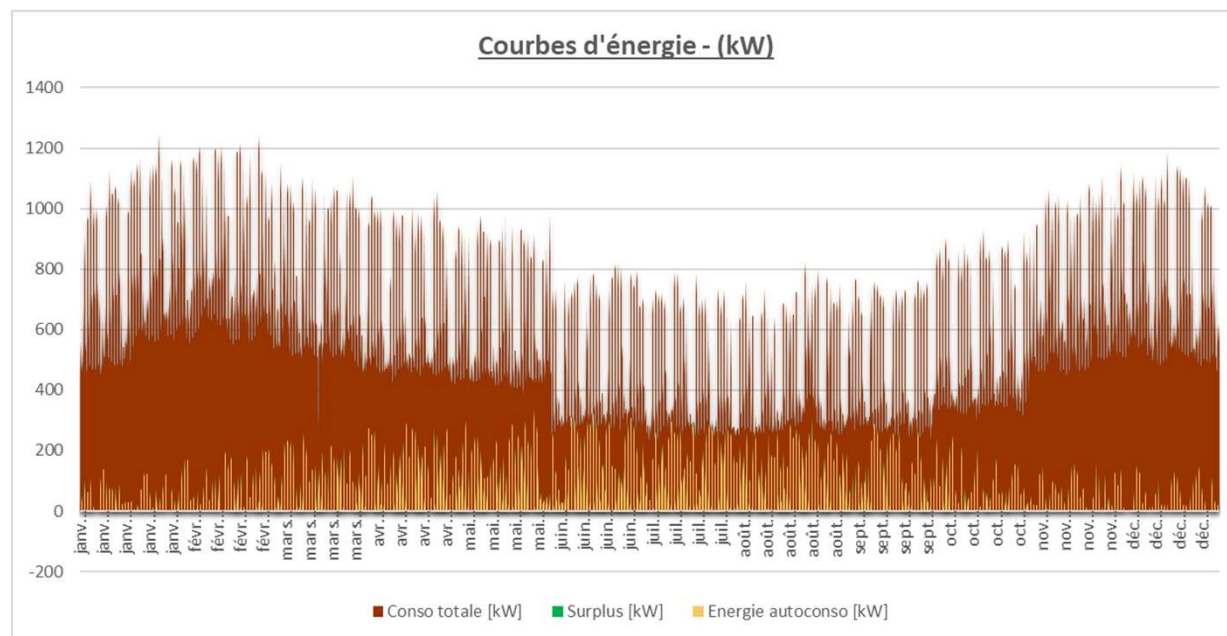
Puissance installée : 380,16 kWc

Productible : 1 161 kWh/kWc.an

Consommation : 4 976 MWh

Production : 441 MWh

Energie autoconsommée : 441 MWh



# Bilan économique en autoconsommation individuelle – Nouveau parking bâtiment A

## Parking Bâtiment A : Chiffrage économique

CAPEX	€ TTC
Fourniture et pose modules photovoltaïques	121 650
Onduleurs	30 410
Préparation chantier	17 110
Système d'intégration	49 420
Structure ombrière (charpente + VRD)	300 000
Architecture électrique (câblage DC, TDGS/coffret AC, AU, télésuivi...)	23 200
Divers (documentation, extension de garantie...)	17 110
Ingénierie (études, MOE, BC...)	37 760
Coûts spécifiques (arbres à couper, renfort structure, réfection toiture...)	16 740
Câblage AC jusqu'au point de livraison	20 500
Tranchées	58 800
TVA	138 540
<b>Investissement total</b>	<b>831 240</b>
Subvention (€)	0
<b>Investissement net de subvention</b>	<b>831 240</b>
Prix au Wc	2,2

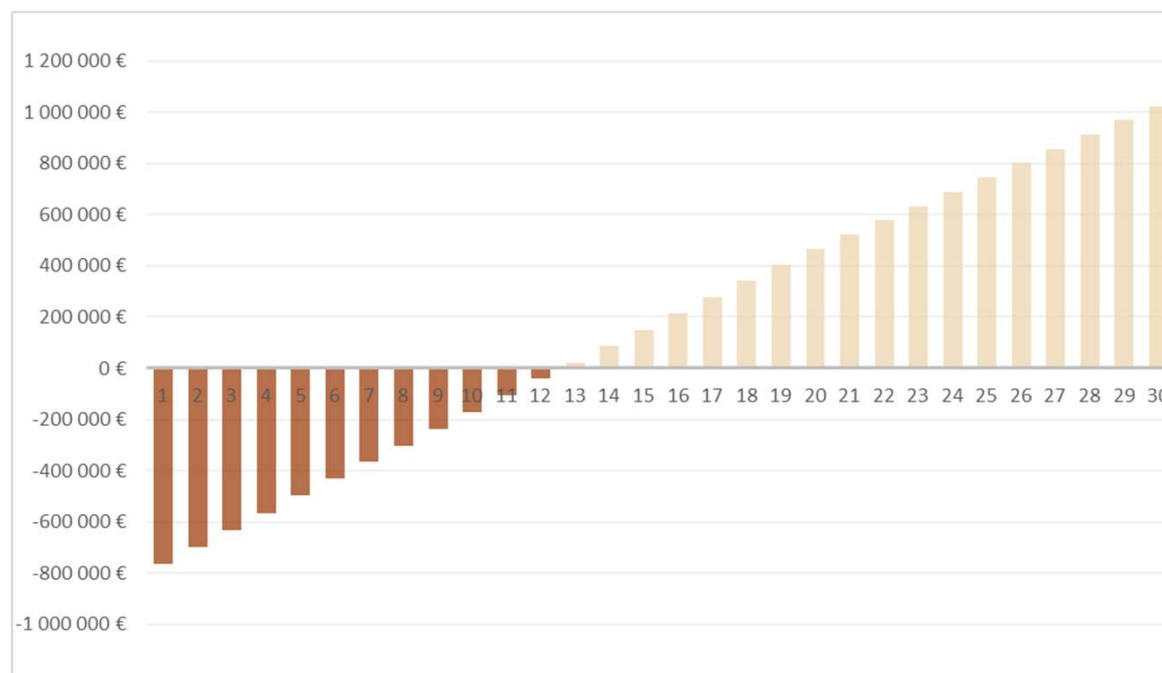
OPEX	€ TTC
Taxe IFER	1 061
Maintenance et entretien	5 702
Assurances Resp. Civile	3 800
Télésuivi	1 000
TVA	2 313
<b>Charges d'exploitation totales</b>	<b>13 876</b>

### Point de vigilance :

- Potentiels coûts de renfort du réseau **non provisionnés**
- Arbres à déposer, coûts provisionnés

# Bilan économique en autoconsommation individuelle - Nouveau parking bâtiment A

Puissance calepinée : 380,16 kWc



ANALYSE FINANCIERE	
PROJET	
Taux d'actualisation	2,5%/ an
TRI (Taux de Rentab. Inter.)	9,20%
<b>VAN</b> (Valeur Actuelle Nette)	1 025 335€
<b>TRA</b> (Temps de Retour Actual.)	13,6ans

BILAN ECONOMIQUE SUR 30 ANS		RESULTATS SUR L'INVESTISSEMENT	
Energie produite	12 323 444kWh	Apport en dettes	0,00€
Durée d'amortissement	20ans	Taux d'intérêt de l'emprunt	4,0%
<b>CAPEX net de subvention</b>	<b>831 240€</b>	Durée de l'emprunt	20,00ans
PEX - produits moyens	126 898€ / an	Annuité constante	0,00€
CEX - charges moyennes	17 363€	CA actualisé sur 30 ans	2 538 655€
LCOE PV sans aide financière	13,65c€ / kWh	Résultat avant impôt sur 30 ans	2 454 820€
LCOE PV avec aide financière	13,65c€ / kWh	TRB (Temps de Retour Brut)	7,6ans
LCOE électricité réseau	20,23c€ / kWh	<b>TEC</b> (Tx d'enrichissement du capital)	<b>1,23</b>
Valorisation énergie PV	19,70c€ TTC / kWh		

/!\ Potentiels coûts additionnels de renfort réseau non provisionnés /!\



## Conclusion - ACi

		Résultats énergétiques						Résultats économiques					
Nom de site	Type d'opération	Puissance (kWc)	Prod (MWh)	Conso (MWh)	Autocons o (MWh)	TAC (%)	TAP (%)	CAPEX (k€ TTC)	Coût (€TTC) au Wc	PEX(k€/an)	TRI (%)	VAN (k€)	TRA (ans)
<b>MHPP-SA</b>	<b>ACi</b>	<b>80,08</b>	<b>86</b>	<b>298</b>	<b>80</b>	<b>93</b>	<b>27</b>	<b>108</b>	<b>1,3</b>	<b>24</b>	<b>13,58</b>	<b>244</b>	<b>9,6</b>
<b>MHPP-SB</b>	<b>ACi</b>	<b>173,36</b>	<b>189</b>	<b>298</b>	<b>117</b>	<b>62</b>	<b>39</b>	<b>178</b>	<b>1,0</b>	<b>39</b>	<b>13,22</b>	<b>369</b>	<b>9,7</b>
Bâtiment A-SC	ACi	56,32	62	4976	62	100	2	85	1,5	18	12,58	174	10,4
Bâtiment A-SD	ACi	115,28	140	4976	140	100	5	132	1,1	36	15,40	381	8,7
Bâtiment B	ACi	300,96	330	4976	326	100	7	289	0,96	95	18,45	1 036	7,3
Bâtiment C	ACi	297,44	326	4976	323	100	7	286	0,96	94	18,46	1 025	7,3
Bâtiment D	ACi	310,64	345	4976	339	100	7	112	0,96	99	18,62	1 082	7,2
Parking 3	ACi	447,92	484	4976	462	96	10	763	1,70	139	10,74	1 211	12,0
Parking Bât A	ACi	380,18	441	4976	441	100	9	831	2,2	127	9,20	1 025	13,6

- Scénarios en ACi très intéressants économiquement.
- Réflexion ACC cohérente avec le potentiel de production et les profils de consommation : meilleure valorisation du surplus du **poste 2** vers le poste 1 qui est un très gros consommateur
- A puissance équivalente, le CAPEX est doublé entre la solution sur toiture et la solution en ombrière de parking dû aux coûts de structures et de tranchées induits

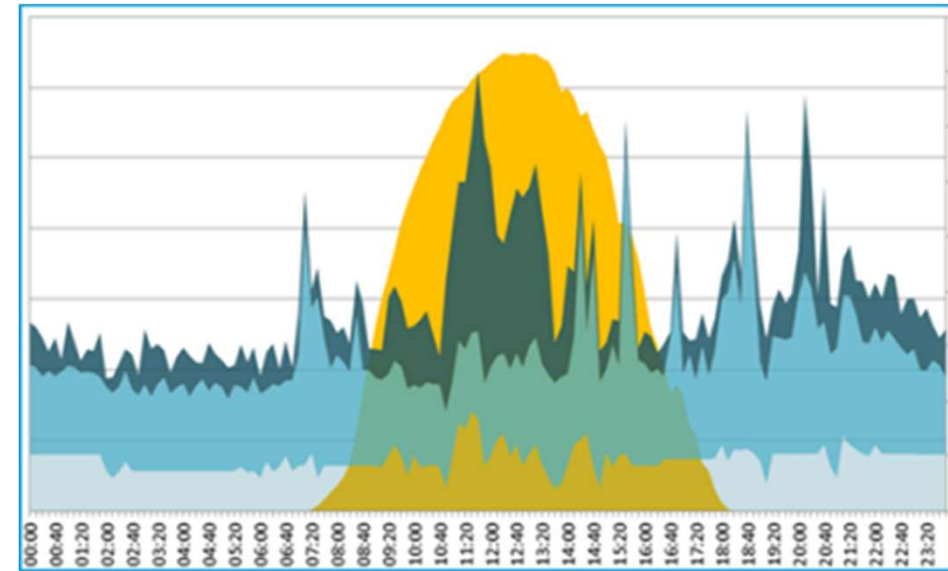


# Boucles d'autoconsommation collective



## Rappel sur l'autoconsommation collective

- Distance maximale entre 2 participants : **2 km** (Sevrey : « Ceintures urbaines»)
  - **Dérogation possible à 20 km dans les communes rurales** (classement INSEE « bourgs ruraux », « rural à habitat dispersé » et « rural à habitat très dispersé ») → **Non concerné**
  - **Dérogation à 10 km dans les communes périurbaines** (catégories « petites villes » et « ceintures urbaines ») → **Concerné**
- Puissance maximum cumulée de la production : 3 MW
- Possibilité de démarrer des installations PV en vente totale ou ACI et de les insérer ensuite dans une boucle ACC
- Facturation de chaque producteur à chaque consommateur
  - Intérêt à privilégier les opérations patrimoniales
- Raccordement BT ou HTA
- Compteurs communicants
- PMO





# Rappels sur l'autoconsommation collective

## Notions clés

- **Autoconsommation « en propre »** : Production photovoltaïque consommée directement sur les sites autoconsommateurs, avant partage du surplus avec les autres consommateurs de l'ACC.
- **Autoconsommation « sur la boucle »** : Après prélèvement d'une partie de la production sur les sites autoconsommateurs (autoconsommation « en propre »), un éventuel surplus peut demeurer. S'ajoute à ce surplus la production des sites producteurs purs (non-consommateurs) de l'opération. Cette somme d'énergie sera partagée avec le reste de la boucle ACC pour constituer la part autoconsommée « sur la boucle ».
- **Surplus de surplus** : Eventuel reliquat de production non consommée après partage avec la boucle, qui sera injectée sur le réseau final et fera l'objet le cas échéant d'une valorisation *via* l'obligation d'achat ou *via* un agrégateur.
- **Clés de répartition** : A chaque pas de temps de mesure (30 min actuellement), le gestionnaire de réseau calcule la production totale et la consommation totale au sein de la boucle ACC, afin d'évaluer :
  - **La part de production consommée dans la boucle (autoconsommation « en propre » + « sur la boucle ») ;**
  - **La part de production non consommée dans la boucle (surplus de surplus)**
- **Ces différentes productions seront ensuite réparties entre chaque consommateur et chaque producteur selon la clé de répartition indiquée par la PMO au gestionnaire de réseau sous la forme d'un algorithme spécifique.**

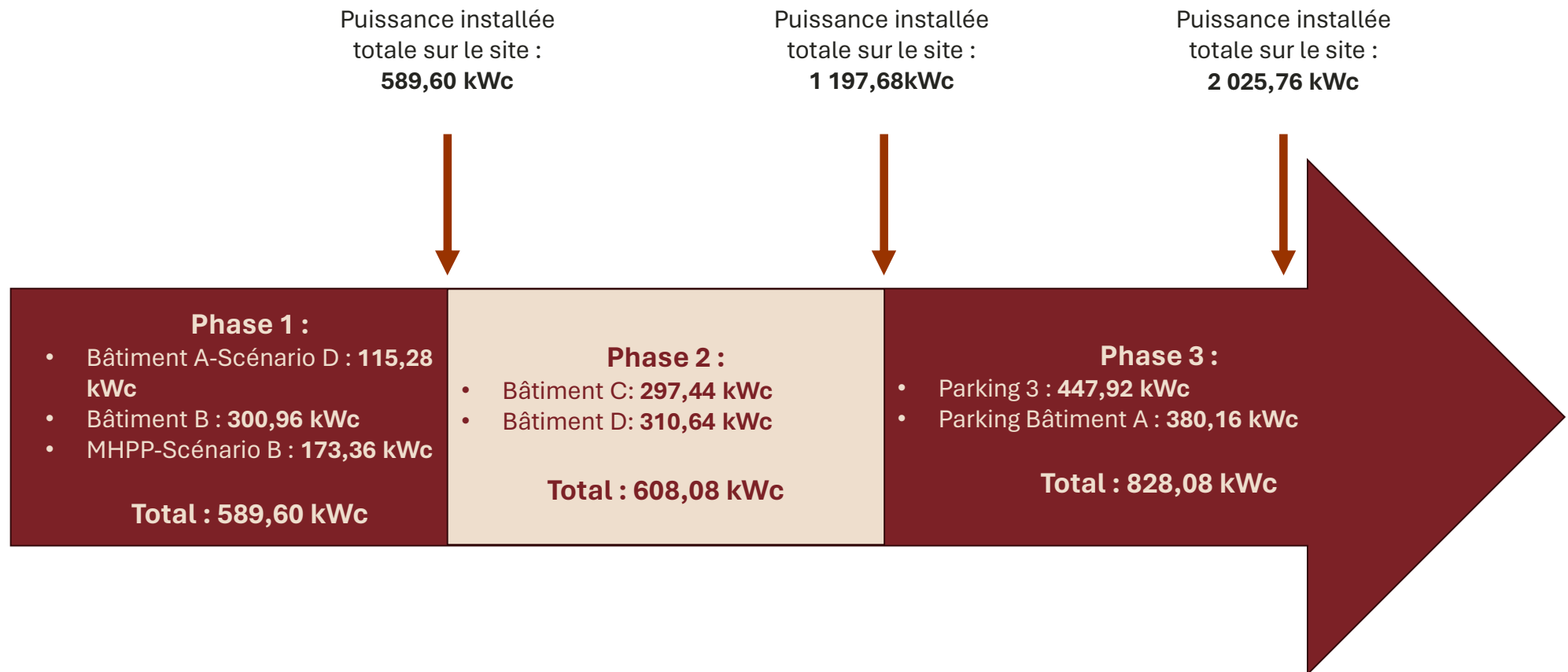


## Choix des consommateurs

- Au vu de la consommation déjà importante sur site et des contraintes réseau, afin de permettre un taux d'autoproduction intéressant la boucle d'autoconsommation a été restreinte à 3 consommateurs.
- Consommateurs intégrés à la boucle :
  - Poste 1 : 4 976 MWh annuels
  - MHPP : 298 MWh annuels
  - Poste 3 : 161 MWh annuels



# Phases du projet



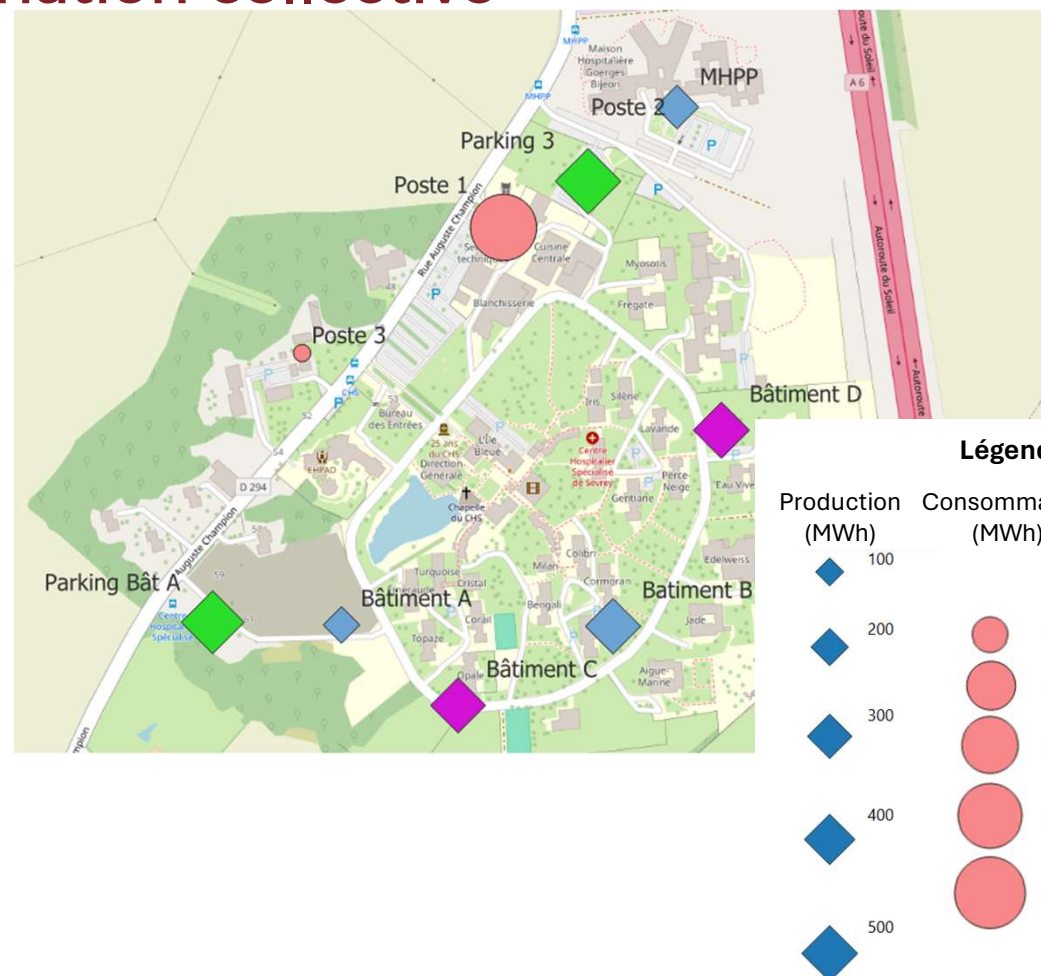
# Périmètres d'autoconsommation collective

Site	Nombre
Autoconsommateur	2
Consommateur pur	1

Consommateur pur	1
------------------	---

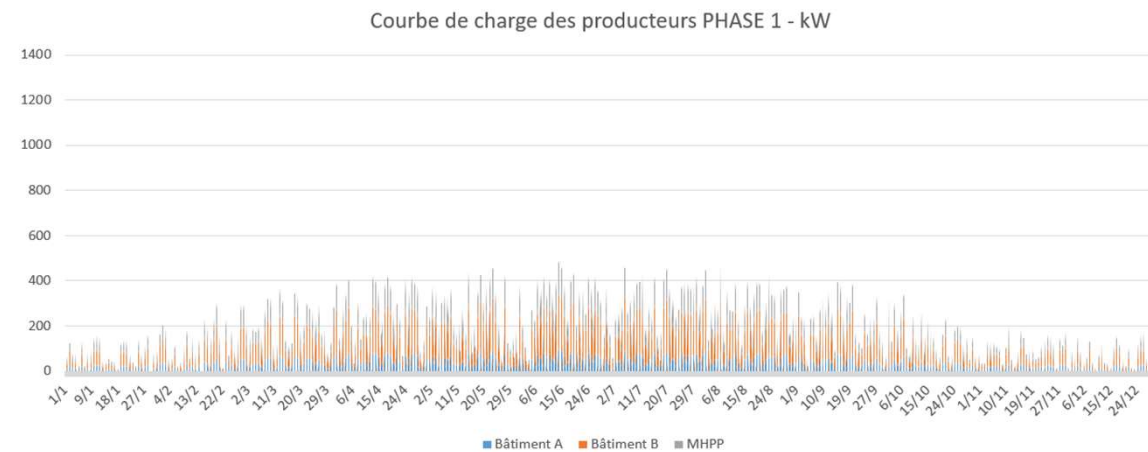
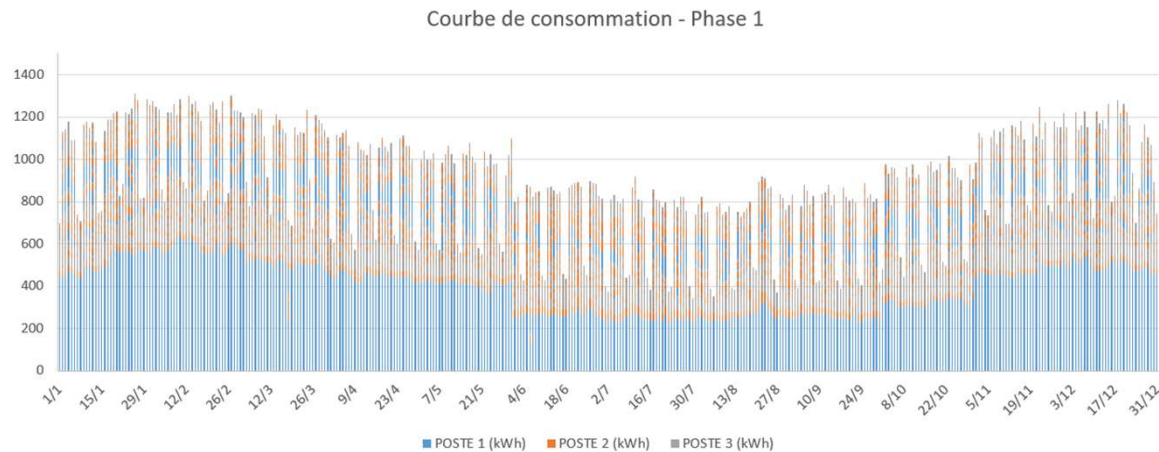
Poste	Consommation (MWh)
Poste 1	4 976
Poste 2	298
Poste 3	161

Phase	Production Poste 1 (MWh)	Production Poste 2 (MWh)
Phase 1	455	189
Phase 2	667	-
Phase 3	925	-



# Périmètres d'autoconsommation collective

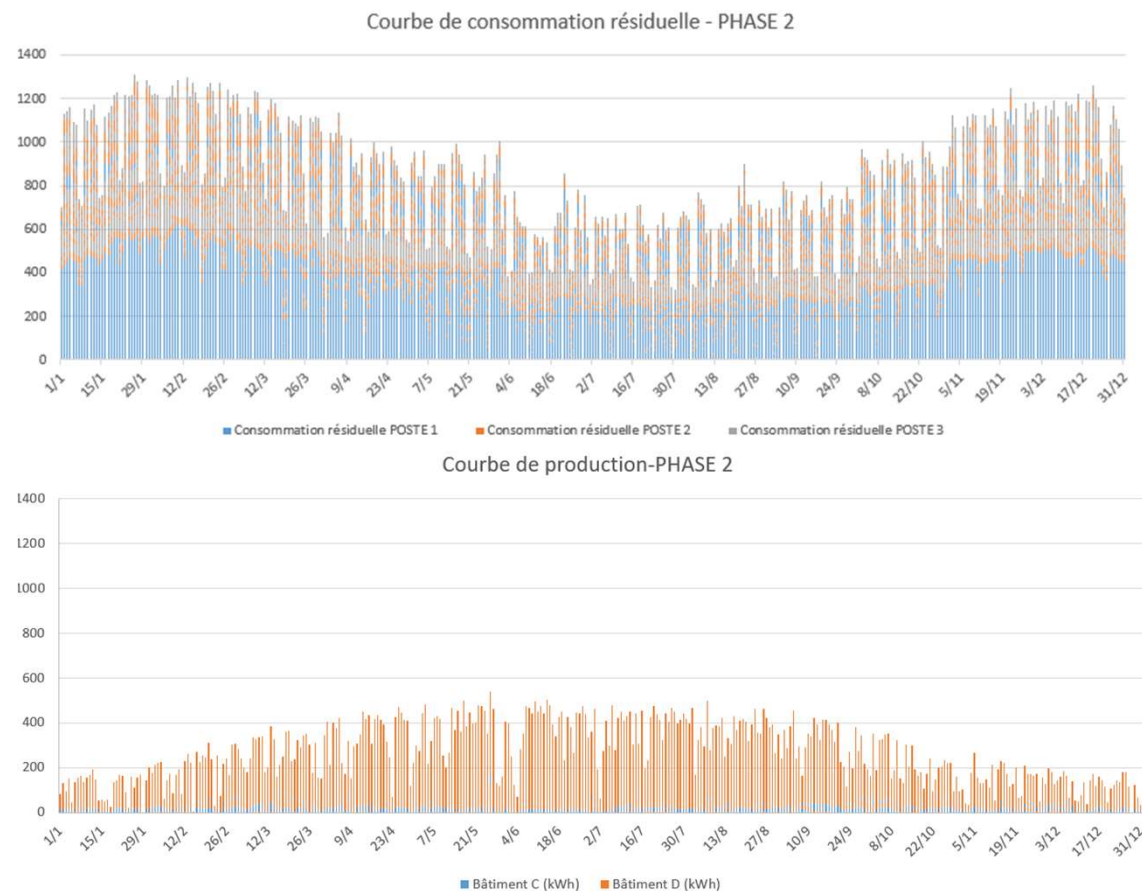
## Profils annuels - Phase 1



- Taux de couverture faible des besoins attendu
- Taux d'autoconsommation total attendu

# Périmètres d'autoconsommation collective

## Profils annuels – Phase 2

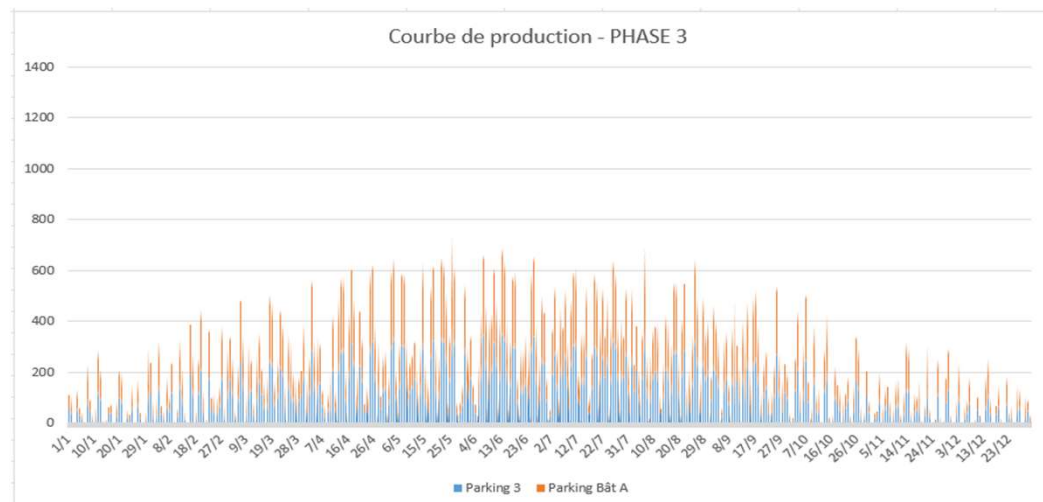
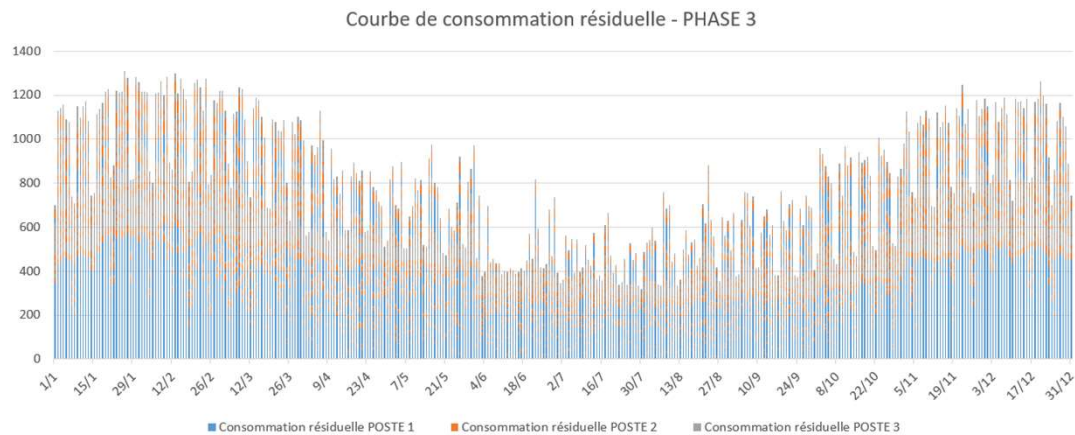


- Taux de couverture faible des besoins attendu
- Taux d'autoconsommation quasi-total attendu



# Périmètres d'autoconsommation collective

## Profils annuels – Phase 3

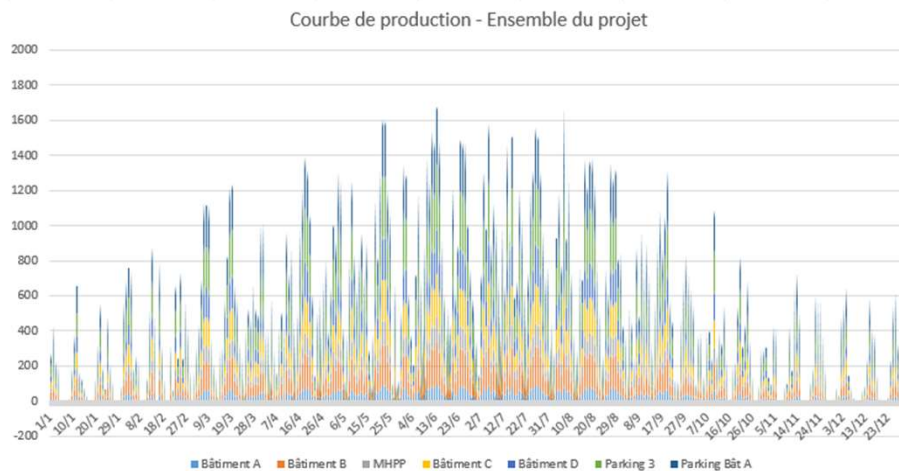
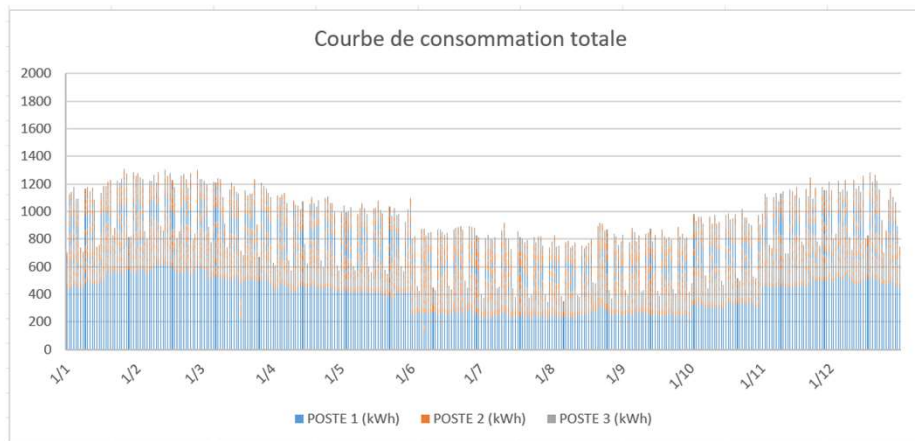


- Taux de couverture des besoins faible attendu
- Taux d'autoconsommation total correct attendu



# Périmètres d'autoconsommation collective

## Profils annuels – Ensemble du projet



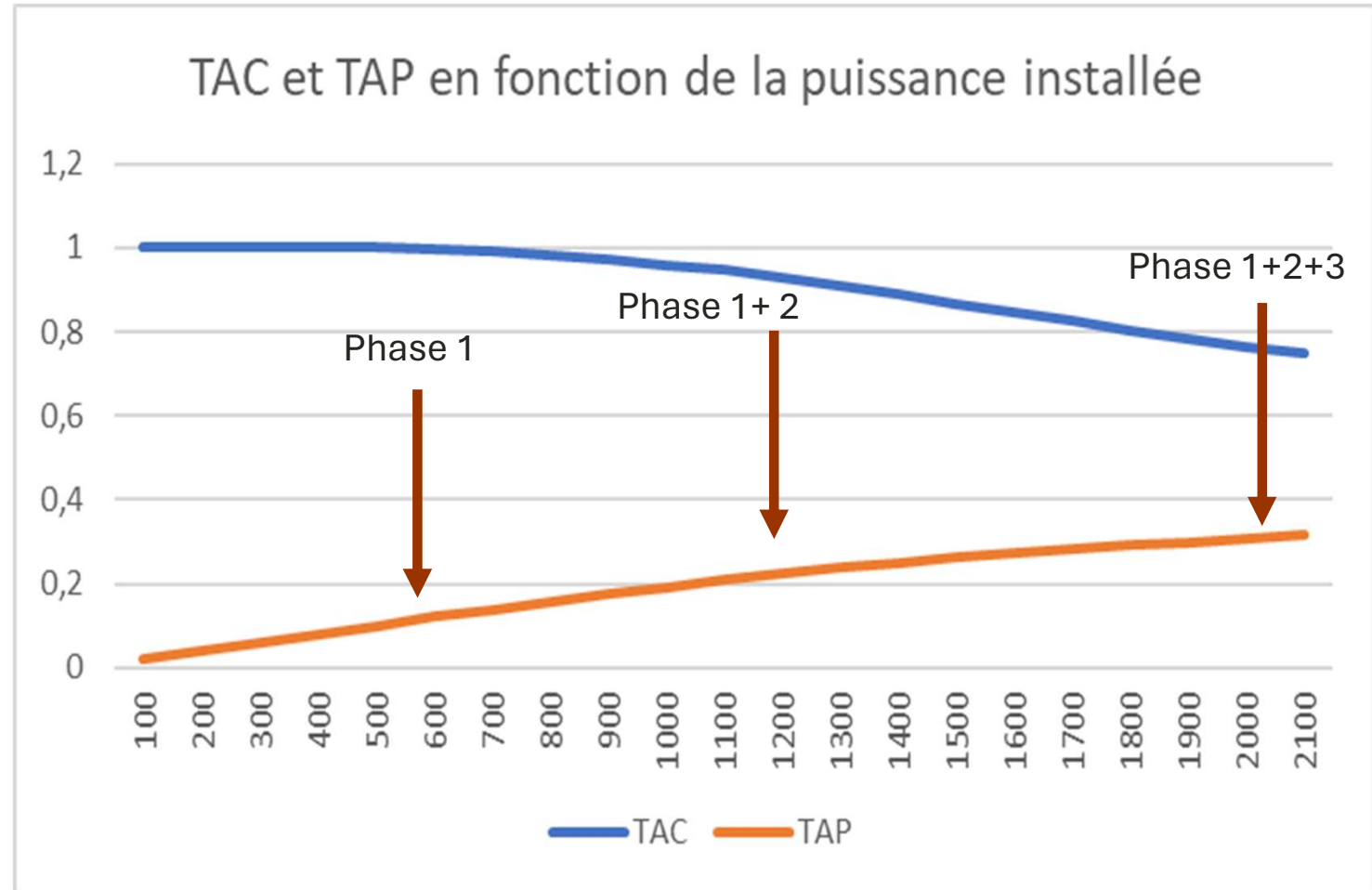
- Excellent taux de couverture des besoins attendu
- Très bon taux d'autoconsommation global attendu



# Bilan énergétique et économique global en autoconsommation collective

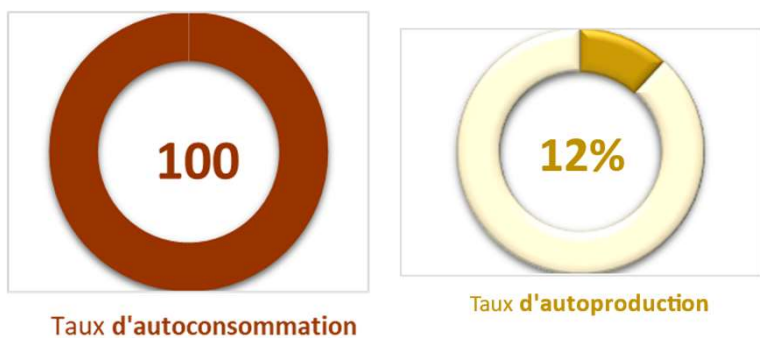
# Evolution du TAP et du TAC en fonction de la puissance

Scénario ACC



# Bilan énergétique ACC

Phase 1 : 589,60 kWc



Bilan annuel

Puissance installée : 589,60 kWc

Productible : 1 094 kWh/kWc.an

Consommation Totale : 5 436 MWh

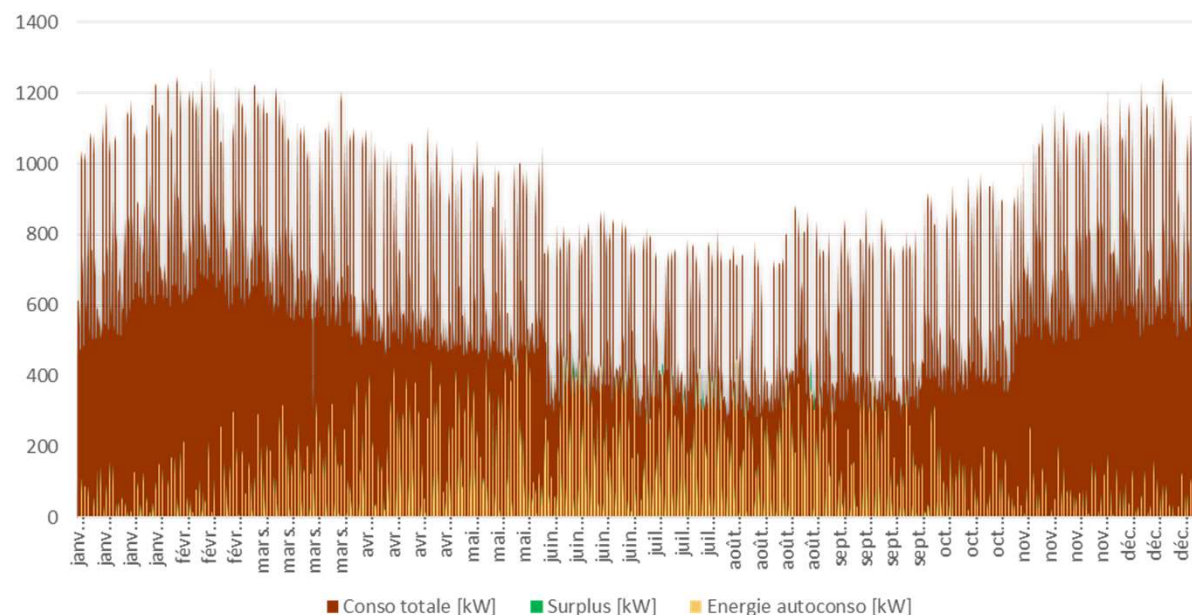
Production : 645 MWh

Energie autoconsommée : 643 MWh

3 producteurs :

- MHPP – Scénario B : 173,36 kWc
- Bâtiment A – Scénario D : 115,28 kWc
- Bâtiment B : 300,96 kWc

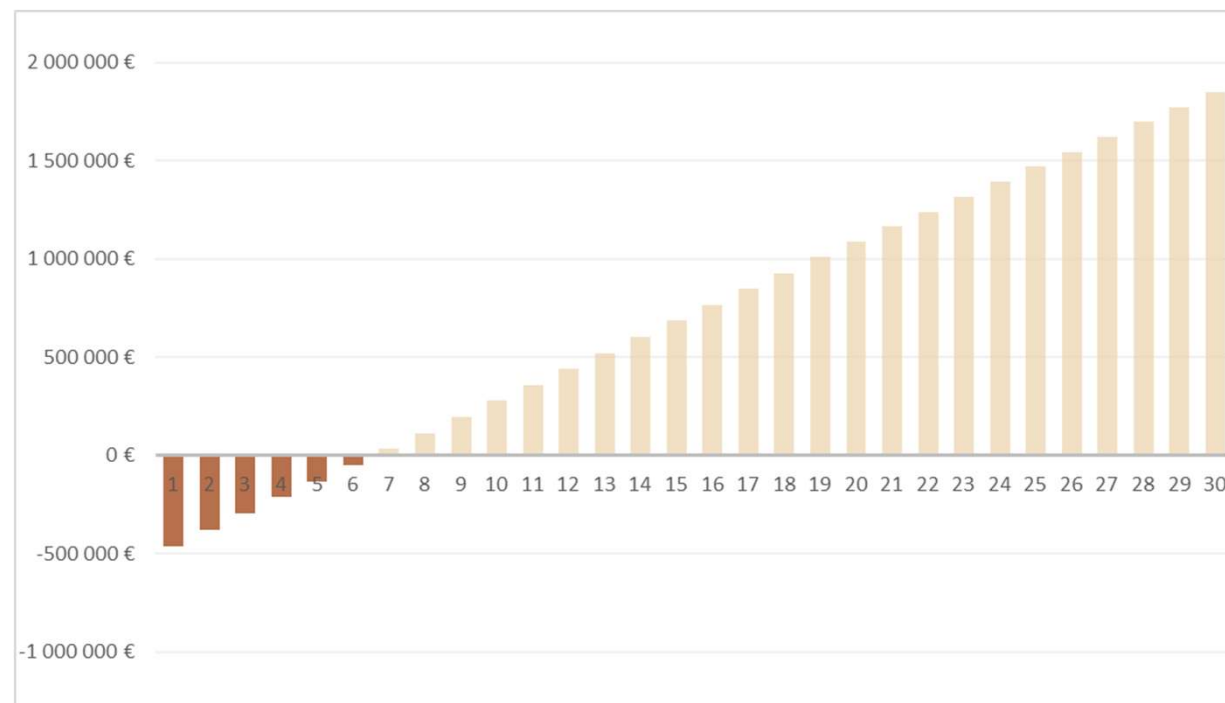
Courbes d'énergie - (kW)



# Bilan économique ACC

Phase 1 : 589,60 kWc

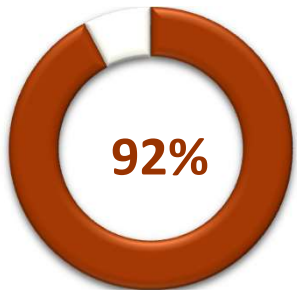
ANALYSE FINANCIERE	
PROJET	
Taux d'actualisation	2,5%/ an
TRI (Taux de Rentab. Inter.)	17,68%
<b>VAN</b> (Valeur Actuelle Nette)	1 850 434€
<b>TRA</b> (Temps de Retour Actual.)	7,6ans



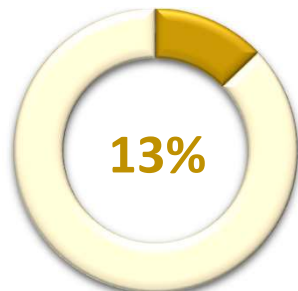
BILAN ECONOMIQUE SUR 30 ANS		RESULTATS SUR L'INVESTISSEMENT	
Energie produite	18 017 371kWh	Apport en dettes	0,00€
Durée d'amortissement	20ans	Taux d'intérêt de l'emprunt	4,0%
<b>CAPEX net de subvention</b>	<b>543 444€</b>	Durée de l'emprunt	20,00ans
PEX - produits moyens	180 365€ / an	Annuité constante	0,00€
CEX - charges moyennes	29 099€	CA actualisé sur 30 ans	3 608 618€
LCOE PV sans aide financière	8,95c€ / kWh	Résultat avant impôt sur 30 ans	3 994 530€
LCOE PV avec aide financière	8,95c€ / kWh	TRB (Temps de Retour Brut)	3,6ans
LCOE électricité réseau	20,21c€ / kWh	<b>TEC</b> (Tx d'enrichissement du capital)	<b>3,41</b>
Valorisation énergie PV	19,19c€ TTC / kWh		

# Bilan énergétique ACC

Phase 2 : 608,08 kWc



Taux d'autoconsommation



Taux d'autoproduction

Bilan annuel

Puissance installée : 608,08 kWc

Productible : 1 097 kWh/kWc.an

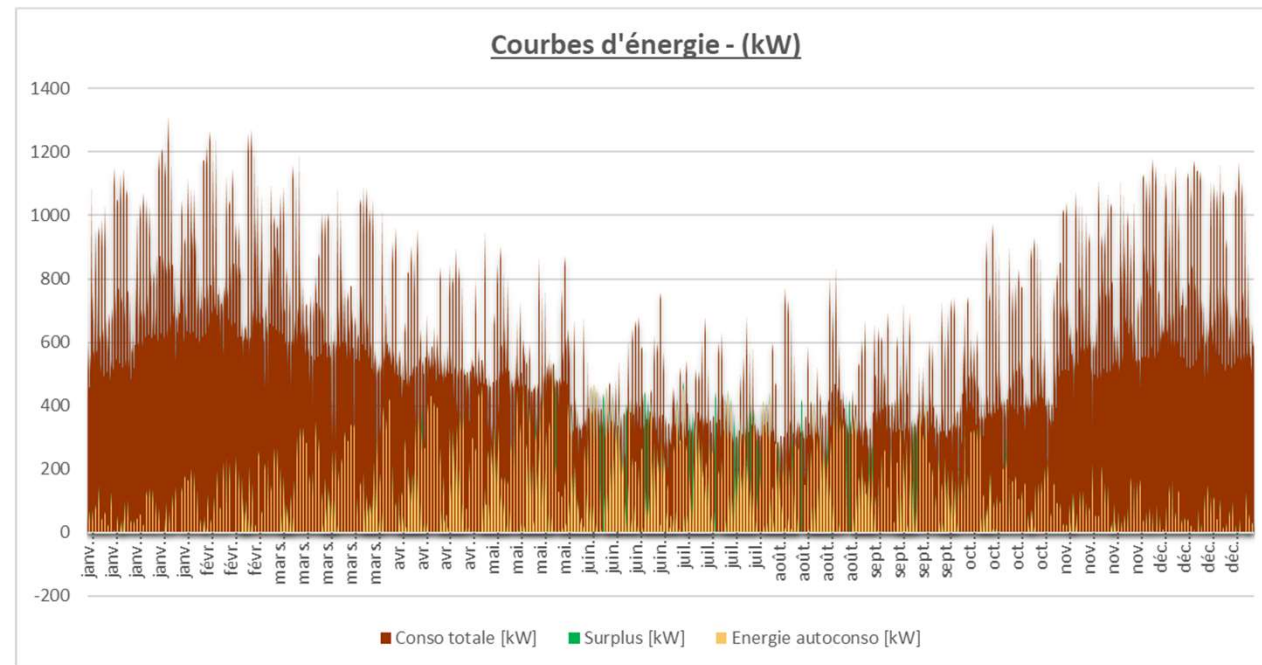
Consommation Résiduelle : 4 792MWh

Production : 667 MWh

Energie autoconsommée : 616 MWh

2 producteurs :

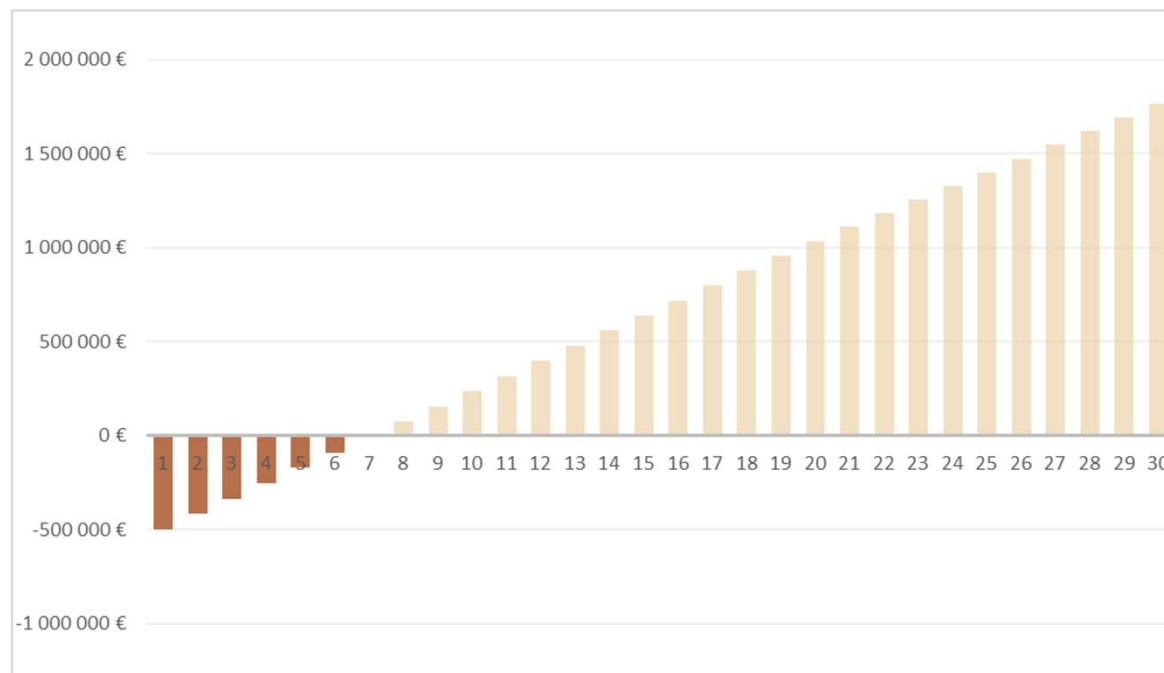
- Bâtiment C : 297,44 kWc
- Bâtiment D : 310,64 kWc



# Bilan économique ACC

Phase 2 : 608,08 kWc

ANALYSE FINANCIERE	
PROJET	
Taux d'actualisation	2,5%/ an
TRI (Taux de Rentab. Inter.)	16,46%
<b>VAN</b> (Valeur Actuelle Nette)	1 765 689€
<b>TRA</b> (Temps de Retour Actual.)	8,1ans

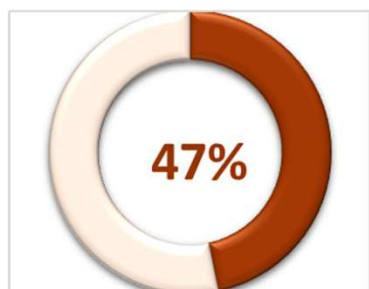


BILAN ECONOMIQUE SUR 30 ANS		RESULTATS SUR L'INVESTISSEMENT	
Energie produite	18 628 541kWh	Apport en dettes	0,00€
Durée d'amortissement	20ans	Taux d'intérêt de l'emprunt	4,0%
<b>CAPEX net de subvention</b>	<b>584 412€</b>	Durée de l'emprunt	20,00ans
PEX - produits moyens	175 466€ / an	Annuité constante	0,00€
CEX - charges moyennes	28 367€	CA actualisé sur 30 ans	3 520 490€
LCOE PV sans aide financière	8,86c€ / kWh	Résultat avant impôt sur 30 ans	3 828 547€
LCOE PV avec aide financière	8,86c€ / kWh	TRB (Temps de Retour Brut)	4,0ans
LCOE électricité réseau	21,22c€ / kWh	<b>TEC</b> (Tx d'enrichissement du capital)	<b>3,02</b>
Valorisation énergie PV	19,06c€ TTC / kWh		

*N.B : Des cellules de découplage ont été ajoutées au chiffrage sur le poste 1*

# Bilan énergétique ACC

Phase 3 : 828,08 kWc en ACC



Taux d'autoconsommation



Taux d'autoproduction

Bilan annuel en ACC

Puissance installée : 828,08 kWc

Productible : 1 117 kWh/kWc.an

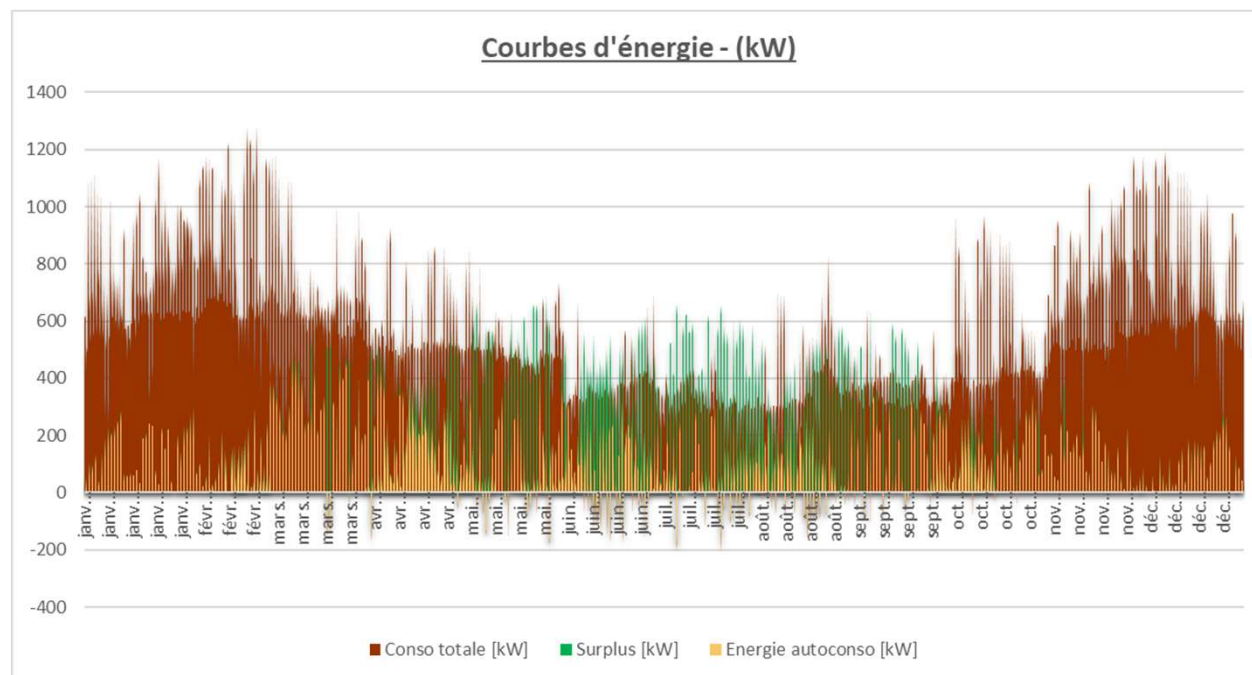
Consommation Résiduelle : 4 176 MWh

Production : 925 MWh

Energie autoconsommée : 433 MWh

2 producteurs :

- Parking 3 : 447,92 kWc
- Parking Bât A : 380,16 kWc



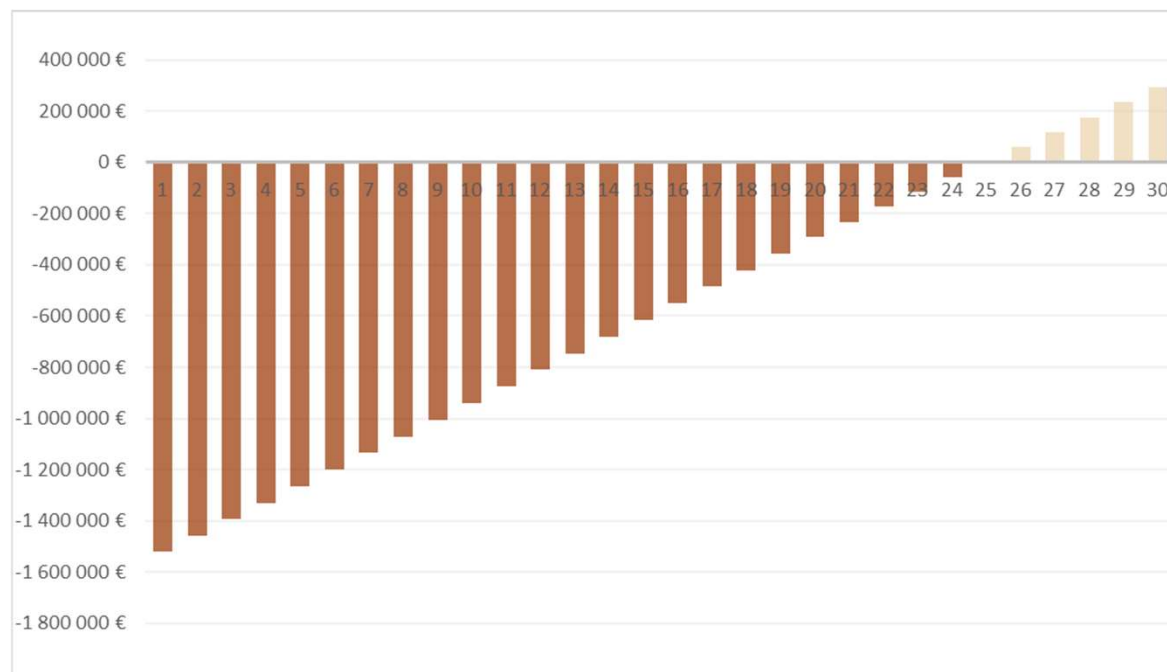
# Bilan économique ACC

## Phase 3 : 828,08 kWc

Les résultats économiques sont moins intéressants que les autres phases car :

- le surplus est important et au-delà de 500 kWc de puissance installée, le S21 n'est plus valide
- les investissements initiaux sont plus élevés pour des ombrières que pour des toitures déjà adaptées au PV

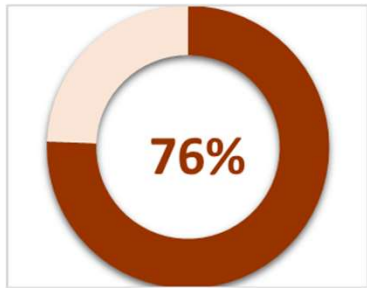
ANALYSE FINANCIERE	
PROJET	
Taux d'actualisation	2,5%/ an
TRI (Taux de Rentab. Inter.)	3,68%
<b>VAN</b> (Valeur Actuelle Nette)	292 587€
<b>TRA</b> (Temps de Retour Actual.)	26,0ans



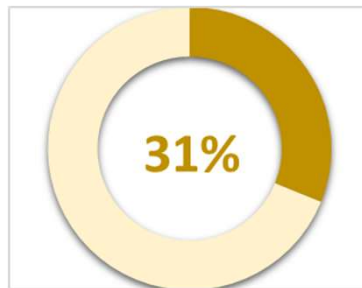
BILAN ECONOMIQUE SUR 30 ANS		RESULTATS SUR L'INVESTISSEMENT	
Energie produite	25 833 842kWh	Apport en dettes	0,00€
Durée d'amortissement	20ans	Taux d'intérêt de l'emprunt	4,0%
<b>CAPEX net de subvention</b>	<b>1 584 324€</b>	Durée de l'emprunt	20,00ans
PEX - produits moyens	143 545€ / an	Annuité constante	0,00€
CEX - charges moyennes	37 545€	CA actualisé sur 30 ans	2 851 500€
LCOE PV sans aide financière	12,91c€ / kWh	Résultat avant impôt sur 30 ans	1 595 673€
LCOE PV avec aide financière	12,91c€ / kWh	TRB (Temps de Retour Brut)	14,9ans
LCOE électricité réseau	22,29c€ / kWh	<b>TEC</b> (Tx d'enrichissement du capital)	<b>0,18</b>
Valorisation énergie PV	21,92c€ TTC / kWh		

# Bilan énergétique ACC – Ensemble du projet

Phase 1+2+3 cumulées : 2 025 kWc



Taux d'autoconsommation



Taux d'autoproduction

Bilan annuel

Puissance installée : 2 025 kWc

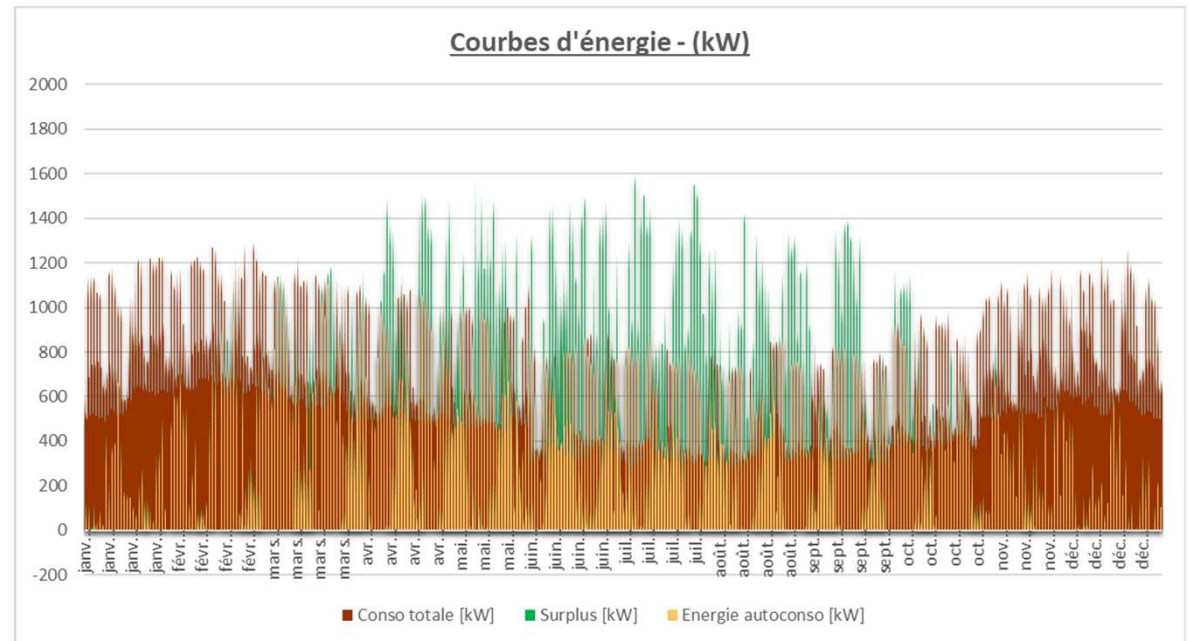
Consommation : 5 436 MWh

Production : 2 237 MWh

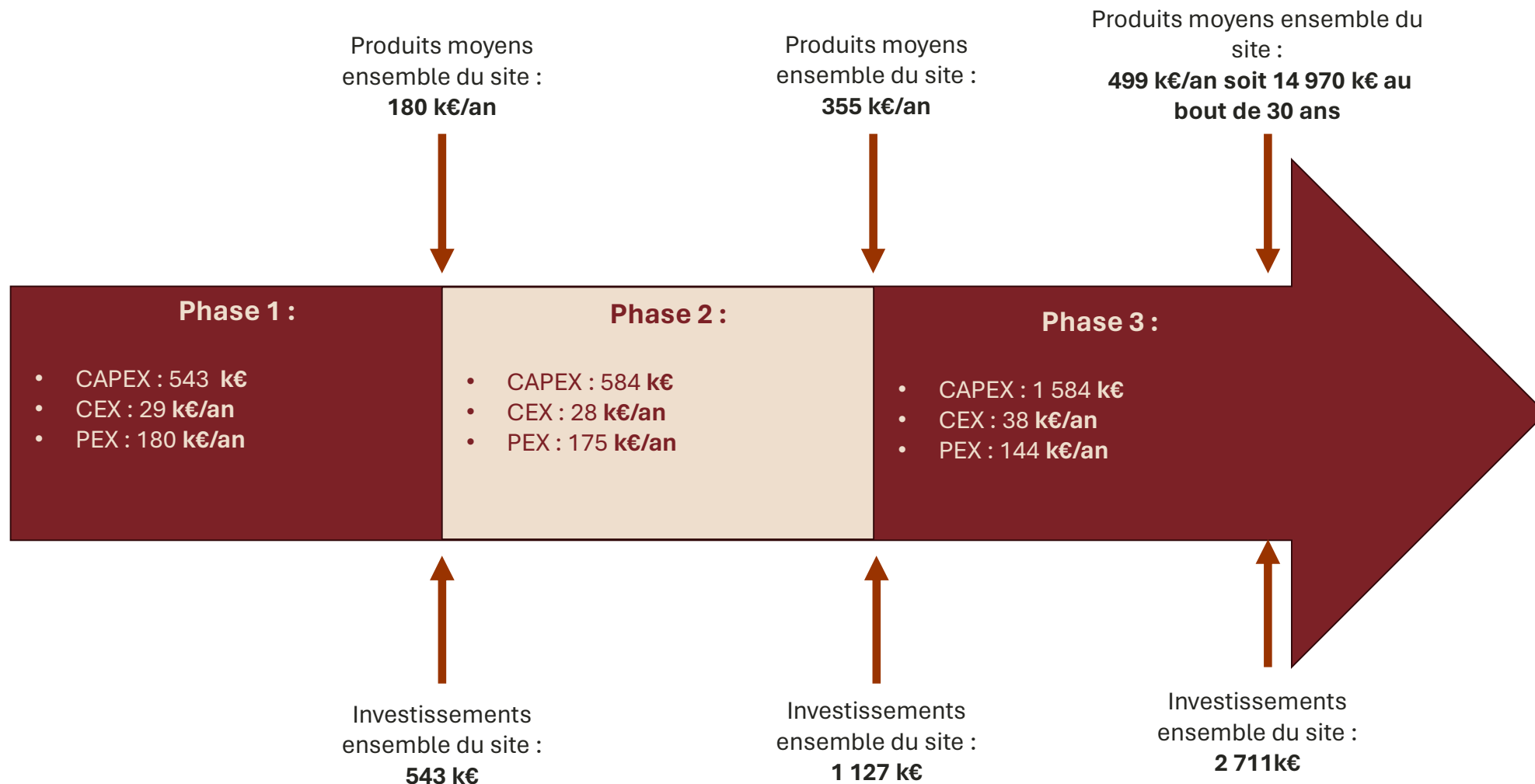
Energie autoconsommée : 1 692 MWh

7 producteurs :

- Bâtiment A : 115,28 kWc
- Bâtiment B : 300,96 kWc
- MHPP : 173,36 kWc
- Bâtiment C : 297,44 kWc
- Bâtiment D : 310,64 kWc
- Parking 3 : 447,92 kWc
- Parking Bât A : 380,16 kWc



# Synthèse bilan économique - Ensemble du projet



# Conclusion



	Contraintes extérieures			Contraintes techniques	
Nom du site	Contrainte ABF	Contrainte DGAC	Contrainte réseau ENEDIS	Validation structure	Compatibilité toiture
MHPP	Aucune	Aucune	études complémentaires nécessaires et adaptation de réseau quand mentionné	Sous réserve d'étude structure	Compatible pour pose dôme Est/Ouest lesté
Bâtiments A,B,C,D	Aucune	Aucune	études complémentaires nécessaires et adaptation de réseau quand mentionné	Sous réserve d'étude structure	Compatible pour pose dôme Est/Ouest lesté, <b>attention isolant classe C testé à 60°C</b>

		Résultats énergétiques						Résultats économiques					
	Type d'opération	Puissance (kWc)	Prod (MWh)	Conso Résiduelle (MWh)	Autocons o (MWh)	TAC (%)	TAP (%)	CAPEX (k€ TTC)	Coût (€TTC) au Wc	PEX(k€/an)	TRI (%)	VAN (k€)	TRA (ans)
Phase													
1	ACC	589,60	645	5436	643	100	12	<b>543</b>	0,92	<b>180</b>	17,68	1 850	7,6
2	ACC	608,08	667	4792	616	92	13	<b>584</b>	0,96	<b>175</b>	16,46	1 766	8,1
3	ACC	828,08	925	4176	433	47	10	<b>1584</b>	1,91	<b>144</b>	3,68	293	26

- Les scénarios en autoconsommation individuelle sont très intéressants économiquement. Mais **l'autoconsommation collective permet de mieux valoriser le surplus du MHPP.**
- Les phases 1 et 2 sont très intéressantes économiquement et permettent de compenser les résultats économiques de la phase 3, **en moyenne les TRA s'élèvent à : 13,9 ans**



# Bilan écologique



## Impact environnemental – Méthode ACV

### Scénario ACC

Impact environnemental - méthode ACV		PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3	Total
Puissance installée	kWc	589,60	608,08	828,08	2025,76
Production photovoltaïque	kWh/an	600579,07	620951,37	861128,08	2082658,52
CO2 évité sur 30 ans	tonnes CO2	1441,39	1490,28	2066,71	4998,38
Production des kWh solaire sur 30 ans	tonnes CO2	432,42	447,08	620,01	1499,51
Bilan carbone global sur 30 ans	tonnes CO2	1008,97	1043,20	1446,70	3498,87
Bilan carbone annuel	tonnes/an	33,63	34,77	48,22	116,63
Conso équivalente de foyers de 4 pers	foyers/an	128,36	132,71	184,04	445,11
Emissions CO2 équiv. de véhicules	véhicules	15,15	15,66	21,72	52,54

Déchets radioactifs évités	kg/an	7,21	7,45	10,33	24,99
Sur 30 ans	kg	216,21	223,54	310,01	749,76

**Recyclable à 94%** après plus de 30 ans, le panneau solaire génère des émissions lors de l'extraction du silicium, sa conception et son transport.

Impact environnemental **compensé après 1 à 2 ans de production d'énergie solaire.**

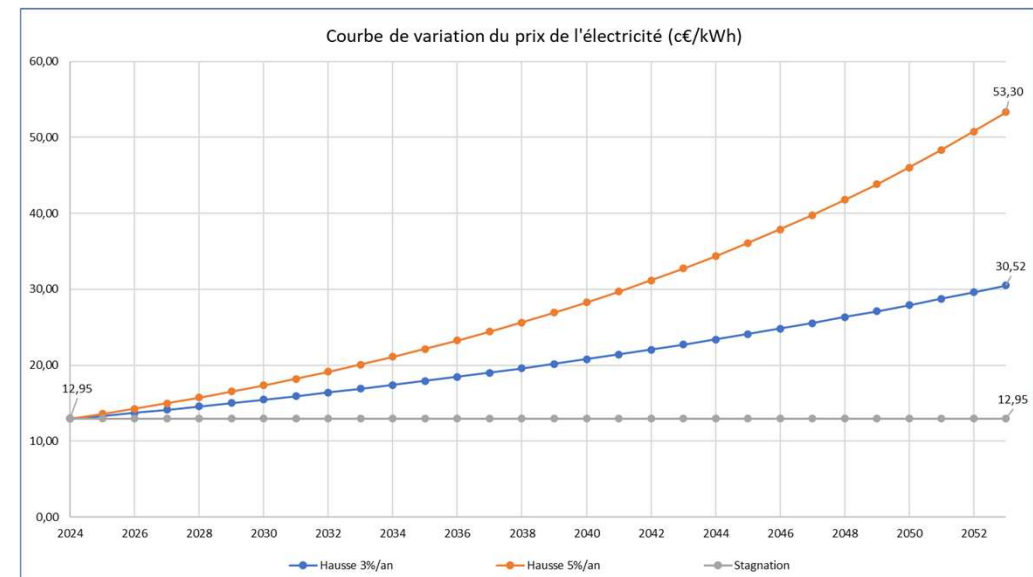


# Etude de sensibilité

# Etude de sensibilité

## Hypothèses

- **Hypothèse 1** : Baisse de la consommation du site de 20%
- **Hypothèse 2** : Augmentation de la consommation du site de 20 %
- **Hypothèse 3** : Baisse du coût de l'investissement de 10%
- **Hypothèse 4 & 5** : Différentes variation du coût de l'électricité :
  - Hausse fixe du coût de l'électricité (base, bleue) : 3%/an
  - Hausse soutenue du coût de l'électricité (variante, orange) : 5%/an
  - Stagnation (variante, gris)





## Etude de sensibilité

Exemple sur ACC, Phase 1 (589,60 kWc)

Hausse prix électricité	Hausse 3%/an	Hausse 3%/an	Hausse 3%/an	Hausse 3%/an	Hausse 5%/an	Stagnatio n
Investissement (k€ TTC)	543	543	543	<b>489</b>	406	406
Production PV (MWh/an)	645	645	645	645	433	433
Consommation totale (MWh/an)	5435	<b>4349</b>	<b>6523</b>	5435	5435	5435
Energie autoconsommée (MWh/an)	643	637	645	643	643	643
TAC (%)	100	99	100	100	100	100
TAP (%)	12	15	7	12	12	12
<b>TRI projet (%)</b>	<b>17,68</b>	<b>17,50</b>	<b>17,78</b>	<b>19,49</b>	<b>19,77</b>	<b>14,45</b>
<b>TRA projet (ans)</b>	<b>7,6</b>	<b>7,7</b>	<b>7,6</b>	<b>6,9</b>	<b>7,2</b>	<b>8,3</b>
<b>VAN projet (k€)</b>	<b>1850</b>	<b>1820</b>	<b>1867</b>	<b>1905</b>	<b>2732</b>	<b>1002</b>

- Résultats économiques sensibles au coût de l'électricité (forte autoconsommation)
- Selon l'hypothèse, TRA compris entre 6,9 et 7,3 ans et VAN comprise entre 0,5 et 1,5 fois la VAN de projet de base
- Meilleur TRA obtenu avec une baisse de l'investissement de 10 % et la meilleure VAN avec une hausse de l'électricité soutenue à 5%/an



# Prochaines étapes

## Suites à donner



- Déclarations préalables, Attestations de travaux, ...
- Cahier des charges / Dossier de consultation des entreprises
- Sécurisation de la toiture (à voir avec bureau de contrôle et assureur)
- Création/déclaration de la Personne Morale Organisatrice
- Demandes de raccordement auprès d'ENEDIS
- Choix du Bureau de contrôle

# Merci de votre attention

## Daniel Mugnier

Directeur délégué Solaire et Innovation  
Responsable Agence Lyon

**PLANAIR FRANCE SAS • INGENIEURS CONSEILS**

18 rue Gabriel Péri • F- 69100 Villeurbanne • France

P +33 (0) 6 67 52 41 06

T +33 (0) 4 51 08 10 21

[daniel.mugnier@planair.fr](mailto:daniel.mugnier@planair.fr) • [www.planair.fr](http://www.planair.fr)

## Maÿlis Olivier

Assistante Ingénieure Etudes  
Agence Lyon

**PLANAIR FRANCE SAS • INGENIEURS CONSEILS**

18 rue Gabriel Péri • F- 69100 Villeurbanne • France

P +33 (0) 6 98 13 23 18

T +33 (0) 4 51 08 10 21

[tom.peter@planair.fr](mailto:tom.peter@planair.fr) • [www.planair.fr](http://www.planair.fr)

Besançon Chambéry Lyon

