



Initiative Citoyenne pour une Energie Alternative

Société coopérative d'intérêt collectif par actions simplifiées à capital variable

Adresse de gestion : appt1, 8 allée de Pomarède – 31670 Labège

- Téléphone: 09 52 00 02 06
- Email: contact@icea-enr.fr
- Site Web: <http://icea-enr.fr>

Pré-étude relative à l'installation d'une centrale photovoltaïque sur le toit de la mairie de Pechbusque (rev.2 : mai 2023).

Rédigé par : François Buisson

TABLE DES MATIERES

1	Objet du document et présentation du projet.	3
2	Analyse des consommations. Intérêt et dimensionnement autoconsommation.	3
2.1	La consommation électrique de la commune.....	3
2.2	Etudes de scénarios d’autoconsommation.....	6
2.2.1	Application à la salle polyvalente seule	6
2.2.2	Application à l’hôtel de ville seul	8
2.2.3	Autoconsommation patrimoniale.....	10
2.2.4	Extrapolation sur l’année	13
3	Installation d’une centrale photovoltaïque sur le toit de la mairie.	15
3.1	Présentation de la toiture.	15
3.1.1	Dimensions.....	15
3.1.2	Charpente.....	17
3.2	Aménagement des panneaux.	18
3.2.1	Choix des panneaux photovoltaïques.....	18
3.2.2	Calepinage partie terrasse	18
3.2.3	Calepinage pan toiture orienté sud-ouest.	20
3.2.4	Calepinage pan toiture orienté nord-est.	20
3.3	Evaluation de la Production	21
3.3.1	Pan Nord	21
3.3.2	Pan Sud.....	21
3.3.3	Terrasse.....	21
3.4	Disposition de la niche de l’onduleur.....	22
3.5	Autres points.....	22
3.5.1	Catégorie ERP.....	22
3.5.2	Borne de raccordement ENEDIS	22
3.5.3	Aspects mécaniques.....	22
3.6	Synthèse.....	22
4	Conclusion de l’étude.....	24

1 OBJET DU DOCUMENT ET PRESENTATION DU PROJET.

La mairie de Pechbusque souhaite recourir à de l'énergie renouvelable auto produite pour assurer une partie de la production de l'électricité qu'elle consomme.

Elle a identifié la salle polyvalente comme le premier consommateur d'énergie.

Elle a proposé la toiture de la mairie comme lieu d'installation pour une centrale photovoltaïque.

Par ailleurs elle propose à ICEA d'utiliser cette même toiture pour installer une seconde centrale, au bénéfice d'ICEA.

Le projet est donc d'installer 2 centrales :

- Une première payée par la mairie dont la production sera utilisée en autoconsommation pour les besoins municipaux (salle polyvalente, église, mairie, etc) : l'éventuel surplus serait vendu
- et un 2nd ensemble payé par ICEA dont la production irait en revente totale via l'obligation d'achat

L'installation des 2 centrales serait faite de façon concomitante de façon à réduire les coûts

Le document présente les résultats de la pré étude de dimensionnement et de faisabilité de ces centrales

Il propose un aménagement possible des différents panneaux et évalue la production annuelle attendue.

Les modifications objet de la rev. 2 concernent le §3 et font suite à la mise à disposition de plans côtés de la mairie : Les dimensions de la toiture prises en compte auparavant étaient déduites des vues disponibles en ligne et s'avèrent sous dimensionnées. Le calepinage est ainsi revu, un nombre légèrement supérieur de panneaux peut être installé et les chiffres de production sont en augmentation.

2 ANALYSE DES CONSOMMATIONS. INTERET ET DIMENSIONNEMENT AUTOCONSOMMATION.

2.1 La consommation électrique de la commune.

Les informations sur la consommation électrique de la commune sont obtenues sur le site d'ENEDIS.

Les consommations annuelles (2022) des compteurs (hors éclairage public) sont les suivantes.

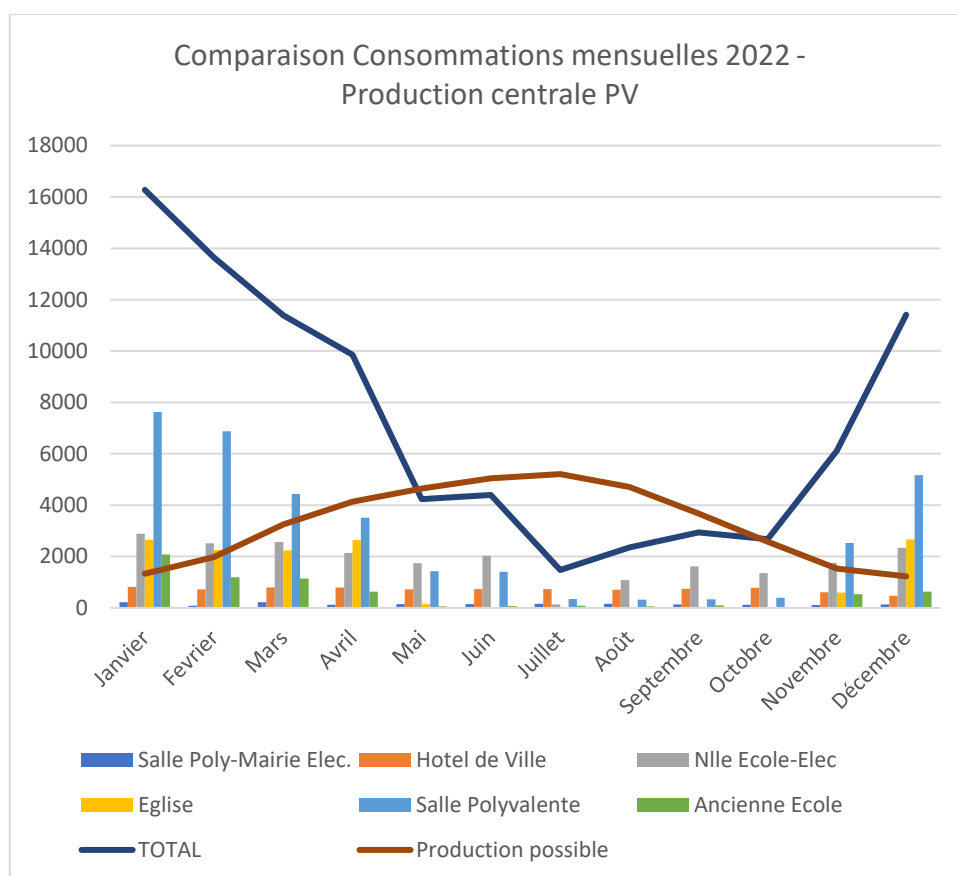
Salle Poly-Mairie Elec.	Hôtel de Ville	Nlle Ecole-Elec	Eglise	Salle Polyvalente	Ancienne Ecole	TOTAL
1742	8635	22164	13297	34336	6586	86760

Consommation annuelle (2022) kWh

Les postes de consommation sont donc par ordre décroissant :

- La salle polyvalente : 40 %
- La nouvelle école : 26 %
- L'église : 15 %
- L'hôtel de ville 10 %
- L'ancienne école 8%
- La salle polyvalente – mairie : 2 %

La répartition de la consommation sur l'année est donnée sur le graphique ci-dessous.



L'essentiel de la consommation a lieu en hiver : il s'agit donc très probablement de besoin en chauffage et en éclairage. Malheureusement la production d'une centrale photo voltaïque est à l'inverse (maximum en été). Le profil annuel de consommation n'est pas adapté à un recours important à l'énergie photo voltaïque.

Seul l'hôtel de ville a une consommation constante sur l'année. Hors période de vacances scolaires, la nouvelle école a également une consommation à peu près constante.

On s'intéresse ensuite à la répartition de la consommation dans la semaine et en cours de journée.

Pour la suite de l'étude, on ne retient que les 4 postes les plus consommateurs.

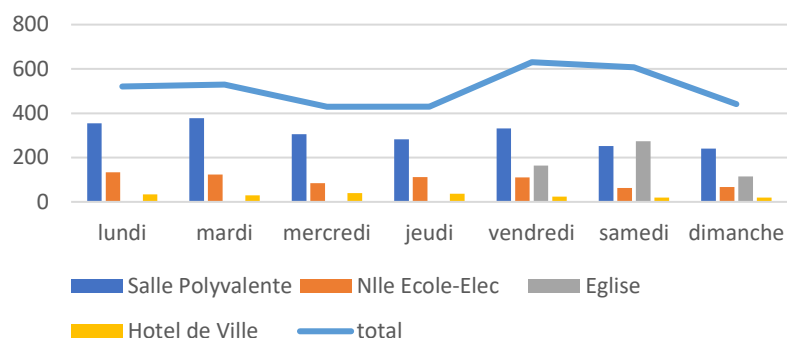
On a considéré

- Une semaine en hiver : du 17 au 23 janvier 2022
- Une semaine au printemps : du 18 au 24 avril 2022
- Une semaine en été : du 17 au 24 juillet 2022
- Une semaine à l'automne : du 10 au 16 octobre. 2022

On a vérifié que ces semaines étaient typiques de la période.

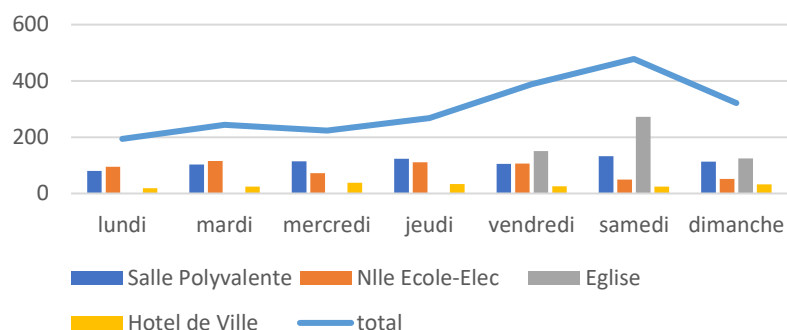
Les courbes ci-dessous donnent les résultats

Répartition journaliere hiver (17-23/01/2022)
kWh



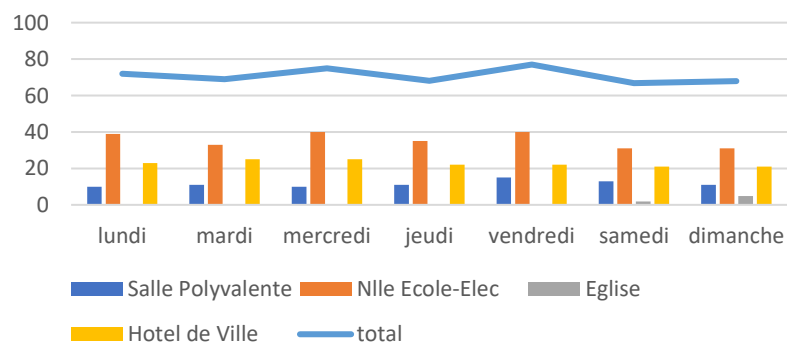
La consommation de la salle polyvalente, comme celle de l'école est plus faible le WE qu'en semaine. L'église ne consomme qu'en fin de semaine. La consommation totale est ainsi relativement bien répartie et de l'ordre de 500 kWh par jour

Répartition journaliere printemps (18-24/04/2022) kWh

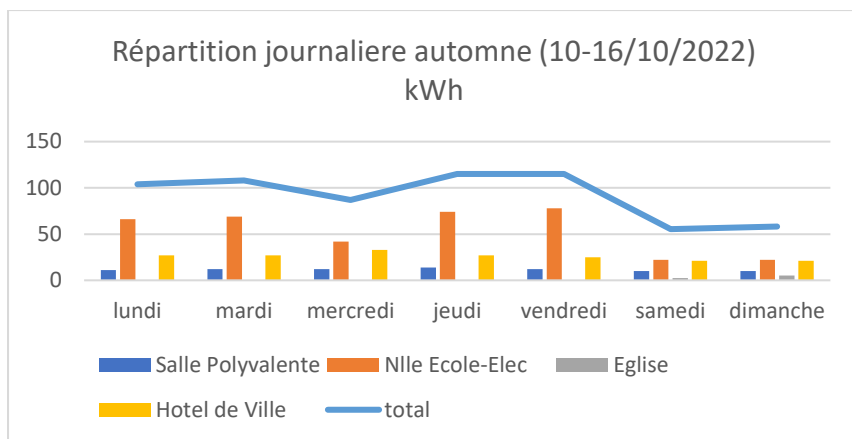


La consommation de la salle polyvalente est à peu près constante sur la semaine. Celle de l'école est plus faible le WE qu'en semaine. L'église ne consomme qu'en fin de semaine. La consommation totale varie du simple au double entre la semaine et le WE.

Répartition journaliere été (18-24/07/2022)
kWh



La consommation de chaque ensemble ainsi que la consommation totale sont constantes sur la semaine et faibles , cette dernière de l'ordre de 70 kWh par jour.



La consommation de l'école est dominante : elle est nettement réduite le WE, et plus faible le mercredi, en comparaison avec les autres jours de la semaine. La consommation totale varie donc entre 50 kWh les jours de WE et 100 kWh, en semaine.

On constate des profils de consommation très variable entre les différents sites. Il y aura donc probablement intérêt pour maximiser la consommation et lisser les différents profils à étudier une consommation collective (regroupant plusieurs sites) : c'est l'objet du §2.2.3

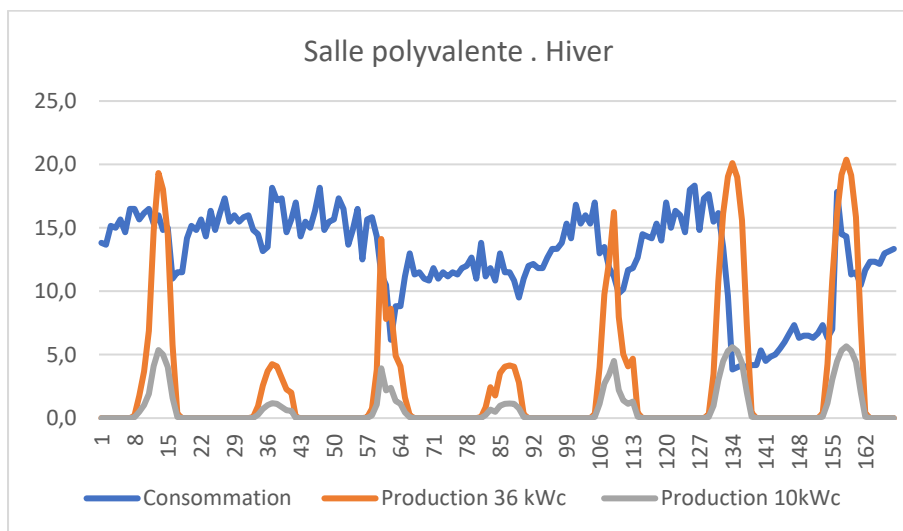
2.2 Etudes de scénarios d'autoconsommation

2.2.1 Application à la salle polyvalente seule

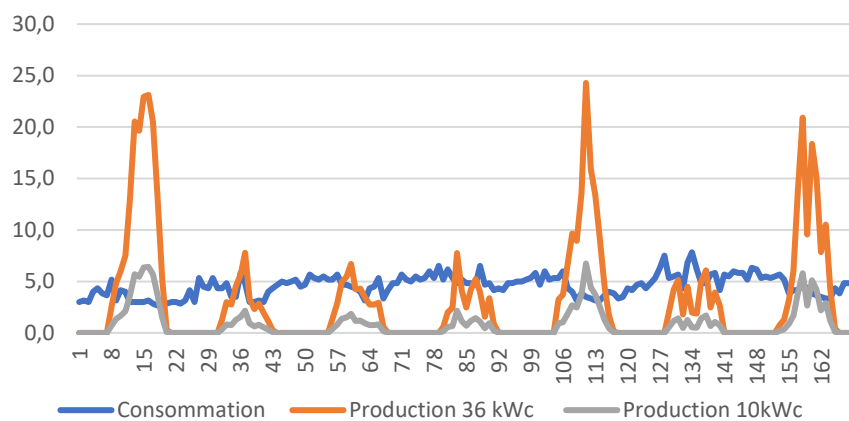
Nous comparons la consommation de la salle polyvalente avec la production possible sur chacune des 4 semaines de référence définies précédemment

Les chiffres de production considérés sont

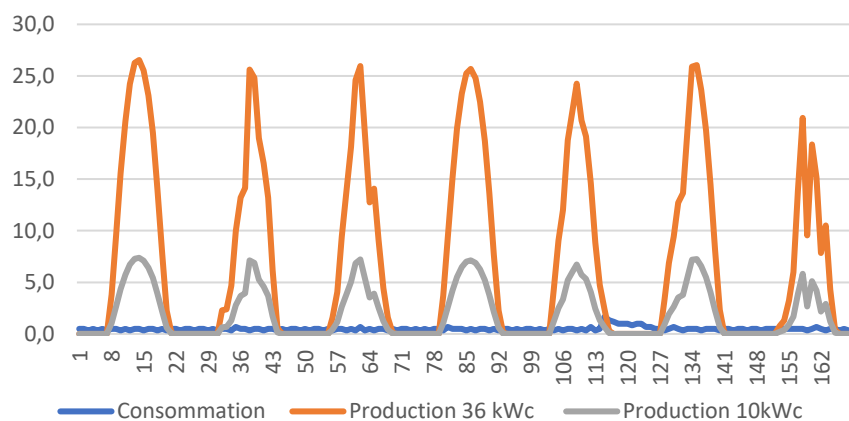
- ceux relevés sur la centrale d'Espanès (36 kWc) pour la même période,
- et ceux que donnerait une centrale de 10 kWc déduits de la production d'Espanès)



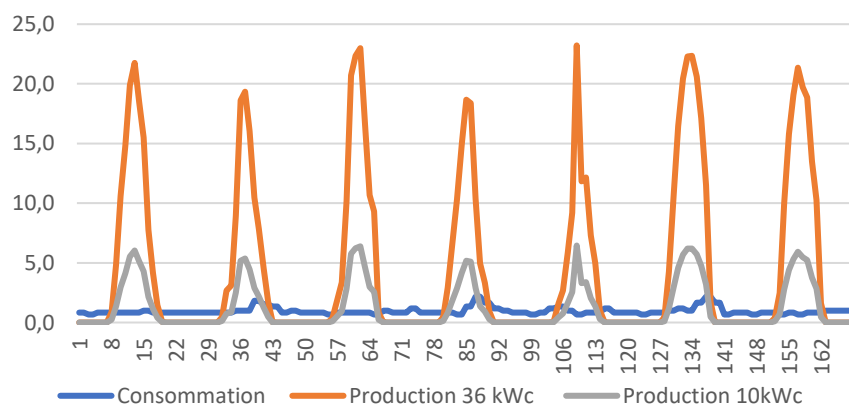
Salle polyvalente . Printemps



Salle polyvalente . Eté



Salle polyvalente . Automne



	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
Consommation (sur 1 semaine)	2145 kWh		770 kWh		82 kWh		160 kWh	
Puissance installation PV (kWc)	36	10	36	10	36	10	36	10
Production (kWh)	469	130	546	152	1201	334	787	218
Consommé PV (kWh)	367	127	266	128	42	40	75	65
Non utilisé PV (kWh)	102	3	281	24	1159	294	712	153
Taux d'autoconsommation¹	78 %	98%	49 %	84 %	4%	12 %	10 %	30%
Taux d'autoproduction²	17 %	6%	35 %	17 %	52 %	49 %	47 %	40%

La consommation de la salle polyvalente n'est pas sensible au cycle jour / nuit.

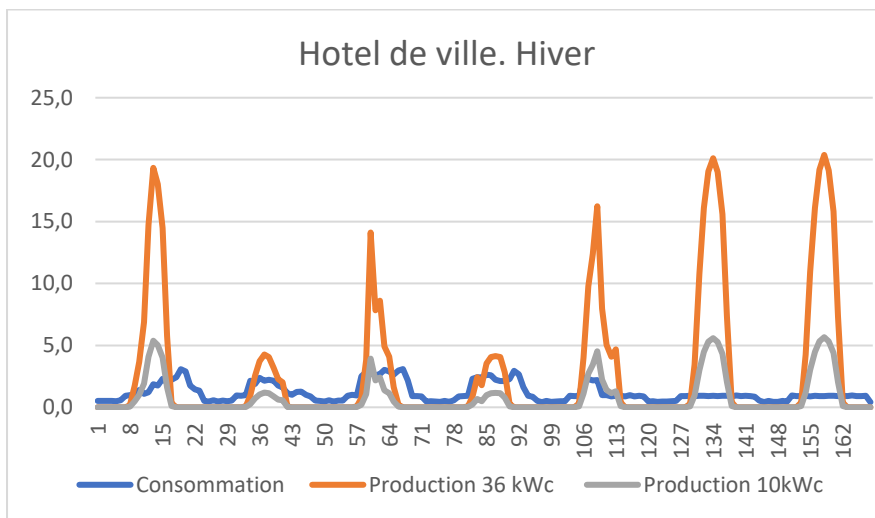
La consommation est importante en hiver et quasi nulle en été.

Enfin, il n'est pas autorisé d'alimenter directement la salle polyvalente à partir de panneaux installés sur le toit de l'hôtel de ville. Les panneaux doivent être installés sur le toit du bâtiment qui consomme l'Energie produite.

L'alternative est de recourir à de l'autoconsommation collective (patrimoniale dans le cas présent) : dans ce cas l'énergie produite est ré injectée dans le réseau au niveau du bâtiment sur la toiture duquel se fait la production puis peut être consommée dans un autre bâtiment.

2.2.2 Application à l'hôtel de ville seul

Nous faisons de la même façon que pour la salle polyvalente.



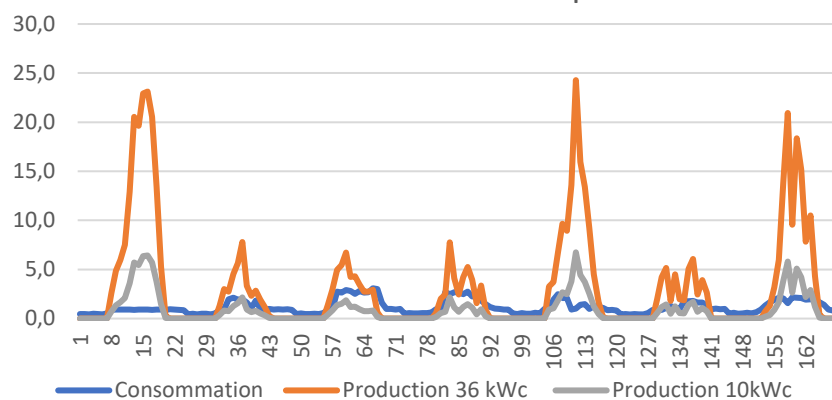
¹ Taux d'autoconsommation : Part de la production solaire consommée sur place :

$$T_{ac} = \text{Autoconsommation} / \text{production PV}$$

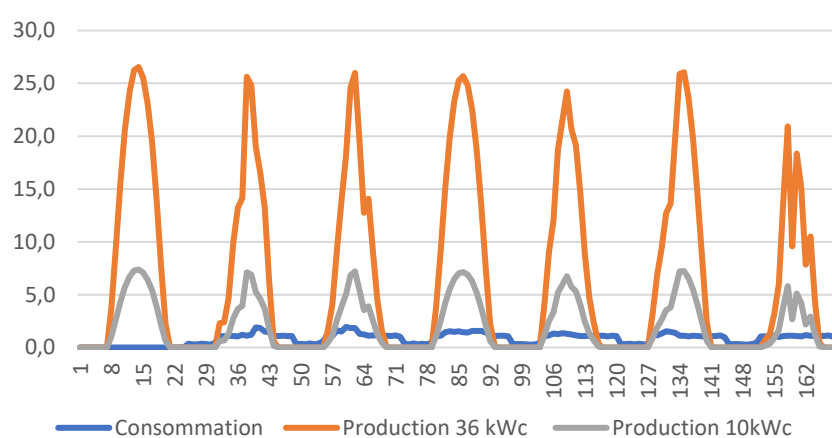
² Taux d'autoproduction : Part de la consommation couverte par le solaire (économie sur facture).

$$T_{ap} = \text{autoconsommation} / \text{besoins électriques}$$

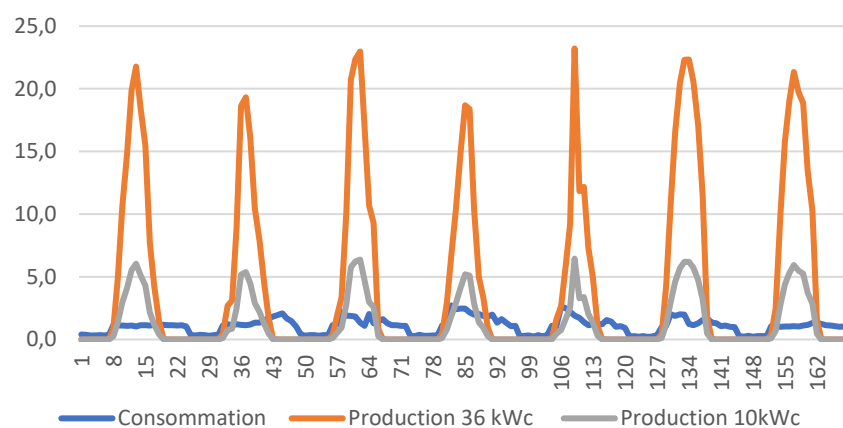
Hotel de ville. Printemps



Hotel de Ville. Eté



Hotel de ville. Automne



	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
Consommation (sur 1 semaine)	200 kWh		199 kWh		139 kWh		181 kWh	
Puissance installation PV (kWc)	36	10	36	10	36	10	36	10
Production PV (kWh)	469	130	546	152	1201	334	787	218
Consommé PV (kWh)	95	63	134	88	96	90	107	89
Non utilisé PV (kWh)	375	67	412	64	1104	244	680	129
Taux d'autoconsommation	20%	48%	25%	58%	8%	27%	14%	41%
Taux d'autoproduction	47%	31%	68%	44%	69%	65%	59%	49%

La consommation se fait pendant les horaires ouverts, hors WE. Elle se superpose donc assez bien au profil de production. La consommation reste cependant faible : on voit que l'installation, même avec 10 kWc est surdimensionnée par rapport au besoin, surtout en été et à l'automne : moins de la moitié de l'énergie produite est consommée,

2.2.3 Autoconsommation patrimoniale

2.2.3.1 Conditions associées. Eligibilité

L'autoconsommation patrimoniale correspond à une opération incluant un producteur qui est aussi consommateur sur plusieurs sites.

La production est injectée sur le réseau puis redistribuée vers les consommateurs via le réseau ENEDIS

« **Le modèle patrimonial** : une seule et même entité est à la fois producteur, consommateur et PMO (*Personne Morale Organisatrice*). Ce cas de figure est le plus simple et le plus courant. Par exemple, une commune peut être la PMO de l'opération constituée de ses bâtiments publics puisqu'il s'agit d'une personne morale de droit public. Inutile, dans ce cas, de créer une PMO dédiée au projet d'autoconsommation collective. Dans ce modèle, l'objectif est de réduire la facture d'électricité sur les sites de l'entité. » Source : ENEDIS

L'ensemble des sites producteur et consommateur doit se situer dans un cercle de rayon 1 km. Cette condition est remplie pour Pechbusque.

Une clé de répartition « par défaut dynamique » s'adaptant automatiquement à la consommation des différents sites paraît la mieux adaptée. Cette répartition entre consommateurs est gérée par ENEDIS.

L'installation devrait bénéficier de la prime à l'investissement.

Il n'y a pas de taxe à payer sur la partie consommée sur le site de production. Par contre taxes et TURPE (taxe sur la distribution) s'appliquent à la partie distribuée. La facturation est faite par le fournisseur principal d'énergie (pas de travail supplémentaire pour la commune)

La vente du surplus est possible. Le tarif pour une installation > 9 kWc et < 36kWc est actuellement de 7,88 c€/ kWh³ et de 13,13 c€/kWh pour une installation < 9 kWc. Si vente du surplus donc recettes, il y a obligation pour la commune d'avoir un budget annexe et de créer une SPIC. La SPIC refacture la consommation à la commune et y

³ [https://www.photovoltaique.info/fr/tarifs-dachat-et-autoconsommation/tarifs-dachat/arrete-tarifaire-en-vigueur/#tarifs de vente et primes autoconsommation 100 kw](https://www.photovoltaique.info/fr/tarifs-dachat-et-autoconsommation/tarifs-dachat/arrete-tarifaire-en-vigueur/#tarifs%20de%20vente%20et%20primes%20autoconsommation%20100%20kw)

applique la TVA. La SPIC émet une seule facture à la commune bien qu'il y ait plusieurs points de livraison. Tout cela reste interne, ce ne sont que des écritures comptables.

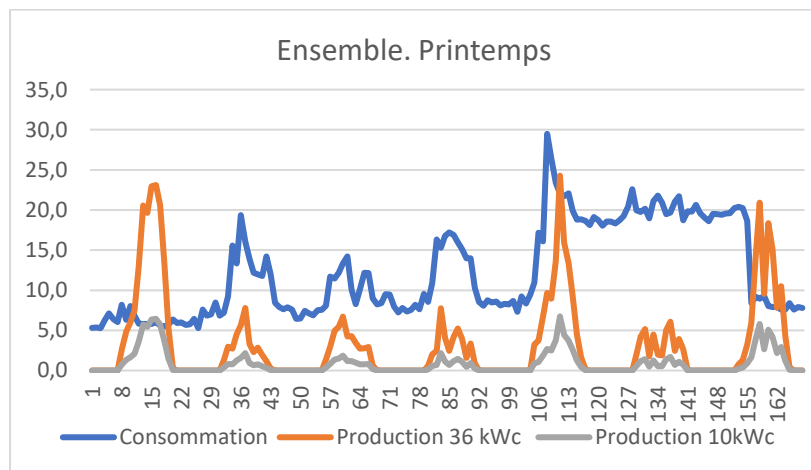
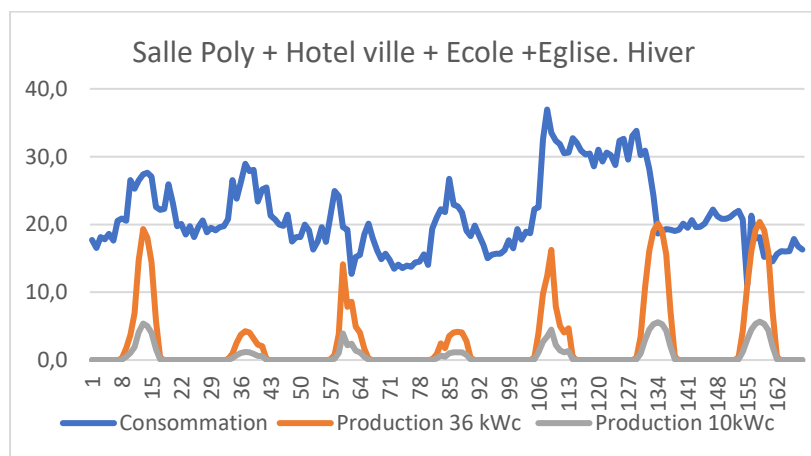
Ce modèle nous paraît intéressant puisqu'il permet de maximiser la consommation et de moyenniser les différents profils de consommation, le but étant de consommer le maximum de l'énergie produite par les panneaux.

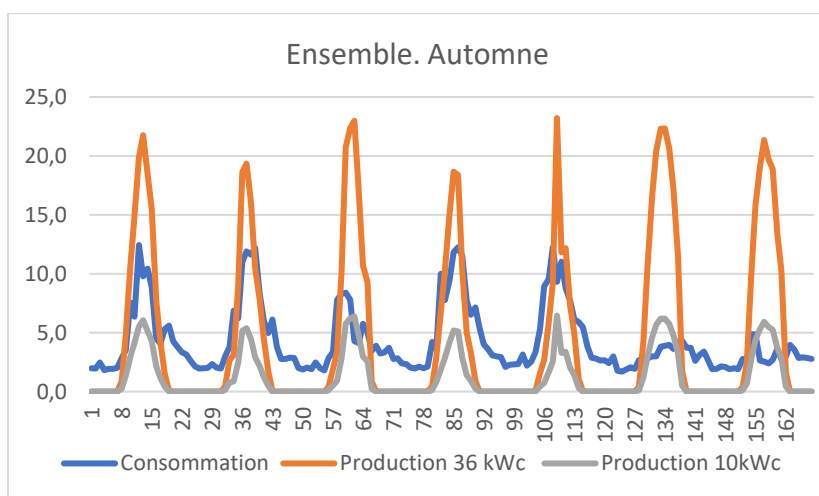
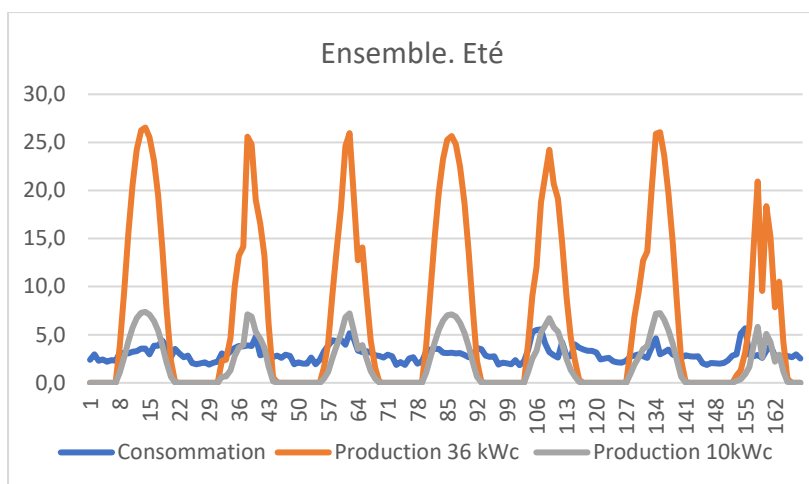
2.2.3.2 Analyse

On étudie ici l'ensemble constitué

- De la salle polyvalente
- De l'hôtel de ville
- De la nouvelle école
- Et de l'église

La méthode est la même que pour les 2 exercices précédents.





	Hiver		Printemps		Eté		Automne	
Consommation (sur 1 semaine)	3594 kWh		2075 kWh		501 kWh		723 kWh	
Puissance installation PV (kWc)	36	10	36	10	36	10	36	10
Production PV (kWh)	469	130	546	152	1201	334	787	218
Consommé PV (kWh)	460	130	413	151	289	235	389	192
Non utilisé PV (kWh)	9	0	133	1	912	99	398	26
Taux d'autoconsommation	98%	100%	76%	99%	24%	70%	49%	88%
Taux d'autoproduction	13%	4%	20%	7%	58%	47%	54%	27%

Une installation d'environ 10 kWc fournissant de l'ordre de 1 250 kWh / an apparaît ainsi offrir un taux d'auto consommation élevée, ce qui est l'objectif de la mairie. Cependant un excédent reste disponible en été et dans une moindre mesure en automne.

Cette énergie pourrait être utilisée pour alimenter des appareils de climatisation dans l'hôtel de ville. Ces appareils fonctionneraient en semaine seulement, et en horaire ouvré.

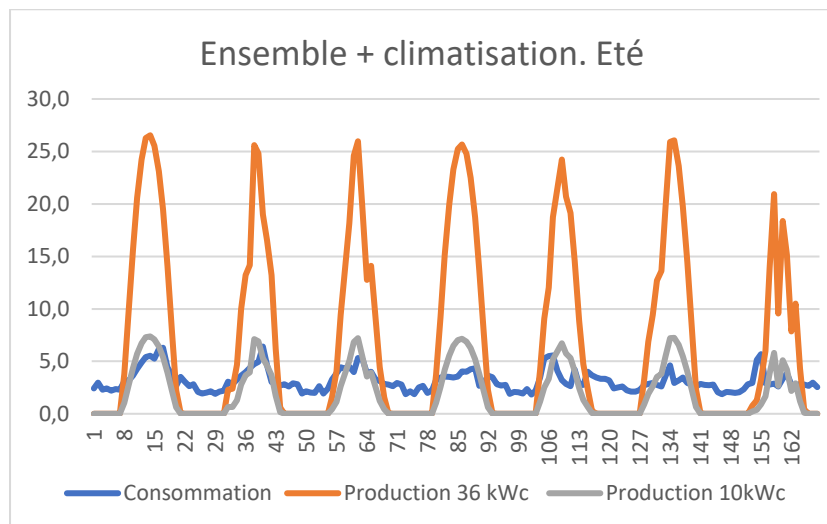
Pour cela, nous avons pris en compte :

- Les températures relevées à Toulouse pendant la semaine de référence : 18-24 Juillet 2022
- Une surface climatisée de 30m²

- Une température de 25°C dans les pièces climatisées.

Le calcul est bien sur grossier.

L'utilisation des appareils de climatisation rajoute une consommation de 28 kWh sur la semaine de référence



	Eté	
Consommation (sur 1 semaine)	529 kWh	
Puissance installation PV (kWc)	36	10
Production PV (kWh)	1201	334
Consommé PV (kWh)	317	260
Non utilisé PV (kWh)	884	74
Taux d'autoconsommation	26%	78%
Taux d'autoproduction	60%	49%

Le surcroît de consommation est presque intégralement absorbé par l'énergie produite par les PV, même dans le cas d'une centrale 10 kWc.

Les taux d'autoproduction et autoconsommation sont ainsi améliorés.

2.2.4 Extrapolation sur l'année

On tente une extrapolation du résultat précédent sur l'année.

La consommation annuelle est évaluée à : 78 732 kWh

Salle polyvalente -Hotel de ville – Nlle école - Eglise	36 kWc	10 kWc
Production annuelle	44 640 kWh	12 400 kWh
Consommation sur la production PV	20 163 kWh	9 890 kWh
Surplus de production (revente)	19 837kWh	2 610 kWh
Taux autoproduction	25 %	12 %
Taux autoconsommation	45 %	80 %

3 INSTALLATION D'UNE CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE SUR LE TOIT DE LA MAIRIE.

3.1 Présentation de la toiture.

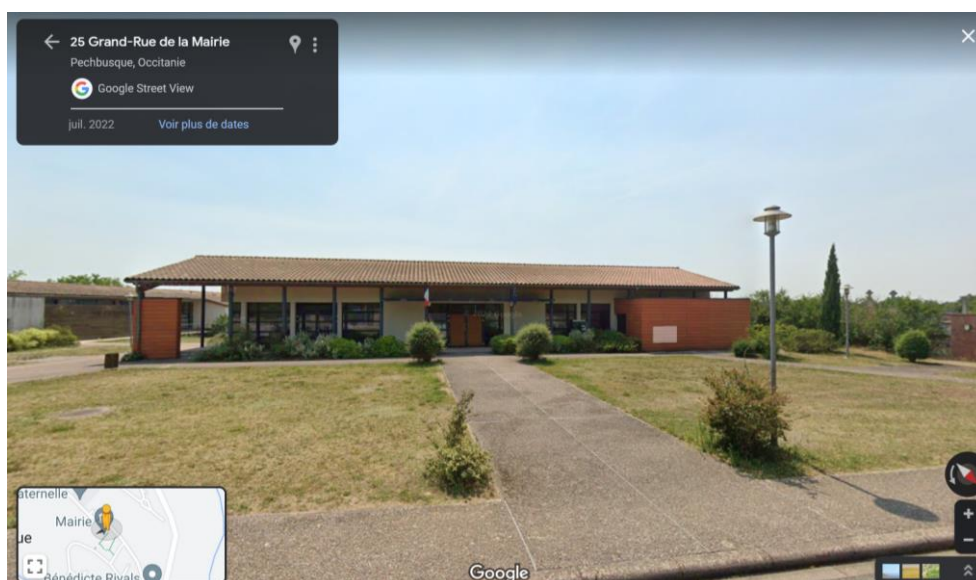
3.1.1 Dimensions

Les informations relatives à la toiture sont initialement obtenues à partir de Google Maps et les dimensions vérifiées avec Geoportail. Ces dimensions ont été revues lorsque les plans en annexe ont été mis à disposition.

Coordonnées : **43.527, 1.459**



Mairie Pechbusque : Vue depuis l'est.



Mairie Pechbusque : Façade Nord



Mairie Pechbusque : Vue toiture

Le bâtiment est orienté à 126° d'azimut

La toiture est divisée en :

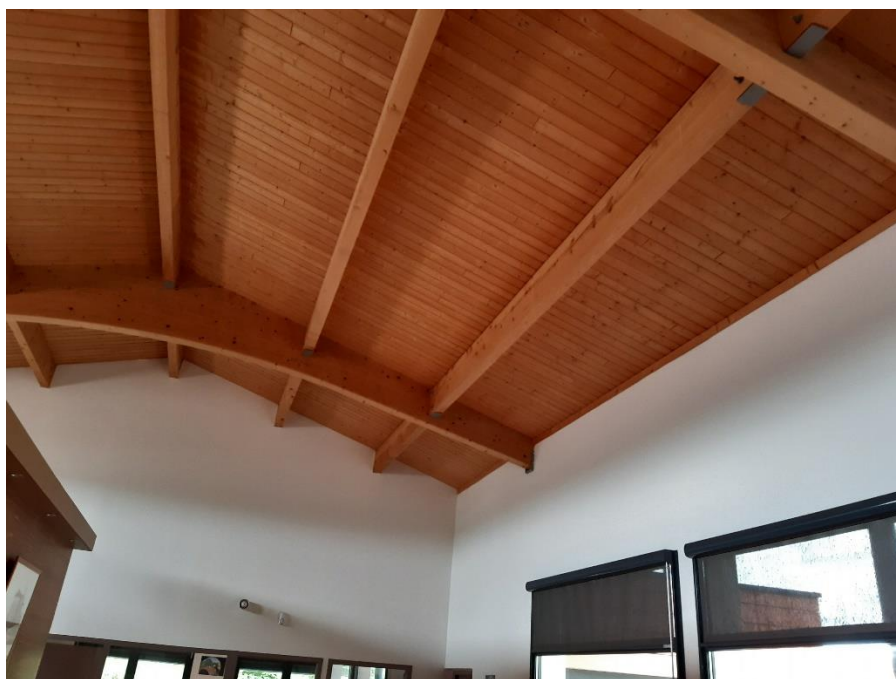
- 2 pans inclinés à 30% (soit 16. 7°), de dimensions suivantes :
 - Longueur totale: 35,50 m
 - Largeur du pan Nord : 6,00 m relevé, soit 6,25 m réel (correction de la pente)
 - Largeur du pan sud : grande largeur = 6,00 m relevé, soit 6,25 m réel, sur une longueur de 15,10 m
 - Largeur du pan sud : petite largeur = 4,50 m relevé, soit 4,70 m réel, sur une longueur de 20,40 m
- et une partie en terrasse (plate) orientée au sud-ouest et entourée d'un acrotère :
 - de longueur : relevé = 20,70 m
 - de largeur : relevé = 5,60 m
 - la hauteur de l' acrotère est évaluée à 30 cm. Il va générer de l'ombre sur le toit.
 - Des équipements apparaissent à l'angle est et vont interdire l'implantation de panneaux (surface concernée = 4,50 m x 1,30 m). Il s'agit d'une part d'un dôme permettant l'accès au toit, et d'autre part d'un tas de tuiles en attente (qui pourrait être déplacé ou enlevé). Le dôme occupe un espace de 1,30 m suivant l'axe Nord Sud et 2,30 m suivant l'axe Ouest Est. On laisse libre 0,5 m selon les 2 axes pour permettre l'accès au dôme, d'où une zone interdite de 2,80 x 1,80 m
 - Enfin, cette partie est également susceptible d'être ombrée par le toit en pente: le toit s'avance de 30 cm au-dessus de la terrasse et domine celle-ci de 0,80 m.

Sur la partie inclinée Sud, on voit deux proéminences (également visible sur les vues aériennes) qui va interdire l'installation d'un panneau chacune. Leurs positions et dimensions précises ne sont pas connues.



3.1.2 Charpente.

La partie en pente est en charpente traditionnelle (cf photo ci-dessous)



Charpente de la toiture de la mairie depuis le hall principal

Sa tenue au rajout de masse devra être vérifiée mais ne devrait pas poser de problème.

La toiture de la partie terrasse est un hourdis. Sa tenue sera également à vérifier mais là non plus on n'attend pas de difficulté. L'étanchéité est assurée par ce qui ressemble à un enrobé bitumineux.

On considère donc un montage en sur imposition.

3.2 Aménagement des panneaux.

3.2.1 Choix des panneaux photovoltaïques

On retient les panneaux **Trina Solar DE09R 425Wc**, de caractéristiques suivantes :

- Puissance : 425 Wc.
- Dimensions : 1762 x 1134 x 30 mm => surface = 2m²
- Masse : 21,8 kg $\pm$ 3%

On prévoit 2 cm d'écartement entre panneaux de façon à permettre le montage et à absorber les déformées thermo-élastiques

3.2.2 Calepinage partie terrasse

3.2.2.1 Contraintes aménagement

L'acrotère crée un ombrage : la règle est de ne pas installer des panneaux qui ne seraient pas éclairés en hiver, à midi solaire (donc avec une hauteur du soleil de 20°)

Les acrotères ont une hauteur de 30 cm par rapport au sol de la terrasse

On prend l'hypothèse d'un écart d'altitude entre panneaux et acrotère égal à 20 cm.

On calcule la distance minimale entre acrotère et panneaux

A midi solaire, en hiver, longueur de l'ombre selon l'axe Nord Sud $\geq 0,20 / \tan 20^\circ = 0,55$ m

D'où distance acrotère panneau minimale = $0,55 \times \cos 36^\circ = 0,45$ m, arrondi à 0,50m

Il reste 5,10 m en largeur pour l'installation de panneaux.

Sur chaque côté du toit terrasse, on laisse au moins 0,50 à 0,70 m disponible pour permettre l'accès au toit pour le montage, la maintenance, le nettoyage des panneaux.

On n'installe pas de panneaux à l'angle Nord Est à cause du dôme et des tuiles stockées.

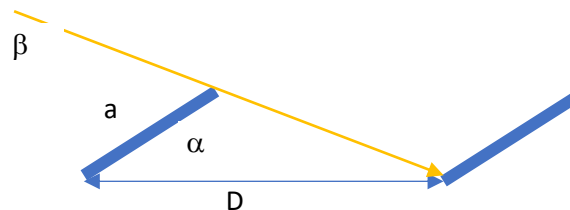
3.2.2.2 Inclinaison des panneaux.

Les panneaux devraient normalement être montés à plat.

Cependant une légère inclinaison permettrait :

- Un gain de puissance
- Un écoulement des eaux de pluie, comme de l'eau de lavage.

Les panneaux doivent être écartés de façon à éviter un auto-ombrage. Nous calculons l'écart nécessaire



	Disposition en portrait	Disposition en paysage
a : longueur panneau	a = 1,762	a = 1,134
α : angle inclinaison panneau	$\alpha = 5^\circ$	$\alpha = 5^\circ$
β : élévation solaire. On prendra 20°		
D : distance entre 2 panneaux		
$D = a \cos \alpha + a \sin \alpha \cotg \beta$	Ecart entre panneaux : 42 cm	Ecart entre panneaux : 27 cm

3.2.2.3 Disposition en portrait

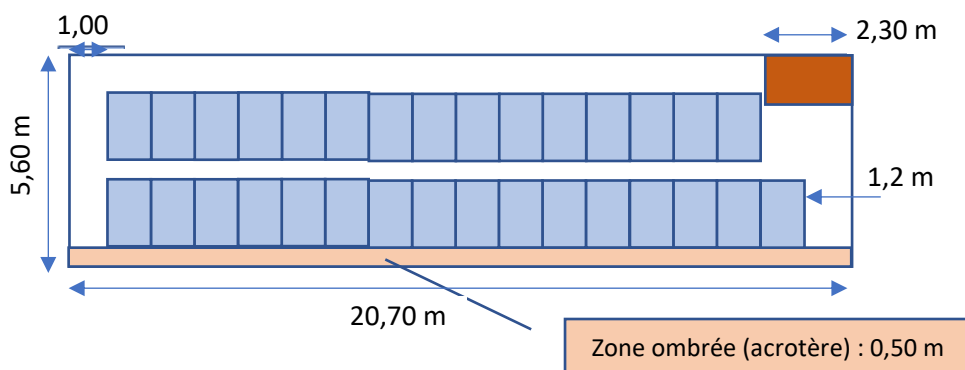
On peut disposer 2 rangées ($2 \times 1762 + 420 = 3944 \text{ mm} < 5,10 \text{ m}$) de panneaux inclinés.

Sur la 1ère rangée : $(20,70 - 1,40) / (1,134 + 0,02) = 16$ panneaux

Sur la 2^{de} rangée : $(20,70 - 0,70 - 2,80) / (1,134 + 0,02) = 15$ panneaux

Soit 31 panneaux pour une puissance de 13,175 kWc

Nota : la largeur du toit est insuffisante pour aménager 3 rangées de panneaux à plat (dimension suivant largeur = $3 \times 1,762 + 2 \times 0,02 = 5,326 > 5,10 \text{ m}$).



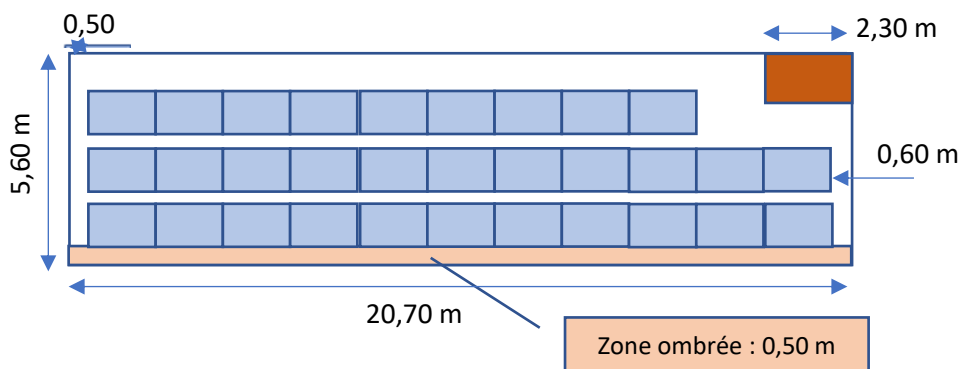
3.2.2.4 Disposition en paysage.

On peut disposer 3 rangées ($3 \times 1134 + 2 \times 270 = 3942 \text{ mm} < 5,10 \text{ m}$) de panneaux inclinés

Sur les 2 premières rangées : $(20,70 - 1,40) / (1,762 + 0,020) = 11$ panneaux

Sur la 3ème rangée : $(20,70 - 0,70 - 2,80) / (1,762 + 0,02) = 9$ panneaux

Soit 31 panneaux pour une puissance de 13,175 kWc



Nota : on pourrait installer 4 rangées de panneaux plus faiblement inclinés. La production de la dernière rangée serait cependant pénalisée par l'ombre du toit.

3.2.2.5 Choix

Les 2 configurations permettant l'aménagement de la même puissance, on donne la préférence à l'aménagement en portrait qui apparaît a priori plus standard vis à vis des technologies de fixation des panneaux. A l'issue d'un relevé de dimensions précis, un panneau supplémentaire pourrait être rajouté.

3.2.3 Calepinage pan toiture orienté sud-ouest.

Une réserve de 0,50 à 0,70 m sur chaque côté et de 0,5 m au faitage est nécessaire (elle correspond à une zone requise pour l'accès des pompiers, mais aussi pour le montage, les interventions, le nettoyage des panneaux)

Les dimensions de la zone utilisable sont donc 19,30 x 4,20 m² et 13,80 x 5,75 m²

En montage en surimposition, l'orientation des panneaux se fait normalement en portrait (compatibilité avec les systèmes de fixation sur les « grands cotés » des panneaux).

On peut ainsi disposer

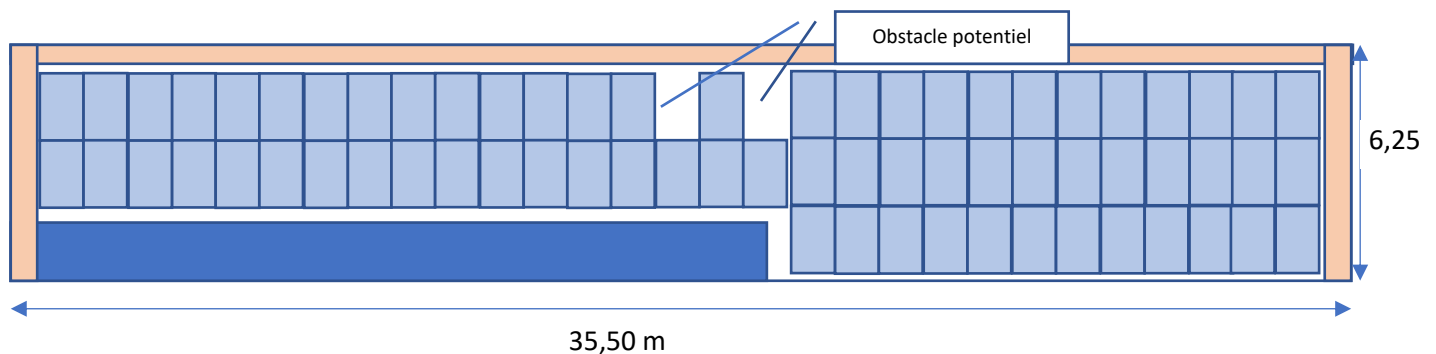
Selon la largeur

- Nombre de rangées en partie large : $5,75 / (1,762 + 0,02) = 3$ panneaux
- Nombre de rangées en partie étroite : $4,20 / (1,762 + 0,02) = 2$ panneaux

Selon la longueur :

- Longueur totale : $(35,50 - 1,40) / (1,134 + 0,02) = 29$ panneaux
- Dans la partie large : $(15,10 - 0,70) / (1,134 + 0,02) = 12$ panneaux

Les 2 zones avec des proéminences sont épargnées.



Aménagement proposé pan Sud

On aménage ainsi 68 panneaux soit 28,9 kilowatts crête.

Nota : Il faudra vérifier si les 2 proéminences vues sur la toiture sont gênantes pour l'aménagement. Si tel est le cas, on risque de perdre 2 panneaux.

3.2.4 Calepinage pan toiture orienté nord-est.

Ce pan est défavorable en termes d'orientation, donc de production.

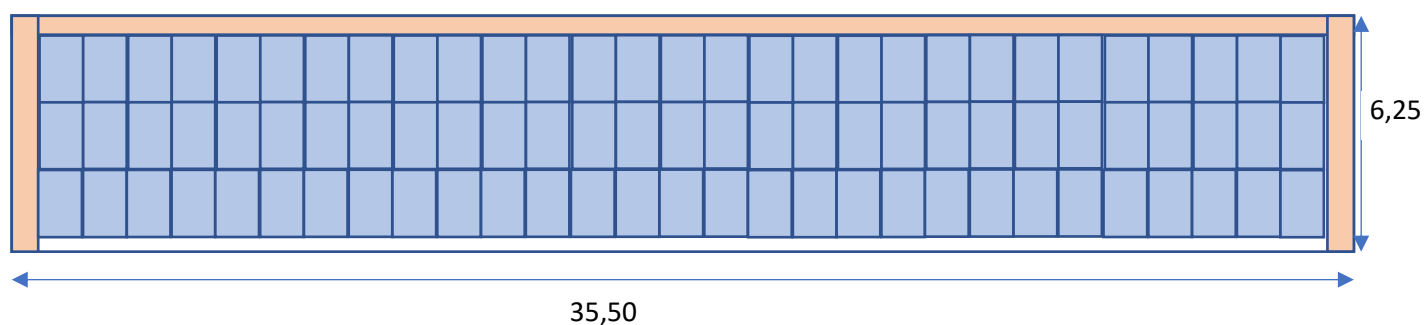
On l'étudie cependant.

Une réserve de l'ordre de 0,70 m sur chaque côté et de 0,5 m au faitage est nécessaire comme pour l'autre pan.

Les dimensions de la zone utilisable sont donc 34,10 x 5,75 m²

Comme pour l'autre pan, on aménage ainsi 3 rangées en portrait.

Sur chaque rangée on peut aménager : $34,10 / (1,134 + 0,02) = 29$ panneaux.



Aménagement proposé pan Nord

On peut ainsi aménager jusqu'à 87 panneaux soit 36,975 kilowatts crête.

3.3 Evaluation de la Production

La production annuelle est évaluée à l'aide du logiciel PVGIS.

PVGIS est paramétré de la façon suivante

- Localisation : gymnase Mairie Pechbusque : **43.527, 1.459**
- Base de données solaires : SARAH
- Pente : 17°
- Azimut : 35° (-145° pour le pan Nord)
- Perte système : 14%
- Montage en sur imposition (position libre)

3.3.1 Pan Nord

Puissance installée : 36,975 kWc

Pas d'ombrage

L'horizon est celui calculé par PVGIS

Production annuelle : 33,83 MWh (ratio production / puissance installée = 0,91)

3.3.2 Pan Sud.

Puissance installée : 28,9 kWc

Les 3 cyprès placés à l'angle sud est vont amener un peu d'ombrage. Celui-ci va rester limité, l'ombre des cyprès restant réduite. Le calcul de l'impact de l'ombrage est complexe, sans logiciel adapté, du fait de la proximité des arbres. Les arbres n'ont pas non plus atteint leur taille définitive.

Leur taille a été évaluée à partir de la mesure de l'ombre portée et de l'angle d'élévation du soleil au moment de la mesure

$$H = \text{ombre} \times \tan \text{Elevation} = 3,30 \times \tan 63^\circ = 6,50 \text{ m}$$

On fait le calcul sans ombrage, l'horizon est celui calculé par PVGIS

Production annuelle : 34,935 MWh (ratio production / puissance installée = 1,21)

3.3.3 Terrasse

Prise en compte ombrage.

Deux sources d'ombrage existent : les acrotères et le bâtiment lui-même. Pour le calcul d'ombrage on numérote les 2 rangées de panneaux de 1 à 2 en partant de la rangée la plus au sud.

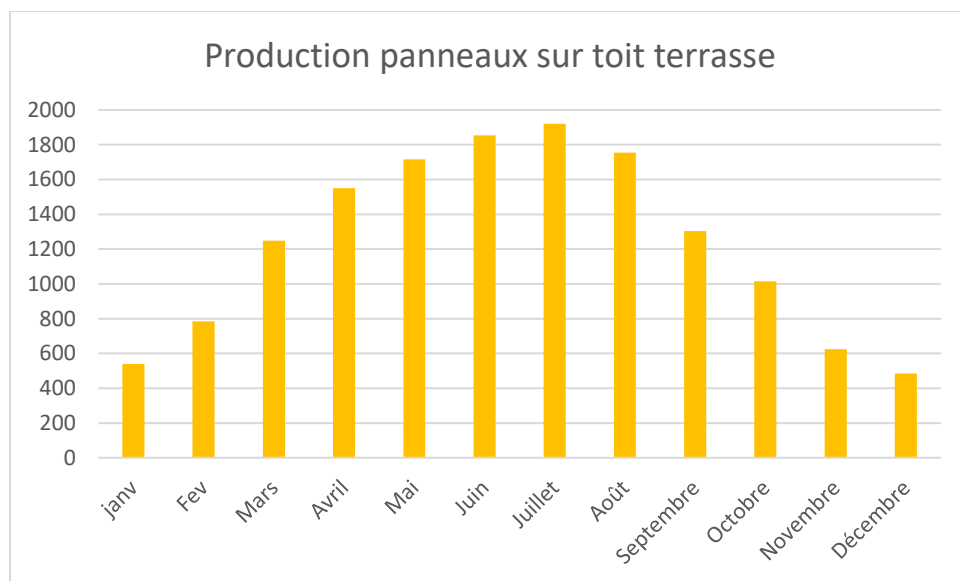
Pour calculer l'impact des ombrages et afin de viser des valeurs réalistes (et non pire cas) on considère que la production est nominale tant que l'ombre recouvre moins de la moitié de la surface des panneaux étudiés et qu'elle devient nulle lorsque l'ombre couvre la moitié de cette même surface (donc l'ombre atteint le centre de la zone étudiée)

On prend comme hypothèse une différence altitude panneau / bordure toit incliné = 0,65 m

Pour chacune des 2 rangées, on définit un fichier d'horizon spécifique pour PVGIS, prenant en compte l'ombrage par le toit et par les acrotères (au Sud, à l'Est et à l'Ouest).

Le calcul de la production est donc fait pour chaque rangée.

La Production totale est de 14,795 MWh, soit un ratio production / puissance installée = $14,795 / 13,175 = 1,12$



3.4 Disposition de la niche de l'onduleur.

A compléter

3.5 Autres points

3.5.1 Catégorie ERP

La mairie est classée ERP5 (accueil de moins de 100 personnes)

3.5.2 Borne de raccordement ENEDIS

A compléter

3.5.3 Aspects mécaniques.

La masse rajoutée est 13kg/m².

3.6 Synthèse.

La pré-étude de l'aménagement de PV sur la surface de la toiture de la mairie de Pechbusque conduit à la capacité suivante

Elément	Nombre panneaux	Puissance installable	Production annuelle	Ratio
Toit en pente Sud-ouest	68	28,9 kWc	34,935 MWh	1,21
Toit en terrasse	31	13,175 kWc	14,795 MWh	1,12
Toit en pente Nord-est	87	36,975 kWc	33,83 MWh	0,91
TOTAL	186	79,05 kWc	83,56 MWh	1,06

On a inclus dans l'étude le toit orienté vers le nord. Cette orientation n'est pas favorable en termes de production : cependant le surcout n'est pas proportionnel à l'augmentation de la puissance, les frais fixes ne changeant pas. Un exemple récent (Lagardelle) a montré que cette option pouvait être intéressante, en comparant les couts ramenés au MWh produit. Il faudra faire une étude comparative des couts et des revenus attendus afin de prendre la décision.

Il faudra bien sûr, pour confirmer la faisabilité, vérifier la tenue de la structure des toits à la charge induite et leur capacité à accueillir des panneaux (problème éventuel d'étanchéité, autre....

4 CONCLUSION DE L'ETUDE.

La mairie souhaite mettre en place une centrale photovoltaïque sur le toit de la mairie afin de faire de l'autoconsommation et de réduire ses achats d'électricité.

La salle polyvalente est le plus grand consommateur. Cependant la consommation de cette salle est mal adaptée à l'utilisation d'énergie photo voltaïque : en effet la consommation est essentiellement en hiver, et pas sensible au cycle jour nuit

Plus globalement l'étude de la consommation des différents postes de la commune (hors Eclairage Public, i.e Salle polyvalente + Hôtel de ville + Nouvelle école + Eglise), même si elle confirme la tendance observée sur la salle polyvalente, montre aussi des profils de consommation saisonniers, hebdomadaires et journaliers plus variés. Ainsi en regroupant ces différents postes, on obtient des profils de consommation, auxquels l'énergie photo voltaïque peut répondre de façon plus efficace.

L'objectif de la mairie est d'assurer elle-même une part de sa consommation, - la plus importante-possible – mais pas de devenir producteur d'électricité. La consommation en été est donc celle qui va dimensionner la puissance de l'installation

Une production de l'ordre de 12,5 MWh/an permet ainsi d'obtenir un très bon taux d'autoconsommation (proche de 80 %) :

- Environ 20 % de l'énergie produite (soit entre 2,5 et 3 MWh/an) serait non consommée et pourrait être revendue
- La commune produirait environ 12 % de ses besoins énergétiques (hors E.P.)

Une centrale plus puissante permettrait de couvrir une plus grosse part du besoin, mais produirait aussi une plus grosse quantité d'énergie non consommée (revendue). Le prix de vente du surplus n'est par ailleurs pas très intéressant pour une centrale de cette catégorie.

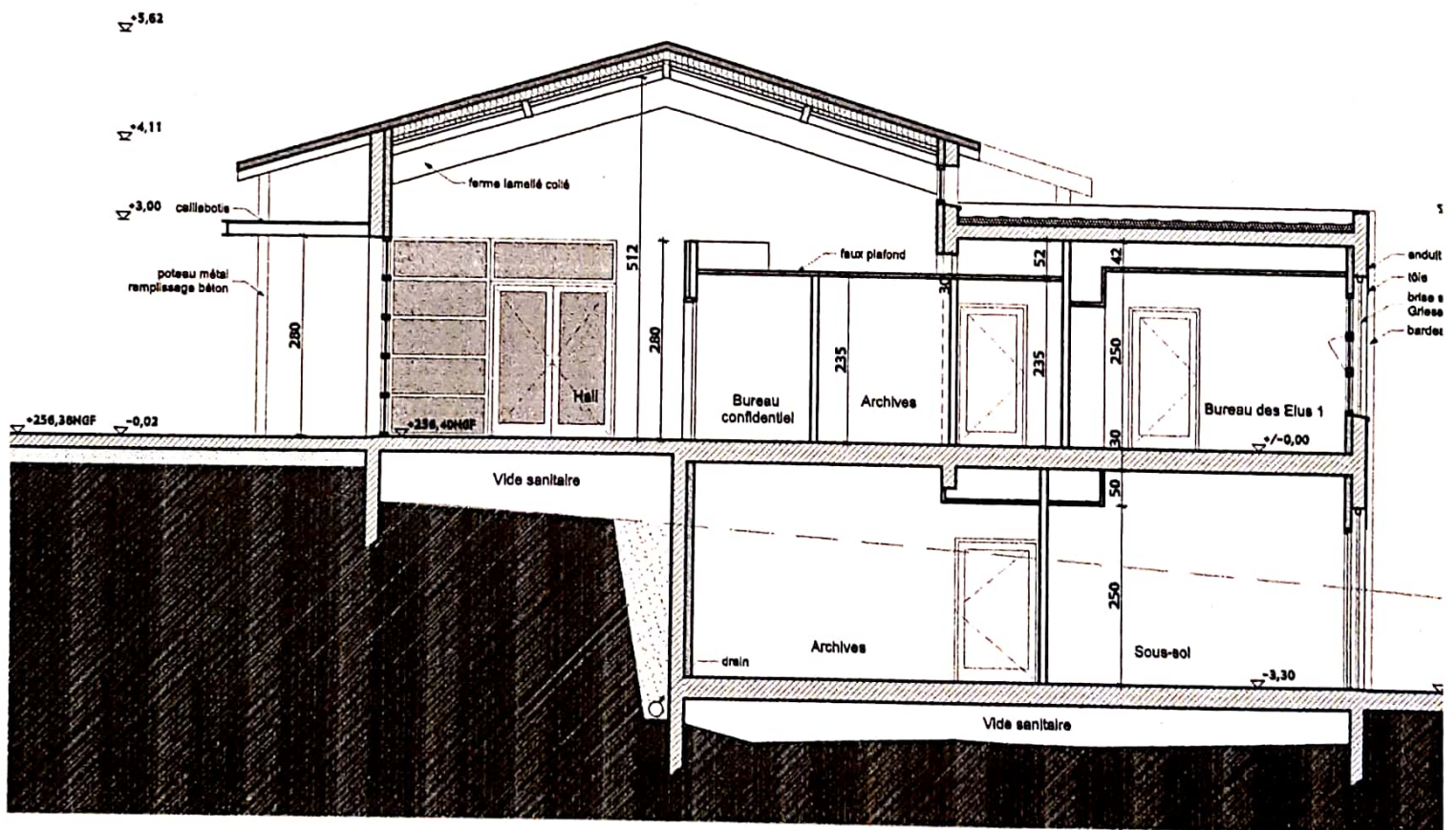
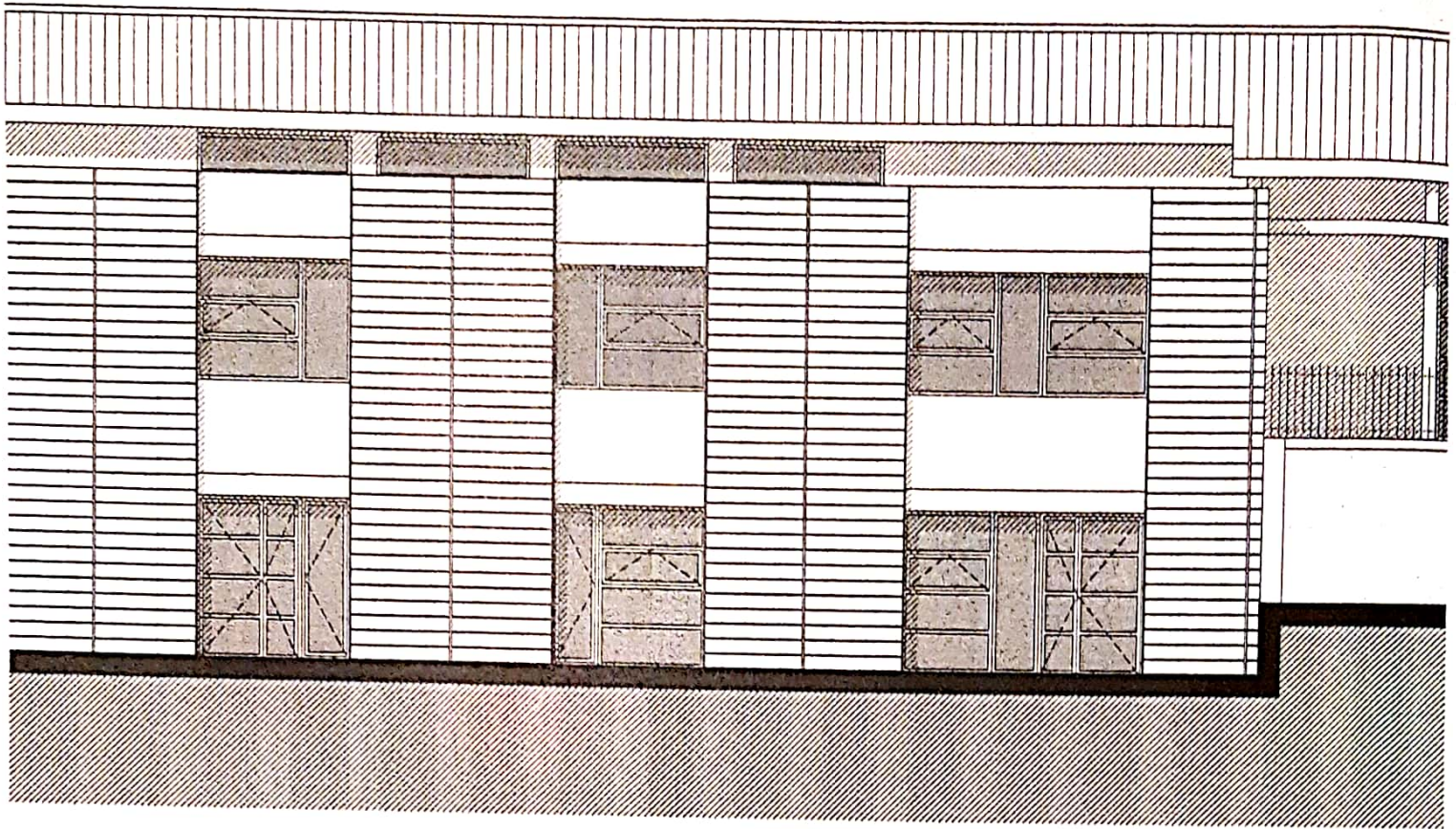
Notre recommandation vers la mairie est de mettre en place pour cela un système d'autoconsommation patrimoniale (cf description § 2.2.3.1).

L'analyse des capacités d'accueil du toit de la mairie montre qu'il est possible d'installer sur la partie en terrasse une centrale de 13,175 kWc, produisant 14,8 MWh/an. Ce toit pourrait donc être utilisé pour la centrale dédiée à l'autoconsommation. La capacité est supérieure au besoin identifié dans l'analyse, mais :

- Nous n'avons pas pris en compte certains postes déjà existant : par exemple ancienne école, ne sachant pas si elle allait encore être utilisée ; par ailleurs celle-ci paraît consommer uniquement en hiver, donc sa consommation ne sera à priori pas couverte,
- Une part plus importante (quelques %) de l'énergie produite sera revendue.
- Ou cette énergie pourra être utilisée pour couvrir des besoins futurs ; Il est en effet probable que les besoins en énergie électrique de la mairie iront en augmentant dans le futur (climatisation, bornes de recharge de véhicules électriques, etc)

La mairie peut aussi choisir d'installer une puissance plus faible (nota : le tarif de revente est plus élevé si $P < 9\text{kWc}$)

Enfin, la toiture en pente permet l'installation d'une centrale jusqu'à 64 kWc, produisant 67 MWh/an. Cette centrale serait mise en place et exploitée par ICEA pour de la revente totale. Le tarif de vente décroissant au-dessus de 36 kWc il faudra vérifier si-il est plus rentable d'installer le maximum de capacité, ou si la centrale est limitée à 36 kWc (dans ce cas seul le complément à 36 kWc serait installé sur le pan Nord)



Coupe AA

