

# Route des Coudres 17, Celigny Centrale photovoltaïque (PV)

Etude détaillée de faisabilité photovoltaïque

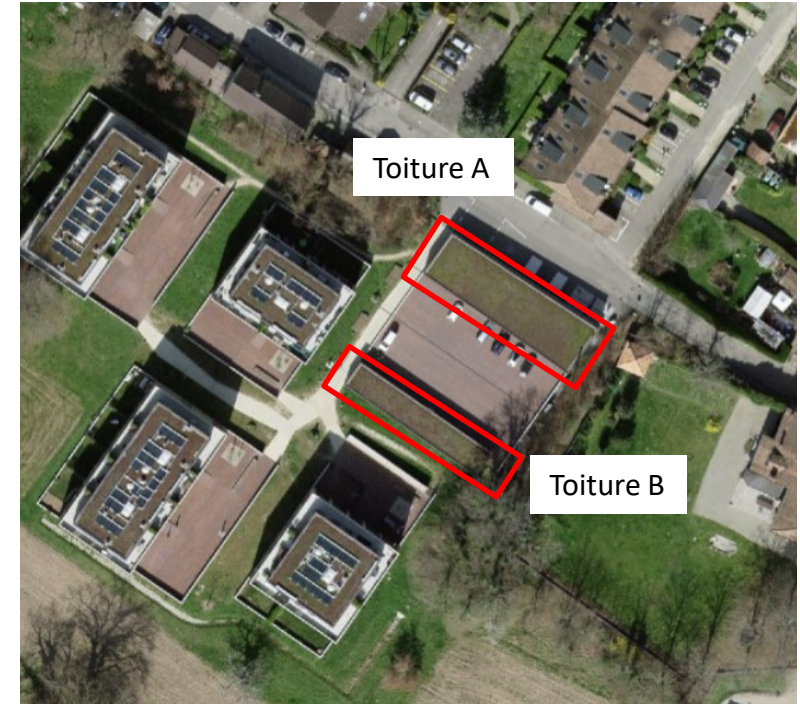
## Les objectifs de l'étude détaillée :

1. Evaluation de la faisabilité technique ;
2. Estimer le potentiel solaire sur les toitures en prenant en compte les ombrages ;
3. Analyser le rendement énergétique ;
4. Estimer les investissements et les charges d'exploitation avec une précision de +/- 20 %.

# Faisabilité technique

## Définition des toitures et état des lieux

- Etude statique :
  - Etanchéité : bon état
  - Statique des bâtiments : charge disponible de 50 kg/m<sup>2</sup>
- Obstacle en toiture :
  - Aucun obstacle sur les toitures
- Ombrage :
  - Ombrage sur la toiture B par la végétation au S-O
- Végétation :
  - Structure adaptée
  - Entretien avant travaux



Vue aérienne du site



Photo de la toiture A (source: audit statique)

| Toiture   | Caractéristiques           | Décision                                 |
|-----------|----------------------------|------------------------------------------|
| Toiture A | Toiture plate, végétalisée | A équiper sur l'intégralité              |
| Toiture B | Toiture plate, végétalisée | A équiper en prenant en compte l'ombrage |

## *Hypothèses pour réaliser les calepinages*

Le calepinage provisoire des installations solaires a été réalisé en tenant compte des éléments déclinés ci-après :

- Impacts visuels et esthétique (respect de la loi d'aménagement du territoire<sup>(1)</sup>)
- Mesures de sécurité en toiture
  - Accès à la toiture
  - Lignes de vie
  - Points d'ancrage
- Contraintes d'occupation en toiture :
  - Equipements techniques,
  - Zones de circulation et des accès.
- Des modalités d'exploitation
  - Ombres portées créées par les bâtiments et équipements,
  - Espacement entre les modules (2 cm),
  - Circulation de 60 cm de large,
  - Disposition intégrant les effets d'ombrage entre les rangées de modules (ombres portées et angle d'incidence).

(1) - <https://pubdb.bfe.admin.ch/fr/sammlungen/beilage-mm-bundesrat-setzt-revidierte-verordnungen-im-energiebereich-in-kraft>

(2) - <https://www.ge.ch/document/energie-guide-installations-solaires-geneve>

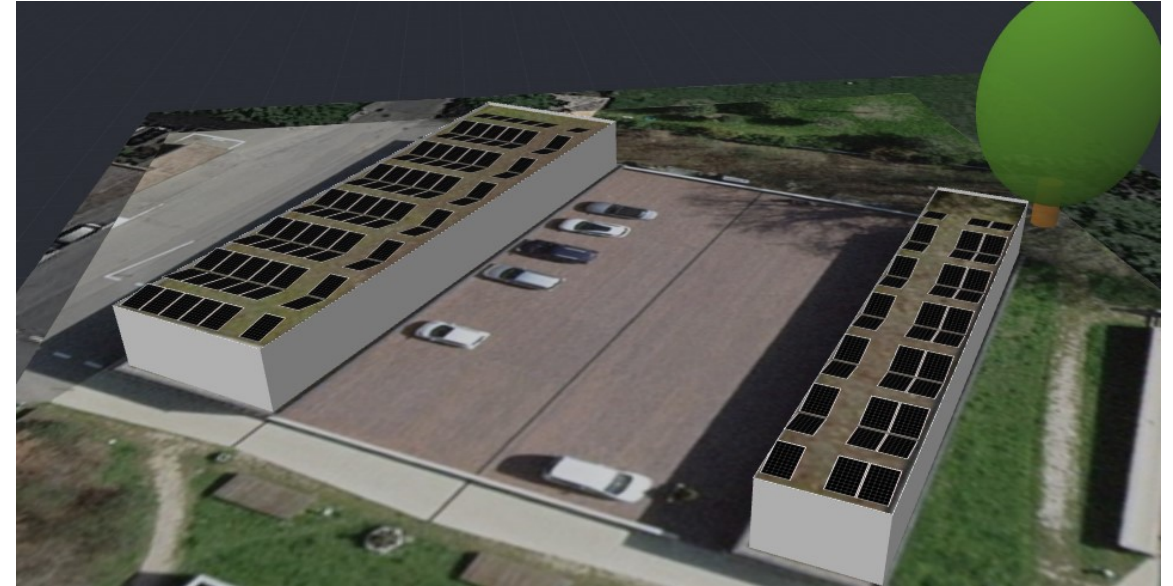
# Faisabilité technique

## *Variante 1 : Est-Ouest*



- 148 modules
- Panneaux orientés Est-Ouest en dôme
- Dôme au niveau du substrat, favorise la pousse de la végétation et accès plus difficile pour l'entretien

## *Variante 2 : Est-Ouest accessible*



- 120 modules
- Panneaux orientés Est-Ouest en V surélevé
- Solution plus coûteuse: 15%-30% d'augmentation sur l'investissement
- Moins bonne utilisation de l'espace : 18% de perte

## *Système de fixation des modules*

Fixation par système lesté sans percement du complexe d'étanchéité.

- Le lestage de l'installation pourra être effectué par la couche de graviers (hauteur estimée à 5 cm) en complément de moyens de lestage. Le plan de lestage sera à fournir par l'installateur.
- Structure en aluminium
- Système de montage en dôme.
- Panneaux orientés est-ouest avec une inclinaison de  $10^\circ$  par rapport à l'horizontale.
- Charge sous le champ de modules :  $20\text{kg/m}^2$



# Faisabilité technique

## Concept électrique

- Dimensionnement électrique :
  - Introduction du parking : 80 A
  - Proposition d'onduleur : 50 KVA = 72 A
  - Il n'y a pas besoin de renforcement
- Emplacement des éléments :
  - Place disponible dans le local électrique : onduleurs positionnés dans le local
  - Passage des câbles : en façade puis passage par le sous-sol
- Raccordement AC :
  - Etat du TGBT : neuf
  - Place disponible : cellule de comptage obligatoire. Place suffisante dans le local pour rajouter un tableau PV
- Protection :
  - Aucun paratonnerre

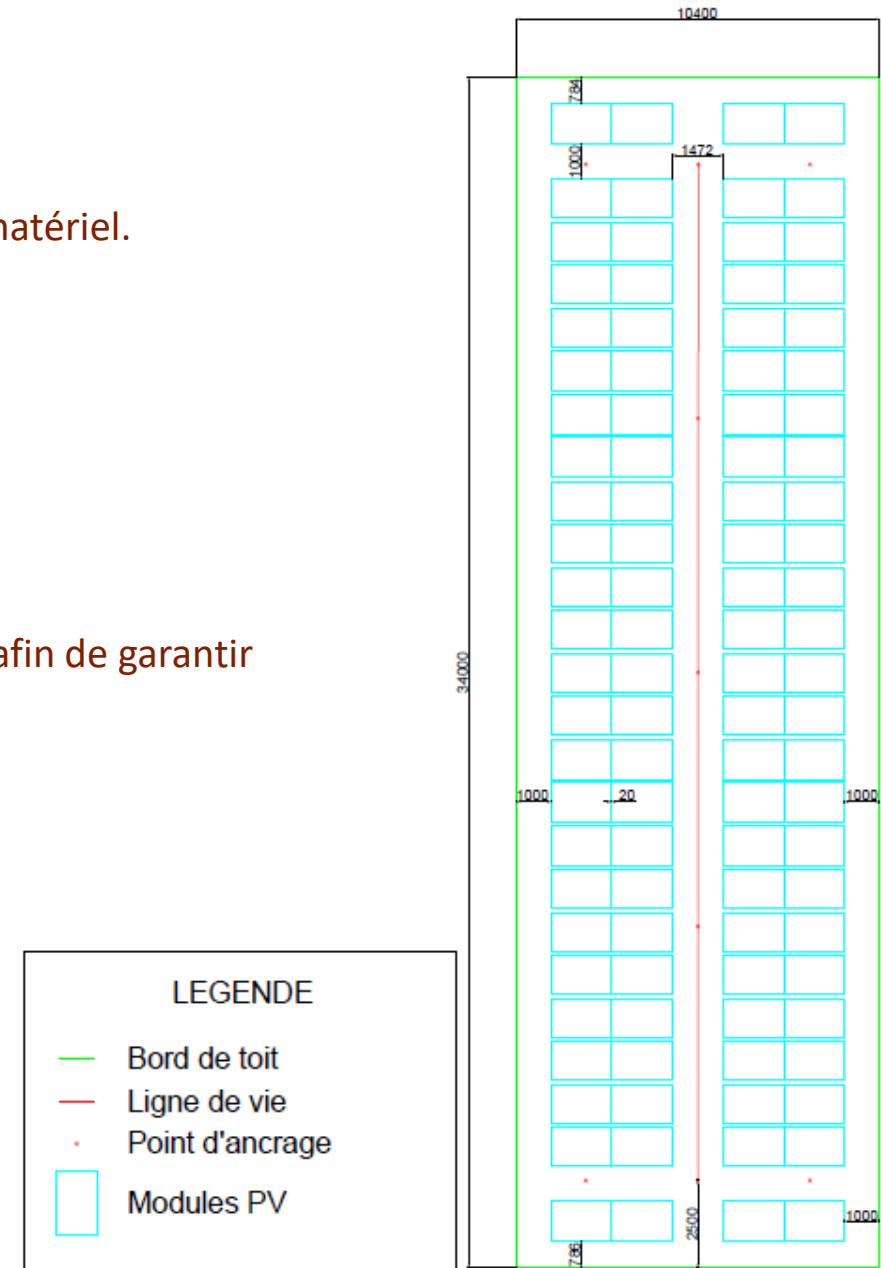


- Descente de câble
- Local technique à l'étage -2
- Passage de câble au sous-sol
- Emplacement onduleur

# Faisabilité technique

## Logistique et sécurité

- Accès aux toitures
  - Accès goudronné jusqu'au bâtiment.
  - Echelle, grue ou monte-charge nécessaire pour accéder au toit avec le matériel.
- Stockage
  - Espace disponible : Parking entre les deux bâtiments.
- Sécurité en phase de chantier
  - L'accès en toiture devra être sécurisé durant toute la durée du chantier afin de garantir la sécurité des travailleurs (hauteur de chute > 2 m).
- Sécurité en phase d'exploitation
  - Accès toiture sécurisé : mise en place de crochet pour échelle amovible
  - sécurité permanente : ligne de vie et points d'ancrage



## *Autorisations requises*

- Demande de permis de construire :
  - Une simple annonce doit être effectuée auprès du canton de Genève
  - Si aucune réponse n'est donnée après 1 mois, la demande est considérée comme acceptée !
  
- Annonce au distributeur électrique :
  - Demande de raccordement électrique obligatoire
  - Attendre la validation pour débuter les travaux (environ 1 mois de délai).

# Analyse énergétique

# Analyse de rentabilité

## *Analyse énergétique*

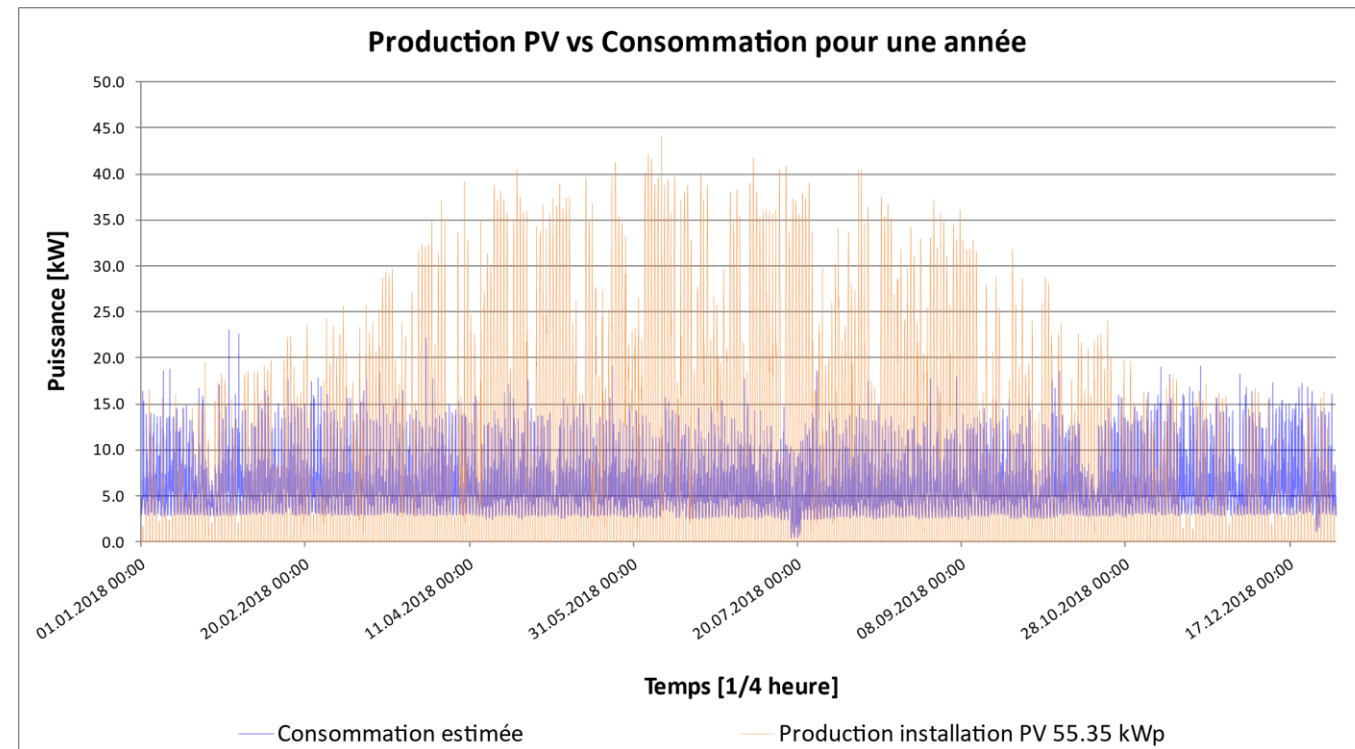
- **Consommations actuelles :**
  - Distributeur électrique : Romande Energie
  - Communs du parking : 3'399 kWh/an
  - Chaufferie : 17'128 kWh/an
  
- **Consommations futures**
  - Système de chauffage : CAD
  - Mobilité électrique : équipement de place par des bornes de recharge prévu
  - Autres consommateurs : immeubles locatifs sur parcelle adjacente appartenant à la commune.

# Analyse énergétique

## Courbes de production et consommation

- La courbe de charge du site est caractérisée par une consommation stable sur toute l'année.
- La production d'énergie solaire est plus importante en été qu'en hiver.

| Site                           |        |        |     |
|--------------------------------|--------|--------|-----|
| RCP                            | Sans   | Avec   |     |
| Puissance de l'installation PV | 62     |        | kWc |
| Consommation totale annuelle   | 22 712 | 45 212 | kWh |
| Production totale annuelle     | 62 677 | 62 677 | kWh |
| Taux de Consommation propre    | 23     | 41     | %   |
| Taux d'auto-apvisionnement     | 47     | 43     | %   |



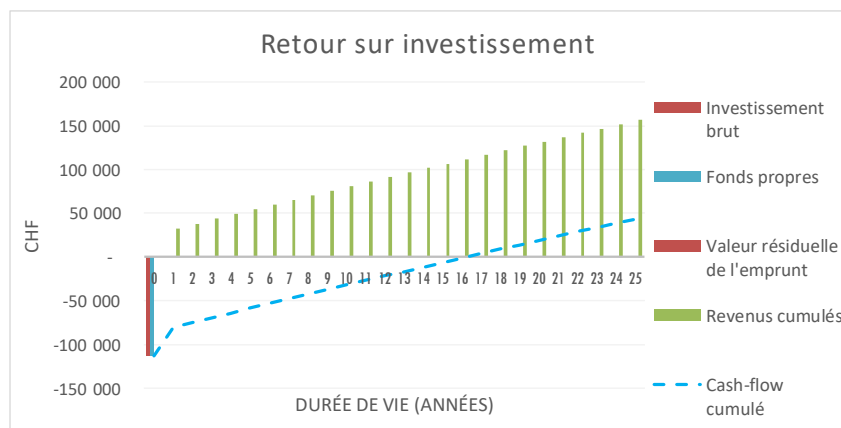
# Analyse de rentabilité

# Analyse de rentabilité

## Résultats détaillés de l'analyse Financière

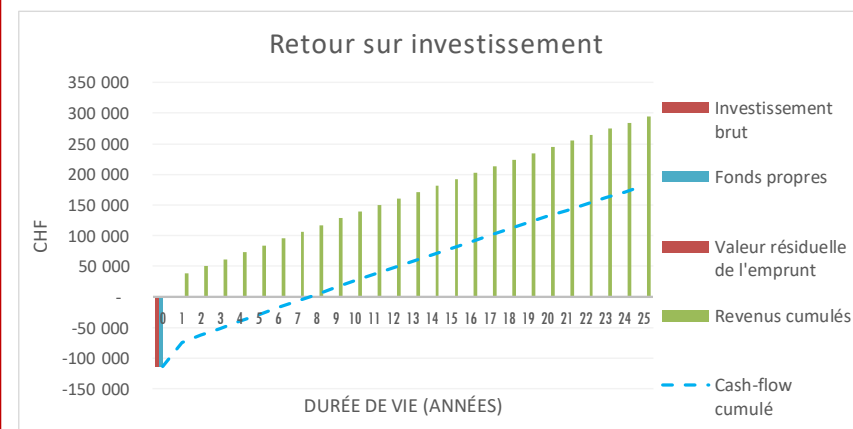
2022

| RENTABILITÉ DE LA CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE               |  |  |         | (Montants TTC) |         |         |        |
|---------------------------------------------------------|--|--|---------|----------------|---------|---------|--------|
| Route des Coudres 17, Celigny                           |  |  |         |                |         |         |        |
| Données générales du projet                             |  |  | Montant | Unité          |         |         |        |
| Consommation annuelle du site                           |  |  | 20 527  | kWh/an         |         |         |        |
| Puissance installée                                     |  |  | 59,20   | kWc            |         |         |        |
| Facteur de dégradation annuel estimé                    |  |  | 0,5     | %              |         |         |        |
| Production annuelle moyenne estimée sur 25 ans          |  |  | 60 243  | kWh/an         |         |         |        |
| Taux de consommation propre estimé                      |  |  | 10      | %              |         |         |        |
| Investissement brut (coût de l'installation et annexes) |  |  | 113 085 | CHF            |         |         |        |
| Subventions (dont Rétribution Unique)                   |  |  | 27 347  | CHF            |         |         |        |
| Investissement net                                      |  |  | 85 738  | CHF            |         |         |        |
| Part de fonds propres sur l'investissement brut         |  |  | 100     | %              |         |         |        |
| Rentabilité du projet (moy sur 25 ans)                  |  |  | %       | kWh            | cts/kWh | Montant | Unité  |
| Economies liées à la consommation propre                |  |  | 10      | 6 024          | 23,43   | 1 412   | CHF/an |
| Revenu annuel moyen lié à l'injection                   |  |  | 90      | 54 219         | 9,50    | 5 151   | CHF/an |
| Coûts d'entretien (y c. changement de matériel)         |  |  |         | 60 243         | -2,30   | -1 386  | CHF/an |
| Moyenne des Impôts et Réduction d'impôts                |  |  |         |                |         | -       | CHF/an |
| Total du revenu annuel moyen estimé                     |  |  |         |                |         | 5 176   | CHF/an |
| Retour sur investissement                               |  |  |         |                |         |         |        |
| Retour sur investissement après                         |  |  |         |                |         | 16,2    | ans    |
| Bénéfice estimé après 25 ans                            |  |  |         |                |         | 43 582  | CHF    |



2023

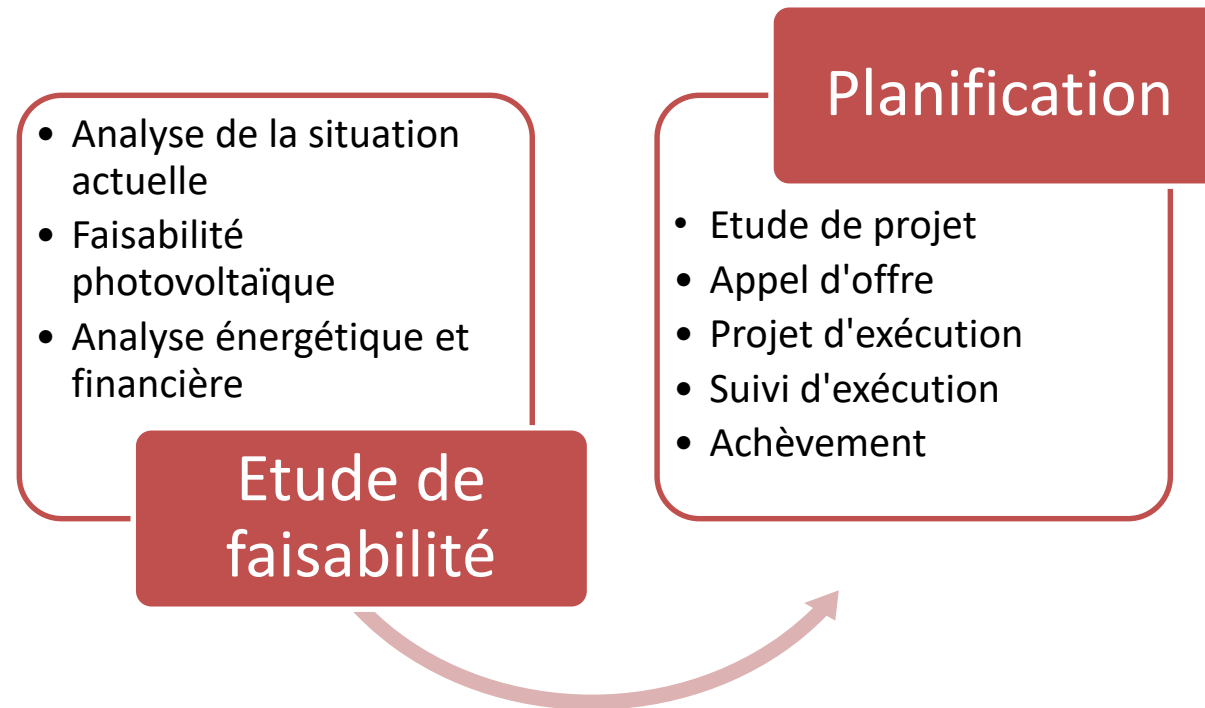
| RENTABILITÉ DE LA CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE               |  |  |    | (Montants TTC) |         |
|---------------------------------------------------------|--|--|----|----------------|---------|
| Route des Coudres 17, Celigny                           |  |  |    |                |         |
| Données générales du projet                             |  |  |    | Montant        | Unité   |
| Consommation annuelle du site                           |  |  |    | 20 527         | kWh/an  |
| Puissance installée                                     |  |  |    | 59,20          | kWc     |
| Facteur de dégradation annuel estimé                    |  |  |    | 0,5            | %       |
| Production annuelle moyenne estimée sur 25 ans          |  |  |    | 60 243         | kWh/an  |
| Taux de consommation propre estimé                      |  |  |    | 10             | %       |
| Investissement brut (coût de l'installation et annexes) |  |  |    | 113 085        | CHF     |
| Subventions (dont Rétribution Unique)                   |  |  |    | 27 347         | CHF     |
| Investissement net                                      |  |  |    | 85 738         | CHF     |
| Part de fonds propres sur l'investissement brut         |  |  |    | 100            | %       |
| Rentabilité du projet (moy sur 25 ans)                  |  |  | %  | kWh            | cts/kWh |
| Economies liées à la consommation propre                |  |  | 10 | 6 024          | 33,06   |
| Revenu annuel moyen lié à l'injection                   |  |  | 90 | 54 219         | 18,60   |
| Coûts d'entretien (y c. changement de matériel)         |  |  |    | 60 243         | -2,30   |
| Moyenne des Impôts et Réduction d'impôts                |  |  |    |                | -       |
| Total du revenu annuel moyen estimé                     |  |  |    |                | 10 690  |
| Retour sur investissement                               |  |  |    |                |         |
| Retour sur investissement après                         |  |  |    | 7,6            | ans     |
| Bénéfice estimé après 25 ans                            |  |  |    | 181 511        | CHF     |



## Prochaines étapes

# Prochaines étapes

- Planification de la centrale solaire :
  - Sélection des fixations,
  - Origine des modules (Europe, Asie),
  - Localisation onduleur et passage des câbles.
- Consultation des entreprises pour la réalisation de la centrale.



# Organisation d'Appel d'offres

# Appel d'offres

## ■ Élaboration des documents d'appel d'offres

- Les conditions générales de participation,
- Les critères d'adjudication, convenus d'entente avec le mandant,
- La description du projet,
- Cahier des charges technique incluant toutes les normes et exigences qualité,
- Une liste de prix adaptés au projet pour éviter les plus-values.

## ■ Organisation :

- Invitation de 3 entreprises,
- Aide à la publication du dossier sur SIMAP,
- Organisation d'une visite du site (si besoin),
- Réponse aux questions des soumissionnaires,

## ■ Analyse des offres :

- Réception, analyse et comparaison des offres, sur la base d'une analyse multicritères conforme aux exigences du cahier des charges et des marchés publics,
- Proposition d'adjudication en vue d'optimiser les coûts et les délais.

## 2. Conditions générales de participation

La procédure de cet appel d'offres est une procédure sur invitation. Le soumissionnaire devra proposer une **offre forfaitaire** clé en main jusqu'au tableau de comptage solaire et le comptage de production compris.

### 2.1 Documents à remettre avec l'offre

- ☐ Annexe 1 – Route des Coudres 17 Céligny - Montant de l'offre du soumissionnaire *en PDF*
- ☐ Annexe 2 – Route des Coudres 17 Céligny - Prix soumission PV *en Excel & en PDF signé*
- ☐ Annexe 3 - Route des Coudres 17 Céligny - Résumé technique *en Excel & en PDF signé*
- ☐ Documentations techniques (modules, onduleurs, système de montage, câbles DC, connecteur DC, boîte de jonction DC)
- ☐ Schémas électriques provisoires de l'installation (avec mention des sections et nombre de câbles qui chemineront sur la toiture)
- ☐ Calepinage si différent du calepinage proposé

### 2.2 Annexes remises à chaque soumissionnaire

- ☐ Annexe 1 – Route des Coudres 17 Céligny - Montant de l'offre du soumissionnaire *en PDF*
- ☐ Annexe 2 – Route des Coudres 17 Céligny - Prix soumission PV *en Excel*
- ☐ Annexe 3 – Route des Coudres 17 Céligny – Résumé technique *en Excel*
- ☐ Annexes et plans techniques

| Commune de Céligny                                                     |             |               |      |                   |
|------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|------|-------------------|
| Installation PV sur le parking des Grands Chênes, route des Coudres 17 |             |               |      |                   |
| Analyse des offres                                                     |             |               |      |                   |
| Principaux résultats                                                   |             | Offre de base |      |                   |
|                                                                        | Pondération | PrimeEnergy   | SEFA | Swiss Green Solar |
| Prix                                                                   | 50%         | 5.00          | 3.41 | 4.13              |
| Qualité technique de l'offre                                           | 40%         | 3.73          | 3.88 | 3.44              |
| Evaluation de l'entreprise                                             | 10%         | 4.30          | 4.60 | 3.60              |
| Note générale                                                          | 100%        | 4.42          | 3.71 | 3.80              |

| Critère prix    |   | PrimeEnergy  | SEFA         | Swiss Green Solar |
|-----------------|---|--------------|--------------|-------------------|
| Puissance crête |   | 62.16 kWp    | 62.16 kWp    | 62.90 kWp         |
| Montant HT      |   | SFr. 125 263 | SFr. 151 754 | SFr. 139 429      |
| Montant HT/kWc  |   | SFr. 2 015   | SFr. 2 441   | SFr. 2 217        |
| Note            | 5 | 5.00         | 3.41         | 4.13              |

# Merci pour votre attention

## PLANAIR

Ingénieurs conseils en énergies et environnement

**Laura Curvat**

*Cheffe de projet*

Avenue industrielle 14

CH-1227 Carouge - Suisse

T +41 (0)22 566 65 96

[Laura.curvat@planair.ch](mailto:Laura.curvat@planair.ch)

