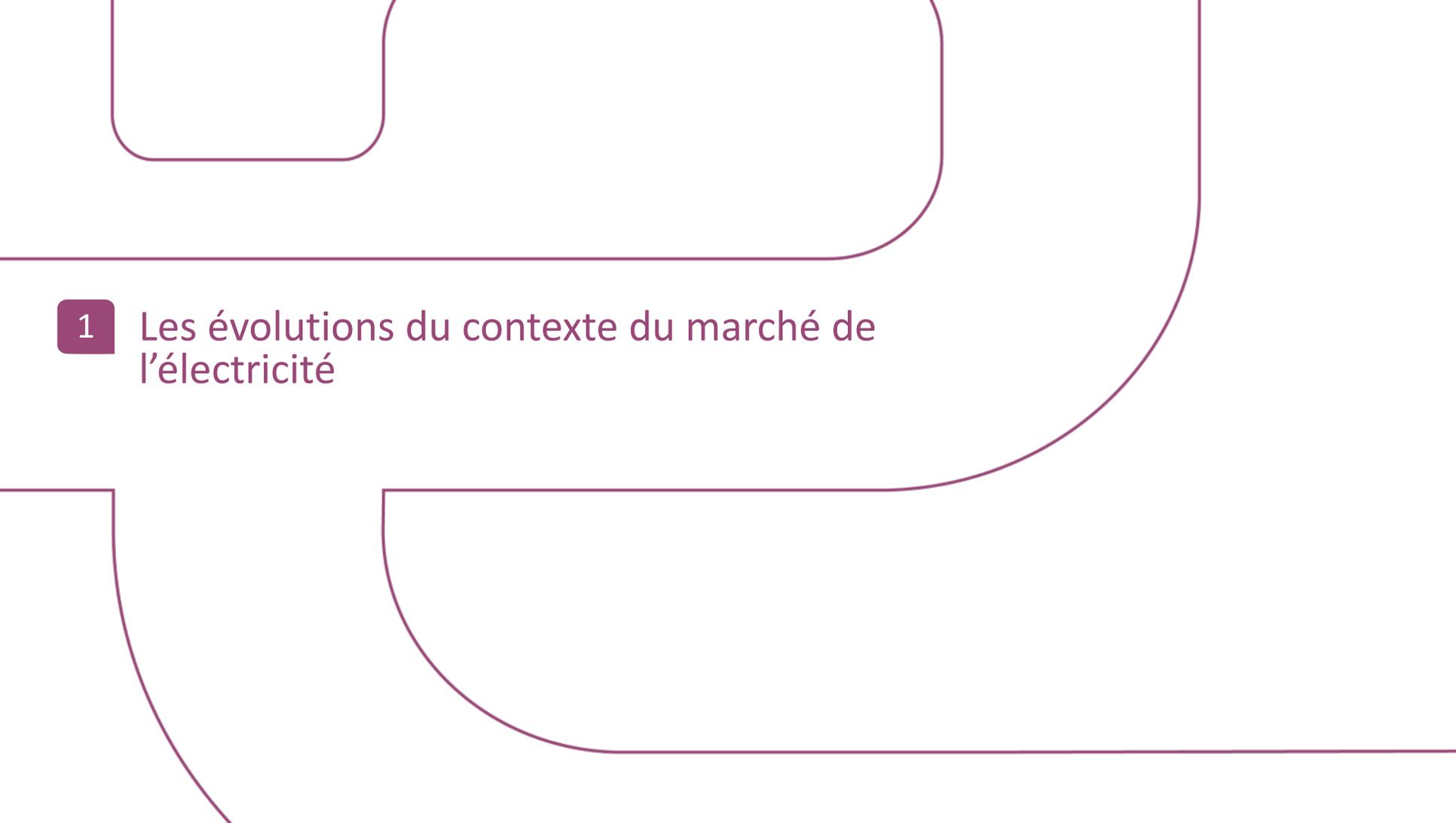


# Les mécanismes de flexibilité

Enedis - Département « Mécanismes de flexibilité »  
GT SAVEOL du 19 septembre 2018

- Libre
- Interne
- Restreinte
- Confidentielle



# 1 Les évolutions du contexte du marché de l'électricité

# Les contextes français et européen en pleine mutation

## Une vision « marché » du fonctionnement du système électrique en Europe

L'objectif des instances européennes est de **développer la logique de marché** afin de décloisonner les zones de marché et optimiser les investissements au niveau de la plaque Europe plutôt qu'au niveau national, dans **un contexte de frugalité énergétique**.

Ce développement passe par une **harmonisation des règles européennes** lors de concertation entre régulateurs, gestionnaires de réseau de transport et de distribution au niveau français et européen.

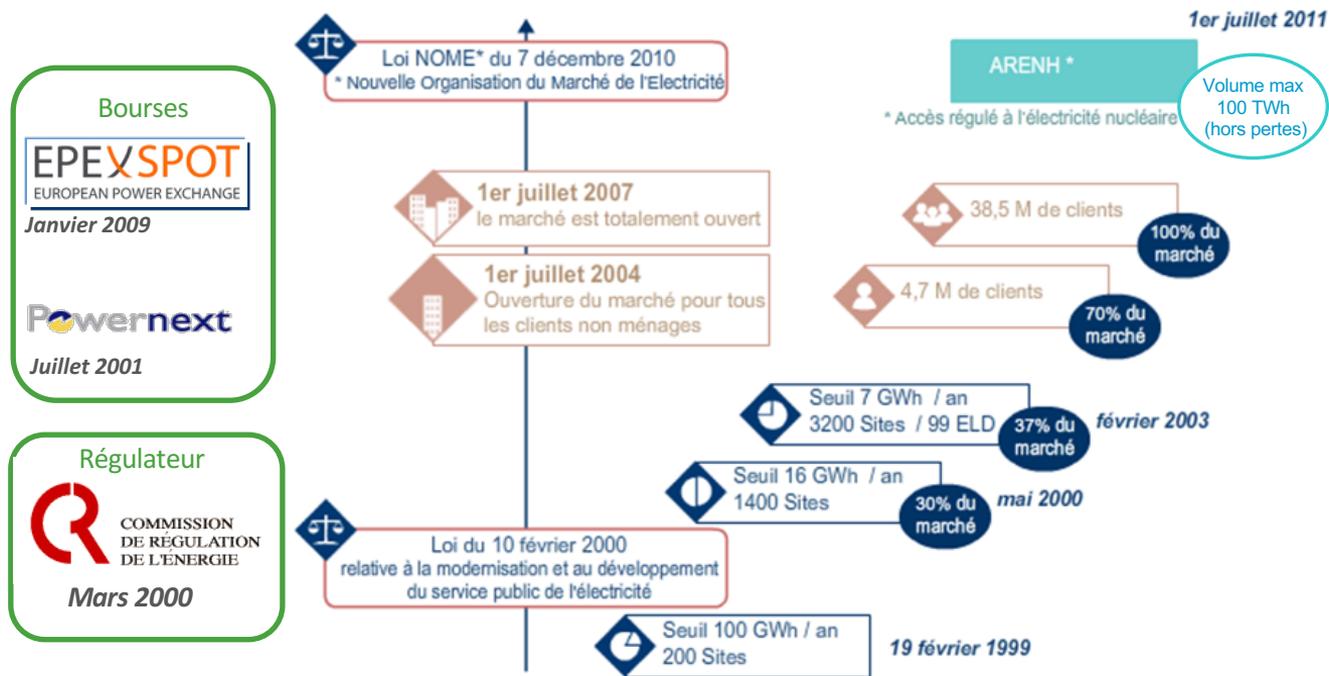
## Une évolution des attentes et des usages

**Evolution des attentes des consommateurs, des citoyens, des acteurs économiques** dans une logique de performance, avec une maîtrise croissante des enjeux du système électrique par les différents acteurs.

## Une évolution technologique

Capacité des mondes concurrentiels et régulés à remonter des **données et à les traiter à des échéances proches du temps réel et avec une précision croissante**. A titre d'exemple, aujourd'hui la totalité des sites de consommation peuvent participer à la totalité des mécanismes de valorisation existants au niveau national.

# La transformation du marché de détail en France



# La transition énergétique est en cours et concerne très directement les GRD

95% des énergies renouvelables sont raccordées au réseau de distribution.

En 2030, 40% de la production doit provenir des énergies renouvelables (loi de transition énergétique)



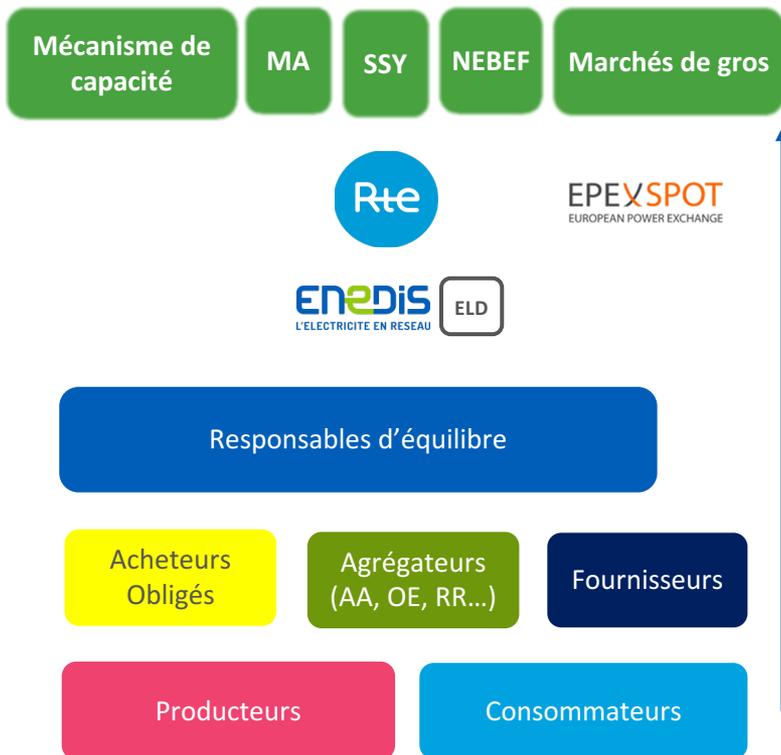
La loi de transition énergétique fixe comme objectif l'installation d'au moins **7 millions** de bornes de recharge d'ici 2030

La société, les comportements et les technologies évoluent : **pompes à chaleur, autoproduction, stockage...**

Ces évolutions vers un **système de plus en plus local** soulèvent de **nouveaux challenges** pour la gestion du système électrique qui doit s'appuyer sur des **flexibilités** nouvelles

## 02 Les différents mécanismes de marché

# Vision simplifiée des acteurs marché de l'électricité

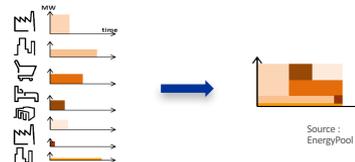


## Agrégateurs

- Ils peuvent avoir un portefeuille de clients producteurs et/ou de clients industriels, tertiaires ou résidentiels
- Ils se chargent de **valoriser sur les marchés**, et de manière agrégée, les **services** que les clients sont en mesure de proposer : démarrage d'un groupe de production interne, baisse de la consommation etc...
- Ils peuvent vendre cette flexibilité sur le marché de l'énergie jusqu'en J-1, ou via le mécanisme d'ajustement en J



Exemple d'agrégation pour former un bloc à destination du marché :



# L'organisation des mécanismes de marché répond aux principes fondateurs

Un marché de l'électricité, comme pour les autres commodités (pétrole, gaz, ...).  
Celui-ci est constitué de places d'échanges, permettant la rencontre de l'offre et de la demande.

**Marché :**  
Permettre les échanges entre acteurs pour l'achat et la vente d'électricité

- Marché de gros
- NEBEF

réseau est maillé sur une **plaque commune européenne**, et **l'équilibre offre-demande doit y être maintenu à tout instant**.

Cette contrainte s'applique également **en France** : c'est RTE qui est chargé de **maintenir en temps réel l'équilibre physique** du système électrique. RTE est également en charge de la **levées des contraintes** réseau sur le GRT.

D'autres mécanismes valorisent la capacité pour assurer la disponibilité de la production (ou de l'effacement) en cas de besoin.

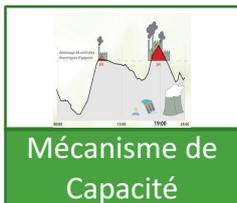
**Gestion du système :**  
garantir l'équilibre  
Offre-Demande

- Services Système
- Appel d'offres RR/RC
- Mécanisme d'ajustement
- Responsable d'équilibre
- Appel d'offres Effacement
- Mécanisme de capacité

**Gestion du système :**  
Levée des contraintes réseaux

- Appel d'offres Effacement
- Mécanisme d'ajustement

# Les différents compartiments du marché



Sécuriser l'approvisionnement électrique à moyen terme

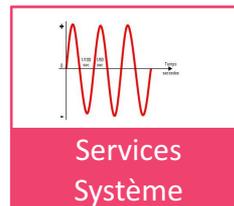
Permettre la rencontre entre l'offre et la demande



Vendre de l'effacement sur les marchés



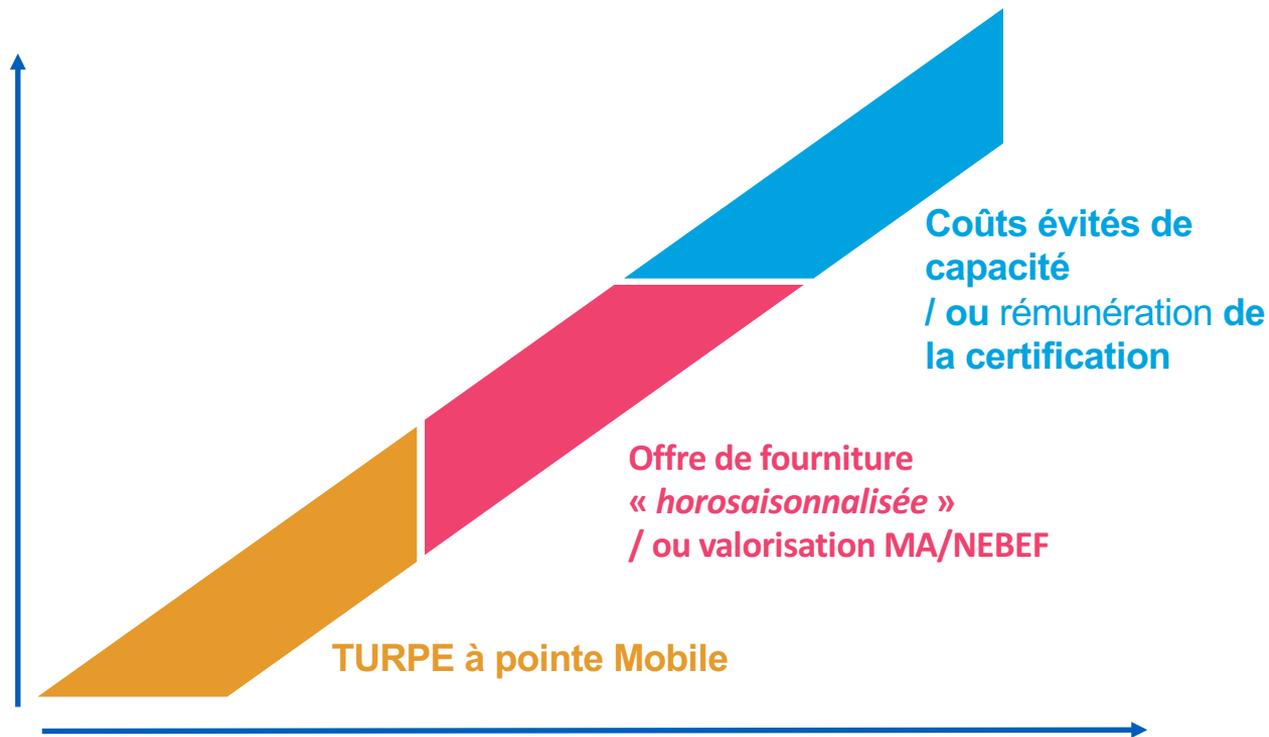
Assurer l'équilibre  $P=C$



Maintenir la fréquence à 50Hz

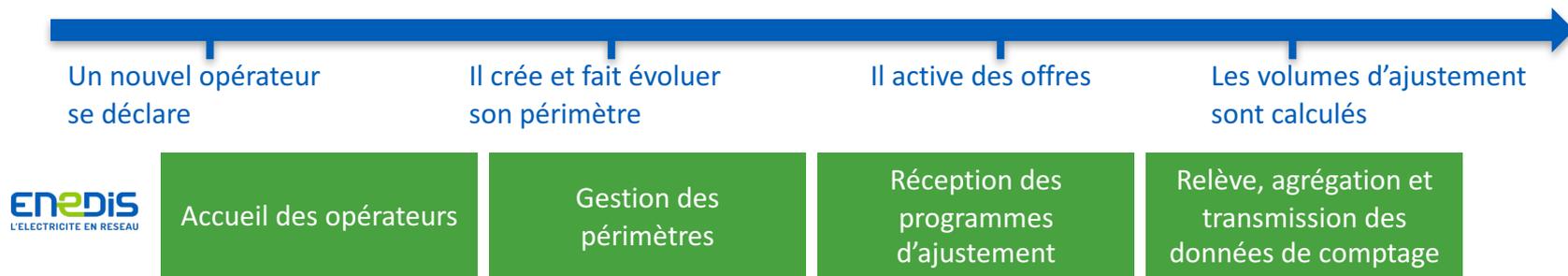


## Les valorisations cumulées d'une flexibilité



# Les mécanismes de marché : quel rôle pour Enedis ?

Enedis, à la fois dans son rôle de gestionnaire de réseau et de facilitateur de marché, joue un rôle important à chacune des phases du mécanisme d'ajustement :



### **3 L'effacement de consommation et les différents mécanismes de marché**

# La modulation de la demande s'est développée historiquement par des incitations tarifaires



# Qu'est-ce que l'effacement ?

Un effacement est une réduction du niveau de consommation vu du réseau



Ponctuelle et non récurrente



Prévue et contractualisée



Résultant d'une action externe

On observe 3 grands modèles économiques d'effacement :

Un industriel agit sur son process



Effacement en HTA

Un site s'efface en démarrant un groupe de production interne



Effacement en HTA

Agrégat d'effacement diffus : le chauffage électrique de plusieurs clients résidentiels est temporairement coupé

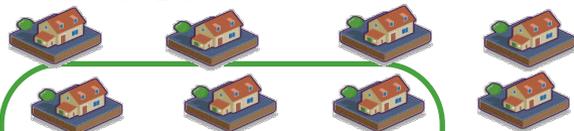


Effacement en BT

# Comment vendre de l'effacement (cas de NEBEF) ?

Acteur 1

La consommation du portefeuille du RE est estimée à 100 MWh



100

Soutirage

Le RE fait en sorte de disposer de moyens de production à hauteur de la consommation



100

Injection

L'opérateur va venir effacer 10 MWh de consommation sur le portefeuille du Fournisseur / RE1

EDE

100

90

Injection Soutirage  
RE des sites effacés

Il y a 10 MWh qui sont effacés : ce sont ces 10 MWh qui peuvent être revendus par l'opérateur d'effacement sur les marchés

NEBEF

10

Injection Soutirage  
RE de l'opérateur d'effacement

NEB

Acteur 2

10

Injection

10

Soutirage

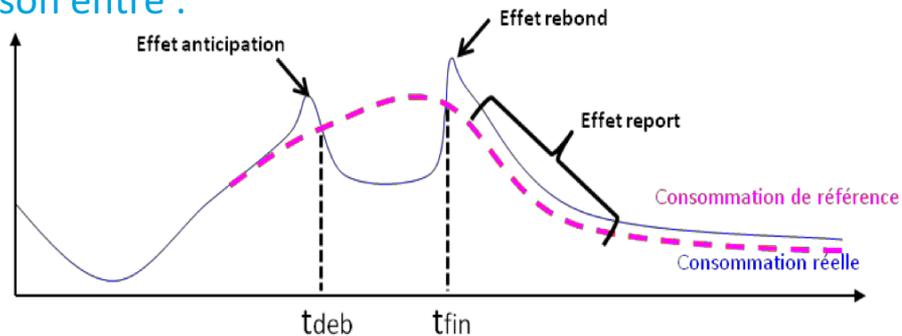


Le fournisseur des clients effacés doit être rémunéré par l'opérateur d'effacement pour les 10 MWh produits mais non vendus à ses clients et le responsable d'équilibre effacé doit voir son périmètre corrigé

# Comment mesurer l'effacement ?

L'effacement de consommation est par nature une grandeur non mesurable.  
Son estimation repose donc sur une comparaison entre :

- 1 La **courbe de référence** représentant la consommation supposée des sites si ces derniers ne s'étaient pas effacés
- 2 La **consommation réelle** de ces sites



L'estimation de l'effacement est déterminante pour :

- La rémunération de l'opérateur d'effacement
- La correction des périmètres des Responsables d'Equilibre
- Le versement financier aux Fournisseurs
- L'évaluation des impacts pour les réseaux

Les courbes proviennent :

- des GRD pour les sites télérelevés et « télérelevables » (équipés de compteurs à CdC au pas de 10')
- des opérateurs pour les autres sites

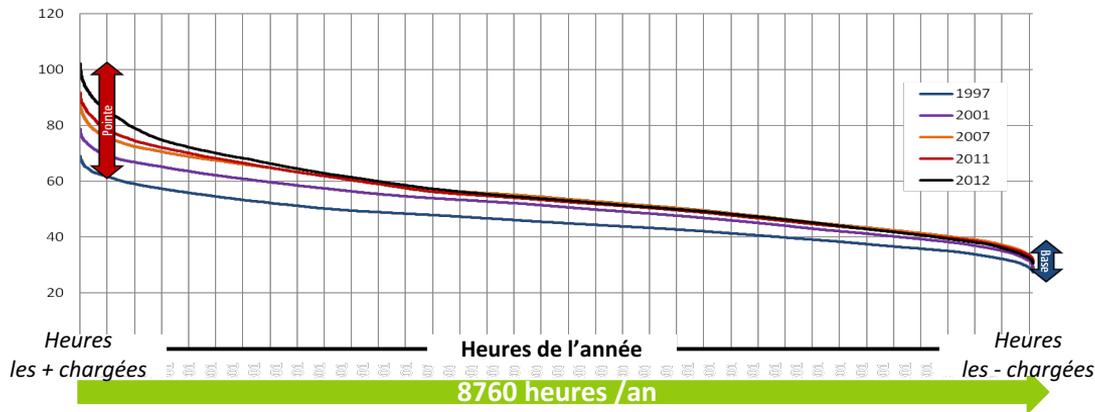
## 4 Le mécanisme de capacité

# La gestion des pointes de consommation doit évoluer pour faire face aux nouveaux modes de consommation

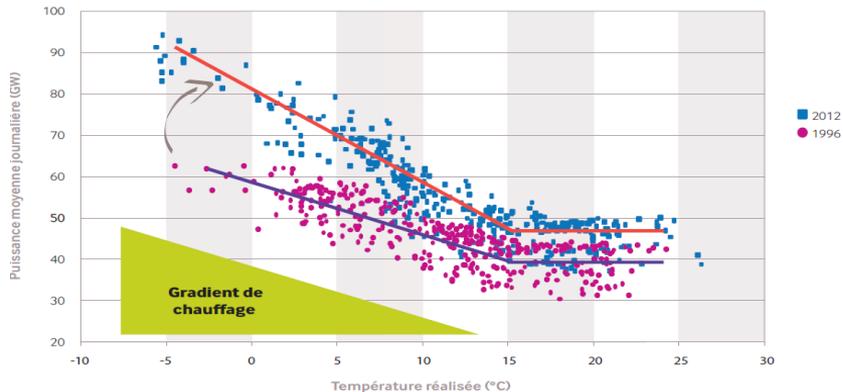
La consommation de pointe française augmente plus vite que la consommation moyenne

→ Pointe : + 33% en 10 ans

→ Consommation : + 15% en 10 ans



Le gradient de thermosensibilité de la consommation a fortement augmenté sur les dernières années



# Objectifs du mécanisme de capacité



# Architecture générale du mécanisme

Le mécanisme est construit autour de 2 piliers



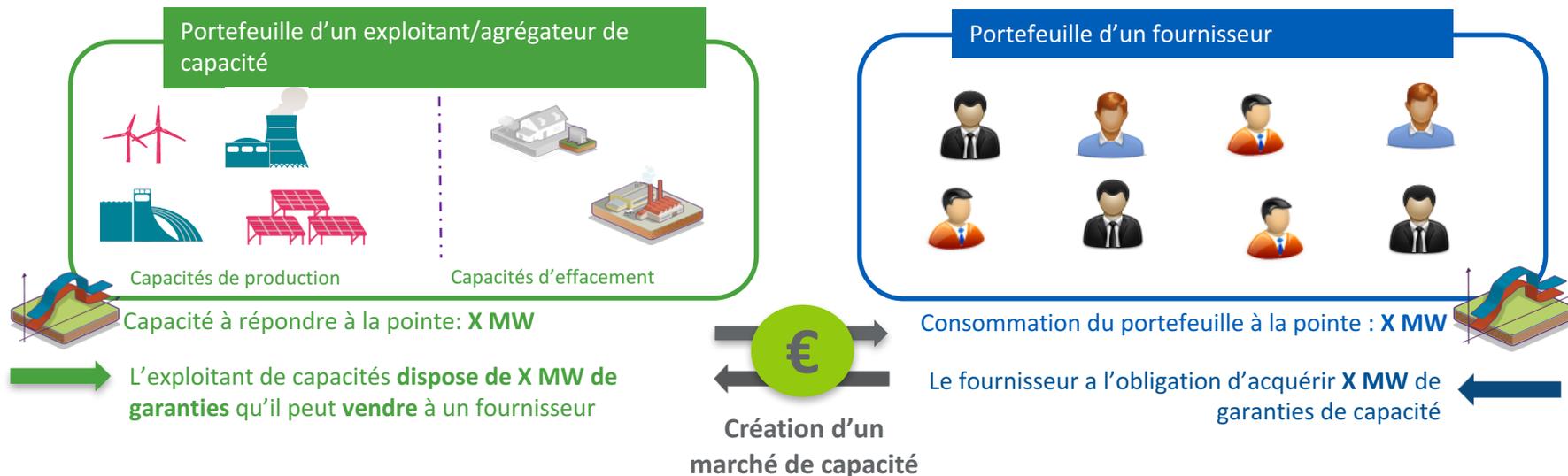
## Certification :

Les exploitants de capacités obtiennent des garanties de capacités qui attestent de leur disponibilité à la pointe en hiver



## Obligation :

Les fournisseurs et acteurs obligés sont « responsables » de la consommation de pointe hivernale de leur portefeuille



## Impacts pour le consommateur : le prix de la capacité

L'enchère du 15 décembre 2016 puis celle du 27 avril 2017, pour l'année de livraison 2017, ont fixé un prix de la capacité de ~1000 euros par certificat (0,1 MW) soit **~10 000 €/MW**

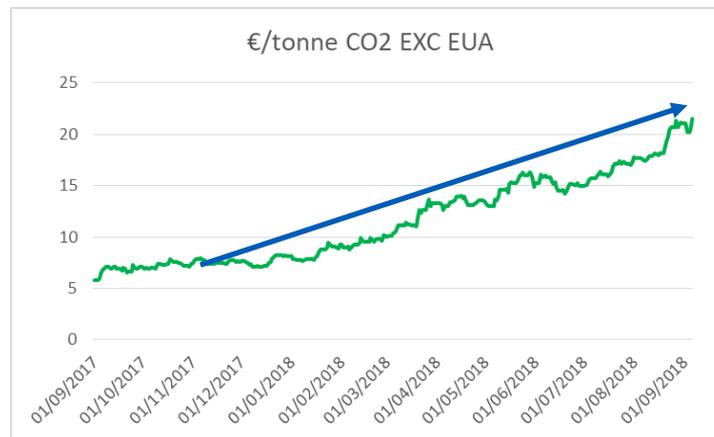
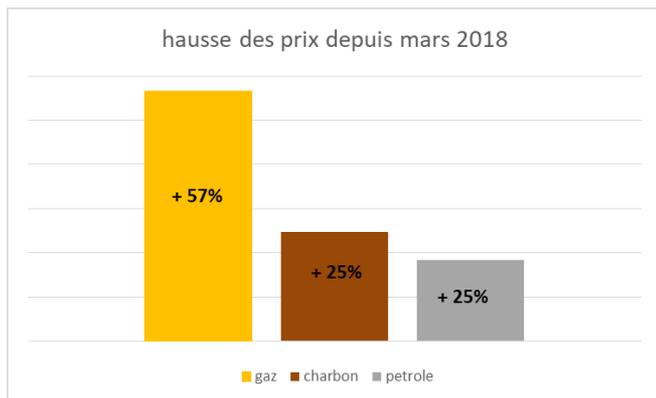
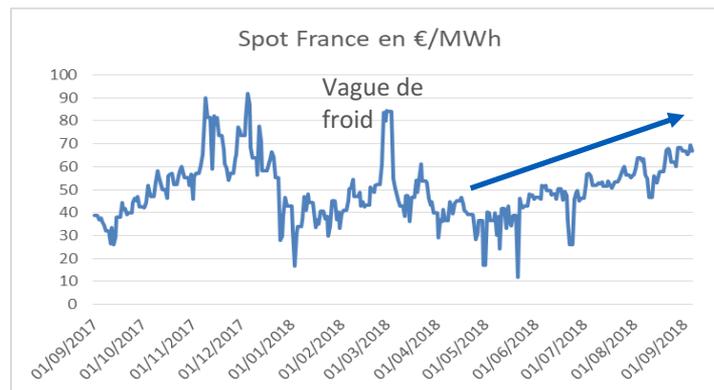
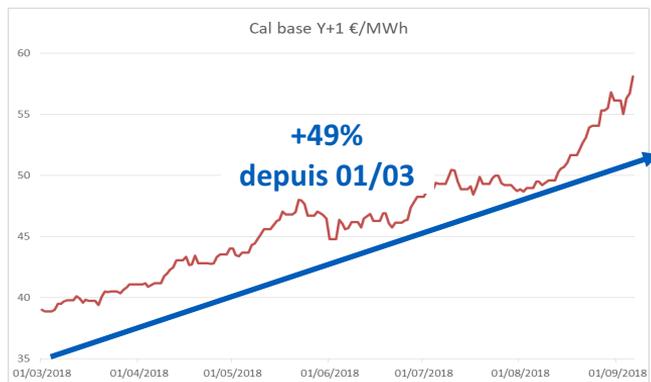
L'enchère d'avril 2018 a pour 2019 fait monter le prix à **18 k€/MW**

Ce coût de la capacité a vocation à être intégré par les fournisseurs Acteurs Obligés dans leurs coûts et leurs prix de fourniture

| Date            | Année de livraison sur laquelle l'échange porte |      |      |      |      |      |
|-----------------|---|------|------|------|------|------|
|                 | 2017  | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| 27 Avril 2017   | x   |      |      |      |      |      |
| 9 Novembre 2017 |   | x    |      |      |      |      |
| 7 Décembre 2017 |   | x    | x    |      |      |      |
| Mars 2018       |   |      | x    |      |      |      |
| Avril 2018      | x   | x    | x    |      |      |      |
| Juin 2018       |   |      | x    |      |      |      |
| Septembre 2018  |   |      | x    |      |      |      |
| Octobre 2018    |   |      | x    |      |      |      |
| Décembre 2018   |   |      | x    | x    | x    | x    |

### 3 La valorisation de la production sur le marché

# Des prix de marché globalement à la hausse sur les derniers mois, une évolution future incertaine



# Obligation d'achats: Mise à Disposition du Système Electrique (MDSE)

**Ce dispositif spécifique permet au GRT d'utiliser les moyens de production « rapide » du GRD pour ses besoins.**

Cette disposition **ne s'applique que pour les cogénérations en obligation d'achats**. Elle permet aux acteurs de cette filière de maximiser les gains de production en se mettant à disposition du GRT lors des contraintes sur l'équilibre Offre-Demande ou sur les congestions réseaux.

Deux périodes sont décrites dans l'arrêté du 11 octobre 2001 à l'origine de la « Mise à Disposition du Système Electrique »:

- ⇒ Hiver tarifaire: 1er novembre 02h du matin au 1er avril 02h du matin
- ⇒ Été tarifaire: du 1er avril 02h du matin au 1er novembre 02h du matin

3 modes de fonctionnement possibles en hiver tarifaire:

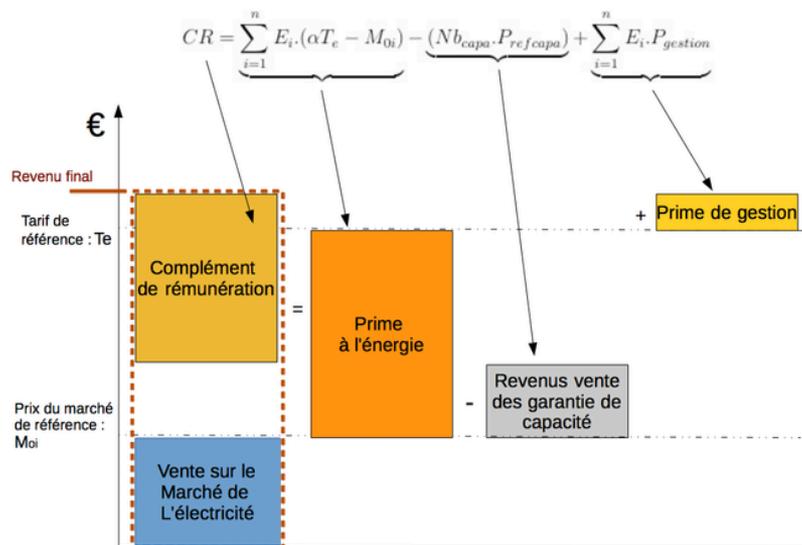
- ⇒ Continu semaine pleine: la production est faite tout au long de l'hiver tarifaire, tous les jours de la semaine.
- ⇒ Continu jour ouvrés: la production est garantie tout au long de l'hiver mais uniquement les jours ouvrés.
- ⇒ Mise à disposition du système électrique: la **décision de production de l'énergie** est prise par **l'acheteur en fonction des besoins du système électrique**.

Les acteurs sont ainsi **rémunérés pour leur disponibilité et peuvent donc valoriser les capacités installées via les primes fixes des appels d'offre RR/RC**.

**En été tarifaire le producteur a la faculté de laisser son installation en service** et de fournir à l'acheteur l'énergie produite.

# Obligations d'Achats: un nouveau mode de soutien

Le mode de soutien des EnR évolue : d'un tarif régulé, les modalités évoluent vers un accès au marché et un complément de rémunération.



on passe d'un système d'achats à prix fixe de l'énergie à **une vente sur le marché** permettant d'optimiser les valorisations :

- ⇒ Le prix de vente sur le marché de l'électricité
- ⇒ Les revenus liés à la garantie de capacité (auparavant détenue par l'acheteur obligé)
- ⇒ Un complément de rémunération lié au prix de vente de l'énergie
- ⇒ Une prime de gestion

# Obligations d'Achats : d'autres modes de valorisation ?

## Les PPA

Inspirés de réflexions engagées dans d'autres pays, notamment en Allemagne, des dispositifs d'achats de gré à gré ou « PPA », « Power Purchase Agreement » font l'objet de discussions en France. Ils visent à permettre la vente d'énergie entre un producteur et un consommateur identifiés, avec un engagement de moyen terme,

Ces contrats d'achat de l'électricité produite peuvent varier entre eux sur de nombreux points (portage du risque, constitution du prix par différence, durée du contrat etc.)

## L'autoconsommation collective

Film  
3 min



# MERCI

The background is a solid light blue color. It features a faint, white network pattern of interconnected nodes and lines. In the center, there are several overlapping, semi-transparent blue arrows pointing in various directions, creating a sense of movement and connectivity.

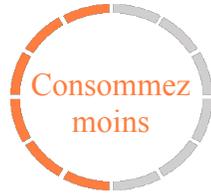
# eqjinov

Consommez moins  
Consommez mieux

# Société de services en performance énergétique

## Efficacité énergétique

10 à 30% d'économies  
d'énergie avec un temps de  
retour de moins de 3 ans.



## Flexibilité des conso. électriques

5 à 20% de gains sur le  
budget d'achat d'électricité en  
flexibilisant sa consommation.



2011

Création de la société

30

Collaborateurs

800

Clients BtoB

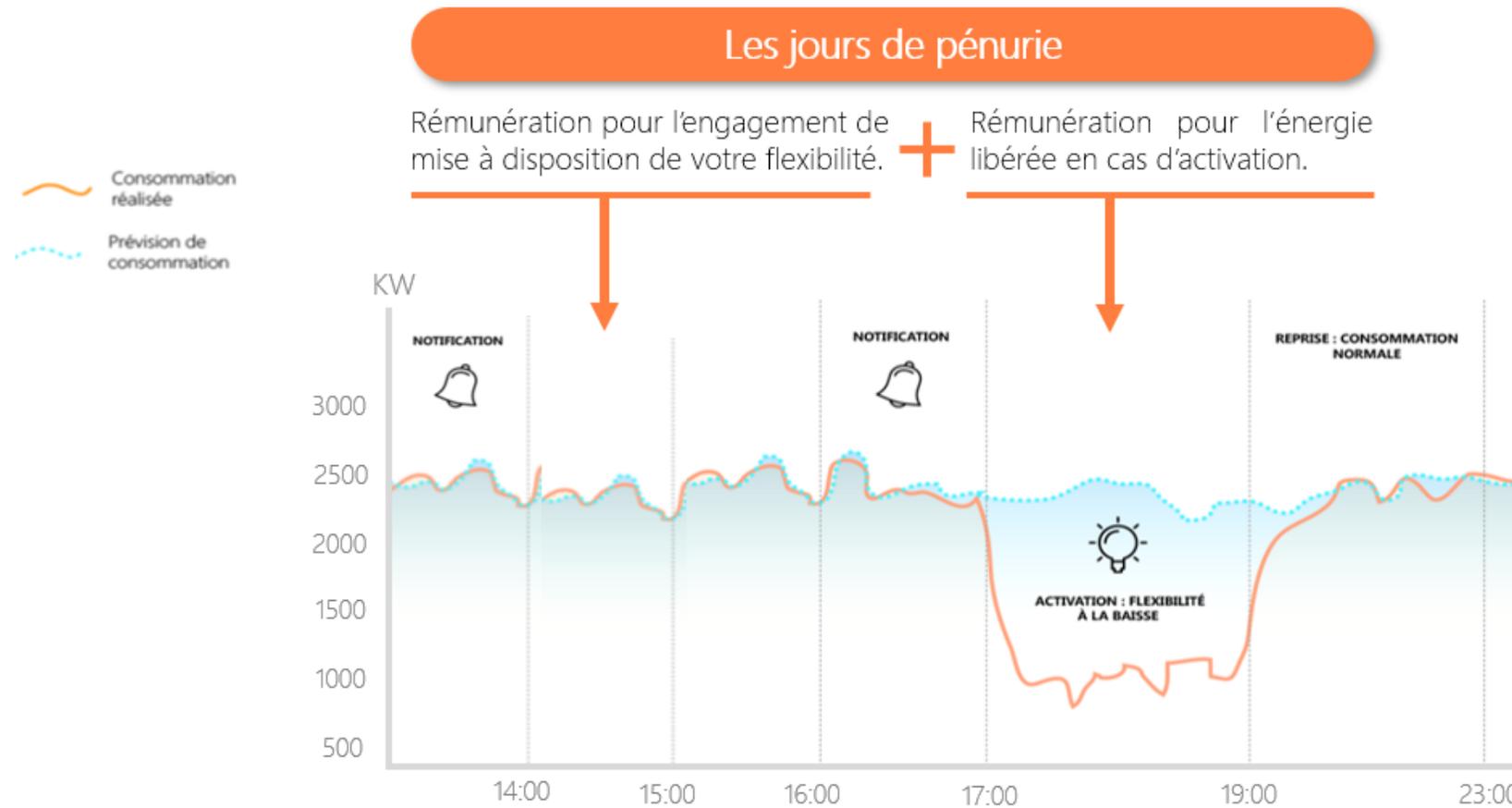
## Un **contexte de prix** de l'électricité incitant à agir

Depuis le 1er janvier 2017 existe une nouvelle charge à payer dans votre contrat de fourniture d'électricité : **l'obligation de capacité**.

Chaque consommateur génère un coût d'approvisionnement à son fournisseur **en capacité** (en plus de l'énergie consommée) qui correspond à la **puissance moyenne de sa consommation aux heures de tension du système électrique qu'il se voit désormais facturer**.

|   | 2016 | 2017 & 2018 | 2019       | À partir de 2020   |
|---|------|-------------|------------|--------------------|
| Pour 1 MW consommé en moyenne les heures de tension | 0    | 10 000€/an  | 17 000€/an | Jusqu'à 60 000€/an |

# La flexibilité de consommation, une source de gain pour le consommateur



Face aux enjeux, le consommateur est incité à valoriser sa flexibilité !

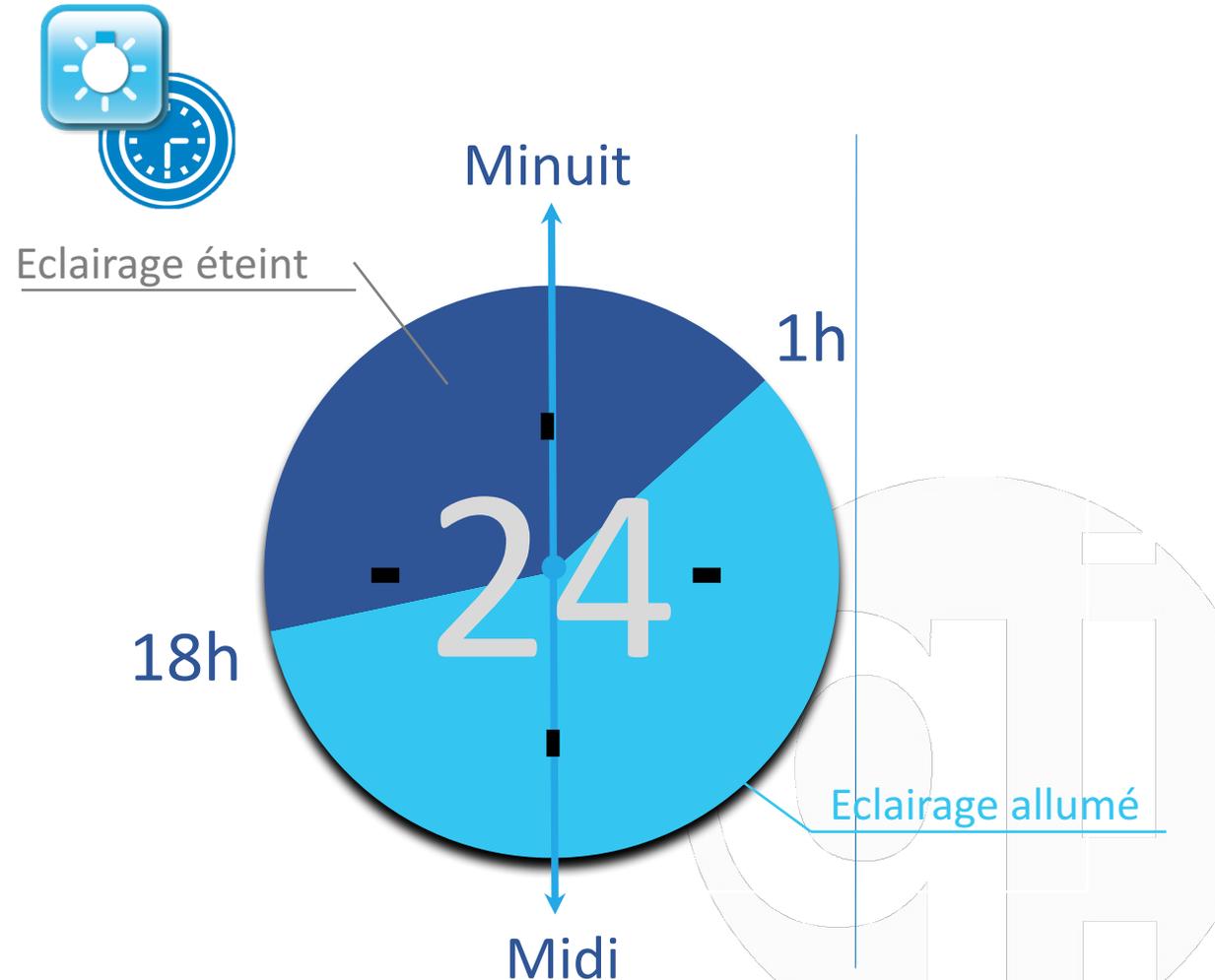
La flexibilité de consommation électrique est votre disponibilité pour moduler, sur sollicitation d'un tiers, votre consommation d'électricité les jours de pénurie ou de surplus d'électricité du système.

# Description du Programme d'éclairage quotidien



Le **besoin en éclairage** varie entre 12h et 18h par jour et 6h à 12h de nuit pour une croissance optimale des cultures.

## Exemple



# Un programme de flexibilité adapté en 2018

Délai de prévenance des activations : 15 min

Disponibilité : Janv.-Mars & Nov.-Déc. / 7h à 18h

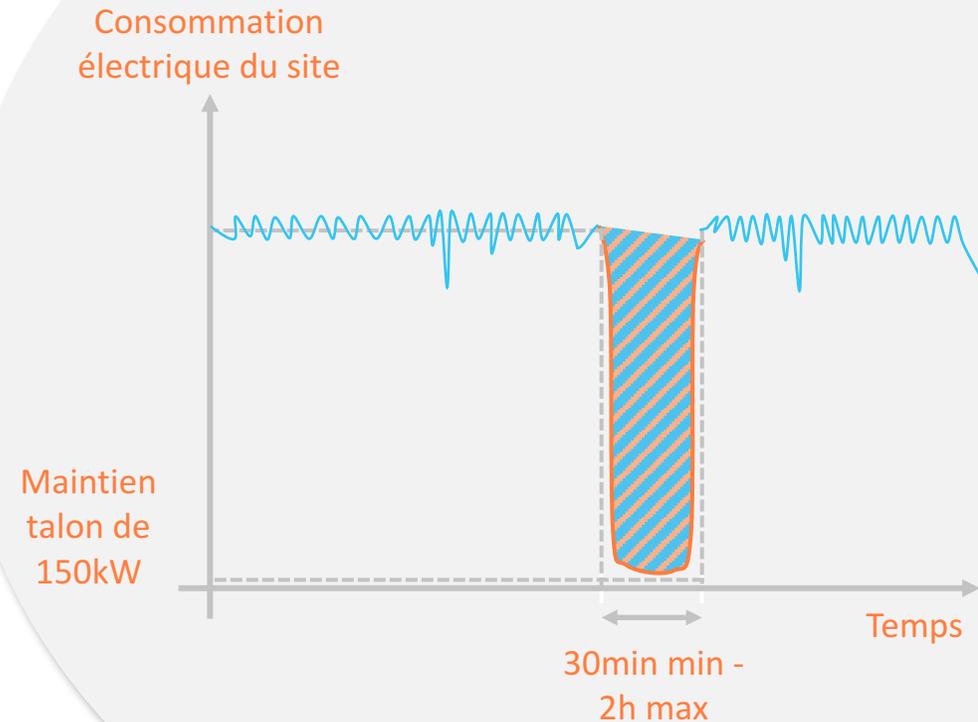
Flexibilité : Maintien d'un talon de 150kW

Durée d'activation par jour : min 30 min, max 2h

Nombre d'activations par jour : 2

Nombre de jours de disponibilité : 40 jours maximum

Nombre de jours d'activation : 25 jours maximum



# SCEA de KERNOAS en action !

Nb de jours de tension  
à date

---

Activations de  
flexibilité

---

Rémunération pour la  
disponibilité et  
l'activation

2018, année d'apprentissage

 15 jours de disponibilité

 4 activations de 2h

Déjà 50% du coût d'obligation couvert

# Un programme de flexibilité optimisé en 2019

Délai de prévenance des activations : 15 min

Disponibilité : Janv.-Mars & Nov.-Déc. / 7h à 18h

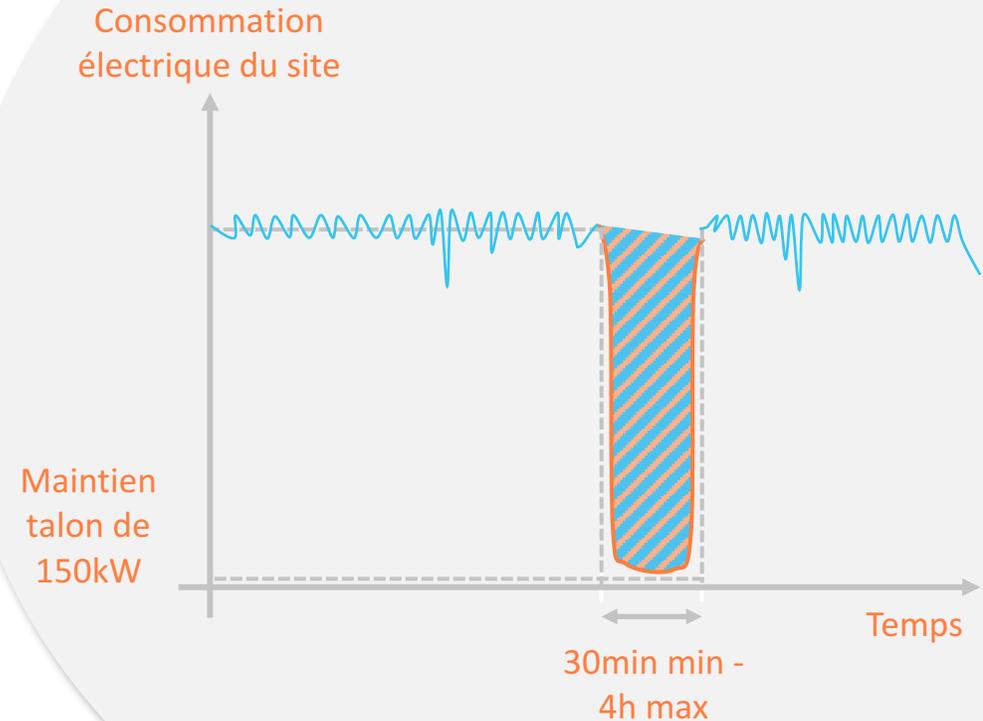
Flexibilité : Maintien d'un talon de 150kW

Durée d'activation par jour : min 30 min, max 4h

Nombre d'activations par jour : 2

Nombre de jours de disponibilité : 40 jours maximum

Nombre de jours d'activation : 25 jours maximum



# SCEA de KERNOAS engagé !

**Nb de jours de  
disponibilité**

---

**Rémunération pour la  
disponibilité et  
l'activation de la  
flexibilité**

**2019, année ambitieuse**

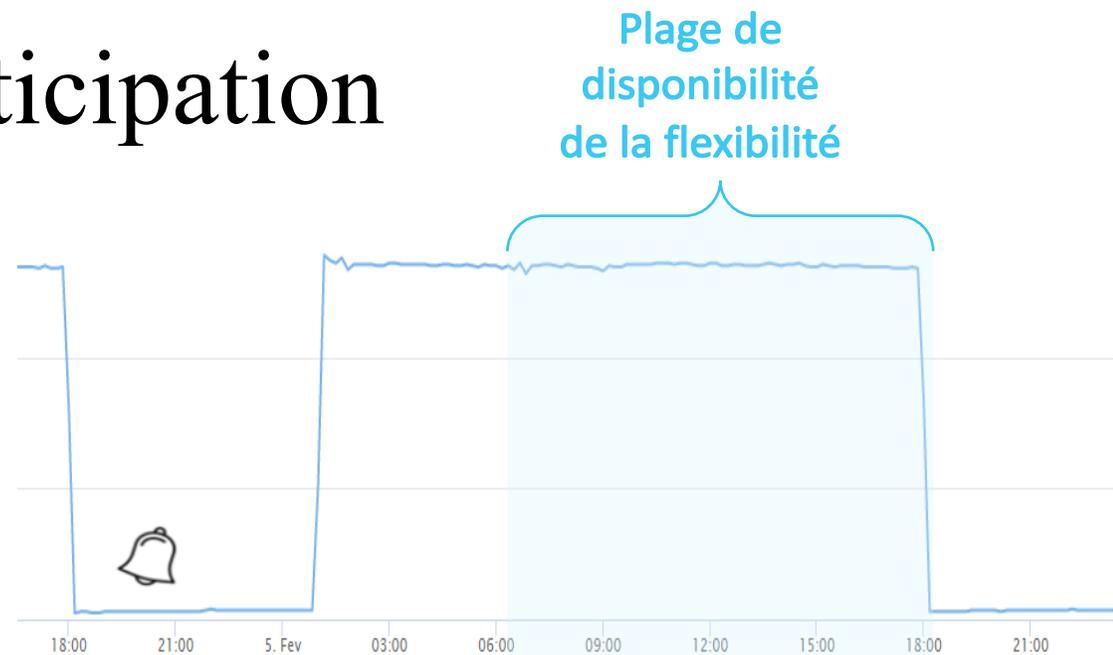
 **Maximum 40 jours de tension**

**100% du coût d'obligation couvert  
+ 10 000 € de gain net**

# Illustration du processus de participation

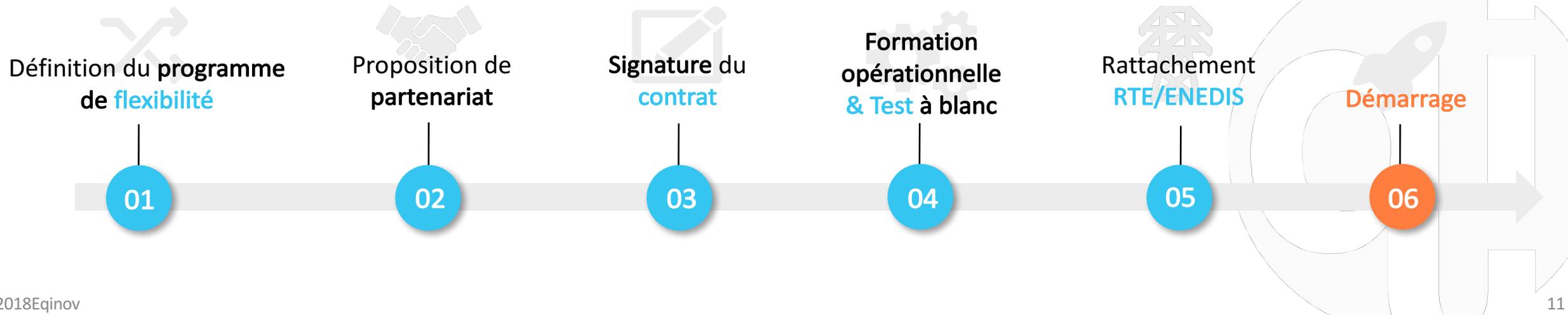
- Le 5 février était un jour de tension.
- L'alerte jour de tension a été transmise le 4 février avant 20h.
- La flexibilité de SCEA KERNOAS était disponible.
- Elle n'a pas été activée.

- Le 1<sup>er</sup> mars était un jour de tension.
- L'alerte jour de tension a été transmise le 28 février avant 20h.
- La flexibilité de SCEA KERNOAS était disponible.
- Elle a été activée entre 7h et 9h.



# Vous avez en projet d'installer un système d'éclairage ?

## Planifions la démarche





# Place aux questions

**Nicolas LECOINTE**  
Responsable Etudes & Opérations  
07 60 85 95 28  
nicolas.lecointe@eqinov.com  
www.eqinov.com





# Savéol Energies Nouvelles

Le 19.09.18



# Le Groupe ARMOR

## ARMOR



**ARMOR INDUSTRIAL CODING & PRINTING**



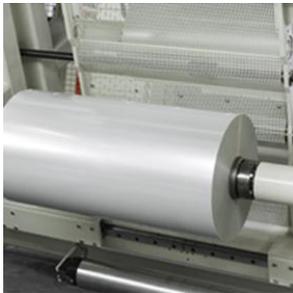
**ARMOR OFFICE PRINTING**

- Entreprise nantaise **créée en 1922**
- **1800 employés** dans le monde - 700 en France
- **Leader mondial** du ruban transfert thermique
- 2017: **CA de 256M€**
- **Plan d'investissement de 100M€** pour 2014-2018

Choix et transformation



Enduction sur film fin



### ARMOR NEW TECHS



**ARMOR BEAUTIFUL LIGHT**



**ARMOR FILMS FOR BATTERIES**



**ARMOR 3D**



**ARMOR A2I**





# ASCA<sup>©</sup>, l'innovation photovoltaïque



Source d'énergie verte: organique, procédé bas-carbone et 100% revalorisable



Léger



Fin et flexible



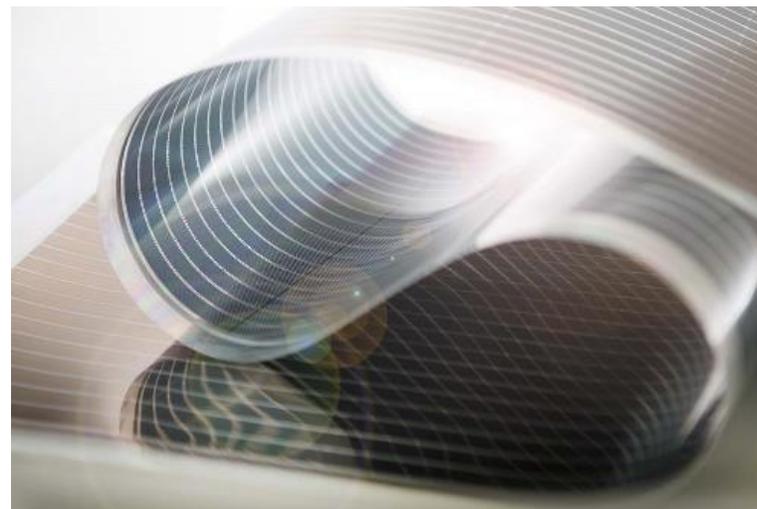
Enroulable



Semi-transparent



Conçu et fabriqué en France





# Comparatif technologies photovoltaïques



ASCA®  
Film photovoltaïque



Panneau solaire  
2<sup>ème</sup> génération



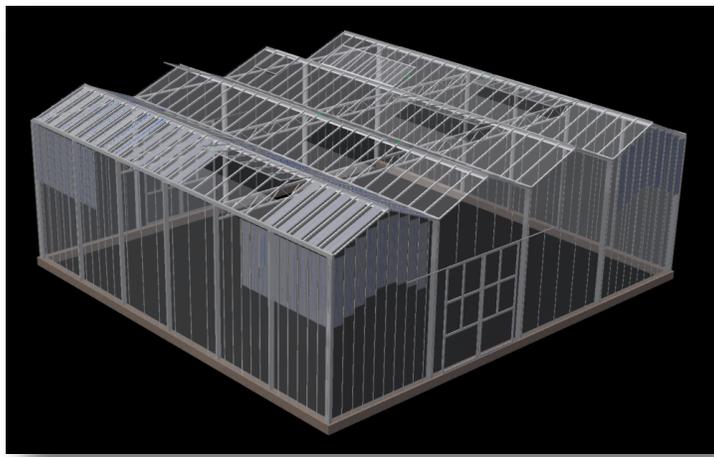
Panneau solaire  
1<sup>ère</sup> génération

|   |                     |  |   |   |
|---|---------------------|--|---|---|
|    | <b>COMPOSITION</b>  | Organique<br>Polymères   | Silicium amorphe<br>CdTe, CIGS, GaAs    | Silicium cristallin<br>Mono-multi       |
|    | <b>RENDEMENT</b>    | 4%<br>8% (fin 2019); 12% (2024)                                  | 10-15%                                  | 16-20%                                  |
|    | <b>DURÉE DE VIE</b> | 10 ans<br>15 ans (fin 2019) ; 20 ans (2024)                      | 25 ans                                  | 30 ans                                  |
|   | <b>FLEXIBILITÉ</b>  | Rayon de courbure de 2,5 cm                                      | Sur certaines technologies              | Non                                     |
|  | <b>TRANSPARENCE</b> | Semi-transparent (20% de TL)<br>40% (fin 2019); 60% (2024)       | Limitée<br>(micro-gravure)              | Non transparent                         |
|  | <b>POIDS</b>        | 450 g/m <sup>2</sup> à 800 g/m <sup>2</sup><br>Selon encapsulant | 2,1 à 18 kg/m <sup>2</sup>              | 12 kg/m <sup>2</sup>                    |
|  | <b>VERSATILITÉ</b>  | Rendement légèrement accru<br>avec la température                | Rendement réduit<br>avec la température | Rendement réduit<br>avec la température |

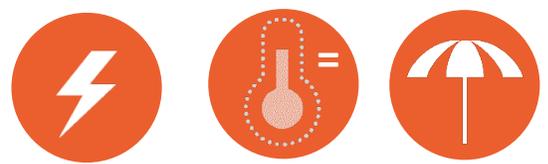
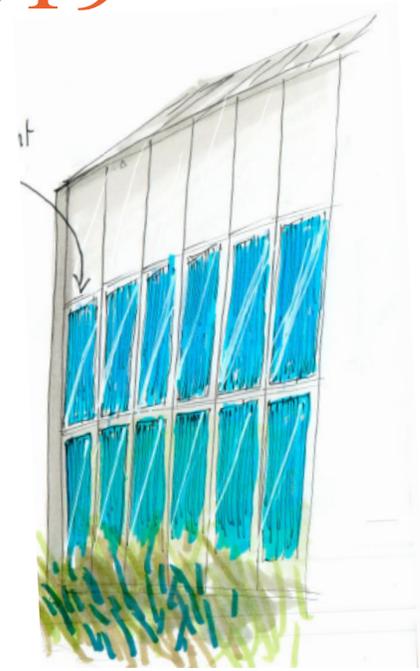
\* CdTe: Tellure de Cadmium, CIGS: Cuivre Indium Gallium Sélénium, GaAs: Arséniure de Gallium



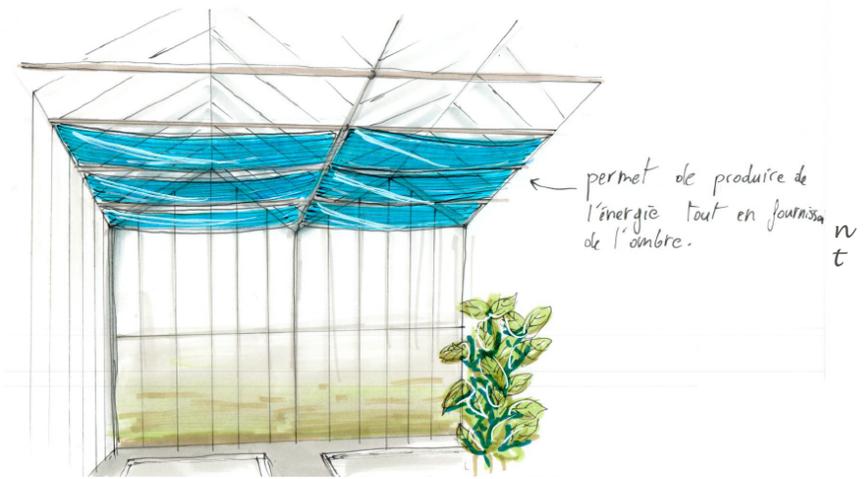
# Prototypes à venir courant 2019



Surimposition du film sur les parois verticales des serres  
Intérieur ou extérieur



Film sous forme de stores horizontaux à l'intérieur des serres





# Prochains enjeux

Applications aux Grands Abris Plastics

Quelles cultures pour quelle intégration PV ?

Autres ....



Merci!

## L'apport d'un agrégateur

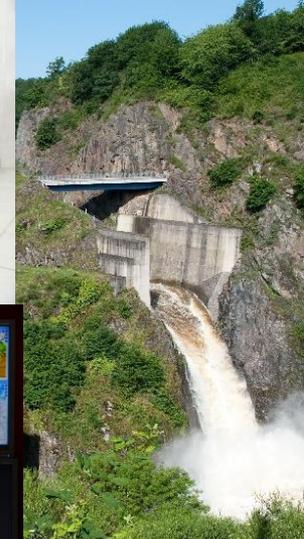
19 septembre 2018

- L'activité d'un agrégateur
- Focus sur un modèle de contrat de rachat : le PPA

**Geoffroy Turlais**

07 62 54 49 68

[geoffroy.turlais@agregio-edf.com](mailto:geoffroy.turlais@agregio-edf.com)



# L'activité d'un agrégateur

# Générer de la valeur pour des actifs au sein d'un portefeuille

- ✓ **Agregio est une filiale à 100% d'EDF Nouveaux Business, société elle-même 100% EDF SA et destinée au développement de nouvelles activités chez EDF**
- ✓ **L'activité d'un agrégateur :**

**Agréger différents actifs énergétiques au sein d'un portefeuille**

- Production décentralisée : éolien, PV, cogénération
- Capacité d'effacement de consommation
- Flexibilités de tous types : consommateur, producteur, batteries de stockage



**Dérisquer les aléas (production / marché) et optimiser la valeur générée par l'actif énergétique**

- Plate-forme « IOT » : développement d'une plate-forme IT capable d'interagir avec des objets « connectés »
- Prévisions de production et intégration de données temps réel
- Connexion automatique avec les marchés de l'électricité (marché à terme au temps réel)
- Gestion dynamique d'un pool d'actifs pour répondre aux besoins de RTE et optimiser la valeur du pool

# Anticiper et optimiser grâce à sa centrale virtuelle

## Actifs énergétiques consommateurs, producteurs, stockage



Communication avec le  
centre de supervision  
ou pilotage direct



*Prévisions, Agrégation  
& Optimisation  
24h/24 7j/7*



Informations d'exploitation  
& de disponibilité  
Potentiels d'effacement

## Mécanismes de valorisations

- Marché à terme
- Marché Spot Day Ahead
- Marché Spot Intraday
- Mécanisme de Capacité
- Services système
- Réserves rapides
- Ajustement
- Garantie d'Origine
- Consommateurs Avec Corporates PPA

# Le PPA

# Les options pour valoriser la production d'origine renouvelable

Bénéficier d'un mécanisme de soutien

- L'autoconsommation et le « complément de rémunération » sont aujourd'hui privilégiés au tarif de rachat
- Les AO CRE sont le vecteur principal de valorisation

Contractualiser un PPA

- Contrat de vente direct entre un consommateur et un producteur
- L'énergie renouvelable est localisée
- Le PPA contribue au maintien ou à la construction du parc

# Qu'est ce qu'un PPA ?

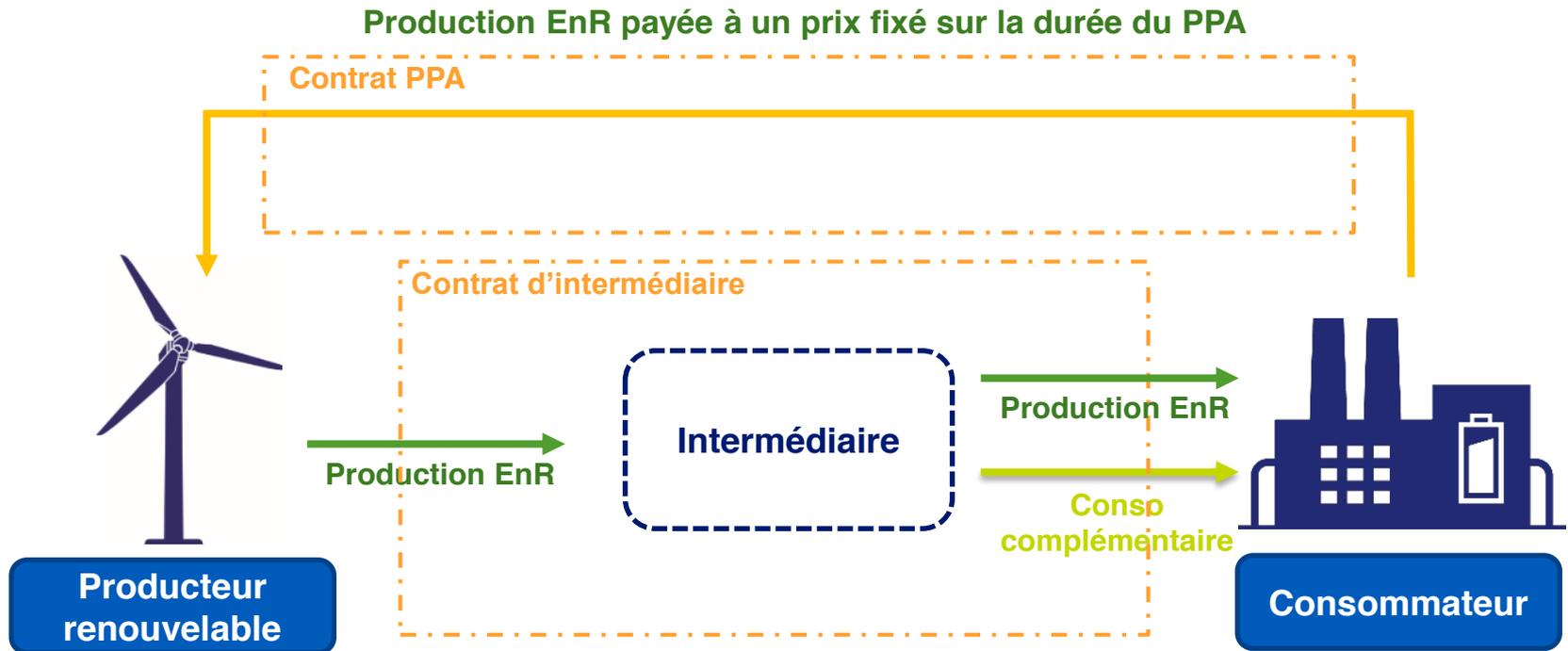
## Un Power Purchase Agreement « PPA » :

- ✓ permet à un client consommateur d'adosser tout ou partie de sa consommation à la production renouvelable de parcs EnR...
- ✓ ...en contractualisant en direct avec un producteur
- ✓ le consommateur récupère des garanties d'origines spécifiques et localisés

## Au final :

- ✓ Le prix négocié est fixé et rémunère la production et la garantie d'origine
- ✓ Le prix est sécurisé pour le producteur et le consommateur
- ✓ Les producteurs ont de la visibilité sur leurs revenus sur une période donnée. Les projets nouveaux sont ainsi « bancaables » et se réalisent, grâce au consommateur qui s'engage sur une période donnée à enlever l'énergie au producteur à un prix fixé

# La mécanique d'une offre PPA



## ✓ Montage contractuel :

- PPA entre le consommateur et le producteur
- Contrat d'intermédiaire fourniture & agrégation porté entre producteur et le consommateur

## ✓ Durée :

- Long terme (15 ans) sur des actifs nouveaux
- Moyen terme (3-5 ans) sur des actifs en fin d'obligation d'achat

# L'AUTOCONSOMMATION PHOTOVOLTAÏQUE

*Principe, contexte actuel et intérêts*

19/09/2018



**EIFFAGE**

ÉNERGIE

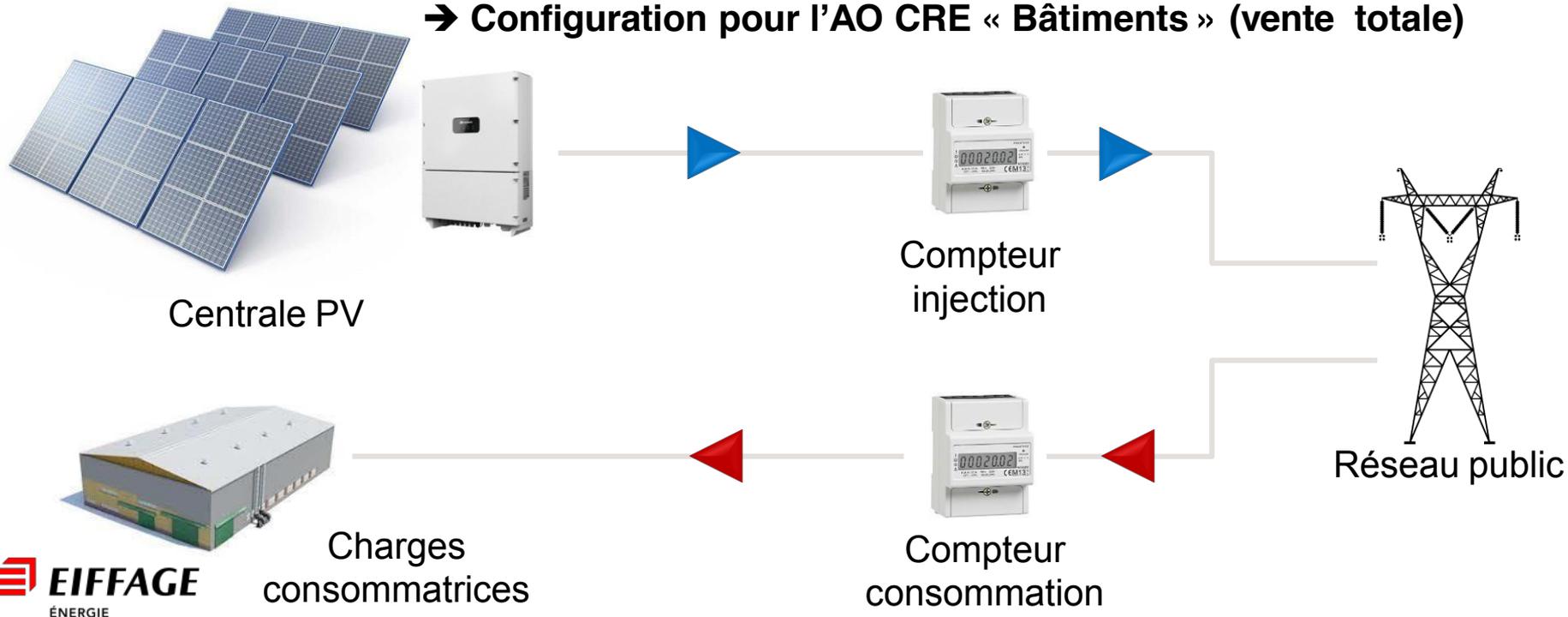
# 1. Définitions – Principe technique

- 1 définition physique, plusieurs valorisations économiques :
  - Physiquement, l'électron produit **va toujours au plus court (consommateur le plus proche)**
  - Economiquement, 3 possibilités:
    - Vente de la totalité (pas d'autoconsommation au sens économique du terme)
    - **Autoconsommation** avec vente du surplus
    - **Autoconsommation** totale (pas de vente du surplus)
- Définition des taux :
  - Taux d'autoconsommation = Production PV consommée sur place / Production PV totale
  - Taux d'autoproduction = Production PV consommée sur place / Consommation totale
  - Taux de couverture = Production PV totale / Consommation totale

# 1. Définitions – Principe technique

- **Vente totale** : vente de toute l'énergie produite, contrat de consommation indépendant (les électrons passent par le compteur d'injection puis par le celui de consommation)

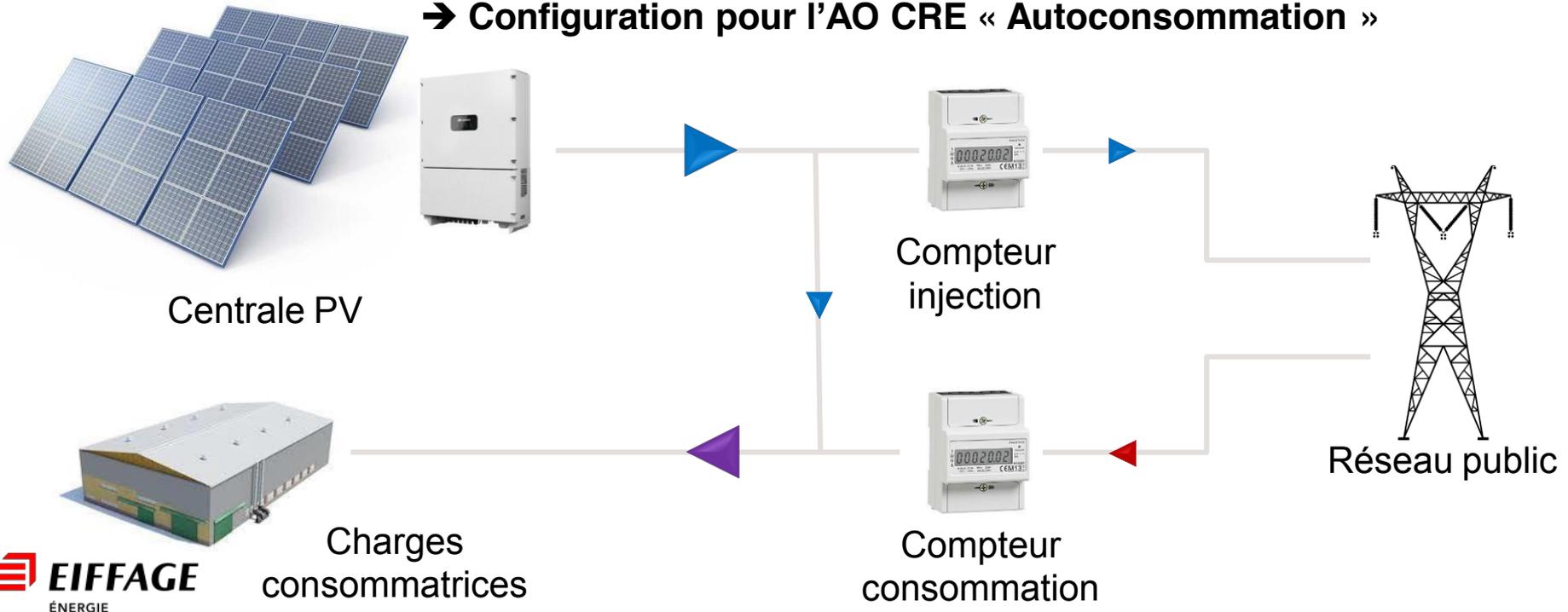
→ Configuration pour l'AO CRE « Bâtiments » (vente totale)



# 1. Définitions – Principe technique

- **Autoconsommation avec revente du surplus** : une partie de la production est consommée sur place, sans passer par les compteurs. Le surplus éventuel est vendu.

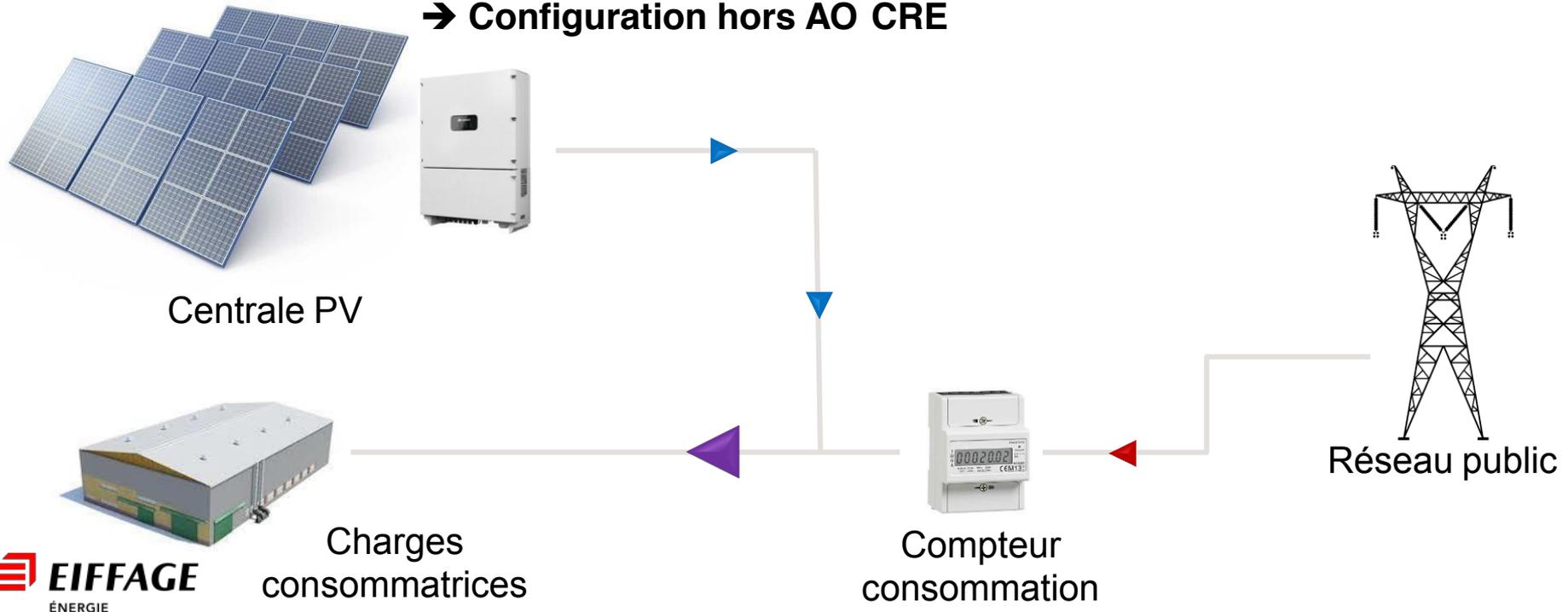
→ Configuration pour l'AO CRE « Autoconsommation »



# 1. Définitions – Principe technique

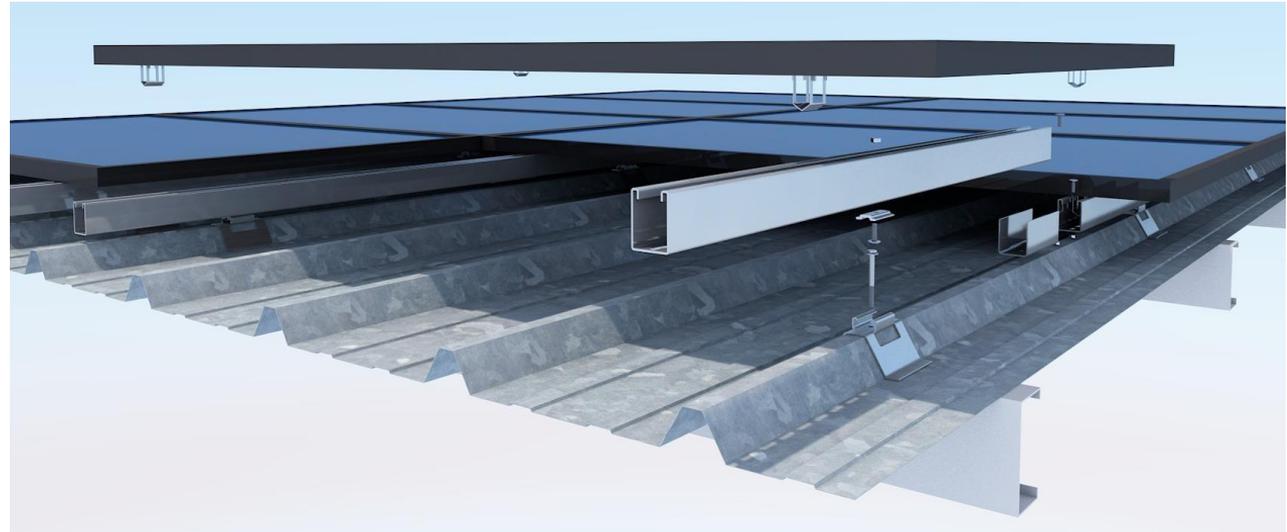
- **Autoconsommation totale** : la production est totalement consommée sur place, le surplus éventuel peut être détecté et bridé. Il n'y a pas de compteur d'injection.

→ Configuration hors AO CRE



# 1. Définitions – Principe technique

- Intégration sur la toiture :
  - La majorité des systèmes sont désormais en « intégration simplifiée au bâti » (pose des modules par-dessus une couverture par ex. bac acier)
    - ➔ **Sécurité et préservation de l'intégrité de la couverture (étanchéité)**



## 2. Contexte actuel – l'AO CRE « Autoconso »

- L'électricité photovoltaïque atteint la « parité réseau » : le coût de production de l'énergie photovoltaïque est compétitif avec les autres énergies (nucléaire, etc.)
- Les tarifs de rachat (dans le cas d'une revente totale) baissent progressivement à chaque session d'Appel d'Offre : **0,093 €/kWh** en moyenne pour la dernière session « AO CRE Bâtiments » de septembre 2017 => inférieur au coût à la consommation
- A contrario, les coûts de l'électricité consommée sont à la hausse (augmentation moyenne prévue autour de +5% par an)
- Dans ce contexte, un usage de l'électricité PV en autoconsommation (économie sur facture) devient de plus en plus pertinent.

## 2. Contexte actuel – l'AO CRE « Autoconso »

- Périmètre : toitures photovoltaïques 100 à 500 kWc (~ 600 à 3500m<sup>2</sup> de toiture)
- Prime par MWh autoconsommé (en **complément** de l'économie générée sur facture)
- Taux d'autoconsommation minimal 50%
- Calendrier dépôts de dossiers et résultats des premières périodes :

|                          | Période de dépôt des offres |   | Puissance cumulée appelée (MWc) | Nombre de projets lauréats      | Taux autoconso moyen déposé (%) | Tarif moyen demandé prime P (€/kWh) |
|--------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
|                          | Du :                        | Au :<br>(Date limite de dépôt des offres) |                                 |                                 |                                 |                                     |
| 1 <sup>ère</sup> période | 4 septembre 2017            | 25 septembre 2017 à 14h                   | 51,3                            | 145                             | > 98%                           | 0,0079 €/kWh                        |
| 2 <sup>ème</sup> période | 2 janvier 2018              | 22 janvier 2018 à 14h                     | 50                              | <i>En attente des résultats</i> |                                 |                                     |
| 3 <sup>ème</sup> période | 2 mai 2018                  | 22 mai 2018 à 14h                         | 50                              |                                 |                                 |                                     |
| 4 <sup>ème</sup> période | 3 septembre 2018            | 24 septembre 2018 à 14h                   | 50                              |                                 |                                 |                                     |
| 5 <sup>ème</sup> période | 2 janvier 2019              | 21 janvier 2019 à 14h                     | 50                              |                                 |                                 |                                     |

# 3. Intérêt - Rentabilité

|  |                  |
|--|------------------|
| Production annuelle (centrale 100kWc soit 600m <sup>2</sup> )                | 110 MWh          |
| Economie conso (avec coût conso 0,10 €/kWh et <b>taux d'autoconso 100%</b> ) | 11 000 €         |
| Prime AO CRE (complément de rémunération 0,005 €/kWh)                        | 550 €            |
| CA année 1   | <b>11 550 €</b>  |
| Investissement (CAPEX) – hypothèse 1,1 €/kWc                                 | <b>110 000 €</b> |
| Charges d'Exploitation (OPEX) – Nettoyage, visite de maintenance             | 1500 €/an        |
| Temps de retour sur investissement – hors évolution coût conso               | 15 ans           |
| Temps de retour sur investissement – avec coût conso +3% par an              | <b>11 ans</b>    |

- Le taux de rentabilité peut être amélioré par la levée de dette.
- Attention, la rentabilité est fortement dépendante :
  - Du coût de l'électricité consommée (et de son évolution future)
  - Du taux d'autoconsommation atteint → **importance de l'étude de faisabilité amont**

# 4. Démarches administratives

- La nature des démarches dépend du montage de l'installation
  - L'intégration simplifiée au bâti nécessite une déclaration préalable à l'urbanisme, cependant dans le cas d'un projet neuf, l'installation de panneaux devra être intégrée dans le permis de construire.
  - Dans le cas d'une autoconsommation totale, seule une déclaration d'autoconsommation auprès d'ENEDIS est nécessaire.
  - L'autoconsommation avec revente du surplus nécessite une convention de raccordement ainsi qu'une convention d'exploitation.

# 4. Démarches administratives

## Autoconsommation totale

|  |   |                   |
|--|---|-------------------|
| Création de société                            | Pré-études du projet (Etude de charpente, contraintes climatiques, profil de consommation...) |                   |
| Recherche de financement                       | Dépôt du PC / Demande préalable de travaux (5 mois)   | Etudes techniques |
| Proposition de financement                     | Fiche de collecte de renseignement ENEDIS avec PC/DPT   |                   |
| Acceptation financement                        | Emission PTF (3 mois)   | Travaux           |
|  | Emission Convention d'exploitation  |                   |
|  | Consuel   |                   |
|  | Mise en service   |                   |
| Mise en service industrielle de l'installation |   |                   |

Périmètre de l'offre EIFFAGE ENERGIE

- Temps de réalisation du projet : 10 mois

# 4. Démarches administratives

## Revente du surplus

|  |   |                   |
|--|---|-------------------|
| Création de société                            | Pré-études du projet (Etude de charpente, contraintes climatiques, profil de consommation...) |                   |
| Recherche de financement                       | Dépôt du PC / Demande préalable de travaux (5 mois)   | Etudes techniques |
| Proposition de financement                     | Fiche de collecte de renseignement ENEDIS avec PC/DPT   |                   |
| Acceptation financement                        | Emission PTF (3 mois)   |                   |
|  | Acceptation PTF + acompte (3 mois maxi)   |                   |
|  | Emission Convention de raccordement   | Travaux           |
|  | Acceptation CR + acompte (3 mois maxi)  |                   |
|  | Emission Convention d'exploitation  |                   |
|  | Contrat d'accès et exploitation, Consuel  |                   |
|  | Mise en service   |                   |
| Mise en service industrielle de l'installation |   |                   |

Périmètre de l'offre EIFFAGE ENERGIE

- Temps de réalisation du projet : 24 mois

# 5. Exemples de références EIFFAGE

- Centrales au sol
    - Centrales de 2 à 300 MWc installés
- Ex : Centrale de Cestas (300 MWc)



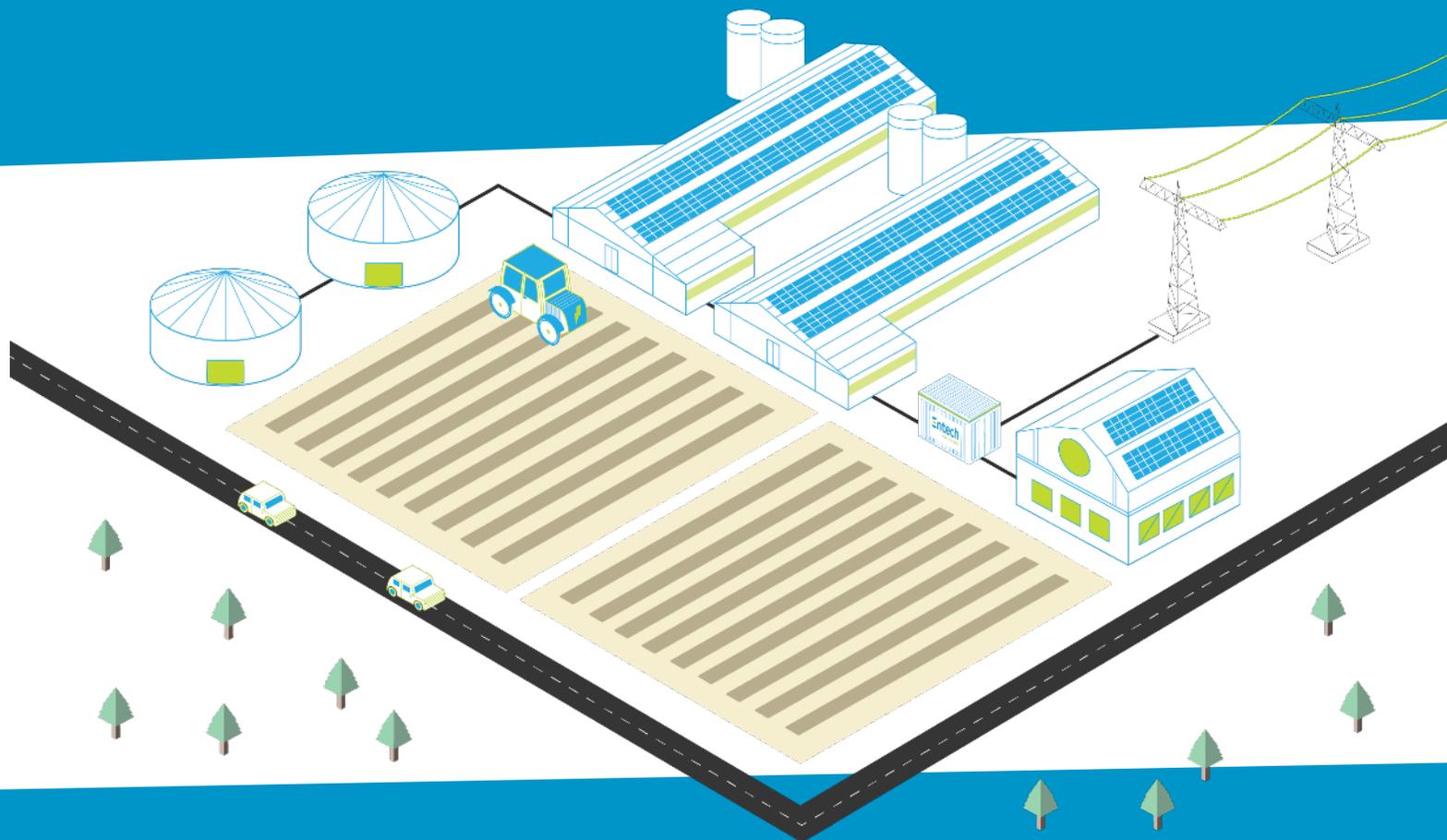
# 5. Exemples de références EIFFAGE

- Centrales en toiture
    - Centrales de 100 KWc à 1 MWc
- Ex : Centrale de Chasseneuil (100 KWc)





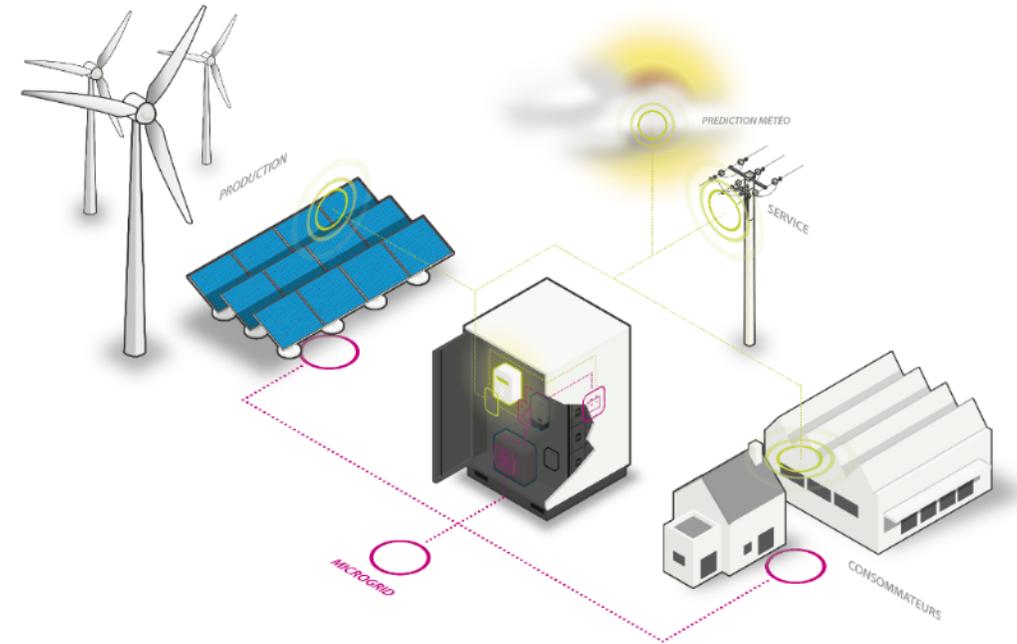
**EIFFAGE ENERGIE AQUITAINE**  
**Département Production d'Énergie**  
251, rue de la Ferronnerie – 40600 BISCARROSSE



# L'entreprise Entech SE

- Solutions de conversion d'énergie optimisées et intelligentes pour les **Smart-Grids**
- **Jeune Entreprise Innovante (JEI)** créée en février 2016
- SAS au Capital social de 200 000€ (2M€ en 2018)
- Deux fondateurs : Christopher Franquet et Laurent Meyer
- 27 collaborateurs et des recrutements en cours

Adresse : 13 route de l'innovation 29000 Quimper  
Mail : [contact@entech-se.com](mailto:contact@entech-se.com)  
Web : [www.entech-se.com](http://www.entech-se.com)



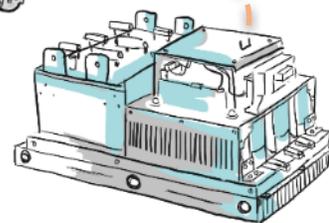
# Les activités



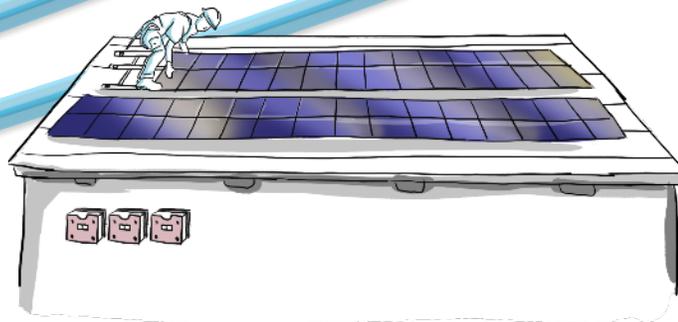
- » Engineering / Suivi de projet
- » Études Techniques / Energétiques



- » Supervision / Exploitation
- » SAV / Astreintes



- » Conception électronique puissance / commande
- » Développement d'algorithmes de pilotage



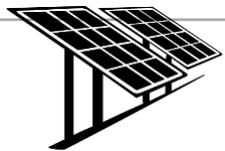
- » Construction, installation
- » Mise en service France et International



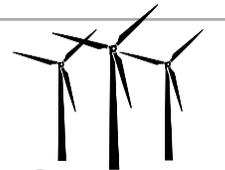
- » Intégration de matériel dans des Shelters / Armoires
- » Process Industriel

# Notre savoir faire

## PRODUCTION



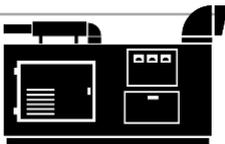
Photovoltaïque



Parc Éolien



Ferme hydrolienne



Groupe électrogène

## SERVICES



Soutien Tension



Écrêtage



Demand-Response



Soutien Fréquence

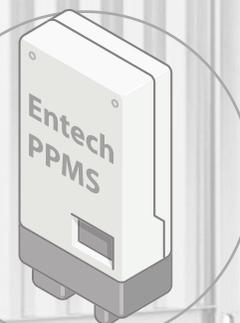


Lissage production



Effacement

## CONVERSION



## STOCKAGE



Batterie



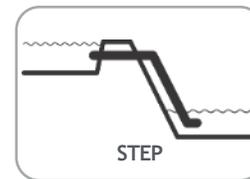
Supercapa



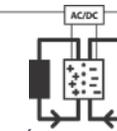
Volant d'inertie



Hydrogène



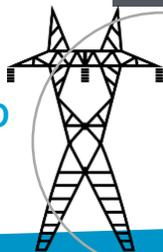
STEP



Électrolyte circulants

## CONSOMMATEURS

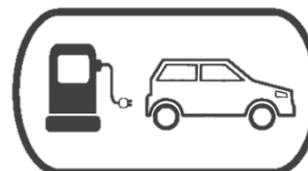
ON GRID



OFF GRID



## MOBILITE ELECTRIQUE

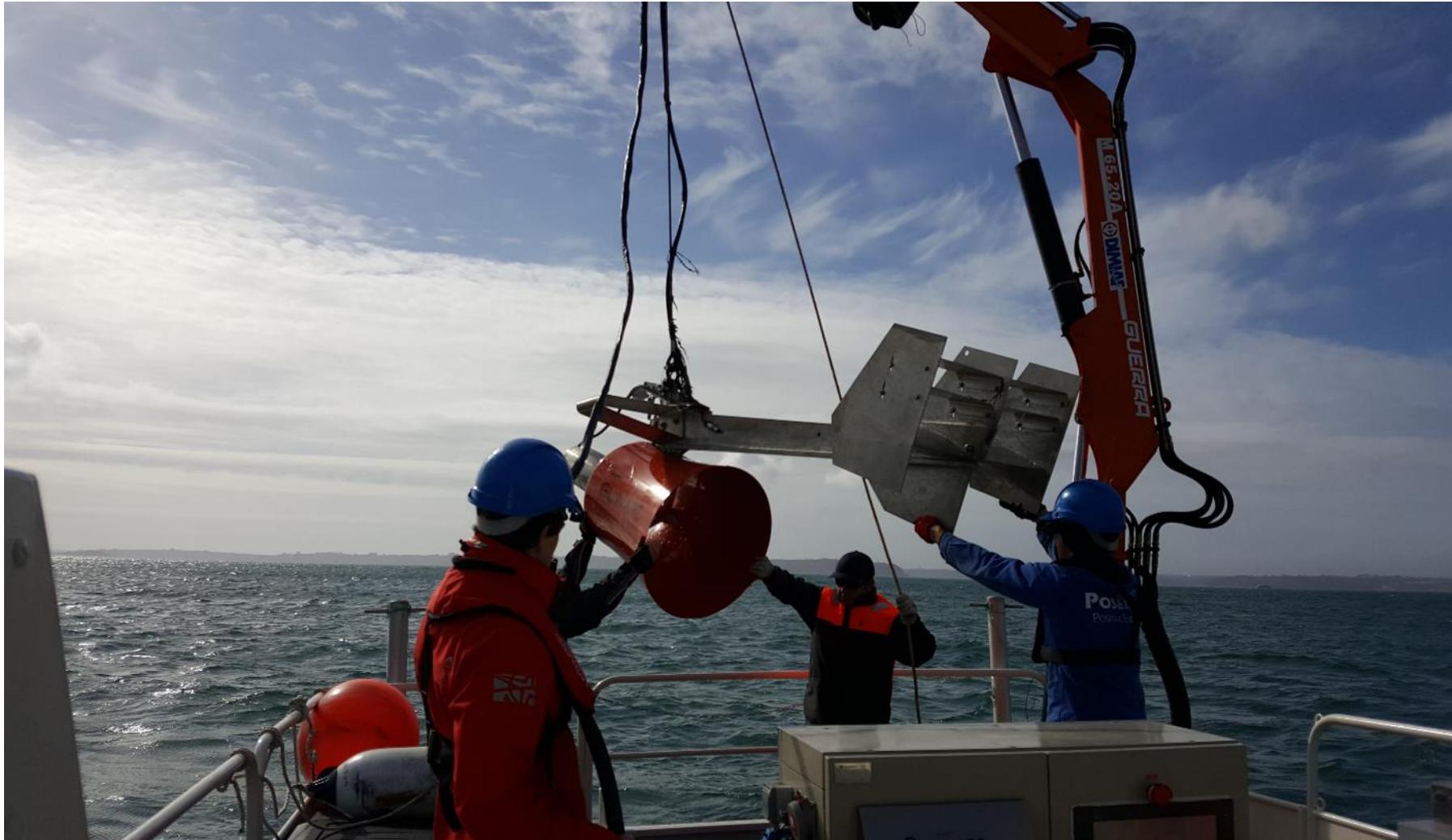


**Entech**  
smart energies

Conversion et stockage de l'énergie

# Réalisations

# Exemples de réalisations



# Exemples de réalisations



# Exemples de réalisations



# Exemples de réalisations



# Exemples de réalisations



# Exemples de réalisations



# Exemples de réalisations



# Photovoltaïque en autoconsommation totale

Un cas d'étude

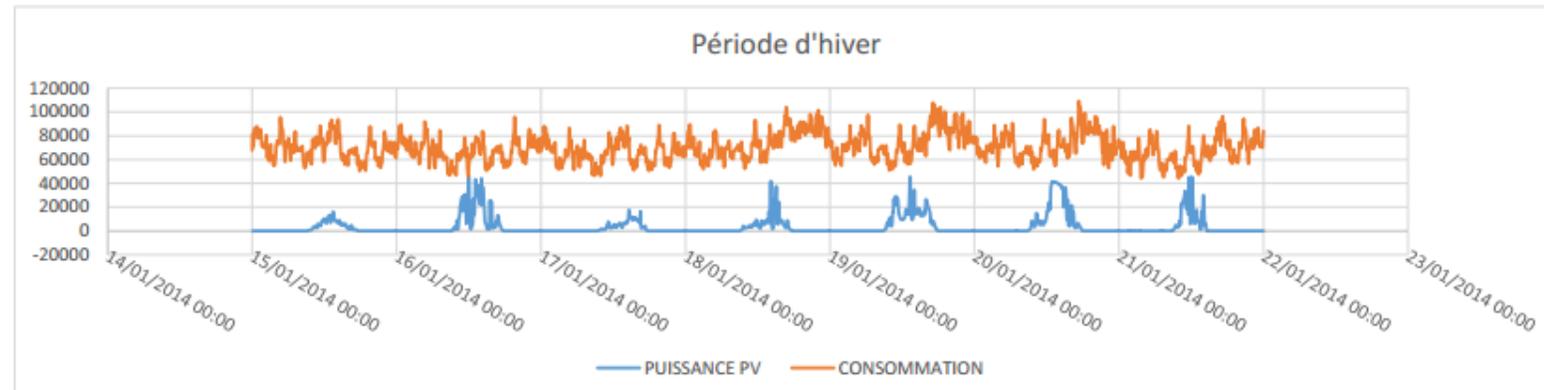
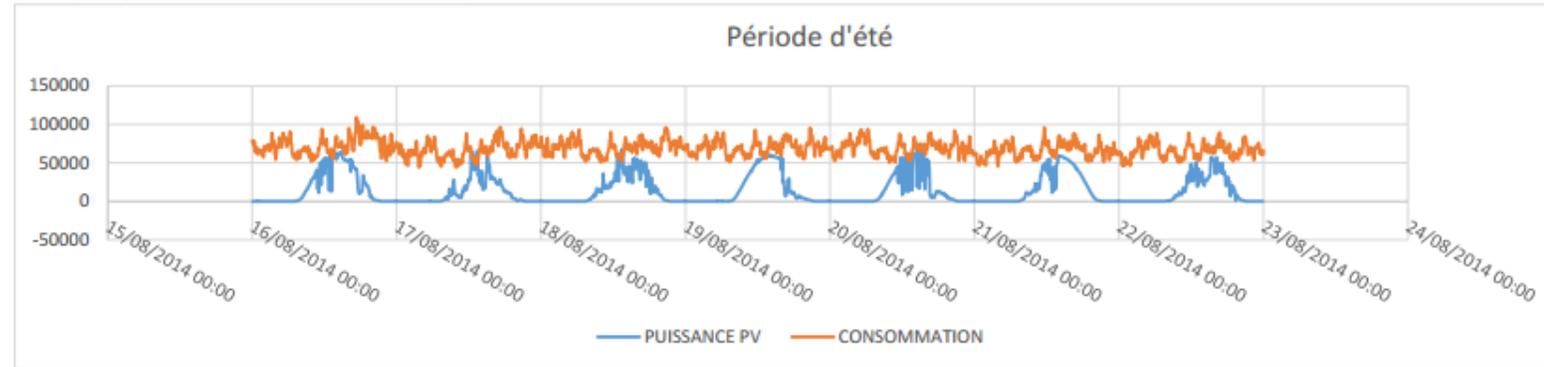
# Elevage porcin – Côtes d'Armor



# Déroulement du projet

- » Mesure des consommations
- » Etude des taux d'autoconsommation et d'autoproduction
- » Détermination de la puissance retenue
- » Etude technique du projet
- » Chiffrage et simulation économique de l'investissement
- » Démarches administratives
- » Réalisation de l'installation et mise en service

### 3.2 Analyse sur deux semaines été/hiver :



| DONNÉES INSTALLATION    |                | INVESTISSEMENT                  |          | IMPACT BANCAIRE |           | CHARGES ANNUELLES |       | INCIDENTS        |       |
|-------------------------|----------------|---------------------------------|----------|-----------------|-----------|-------------------|-------|------------------|-------|
| Puissance installation  | 99,11 kW       | Installation PV                 | 96 103 € | Durée           | 10 années | Compteur EDF      | - €   | Prise de tension | 4,04  |
| Tarif kWh consommation* | 9,458 c€/kWh   | Vérification montage par ENEDIS | 100 €    | Taux            | 1,20%     | Assurances        | 192 € | Perte modules    | -0,24 |
| Tarif revente surplus   | 0 c€/kWh       | Frais divers                    | 0 €      | Annuité         | 10 267 €  | Maintenance       | 600 € | Main d'œuvre     | 0,54  |
| Capacité                | 1017 kWh/Wo.an | TOTAL                           | 96 203 € |                 |           | Autres            | - €   |                  |       |
| Production annuelle**   | 100766 kWh     |                                 |          |                 |           | TOTAL             | 792 € |                  |       |

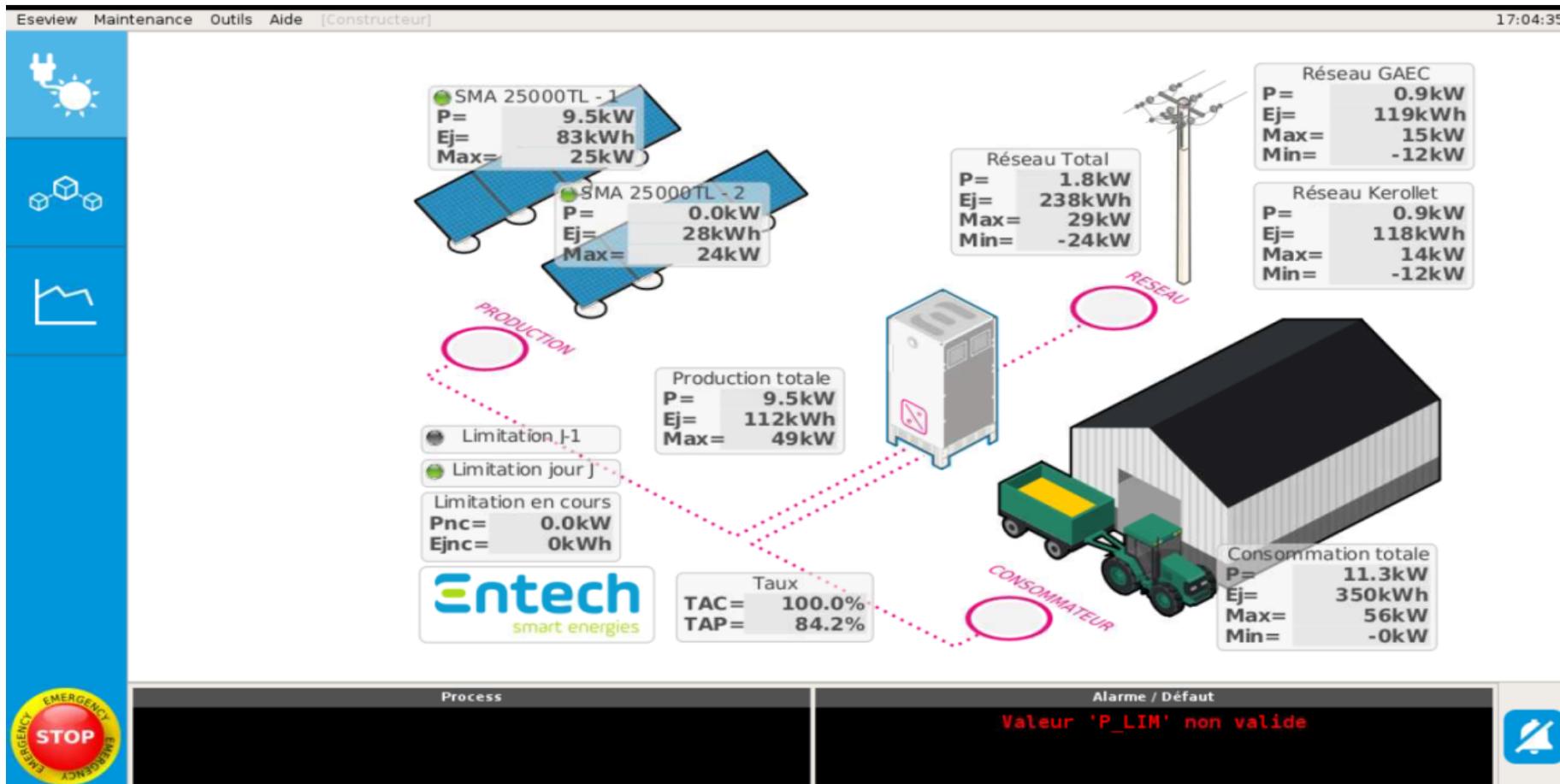
| PROFIT |                   | CHARGES |          | RÉSULTAT BRUT D'EXPLOITATION |            |            |
|--------|-------------------|---------|----------|------------------------------|------------|------------|
| Année  | Economies énergie | Prime   | Emprunt  | Charges                      | EBE annuel | EBE Cumulé |
| 1      | 9 732 €           | - €     | 10 267 € | 792 €                        | (1 327) €  | (1 327) €  |
| 2      | 10 102 €          | - €     | 10 267 € | 796 €                        | (961) €    | (2 288) €  |
| 3      | 10 472 €          | - €     | 10 267 € | 800 €                        | (695) €    | (2 983) €  |
| 4      | 10 841 €          | - €     | 10 267 € | 804 €                        | (230) €    | (3 113) €  |
| 5      | 11 211 €          | - €     | 10 267 € | 808 €                        | 136 €      | (2 977) €  |
| 6      | 11 581 €          | - €     | 10 267 € | 812 €                        | 502 €      | (2 475) €  |
| 7      | 11 951 €          | - €     | 10 267 € | 816 €                        | 868 €      | (1 607) €  |
| 8      | 12 321 €          | - €     | 10 267 € | 820 €                        | 1 234 €    | (373) €    |
| 9      | 12 691 €          | - €     | 10 267 € | 824 €                        | 1 600 €    | 1 227 €    |
| 10     | 13 060 €          | - €     | 10 267 € | 828 €                        | 1 966 €    | 3 193 €    |
| 11     | 13 430 €          | - €     | 832 €    | 12 598 €                     | 15 791 €   | 15 791 €   |
| 12     | 13 800 €          | - €     | 836 €    | 12 964 €                     | 28 755 €   | 28 755 €   |
| 13     | 14 170 €          | - €     | 840 €    | 13 330 €                     | 42 085 €   | 42 085 €   |
| 14     | 14 540 €          | - €     | 844 €    | 13 696 €                     | 55 790 €   | 55 790 €   |
| 15     | 14 909 €          | - €     | 848 €    | 14 062 €                     | 69 842 €   | 69 842 €   |
| 16     | 15 279 €          | - €     | 852 €    | 14 427 €                     | 84 249 €   | 84 249 €   |
| 17     | 15 649 €          | - €     | 856 €    | 14 793 €                     | 99 062 €   | 99 062 €   |
| 18     | 16 019 €          | - €     | 860 €    | 15 159 €                     | 114 222 €  | 114 222 €  |
| 19     | 16 389 €          | - €     | 864 €    | 15 525 €                     | 129 746 €  | 129 746 €  |
| 20     | 16 758 €          | - €     | 868 €    | 15 891 €                     | 145 637 €  | 145 637 €  |
| 21     | 16 758 €          | - €     | 872 €    | 15 897 €                     | 161 524 €  | 161 524 €  |
| 22     | 17 128 €          | - €     | 876 €    | 16 263 €                     | 177 777 €  | 177 777 €  |
| 23     | 17 498 €          | - €     | 880 €    | 16 619 €                     | 194 395 €  | 194 395 €  |
| 24     | 17 868 €          | - €     | 884 €    | 16 984 €                     | 211 389 €  | 211 389 €  |
| 25     | 18 238 €          | - €     | 887 €    | 17 350 €                     | 228 730 €  | 228 730 €  |

| EBE CUMULÉ |            |
|------------|------------|
| Année      | EBE Cumulé |
| 1          | (1 327) €  |
| 2          | (2 288) €  |
| 3          | (2 983) €  |
| 4          | (3 113) €  |
| 5          | (2 977) €  |
| 6          | (2 475) €  |
| 7          | (1 607) €  |
| 8          | (373) €    |
| 9          | 1 227 €    |
| 10         | 3 193 €    |
| 11         | 15 791 €   |
| 12         | 28 755 €   |
| 13         | 42 085 €   |
| 14         | 55 790 €   |
| 15         | 69 842 €   |
| 16         | 84 249 €   |
| 17         | 99 062 €   |
| 18         | 114 222 €  |
| 19         | 129 746 €  |
| 20         | 145 637 €  |
| 21         | 161 524 €  |
| 22         | 177 777 €  |
| 23         | 194 395 €  |
| 24         | 211 389 €  |
| 25         | 228 730 €  |

\* Selon estimation de l'ONDSI - PSEIS  
 \*\* Selon estimation de l'ONDSI - PSEIS  
 Résultat brut à 20 ans : 145 637 €  
 Résultat brut à 25 ans : 228 730 €  
 Hypothèse : 100% d'autoconsommation  
 \* calcul du coût kWh consommé :  
 RPE : 11,69 Correspond à 25% de la production photovoltaïque  
 RPE : 9,544 Correspond à 65% de la production photovoltaïque  
 Coût du kWh moyen annualisé : 9,458 €/an

# Supervision



# Elevage porcin – Côtes d'Armor





## Gestion globale de l'énergie sur une exploitation agricole

- » Production photovoltaïque
- » Fourniture du système de commande du méthaniseur
- » Pilotage des consommateurs
- » Raccordement réseau
- » Exploitation et supervision

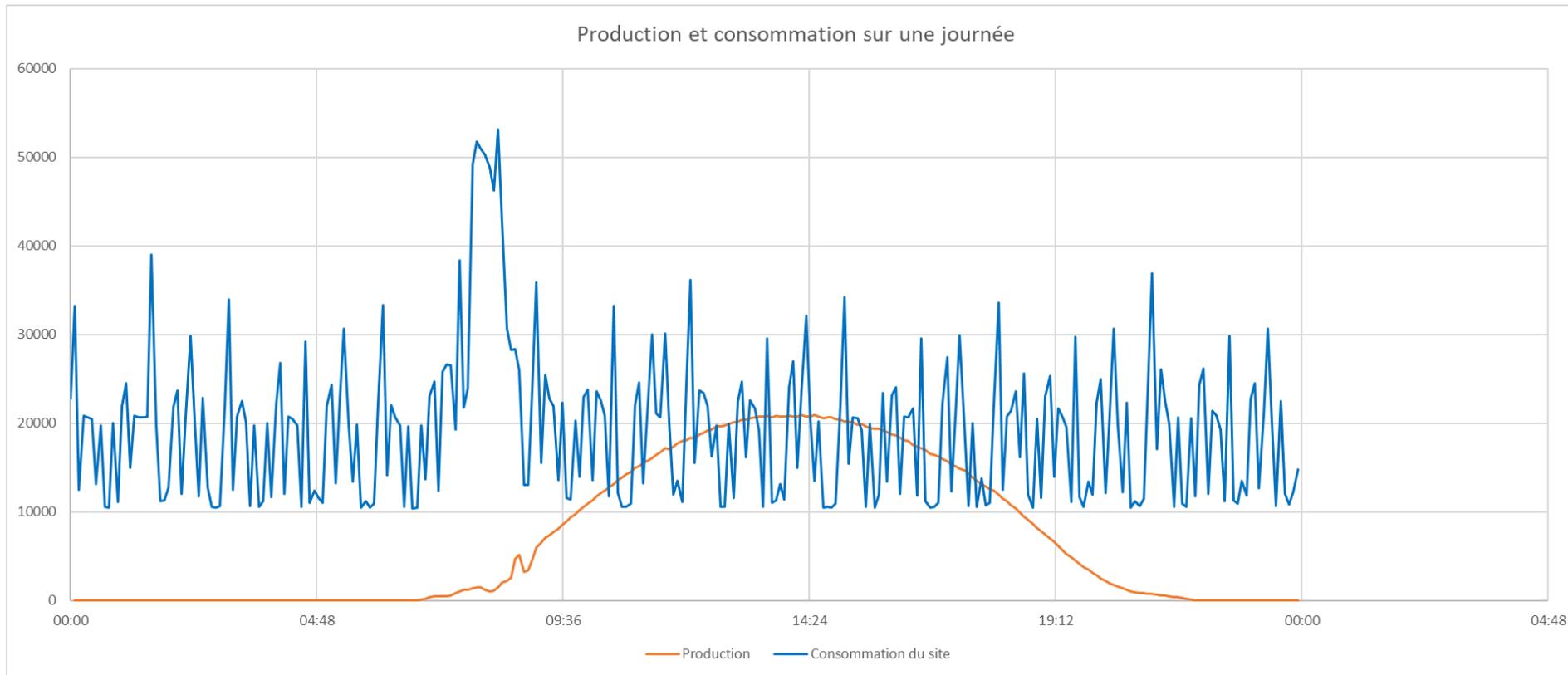
**-> Adaptation aux consommations du site pour une gestion optimale**

*Centrale photovoltaïque sur élevage laitier avec méthanisation*

# Photovoltaïque avec stockage

Une réalisation en cours

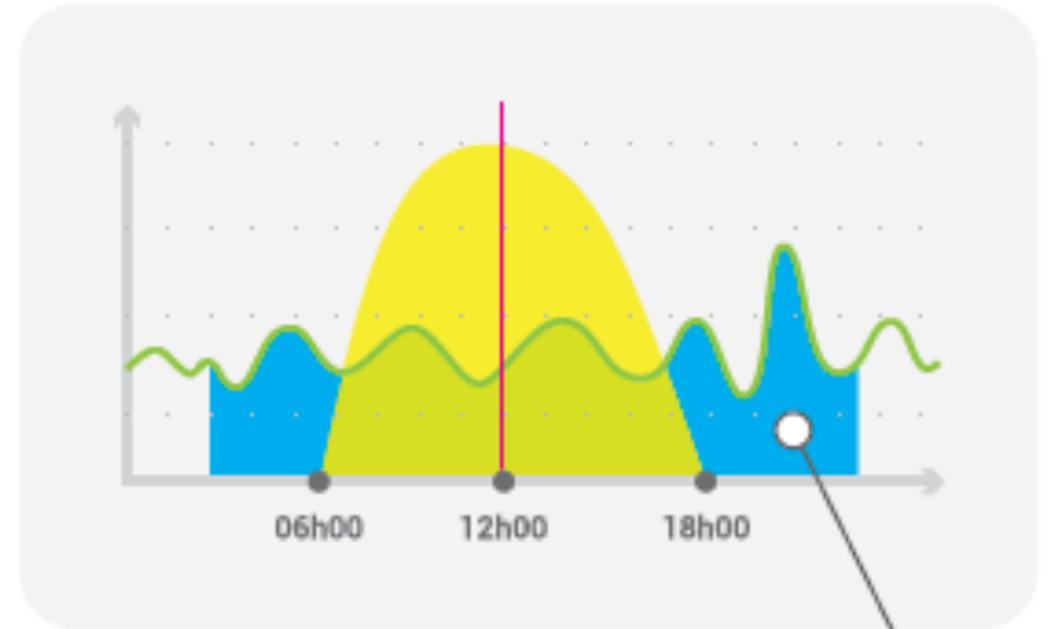
# Photovoltaïque avec stockage



# Photovoltaïque avec stockage

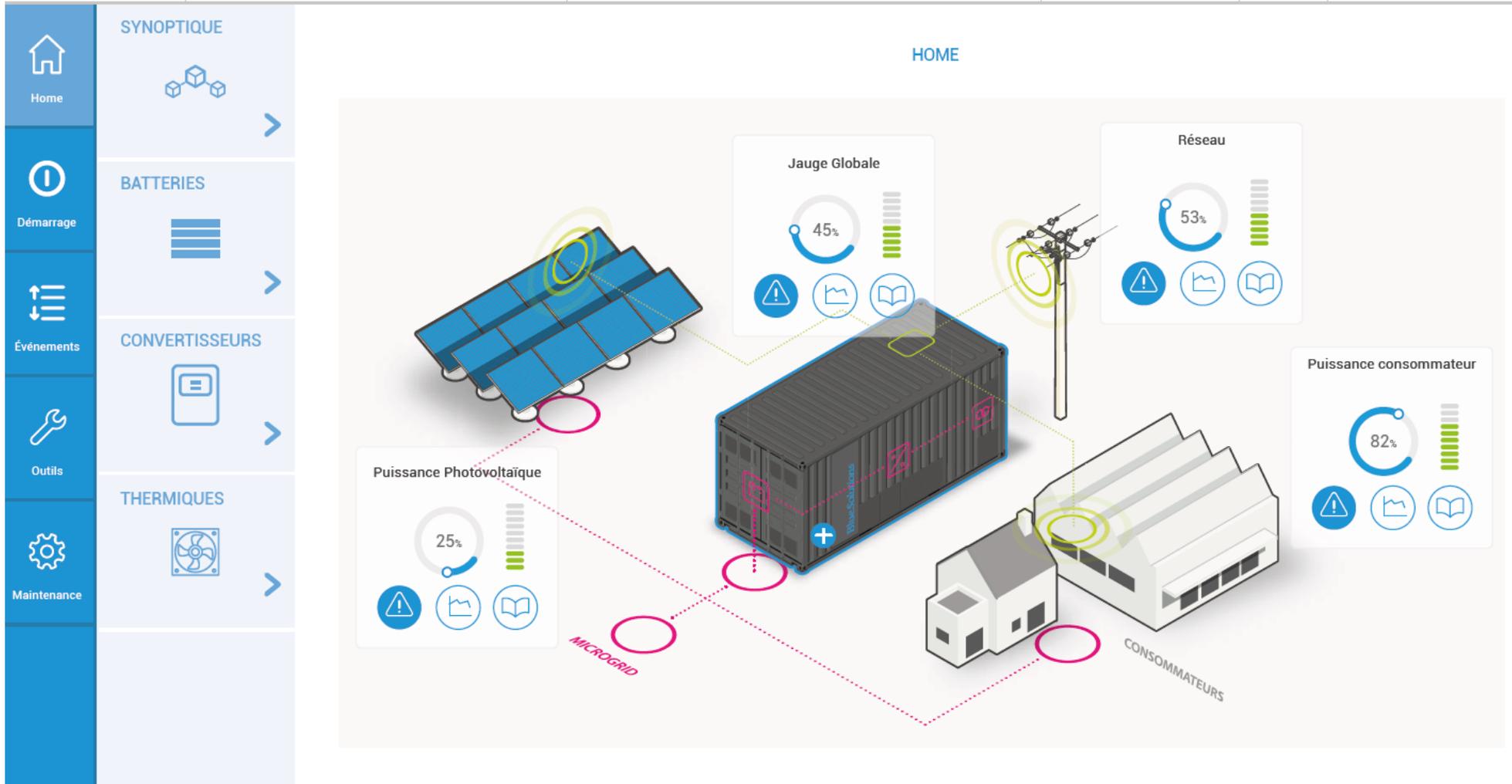
Plusieurs revenus cumulables :

- » Ecrêtage
- » Lissage de la production
- » Effacement
- » Soutien tension – fréquence
- » Alternative à un renforcement du réseau



Restitution  
du stockage

# Supervision PV + stockage



# Site du futur site PV + stockage



Caractéristiques :

- » Mise en service : automne 2018
- » Puissance : 50 kWc
- » Localisation : Morbihan
- » Stockage : 50 kWh



## *Conversion et stockage de l'énergie*





*Opérateur local dans le domaine des Energies Renouvelables*



Présentation  
Sotraval

1. Présentation de Sotraval

2. Nous contacter



Nous  
contacter

Présentation  
Sotraval

## 1. Présentation de Sotraval

## 2. Nous contacter

Nous  
contacter

## Qui sommes-nous ?

En 1986, l'Entreprise Publique Locale SOTRAVAL a été créée à l'initiative de Brest métropole pour l'exploitation de l'Usine de Valorisation Énergétique des Déchets ménagers de Brest.

Après avoir intégré dans son capital l'ensemble des collectivités du nord Finistère entre 2000 et 2010 l'objet social de la Société d'Économie Mixte évolue pour se repositionner comme *opérateur de traitement des déchets non dangereux* et *opérateur dans le domaine des énergies renouvelables*.

### Valorisation Matière



### Valorisation Énergétique



Présentation  
Sotraval



Nous  
contacter

➤ Aujourd'hui Sotraval, c'est déjà en Exploitation :

## Une chaufferie Bois ...



CHAUFFERIE BIOMASSE

### CARTE D'IDENTITÉ

#### ACTIVITÉ

Production d'énergies renouvelables et développement de la filière bois-énergie

#### CAPACITÉ

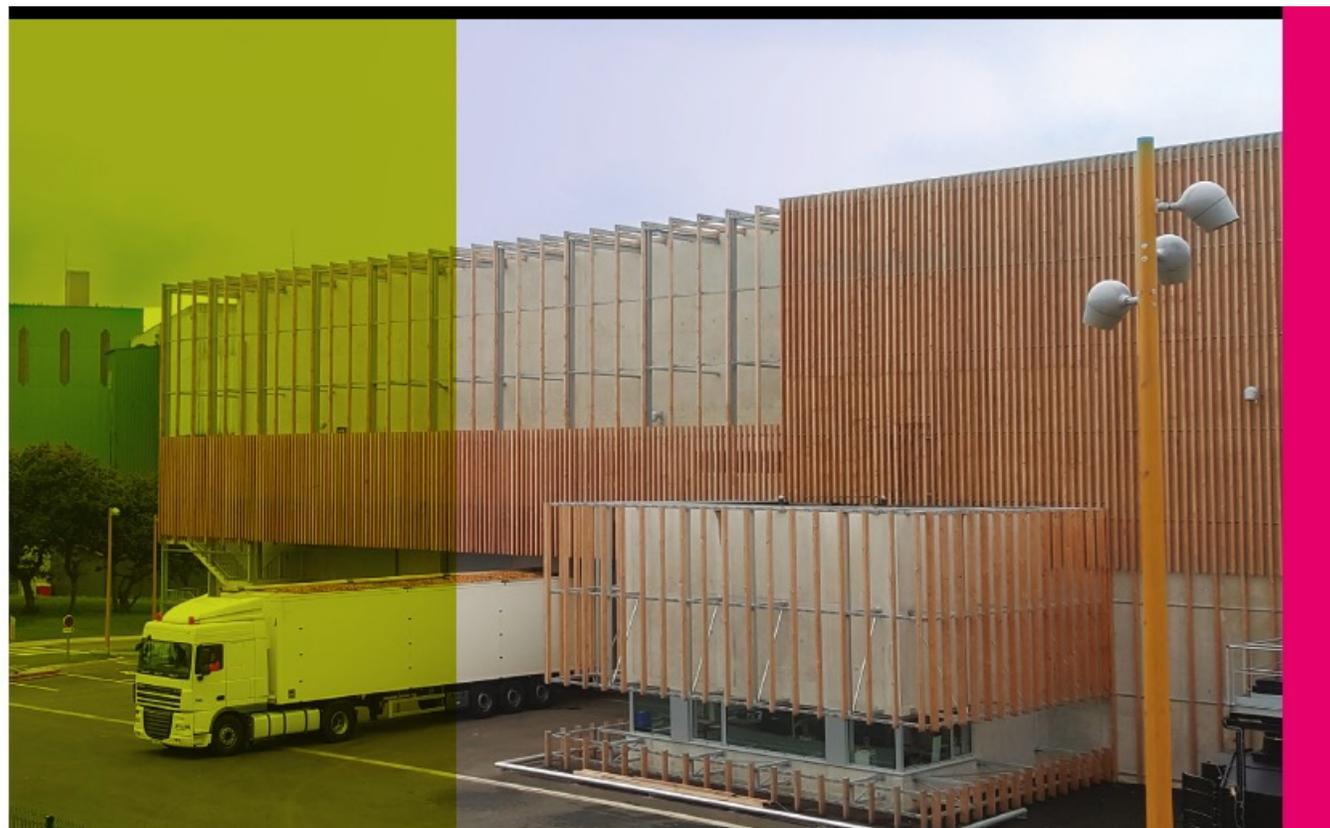
15 000 tonnes annuelles de bois consommées pour une production énergétique de 35 000 MWh.

#### DATE DE MISE EN SERVICE

Octobre 2016

#### FONCTIONNEMENT

La chaufferie-bois est louée, pour exploitation, à Éco Chaleur Brest (ECB), filiale de Sotraval.



Présentation  
Sotraval



Nous  
contacter

➤ Aujourd'hui Sotraval, c'est déjà en Exploitation :

... et deux installations photovoltaïques.



Centrale photovoltaïque de 172,8 kWc  
sur le centre de dépôt, d'exploitation  
et de maintenance du tramway.

**MISE EN SERVICE : 2011**

Centrale photovoltaïque de 99,75 kWc  
sur la médiathèque des Capucins.

**MISE EN SERVICE : 2016**



Accompagner les acteurs du territoire dans le Développement, la Construction et l'Exploitation d'installations de production d'énergies renouvelables !



Présentation  
Sotraval



Nous  
contacter

# Comment y parvenir ?

En apportant aux acteurs du territoire une solution complète et sur mesure



## Accompagnement

Expertise technique, financière et juridique sur toute la durée du projet.



## Financement et Participation

Prise en charge de l'investissement de la centrale de production.



Présentation  
Sotraval



Nous  
contacter

# Comment cela fonctionne ?



Présentation  
Sotraval

Nous  
contacter

## Pour quels avantages ?

Valoriser son patrimoine tout en minimisant l'investissement



Une expertise et un accompagnement sur toute la durée du projet



Répondre aux objectifs du Plan Climat



Solution sécurisée



Présentation  
Sotraval



Nous  
contacter

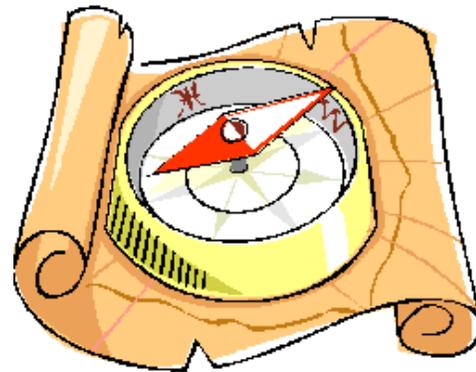
## Quand nous contacter ?

Présentation  
Sotraval

Pour les projets au sol



*Vous avez identifié une surface  
foncière potentiellement intéressante*



*Vous avez été contacté par un  
développeur*



Votre projet

# Quand nous contacter ?

Pour les projets en toiture



*Bâtiment à construire*



*Bâtiment existant*



*Bâtiment très récent*



*Bâtiment à rénover*



Présentation  
Sotraval



Nous  
contacter

Présentation  
Sotraval

## 1. Présentation de Sotraval

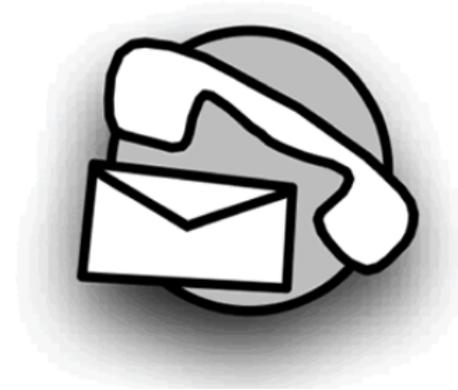
## 2. Nous contacter

Nous  
contacter

Présentation  
Sotraval

- Romain LE MAREC
- Coordonnées :  
06 37 18 47 55  
[romain.lemarec@sotraval.fr](mailto:romain.lemarec@sotraval.fr)

Nous  
contacter





# ASSURANCE CONCERNANT LE PHOTOVOLTAÏQUE

SARL GRALL-LE GOFF ASSURANCES

David GRALL

13, rue de Siam - 29200 BREST

Tél. : 02.98.80.16.20 / 07 85 62 40 77

[david.grall@mma.fr](mailto:david.grall@mma.fr)

NOUVEAU POINT DE VIGILANCE IMPORTANT DEPUIS LE 1<sup>ER</sup> JANVIER 2018  
AVANT DE VALIDER UNE COMMANDE  
D'INSTALLATION PHOTOVOLTAIQUES :

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2018, La C2P (Commission Prévention Produits) de l'AQC (Agence Qualité Construction) a mis en observation des procédés photovoltaïques sous Avis techniques.

- Les Avis techniques visés ont donc été sortis de la « Liste verte » de l'AQC,
- Or, c'est l'inscription sur cette liste qui permet à un procédé d'être assurable (via la clause de travaux de "Technique courante »),
- Alors que pour les procédés qui en sont absents, les professionnels désirant les mettre en œuvre doivent en vérifier l'assurabilité auprès de leur assureur.



PAR CONSEQUENT :

Il est fortement conseillé avant toute commande de travaux, de demander à l'installateur la confirmation écrite que le procédé PHOTOVOLTAIQUE proposé est bien sur la Liste verte de l'AQC, et idéalement lui demander une Attestation Nominative de Chantier en provenance de son assureur.

Source FFB : [http://www.ffbatiment.fr/federation-francaise-du-batiment/laffb/mediatheque/batimetiers.html?ID\\_ARTICLE=2856](http://www.ffbatiment.fr/federation-francaise-du-batiment/laffb/mediatheque/batimetiers.html?ID_ARTICLE=2856)

Comment consulter la Liste verte : <http://listeverte-c2p.qualiteconstruction.com/>



# CONSEILS POUR ASSURER UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

Prévenir par écrit et par avance son assureur dommages aux biens (celui des locaux pré-existants) et lui transmettre un descriptif de l'installation

Demander à l'assureur une garantie de type « multirisques dommages a l'installation »

Opter également pour une assurance complémentaire de type « bris de machines » éventuellement avec garanties de type « pertes d'exploitation »

Prévenir par écrit son assureur « responsabilité civile » (rc) du fait des risques liés à cette installation et lui demander si un aménagement du contrat rc en cours est nécessaire.

