



Table ronde 5

Outils d'évaluation de l'autoconsommation

# Calcul'autoPV

Votre outil au service de  
l'autoconsommation



Mariana WOODROW

## Notre objectif

- **Accompagner** les donneurs d'ordre souhaitant aller vers « l'autoconsommation »

## Notre démarche

- Réalisation d'une étude R&D avec le CSI
- Mise en place d'un outil d'évaluation



...SIMPLE ET PÉDAGOGIQUE



...RAPIDE



...DISPONIBLE SUR DEMANDE

$$\text{AUTOCONSUMMATION} = \frac{\text{PRODUCTION CONSOMMÉE SUR SITE}}{\text{PRODUCTION TOTALE}}$$

$$\text{AUTOPRODUCTION} = \frac{\text{CHARGE COUVERTE PAR LA PRODUCTION}}{\text{CHARGE TOTALE}}$$

$$\begin{array}{c} \% \text{ DE TEMPS} \\ \text{À ÉNERGIE POSITIVE} \end{array} = \begin{array}{c} \% \text{ DE TEMPS} \\ \text{OÙ LE BÂTIMENT PRODUIT} \\ \text{AU MOINS CE QU'IL CONSOMME} \end{array}$$

**Calcul'autoPV**  
Evaluation du potentiel d'autoconsommation et d'autoproduction en maison individuelle

**CSTB**  
le futur en construction

**CALCUL'Auto PV**  
Association Promotelec

Accéder aux principales hypothèses de l'étude    Quelques conseils pour aller plus loin

1 Chemin d'accès au fichier 'RSET' (Récapitulatif Standardisé d'Etude Thermique) :

Parcourir...    Aucun fichier sélectionné.

2 Paramètres de l'ECS (eau chaude sanitaire)

Gestion de l'ECS en journée :

- ☒ Pas de stockage d'électricité photovoltaïque dans le ballon d'ECS.
- ☐ Alimentation par l'électricité photovoltaïque du compresseur du chauffe-eau thermodynamique.
- ☐ Alimentation par l'électricité photovoltaïque de la résistance électrique d'appoint du ballon de stockage.

Température de consigne :

- ☒ Tconsigne = 55°C
- ☐ Tconsigne = 65°C

Calcul des indicateurs

Elaboré par le CSTB pour le compte de PROMOTELEC.

CALCULEZ  
LES INDICATEURS

- **Indicateurs en %**

- **Valeurs absolues**

de production photovoltaïque et consommation du bâtiment

- **Taux de couverture**

de la production photovoltaïque

- **Monotones de puissances et échanges avec le réseau**

- **Variantes**

## Quels paramètres peut-on faire varier ?

*Caractéristiques de l'installation photovoltaïque*

*Stockage de chaleur dans le ballon d'ECS*

*Température de consigne*



## Exemple d'application

|            | Données d'entrées                   |                   |                             |                             |                                    |                                                                                                                          |                                       | Résultats |         |                               |                        |                            |
|------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------|---------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|
|            | Surface Totale installation PV (m²) | Nombre de modules | Orientation des modules (°) | Inclinaison des modules (°) | Puissance nominale d'un module (W) | Stockage de la production dans le ballon d'ECS (NON, OUI via compresseur thermodynamique, Oui via résistance électrique) | Température ballon d'Ecs (55°C- 65°C) | IAC (%)   | IAP (%) | % de temps à énergie positive | Taux de couverture (%) | Puissance Onduleur (*) (W) |
| Base       | 4,9                                 | 3                 | 0                           | 40                          | 250                                | Non                                                                                                                      | 55                                    | 61        | 11      | 16                            | 18                     | 660                        |
| Variante_1 | 4,9                                 | 3                 | 90                          | 40                          | 250                                | Non                                                                                                                      | 55                                    | 66        | 10      | 14                            | 15                     | 600                        |
| Variante_2 | 8,2                                 | 5                 | 90                          | 40                          | 250                                | Non                                                                                                                      | 55                                    | 55        | 14      | 17                            | 25                     | 1000                       |
| Variante_3 | 8,2                                 | 5                 | 90                          | 40                          | 250                                | Oui via résistance électrique                                                                                            | 65                                    | 83        | 18      | 17                            | 21                     | 1000                       |

## Caractéristiques structurantes

**Puissance crête** de l'installation photovoltaïque

**Orientation** des panneaux photovoltaïques

**Stockage d'énergie** dans un ballon d'ECS

## Paramètre avec peu d'impact

Inclinaison des panneaux photovoltaïques

## Pourquoi nous avons constitué le club ?

Réfléchir, s'informer et partager

## Pour qui ?

*Maîtrise d'ouvrage*

*Energéticiens*

*Professionnels impliqués dans l'autoconsommation*

## Comment s'inscrire ?

Directement sur l'outil : [www.calculautopv.com](http://www.calculautopv.com)

Par mail : [calculautopv@calculautopv.com](mailto:calculautopv@calculautopv.com)



## NOTRE PROPOSITION

*1) Tester notre outil:*

[www.calculautopv.com](http://www.calculautopv.com)

*2) Adhérer au club des utilisateurs:*

[calculautopv@calculautopv.com](mailto:calculautopv@calculautopv.com)

MERCI DE VOTRE ATTENTION

# TABLE RONDE 5



FORUM AUTOCONSOMMATION

RENNES 2017-02-08

Raymond ALAZARD  
CAE-INES / Gimélec

# Autoconsommation : une démarche vertueuse

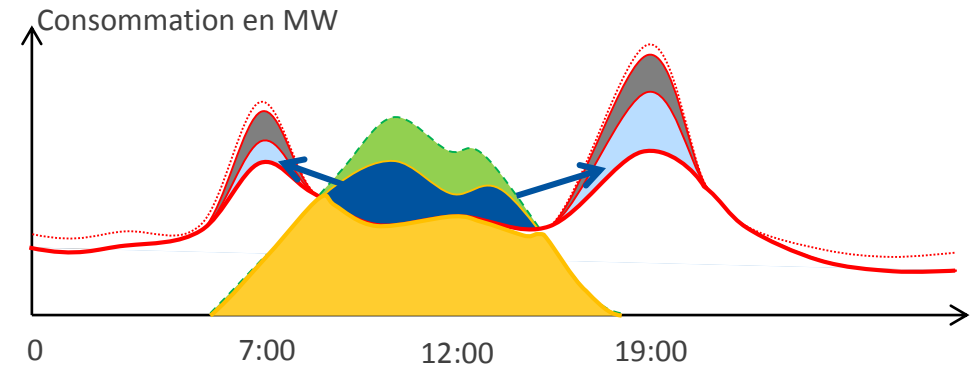
- Prise en compte du réseau
- Conception optimisée
- Gestion intelligente
- Installation électrique sûre

## PRISE EN COMPTE DU RÉSEAU

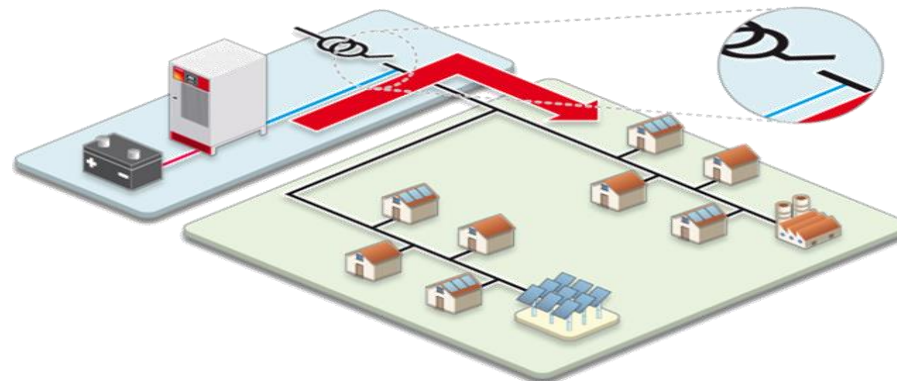
De façon délocalisée et autonome, l'**autoconsommation** permet de :

- Optimiser la capacité réseau ( allègement du réseau)

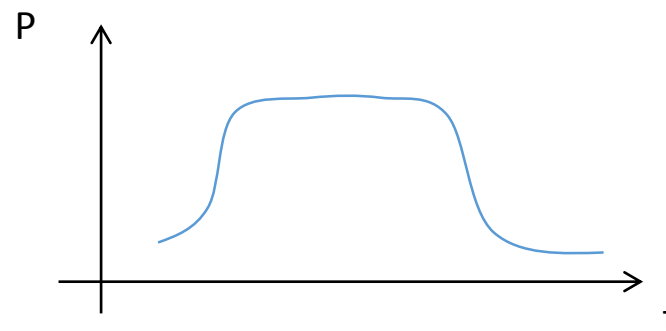
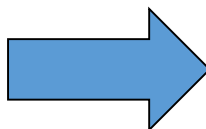
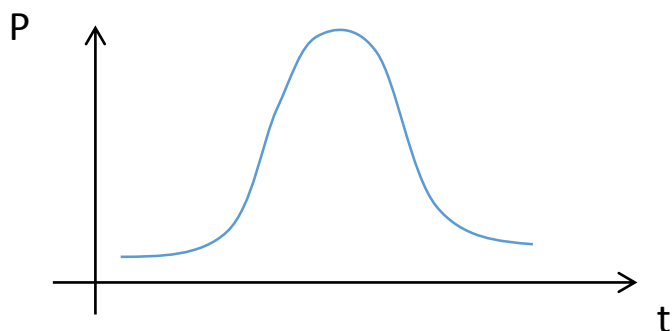
Effacement des pointes



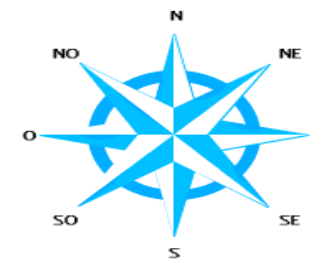
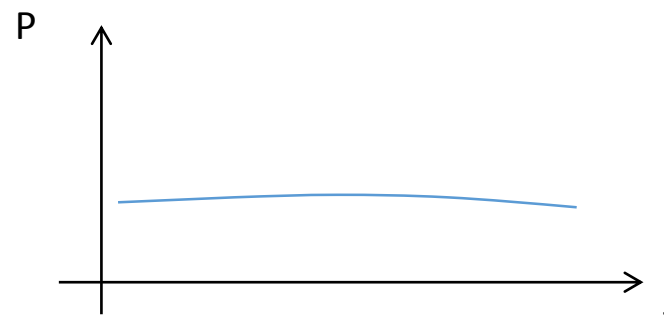
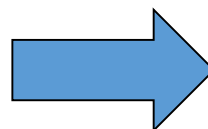
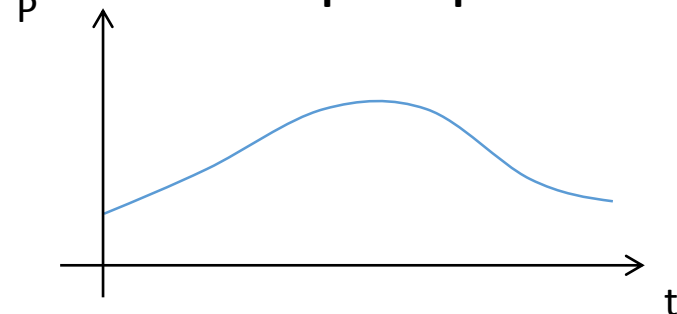
- Soutenir avec une réserve de puissance ( creux de tension/ régulation en fréquence )
- Assurer éventuellement une source de secours

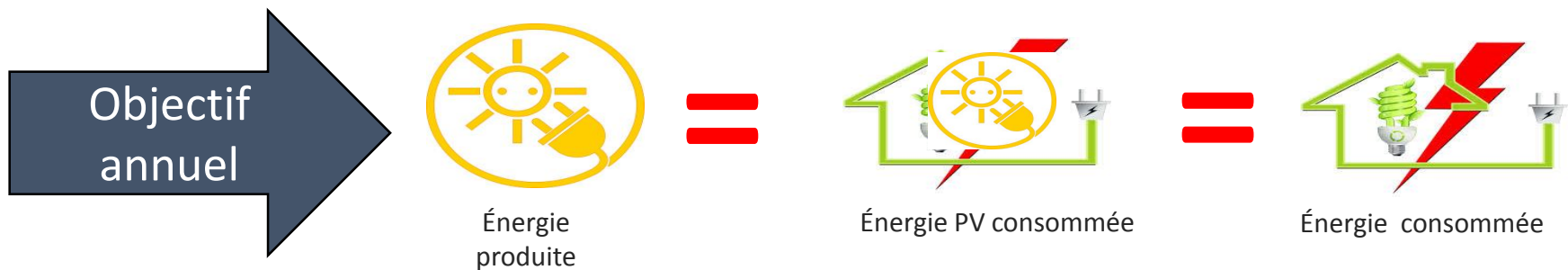


Orientation est/ouest → optimisation journalière



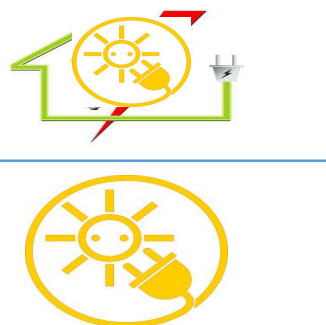
- **Inclinaison  $\gg 30^\circ$  pour optimisation annuelle**





Taux (%)  
d'autoconsommation

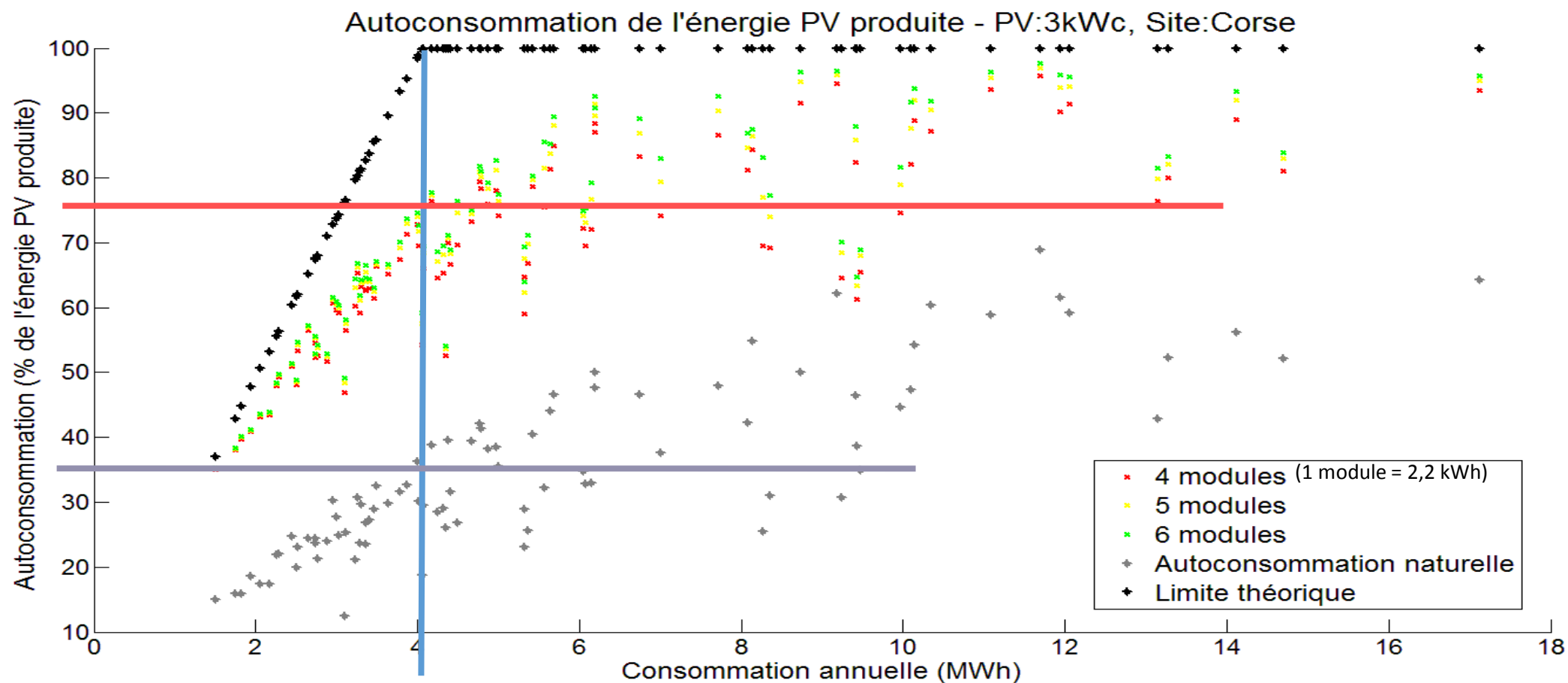
=



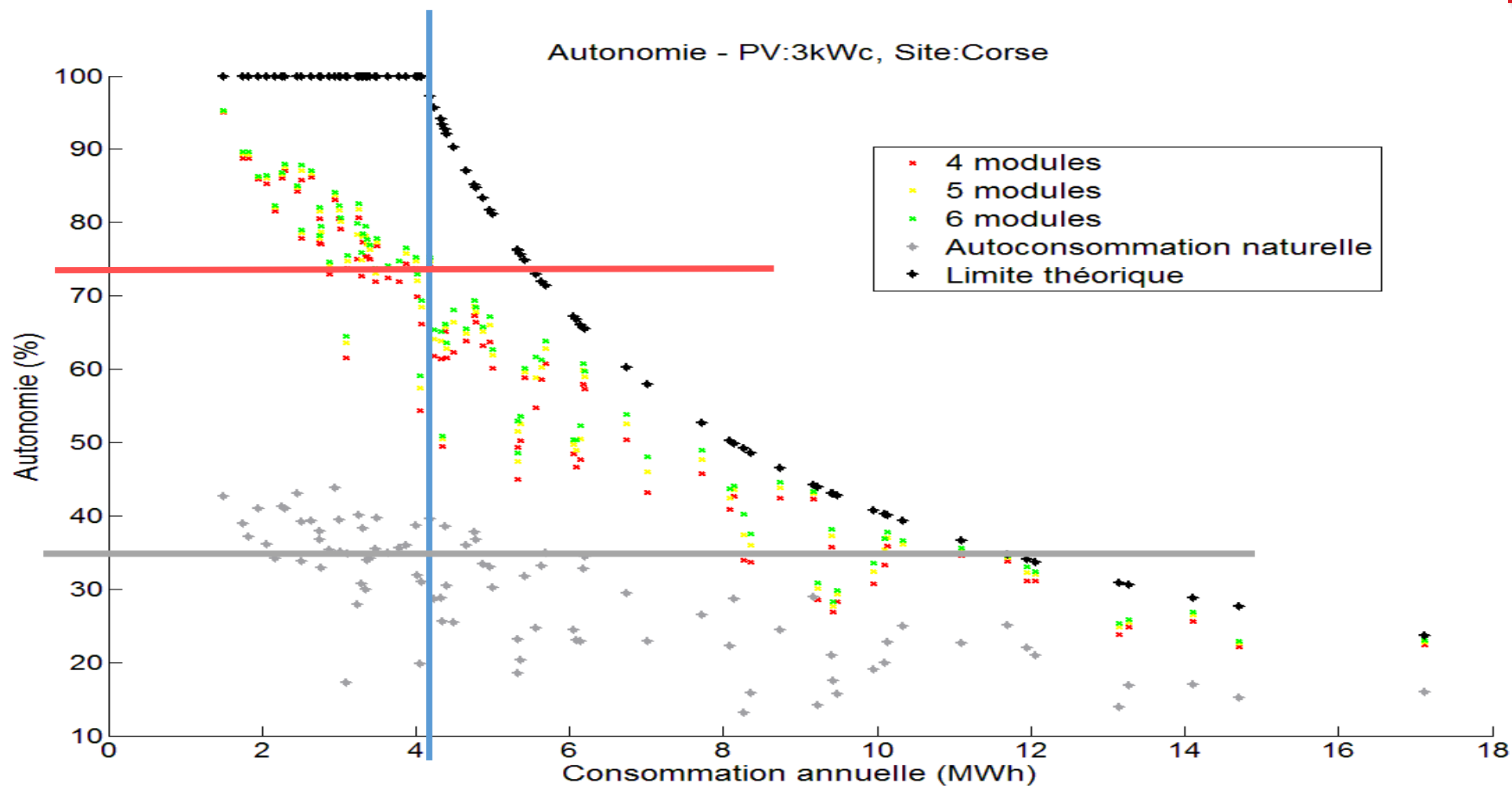
Taux (%)  
d'autoproduction

=



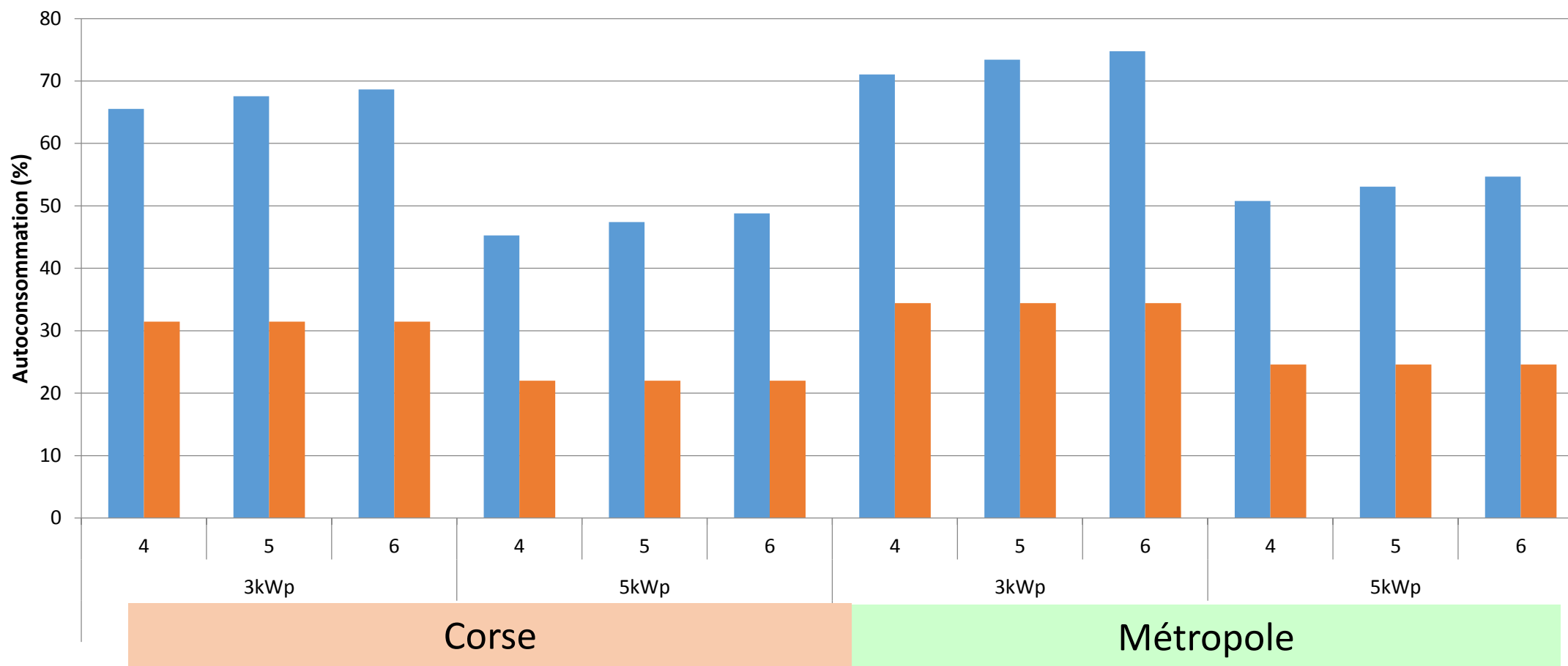


# IMPACT DU STOCKAGE / AUTOPRODUCTION

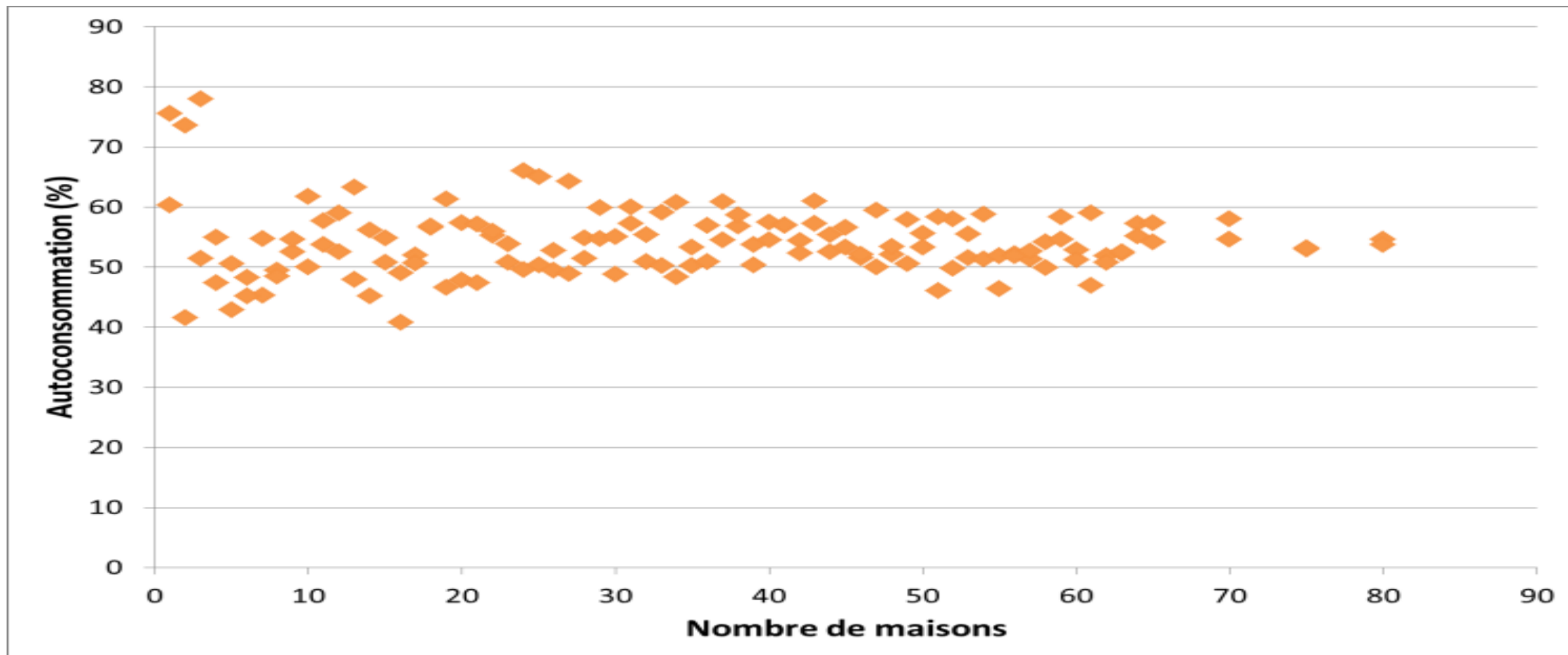


## IMPACT DE LA LOCALISATION

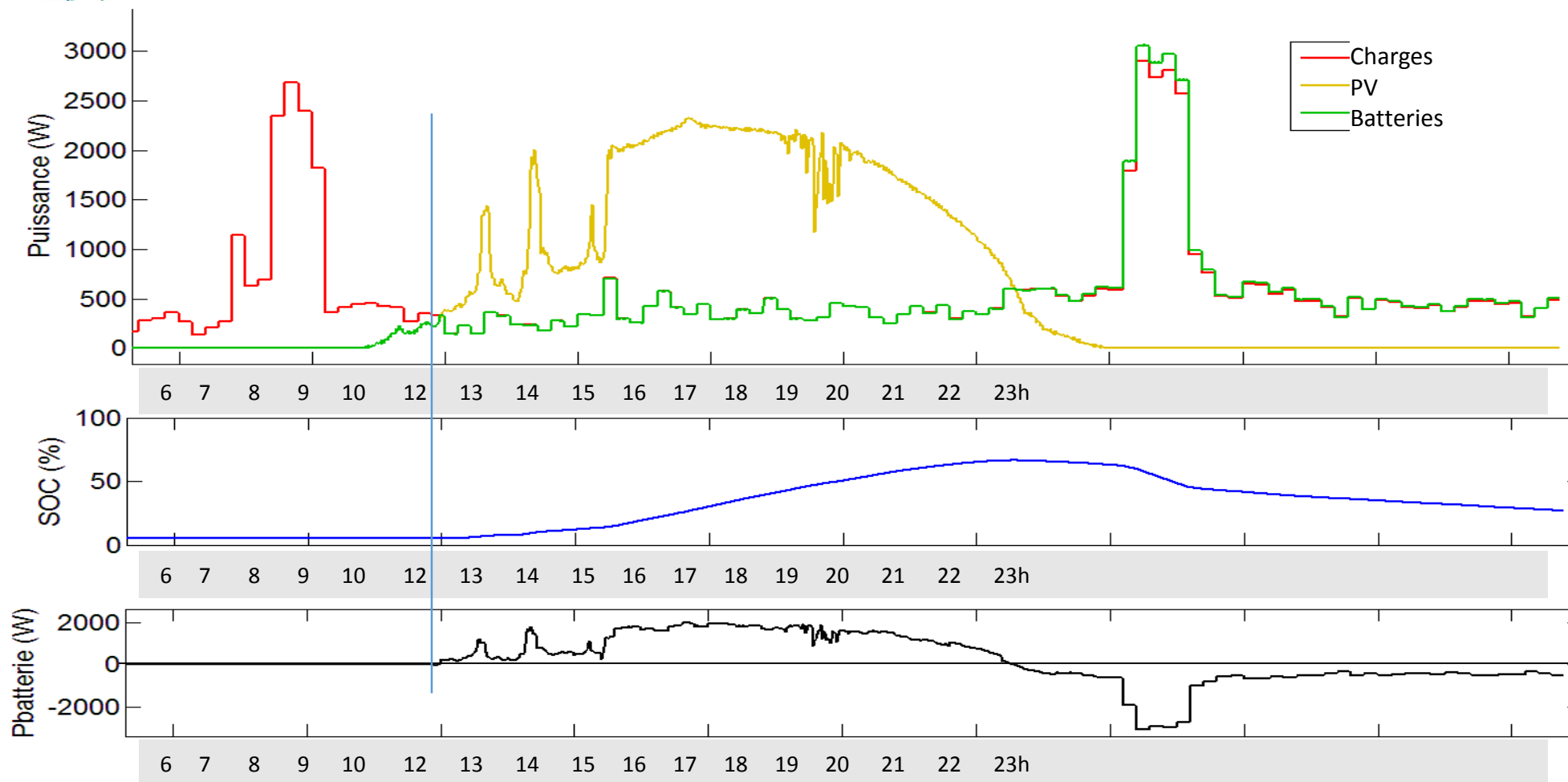
- Pourcentage de l'énergie produite qui est consommée localement
  - avec un pack batterie (4, 5 ou 6 modules)
  - sans pack batterie (autoconsommation directe ou naturelle)



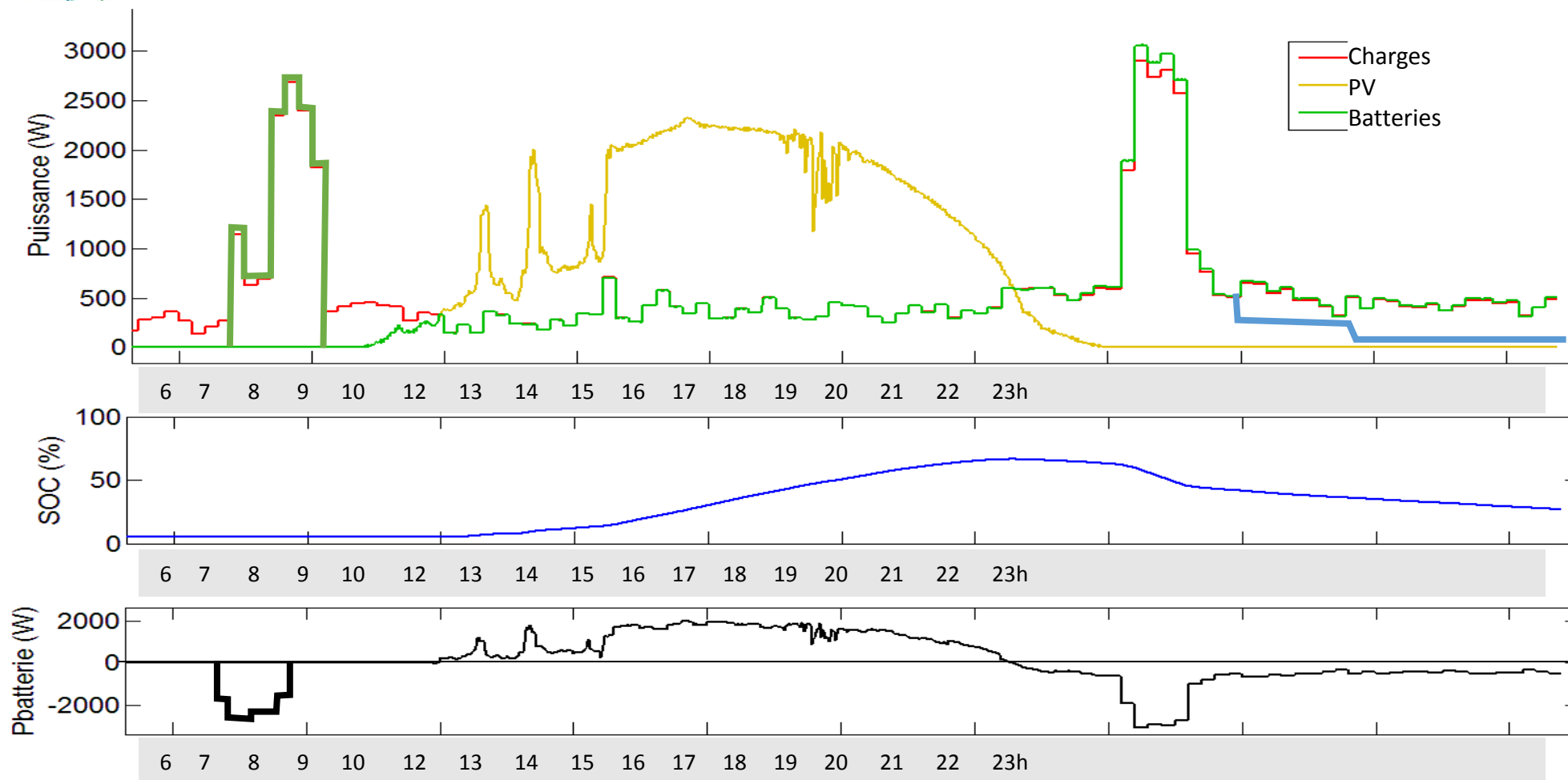
- Stabilisation du taux moyen au niveau d'un quartier



- Principe : Marche / Arrêt

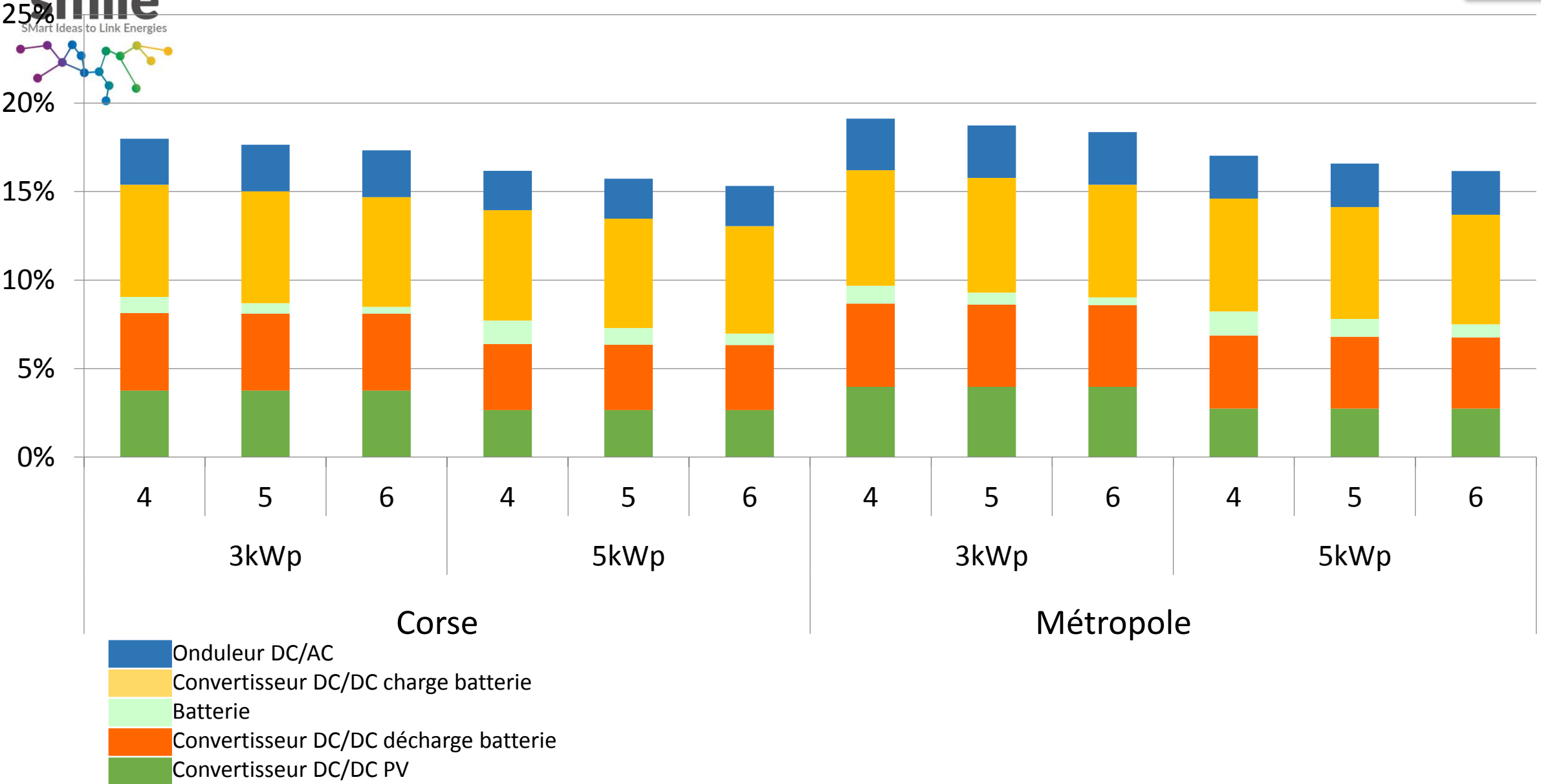


● Principe : Prédicatif





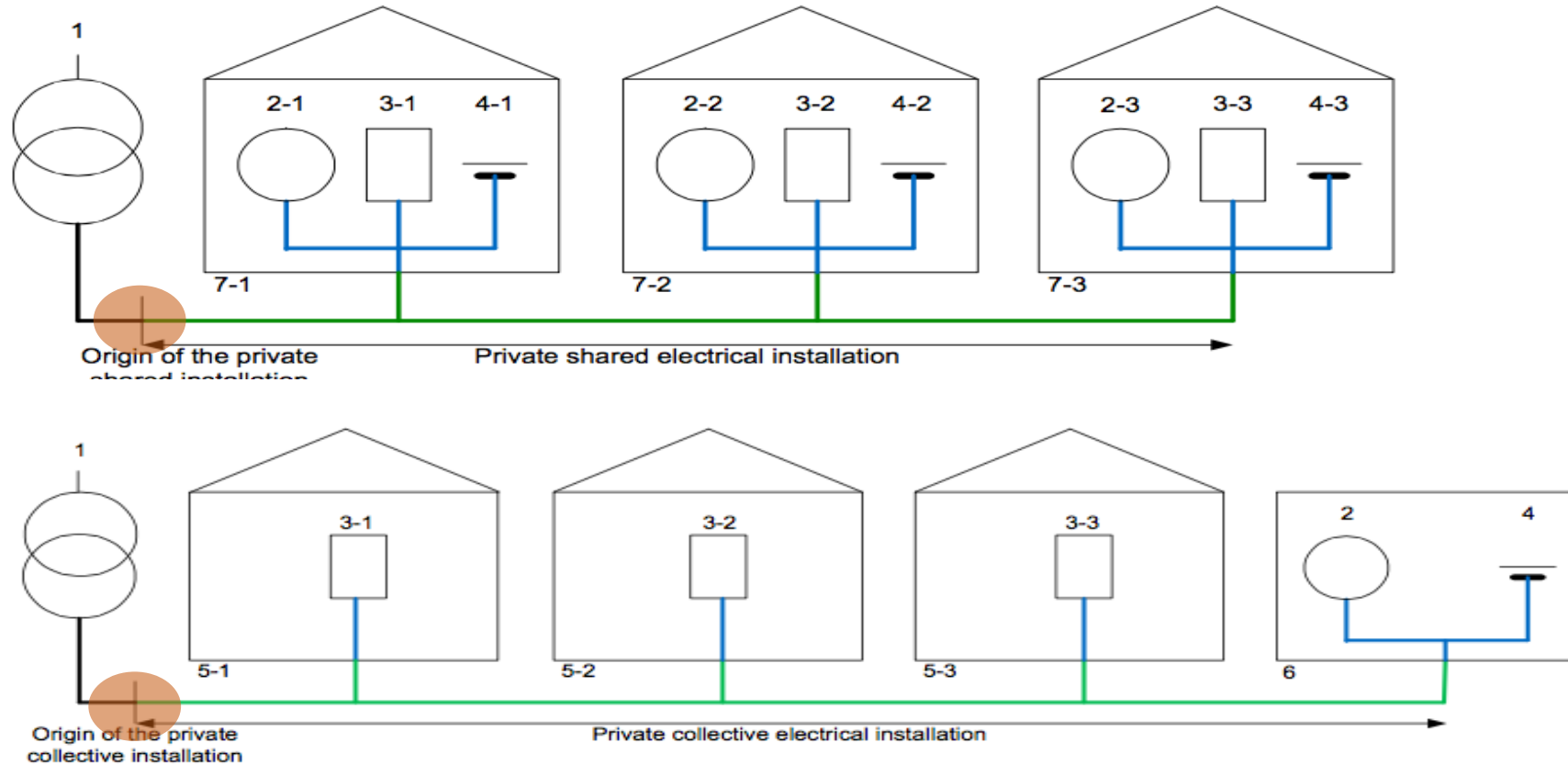
# GESTION ACTIVE DES PERTES ?



# INSTALLATION ELECTRIQUE SURE

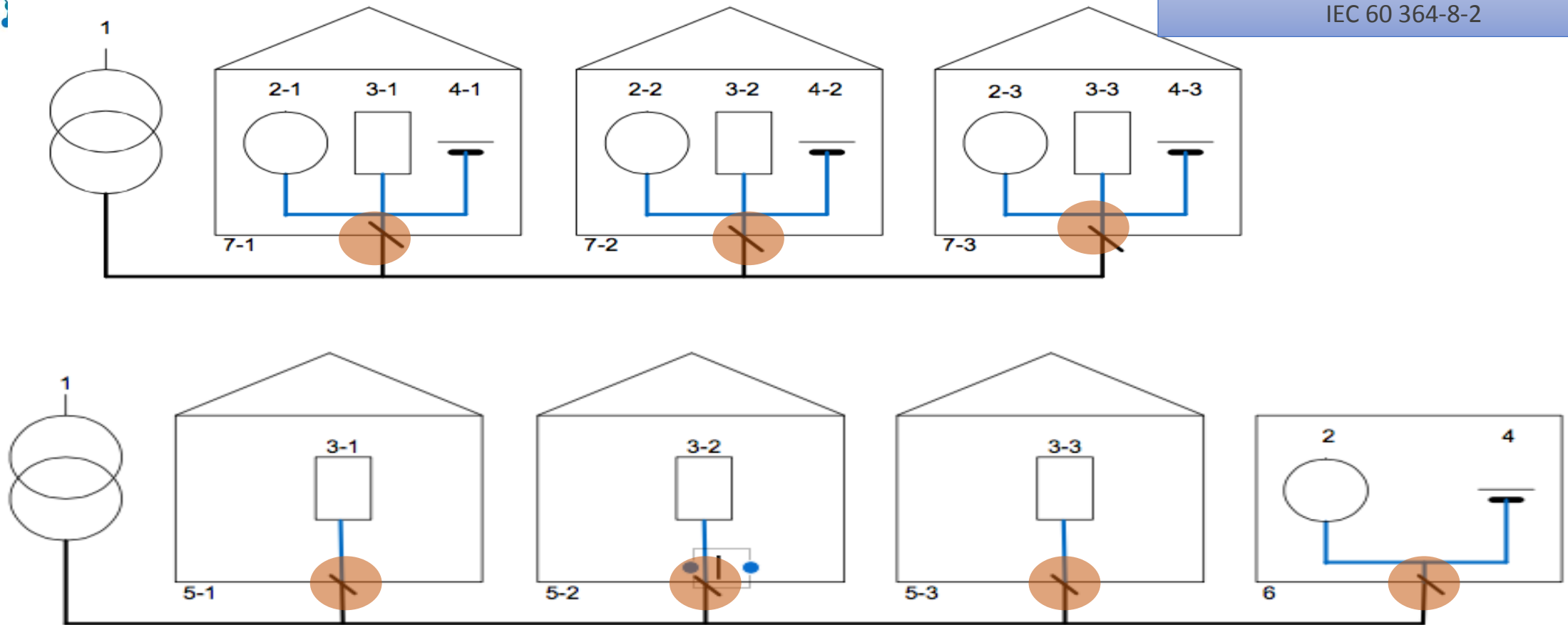
- Connexion au réseau par à un point de connexion unique

IEC 60 364-8-2



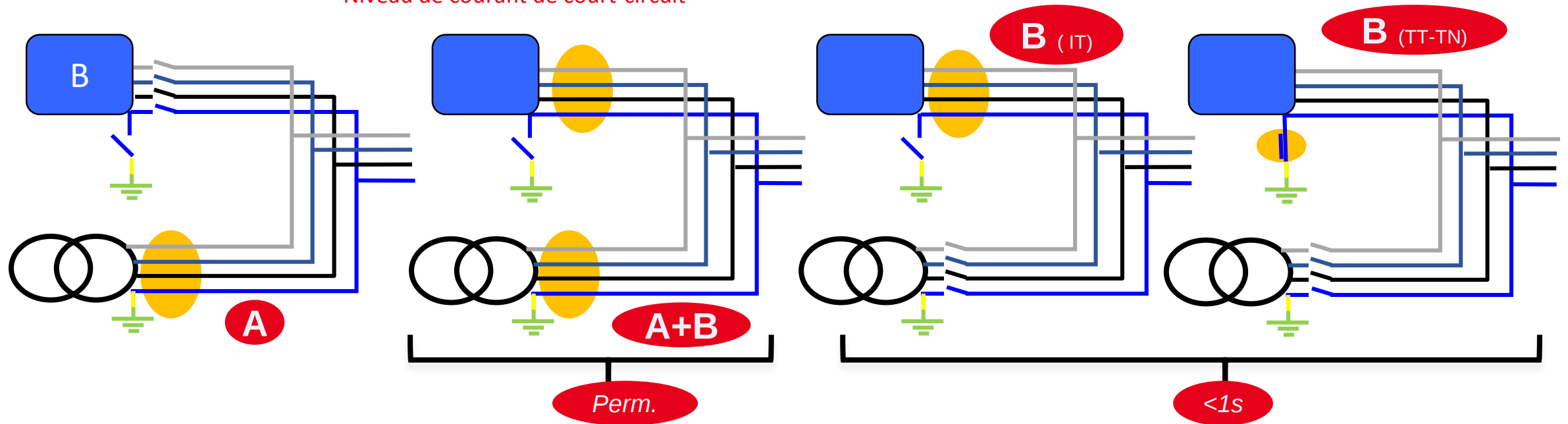
- Connexion au réseau au niveau de chaque installation

IEC 60 364-8-2



- Couplage permanent : Réseau A → Réseau B
- Protection des personnes et des biens
  - SLT : schéma des liaisons à la terre
  - Niveau de courant de court-circuit

NF X 15 712-3





*L'autoconsommation :*

*Une démarche vertueuse et  
Une démarche d'exigence*

*MERCI*



**#SmileSmartGrids**



# Table ronde 5

## Outils d'évaluation de l'autoconsommation

# IMEON ENERGY

## *PRESENTATION DE L'ENTREPRISE*



# PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

- Fabricant d'onduleurs hybrides photovoltaïques
- Siège social à Brest – France
- Créée en mars 2013
- 95 % du chiffre d'affaires à l'export
- Commercialisation via un réseau de distributeurs



Business model :

IMEON ENERGY ➡ Distributeur / intégrateur ➡ Installateur ➡ Utilisateur (particulier, entreprise)



# IMEON ENERGY

## *LES PROBLEMATIQUES DE L'AUTOCONSOMMATION*



# PROBLEMATIQUES DE L'AUTOCONSOMMATION

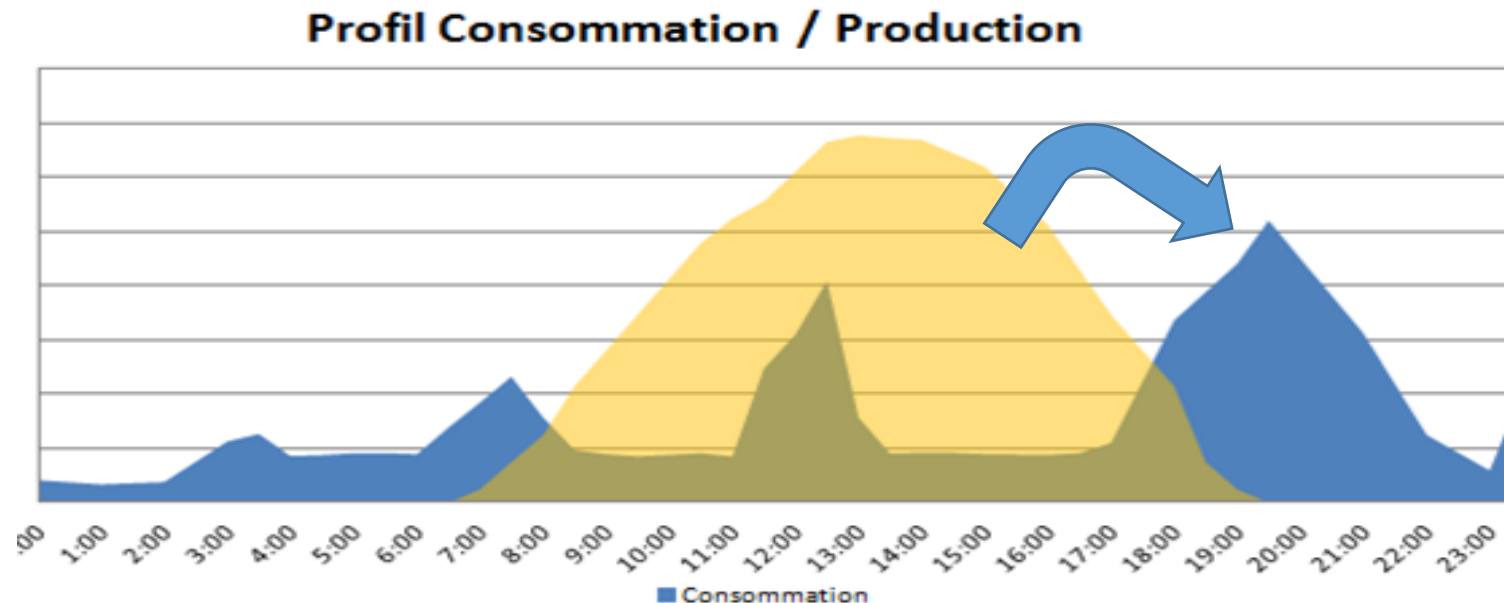
## I) Profils de consommation-Production / Stockage batteries

### Priorités d'utilisation de la production :

Consommation / Batteries / Injection réseau

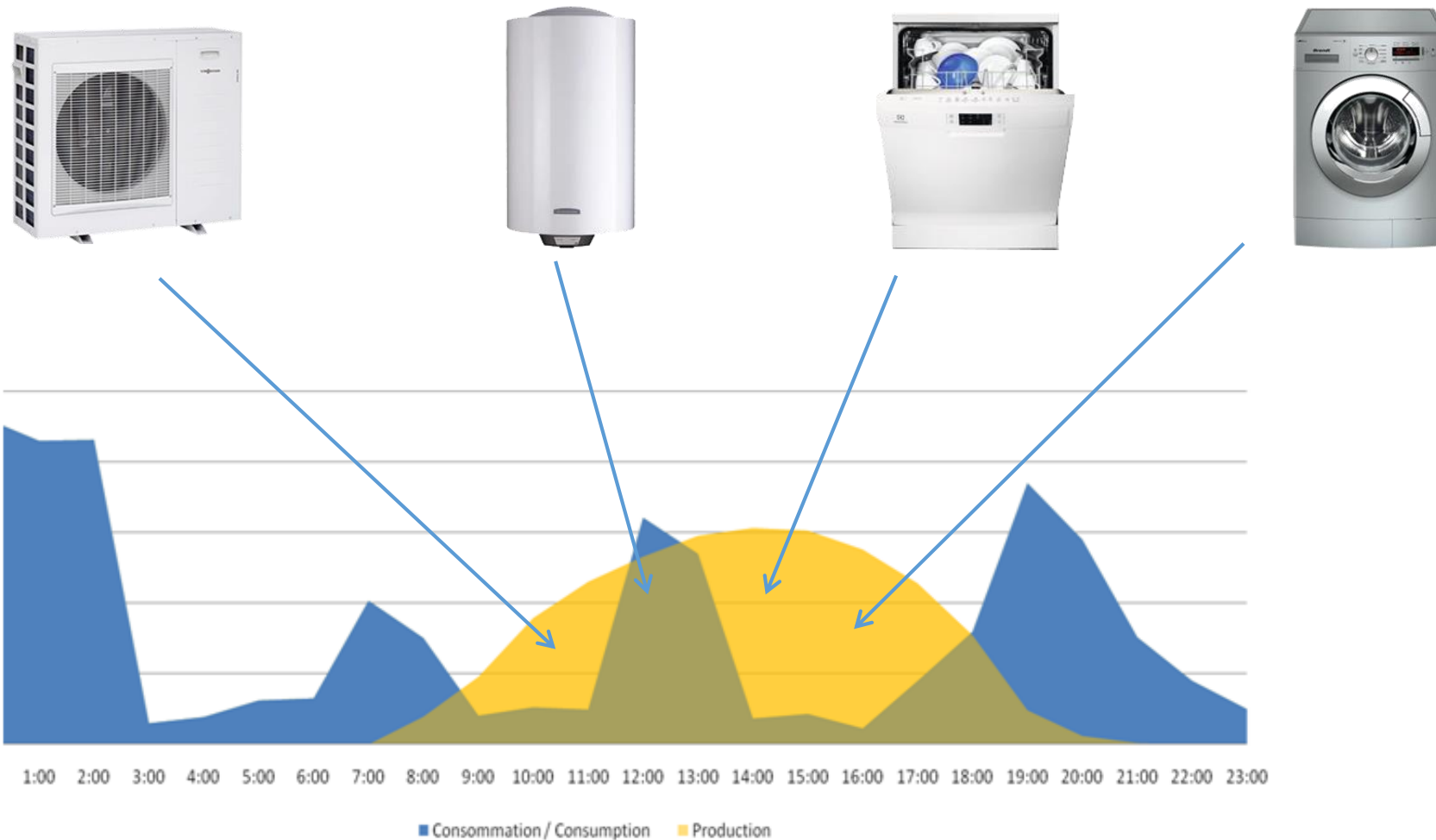
### Priorités pour l'alimentation des consommateurs :

Solaire / Batteries / Réseau



# PROBLEMATIQUES DE L'AUTOCONSOMMATION

## I) Pilotage de charges (Dev)





# IMEON ENERGY

*RETOUR D'EXPERIENCE A L'INTERNATIONAL*



# RETOUR D'EXPERIENCE A L'INTERNATIONAL

## I) Différentes configurations

| Application                                | Autoconsommation                                                                                     | Backup                                                                                               | Off-Grid                                                                                   |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Objectif principal de l'utilisateur</b> | Réduire sa facture d'électricité                                                                     | Sécuriser l'alimentation d'un bâtiment en cas de défaillance du réseau de distribution d'électricité | Electrifier un/des bâtiment(s) non desservi(s) par le réseau de distribution d'électricité |
| <b>Paramètres qui favorisent le marché</b> | Tarif élevé de l'électricité du réseau et/ou ensoleillement important et/ou aides à l'investissement | Réseau de distribution instable                                                                      | Réseau de distribution non présent                                                         |
| <b>Exemples de zones concernés</b>         | Allemagne, Australie                                                                                 | Pays d'Afrique, Asie du Sud Est...                                                                   | Monde entier                                                                               |



# IMEON ENERGY

## *EVOLUTION DU MARCHE*



# EVOLUTION DU MARCHÉ

## 1) Services réseaux / VPP

### INTEGRATION DES ENR :

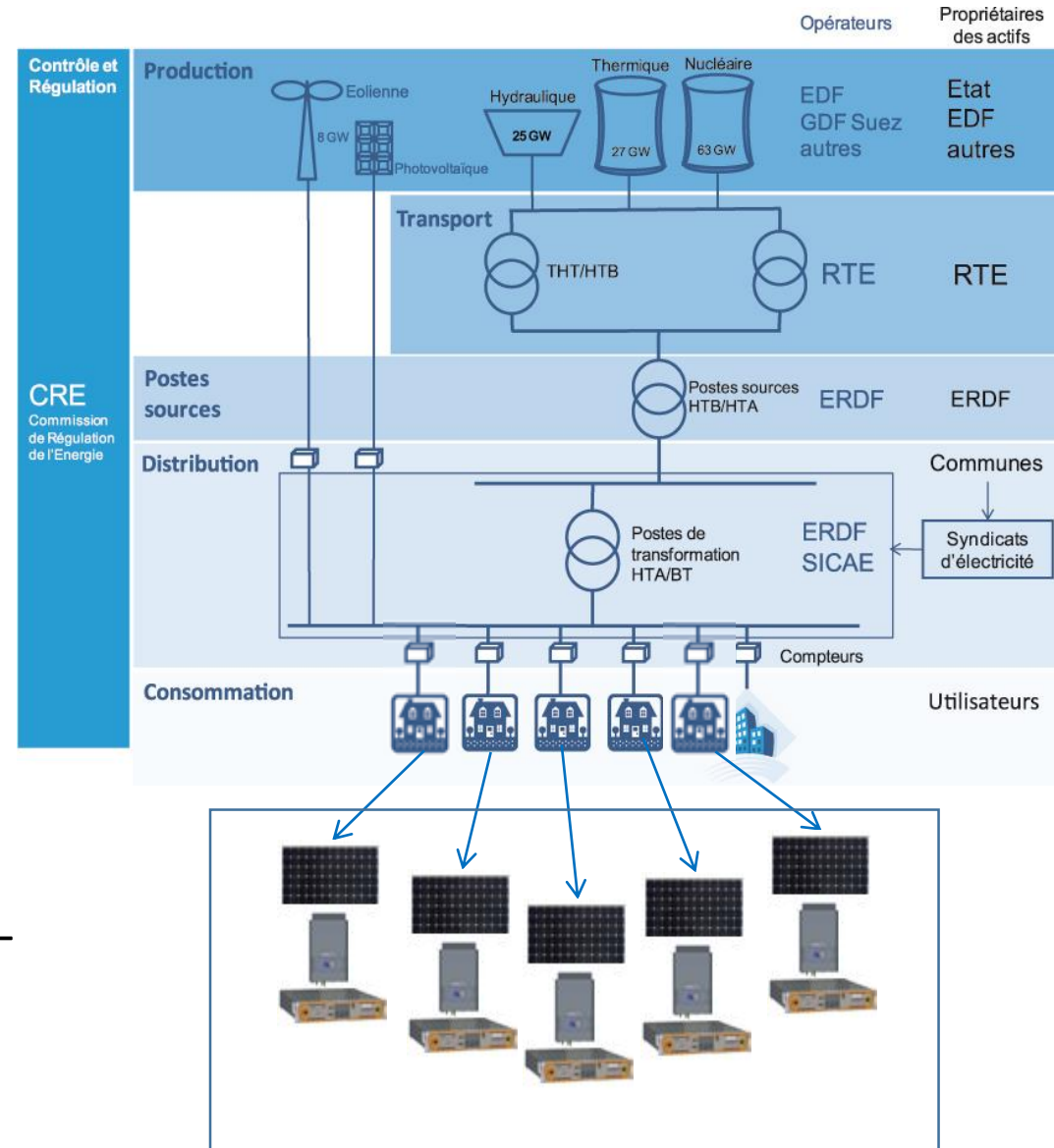
Lissage de l'injection réseau

### EFFACEMENT RESEAU :

Consommation sur batterie

### SOUTIENT RESEAU :

Injection / soutirage réseau (correction tension-fréquence)





*MERCI*



#SmileSmartGrids



## Table ronde 5

*Outils disponibles pour évaluer l'autoconso:  
Prise en compte du stockage et de la charge des véhicules électriques*

Claude RICAUD  
GIMELEC



#SmileSmartGrids



# Un contexte Réseau en fort changement

La part croissante Eolien + solaire entraine une plus grande variabilité de la production

|                         | Production 2020 TWh | Puissance 2020 GW |
|-------------------------|---------------------|-------------------|
| Allemagne (eolien + PV) | 165TWh              | 85GW              |
| France (eolien + PV)    | 65TWh               | 30GW              |

- En France, en 2020+ : 25% de la puissance, 12% de l'énergie électrique

|           | Production annuelle TWh | Puissance installée GW |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| Allemagne | 600 TWh                 | 140 GW                 |
| France    | 500 TWh                 | 100 GW                 |

- D'où, un équilibre offre / demande plus délicat avec des périodes de sur-production d'éolien déjà constatées
  - Plusieurs dizaines de jours par an
  - Production éolienne perdue faute de consommation



# Le Véhicule électrique: une charge nouvelle pour le réseau

- Forte croissance prévue du parc : 1 M VE en France avant 2022
- Un VE représente une consommation importante (équivalente à un logement) et se déplace sur le réseau.

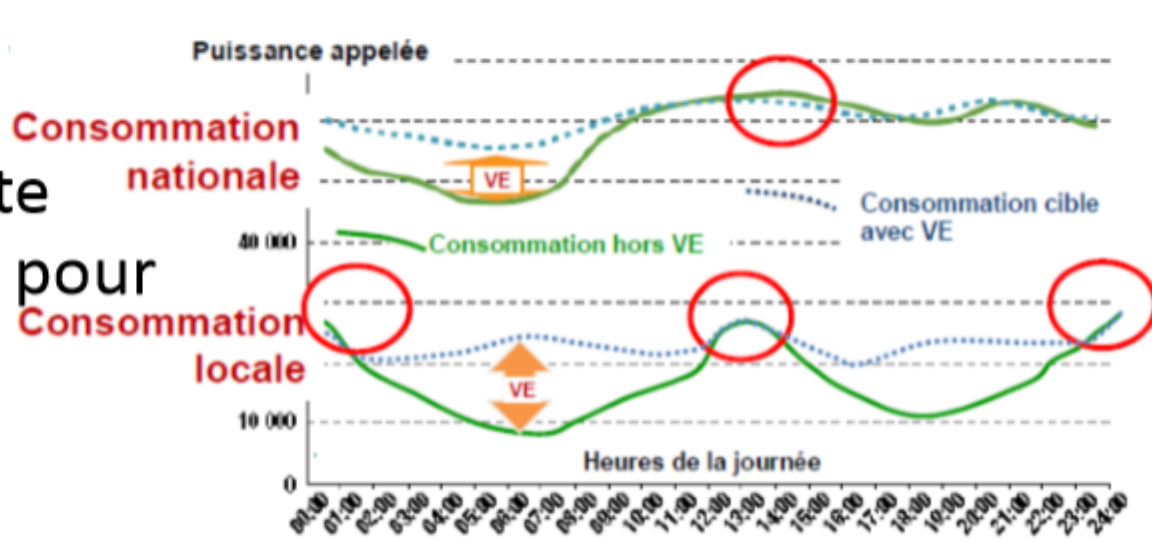
|        | Consommation annuelle | Pointe Puissance théorique |
|--------|-----------------------|----------------------------|
| 1 VE   | 2.5-3 MWh             | 3 - 43 kW                  |
| 2 M VE | 5-6 TWh               | 6 - 80 GW                  |

- Augmentation de la capacité batteries :
  - 20 kWh en 2014, 40 kWh en 2017, prochainement 60 et 80 kWh (déjà sur les VE haut de gamme)
- de nouveaux types de recharge apparaissent: charge rapide à 50 kW, ultra rapide jusqu'à 300 kW

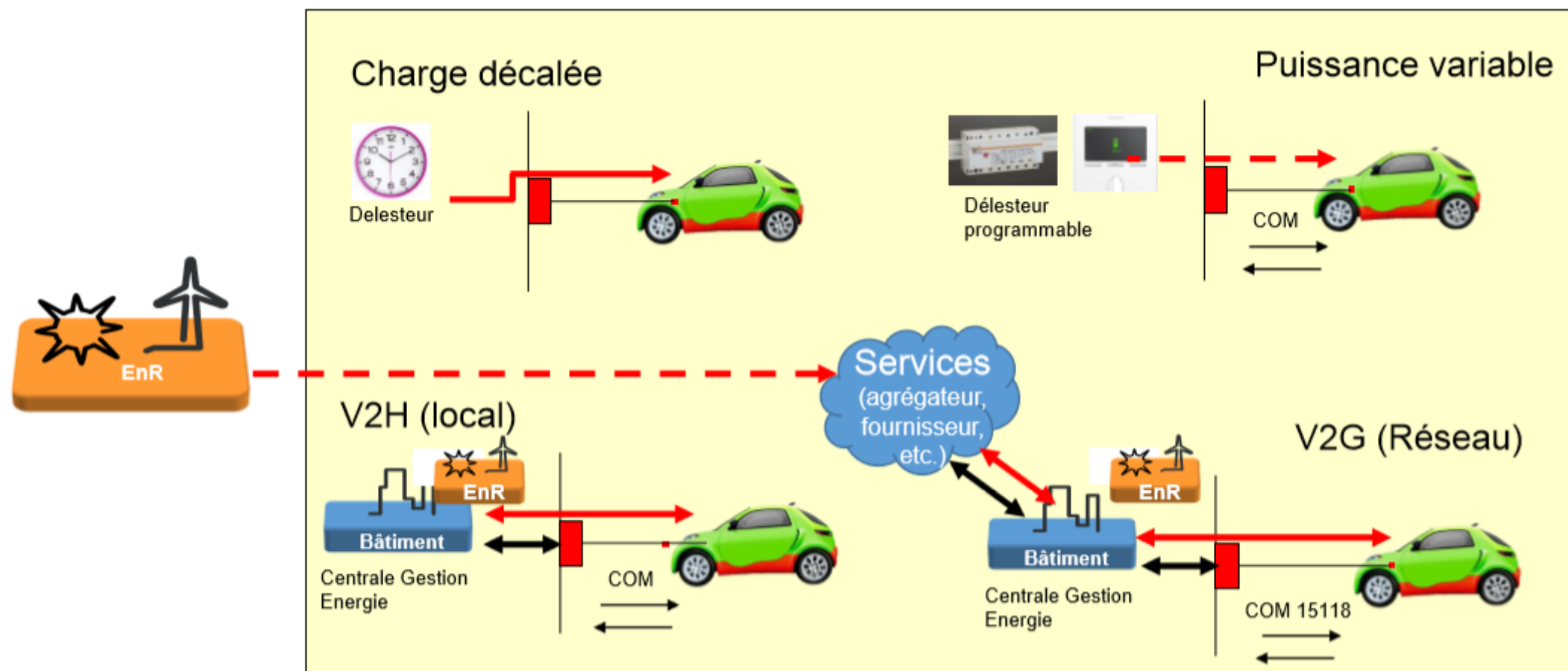
# Un fardeau trop lourd pour le réseau ? Non si...

Le reseau a la capacité en Energie : 1 M VE < 1% de l'énergie consommée

- 1 M VE simultanés : 3 à 10 GW (soit 3 à 10%)
- Si la recharge se fait sans gestion, la charge sur le réseau sera très vite critique aux heures de pointe tant pour la maille locale que nationale.
- Les VE sont des charges flexibles par le stockage et le modèle d'usage.
- La recharge intelligente tire profit de cette flexibilité pour éliminer le problème et même faire des VE une aide pour le réseau.



# La recharge intelligente pour tirer profit de cette flexibilité





# La recharge intelligente crée de la valeur pour l'utilisateur

- Pour le particulier ou les flottes :
  - Réduire la puissance souscrite, donc le prix
  - Eviter des investissements de renforcement de l'installation
  - Profiter des tarifs différenciés
- Avec le V2H ou le V2G
  - Valoriser son stockage
  - Fournir le stockage nécessaire pour l'auto production / consommation,
  - Vendre des services au réseau
- Elle permet aussi à l'utilisateur d'obtenir un vrai zéro-CO<sub>2</sub>
- Le ROI de ces solutions est compris entre 6 mois et 3 – 4 ans



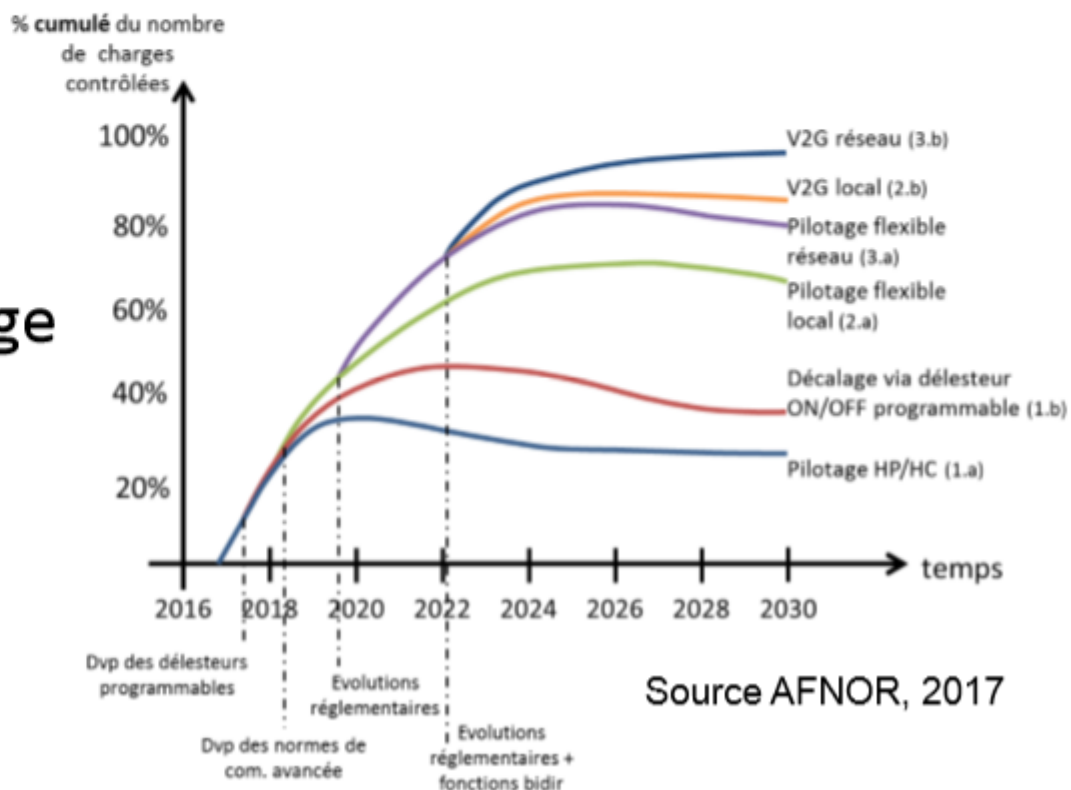
# La recharge intelligente crée de la valeur pour le réseau

- Evite de « sur stresser » le réseau aux périodes de pointe
- Permet d'éviter des investissements en production et en réseau
- V2H/V2G: Fournit une capacité de stockage pour les EnR: le VE permet d'augmenter l'usage des renouvelables et leur rentabilité
  - profiter des nuits d'excédent pour recharger en priorité
  - A horizon 2020: 50 à 100 nuits de forte production / faible demande
  - Surplus d'énergie : entre 3 et 5 TWh, comparé à un besoin de 2-3 TWh pour 1 M VE
- La valeur économique peut atteindre plusieurs centaines €/an/VE selon les services déployés.



# Les conditions de succès et les challenges

- les solutions techniques existent, les normes sont en élaboration.
- Enjeu important en logiciel pour offrir des services à forte valeur ajoutée (basés sur des modèles précis d'usage, de production, de distribution...).
- Essentiel de convaincre les utilisateurs / investisseurs avec des modèles économiques pour répartir la valeur de façon incitative.
- Le déploiement se fera progressivement.
- Il faut engager immédiatement la recharge intelligente, sans attendre d'être face à un parc de VE trop important à charger.





*MERCI*



#SmileSmartGrids



# Outils d'accompagnement au déploiement de l'autoconsommation PV

ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Energie

*FORUM DE L'AUTOCONSOMMATION 2017*

CIRCUITS COURTS DE L'ÉNERGIE

Rennes le 8 février

**Martino LACIRIGNOLA**

Service Réseaux et Energies Renouvelables, ADEME Paris



#SmileSmartGrids



# Sommaire

- I) Cahier des charges pour les études de faisabilité
- II) Guide pour la réalisation de projets d'autoconsommation PV dans les secteurs tertiaire, industriel et agricole
- III) Soutien aux innovations



# I) Cahier des charges pour les études de faisabilité

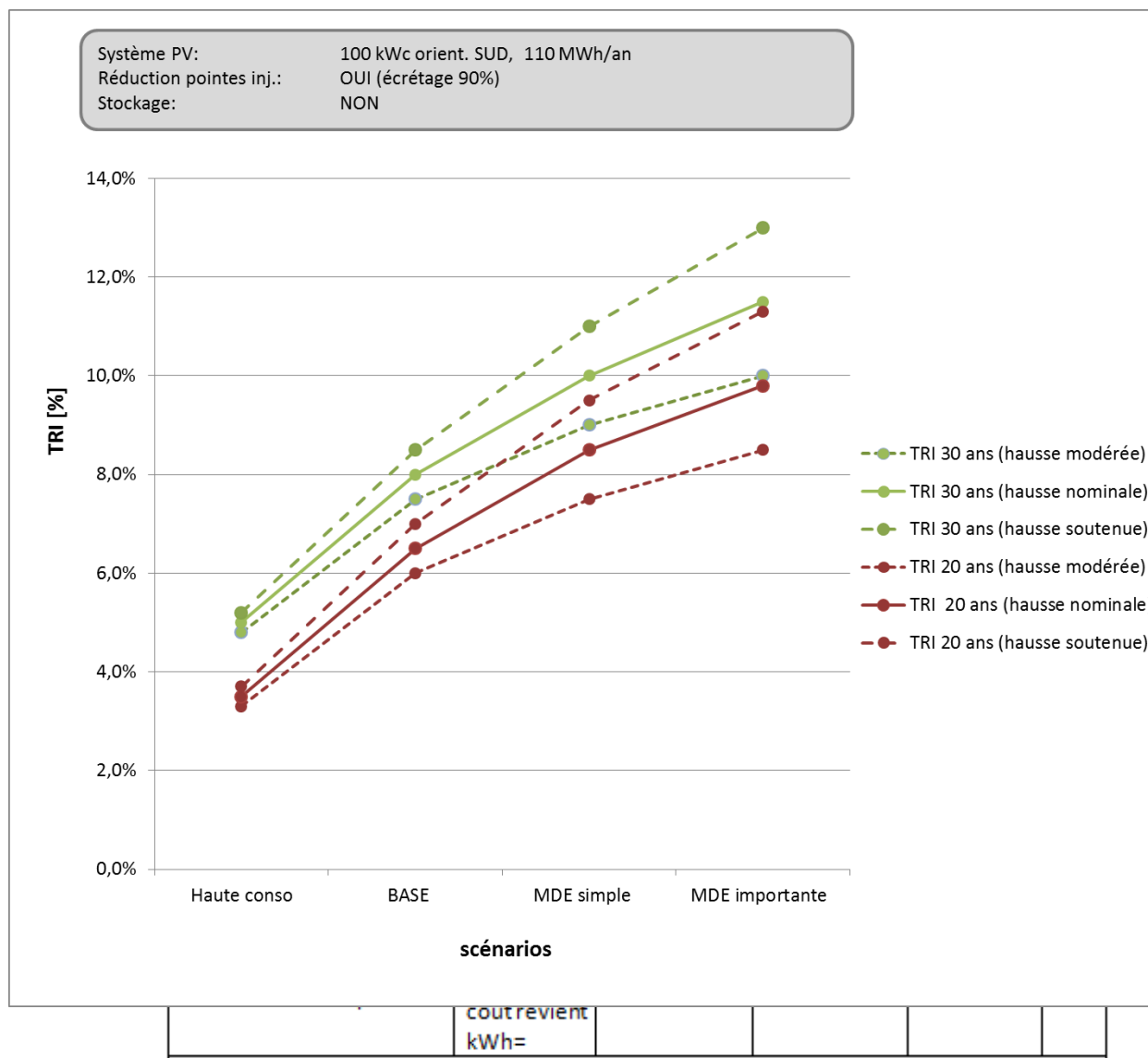
- Élaboration de plusieurs **scénarios de consommation**: avec efforts de MDE, prenant en compte des éventuelles évolutions futures, etc.
- Élaboration de plusieurs **scénarios de production** d'électricité, selon la taille du système et ses dispositifs accessoires e.g. pilotage, écrêtage, stockage, etc.
- Prise en compte de différents scénarios concernant l'**évolution du prix de l'électricité** dans le futur

→ Calcul de rentabilité des configurations résultantes du **croisement** de ces scénarios



**CdC disponible sur [www.diagademe.fr](http://www.diagademe.fr)**

# I) Cahier des charges pour les études de faisabilité



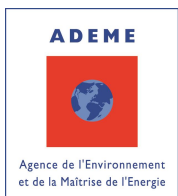


## II) Guide pour la réalisation de projets d'autoconsommation PV dans les secteurs tertiaire, industriel et agricole

**Objectifs:** sensibiliser les maitres d'ouvrage (MO) et leur **présenter les avantages et les enjeux** à prendre en compte lors de la réalisation de ces opérations

Le guide devra :

- **exposer les conditions de réussite** d'une installation PV en autoconsommation
- fournir aux MO un **outil d'aide à la décision** qui couvre tous les aspects du montage d'un projet (techniques, juridiques, architecturaux, financiers, etc.).

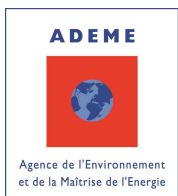




## II) Guide pour la réalisation de projets d'autoconsommation PV dans les secteurs tertiaire, industriel et agricole

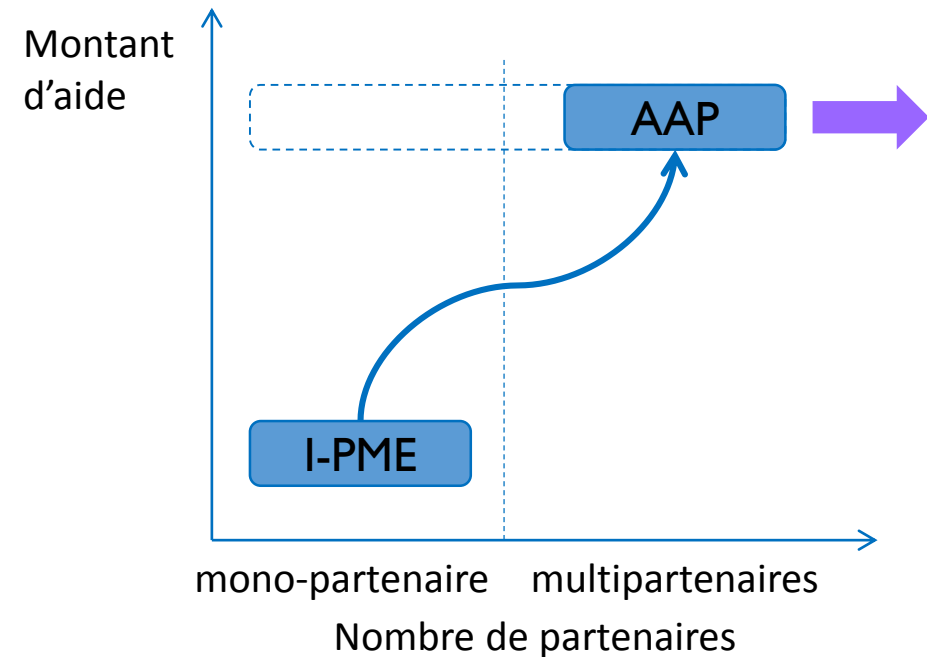
- I. Présentation générale
- II. Avant le projet
- III. Le cadre réglementaire
- IV. Différentes étapes de la réalisation
- V. L'économie du projet
- VI. Fiches « retour d'expérience »

*Finalisation prévue pour l'été 2017*





# III) Investissements d'avenir



Les **appels à projets** « classiques » visent principalement des projets plus structurants

- Consortium de 3-5 partenaires en moyenne
- Aides moyenne de 2-3M€ sous la forme de subvention et d'avances remboursables
- Des délais d'instruction inférieur à 3 mois

Clôtures:

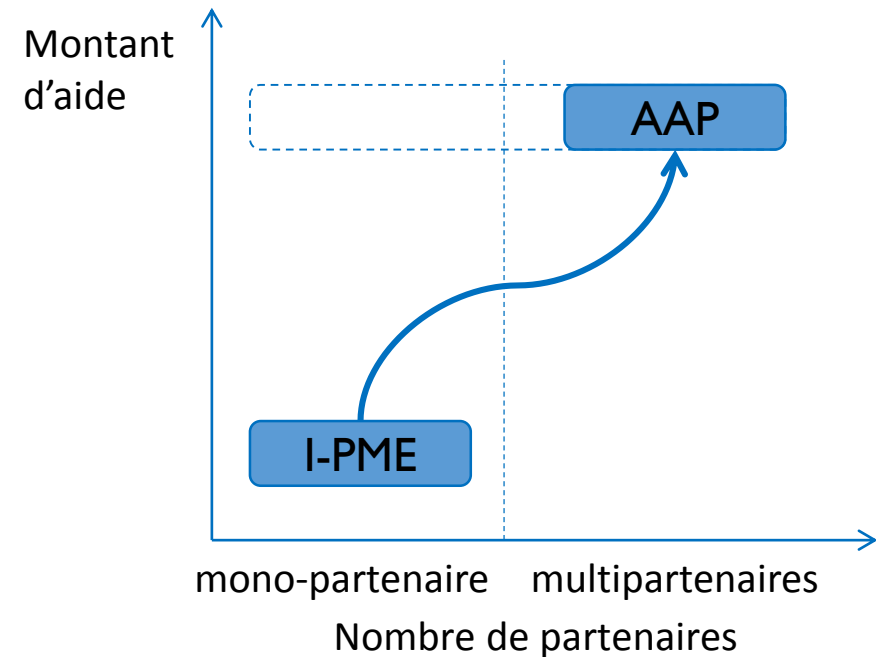
27/02/2017: AAP Energies renouvelables

18/04/2017: AAP Stockage et conversion de l'énergie





# III) Investissements d'avenir



## Initiative PME

- Procédures allégées et simplifiées (dossier de 5-10 pages)
- Durée courte (<18 mois)
- Un montant d'aide de 200k€ en subvention uniquement (max 50% des coûts retenus)
- Versements : 70% en amont, 30% au solde
- Des délais d'instruction extrêmement rapides

Clôtures:

**20 février:** EnR, stockage et conversion de l'énergie, systèmes électriques intelligents

**27 février:** Efficacité énerg. et économie de ressources dans le bâtiments, l'industrie et l'agriculture

→ Auditions courant mars, annonce des lauréats en **avril 2017**



**ADEME**



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Energie

*MERCI*



#SmileSmartGrids

Martino Lacirignola  
ADEME

Service Réseaux et Energies Renouvelables



# Synthèse des échanges

## *Circuits courts de l'énergie*

*Richard LOYEN, ENERPLAN*

*Didier LAFAILLE, Commission de Régulation de l'Energie*

*Dominique RAMARD, Conseiller régional d'légué à a transition énergétique*



**#SmileSmartGrids**