



# LEADER « GAUME ENERGIES » (2017-2021) MISE EN PLACE DE SOLUTIONS DE STOCKAGE DÉCENTRALISÉ D'ÉNERGIE

**INAUGURATION DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE D'ÉLECTRICITÉ  
PHOTOVOLTAÏQUE DOMESTIQUE**

MEIX-DEVANT-VIRTON – 12 OCTOBRE 2019

MAXIME D'HONDT (CHARGÉ DE MISSION ENERGIE AU PARC NATUREL DE GAUME)

Avec le soutien de  
la



**Wallonie**



Fonds européen agricole pour le développement rural :  
l'Europe investit dans les zones rurales.

# PROGRAMME INAUGURATION

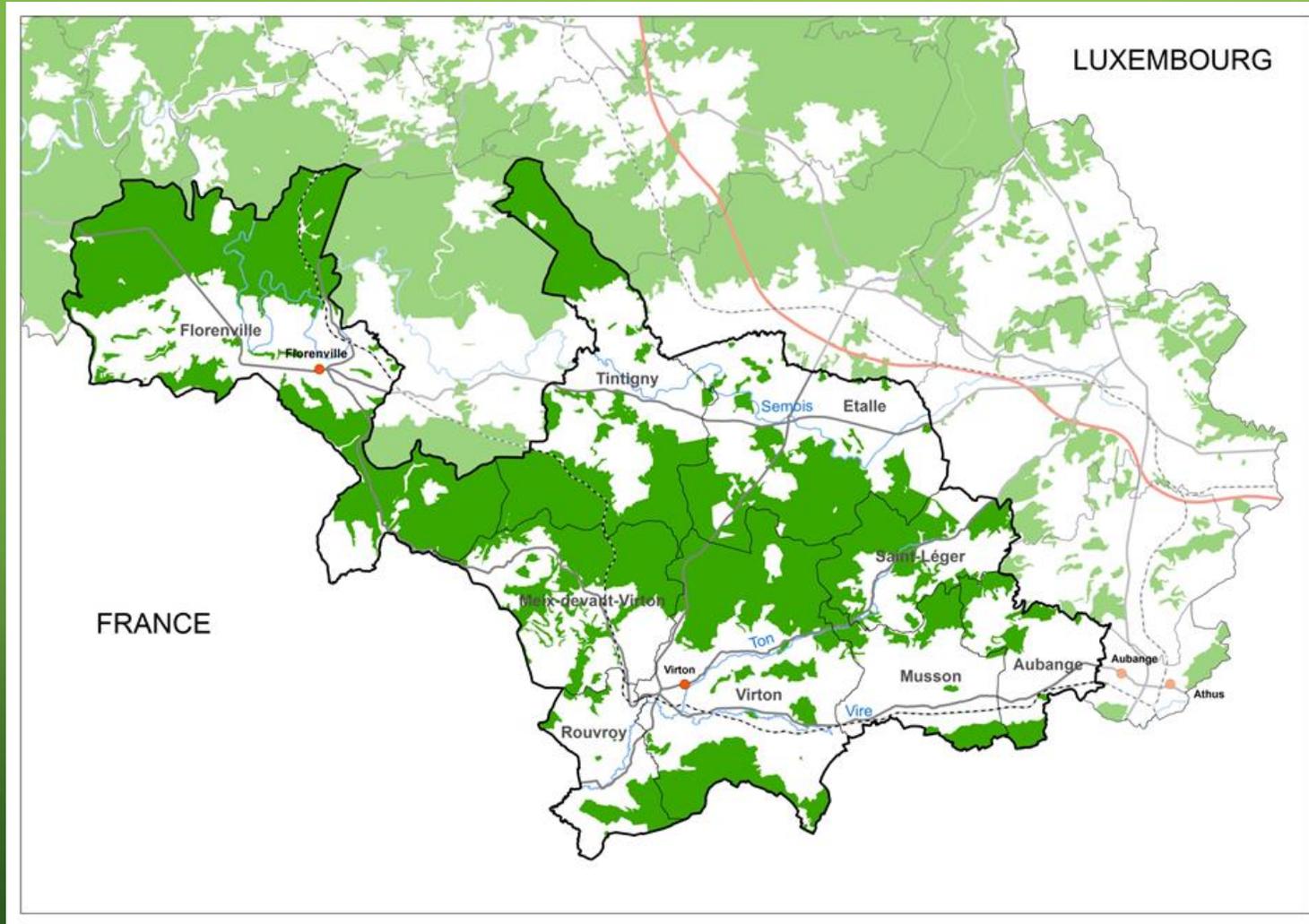
- Introduction (par Nicolas ANCION du Parc naturel de Gaume)
- Mini-conférence « *La place du stockage dans le mix énergétique de demain* » (par Benjamin WILKIN de l'APERe)
- Présentation du projet et des systèmes de stockage mis en place (par Maxime D'HONDT du Parc naturel de Gaume, Jonathan WELLIQUET de Enersol & Vincent HANUS du centre FoRS de Henallux-Pierrard)
- Visite de l'installation de stockage avec batteries à l'« eau salée »  
+ Q/R
- Drink de clôture

# PROGRAMME INAUGURATION

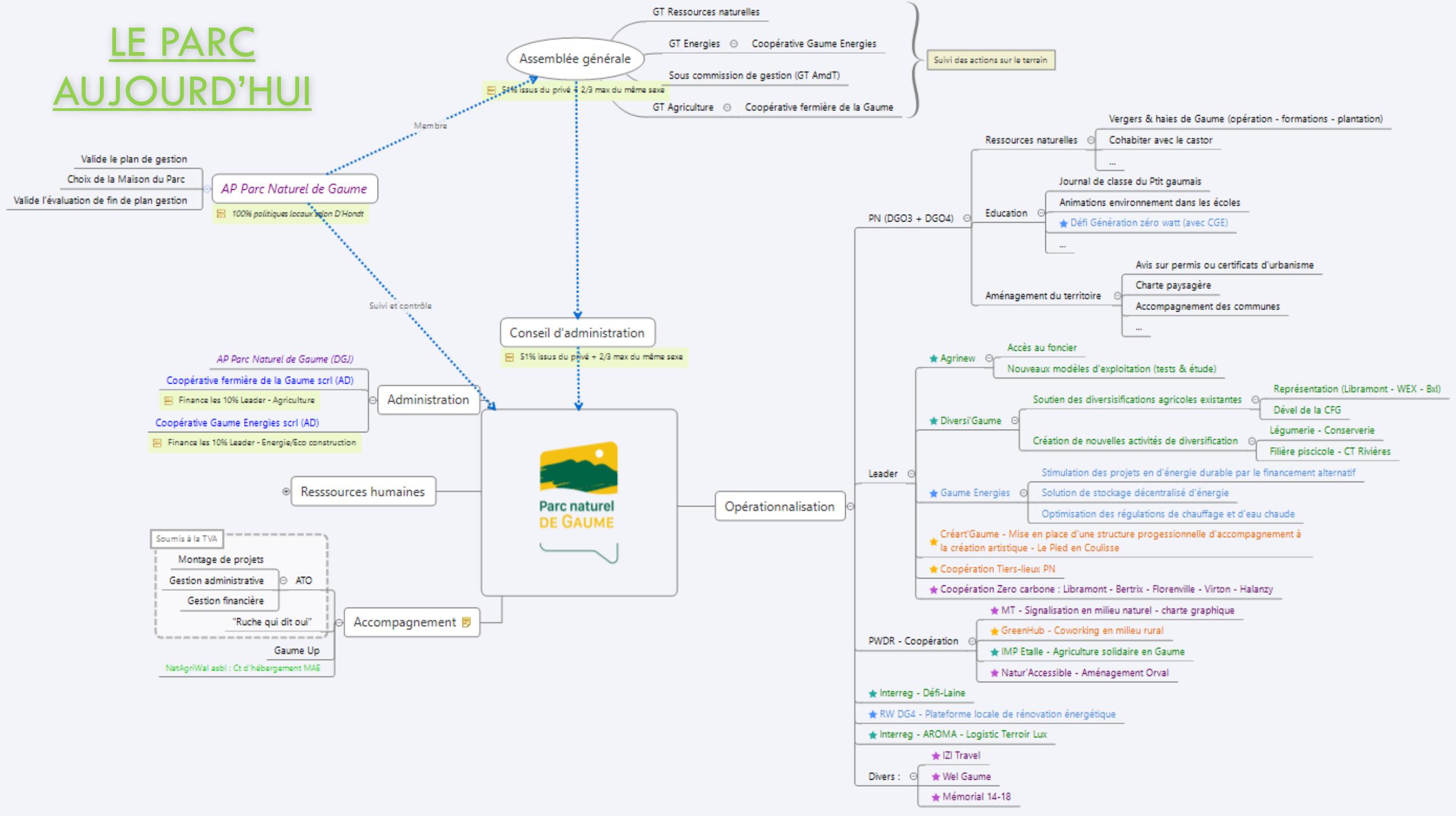
- **Introduction** (par Nicolas ANCION du Parc naturel de Gaume)
- Mini-conférence « *La place du stockage dans le mix énergétique de demain* » (par Benjamin WILKIN de l'APERe)
- **Présentation du projet et des systèmes de stockage mis en place** (par Maxime D'HONDT du Parc naturel de Gaume, Jonathan WELLIQUET de Enersol & Vincent HANUS du centre FoRS de Henallux-Pierrard)
- **Visite de l'installation de stockage avec batteries à l'« eau salée »**  
+ Q/R
- **Drink de clôture**

# INTRODUCTION

## (PARC NATUREL DE GAUME)



# LE PARC AUJOURD'HUI



# PROGRAMME INAUGURATION

- Introduction (par Nicolas ANCION du Parc naturel de Gaume)
- **Mini-conférence « *La place du stockage dans le mix énergétique de demain* »**  
(par Benjamin WILKIN de l'APERe)
- Présentation du projet et des systèmes de stockage mis en place  
(par Maxime D'HONDT du Parc naturel de Gaume, Jonathan WELLIQUET de Enersol & Vincent HANUS du centre FoRS de Henallux-Pierrard)
- Visite de l'installation de stockage avec batteries à l'« eau salée »  
+ Q/R
- Drink de clôture

# PROGRAMME INAUGURATION

- Introduction (par Nicolas ANCION du Parc naturel de Gaume)
- Mini-conférence « *La place du stockage dans le mix énergétique de demain* » (par Benjamin WILKIN de l'APERe)
- **Présentation du projet et des systèmes de stockage mis en place** (par Maxime D'HONDT du Parc naturel de Gaume, Jonathan WELLIQUET de Enersol & Vincent HANUS du centre FoRS de Henallux-Pierrard)
- Visite de l'installation de stockage avec batteries à l'« eau salée »  
+ Q/R
- Drink de clôture

# PRÉSENTATION PROJET

- Fiche-projet LEADER (2017-2021) :  
« *Gaume Energies, stimulons les projets d'économie d'énergie et d'énergies renouvelables : accompagnement, financement alternatif, optimisation et stockage* »
  - Action :  
« *Mise en place de solutions de stockage décentralisé d'énergie* »



# CONSTAT :

Autoconsommation moyenne des prosumers wallons : **37,76%**  
(CWAPE, août 2017)

↗ installations photovoltaïques domestiques



Saturation du réseau public (injections)



Adaptations du réseau et/ou stockage

→ le développement des ER (intermittentes et variables) passe par le stockage stationnaire d'électricité (local)

→ UE - directive « Electricity market design » (juin 2019) : incite à mettre fin au mécanisme de compensation (sortie progressive à partir de 2023)

→ RW - tarif prosumer à pd 2020 (compteurs intelligents dès 2023) : vise à inciter à l'autoconsommation solaire photovoltaïque & participer aux frais de maintenance et développement du réseau

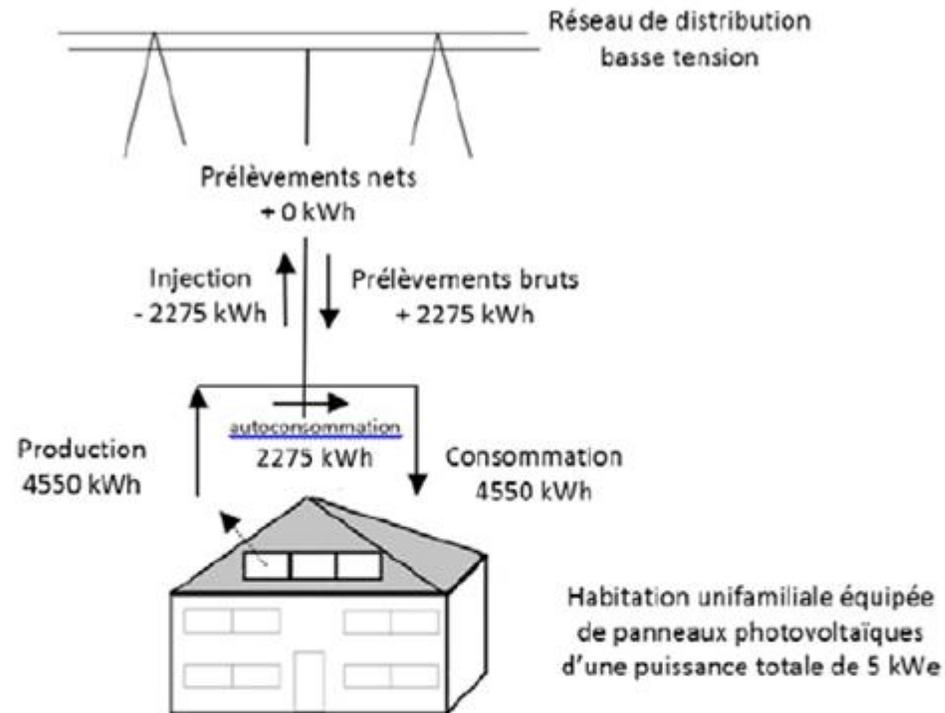


*Prosumer* = utilisateur du réseau distribution BT,  
production électrique dont  $P \leq 10$  kVA, injecte et prélève

## TARIF PROSUMER :

- Pour que l'ensemble des utilisateurs participe de manière équitable aux frais du réseau, prosumers compris → via facture du fournisseur d'électricité
- Se base sur l'utilisation du réseau relative aux prélèvements et non à l'injection !
- Choix parmi 2 types de tarification :
  - Capacitaire : forfait fixe fonction de la puissance électrique nette développable (puissance en sortie de l'onduleur solaire), calculé sur autoconsommation de 37,76% + prélèvements nets d'électricité
  - Proportionnel : fonction de l'utilisation réelle du réseau = prélèvements bruts d'électricité (nécessite compteur électrique double flux : prélèvement/injection)
- Compensation uniquement sur la partie « commodité » : valorisation de l'énergie injectée sur le réseau et prélevée plus tard (excédent perdu)

# TARIF PROSUMER :



Source : CWaPE, Communication, FAQ – Tarif prosumer, 02/09/2019

## Hypothèses :

Production = 910kWh/kWe  
 Autoconsommation = 50%  
 Tarif prosumer = 84,96€/kWe  
 Tarif distribution = 0.10€/kWh  
 Tarif transport = 0.05€/kWh

## Facture tarif capacitaire :

5 kWe x 84,96€/kWe = 424,8€  
 0 kWh x 0.10€/kWh = 0€  
 0 kWh x 0.05€/kWh = 0€

Total = 424.8€

## Facture tarif proportionnel :

2275 kWh x 0.10€/kWh = 227,5€  
 2275 kWh x 0.05€/kWh = 113,75€

Total \* = 341,25€

# OBJECTIF :

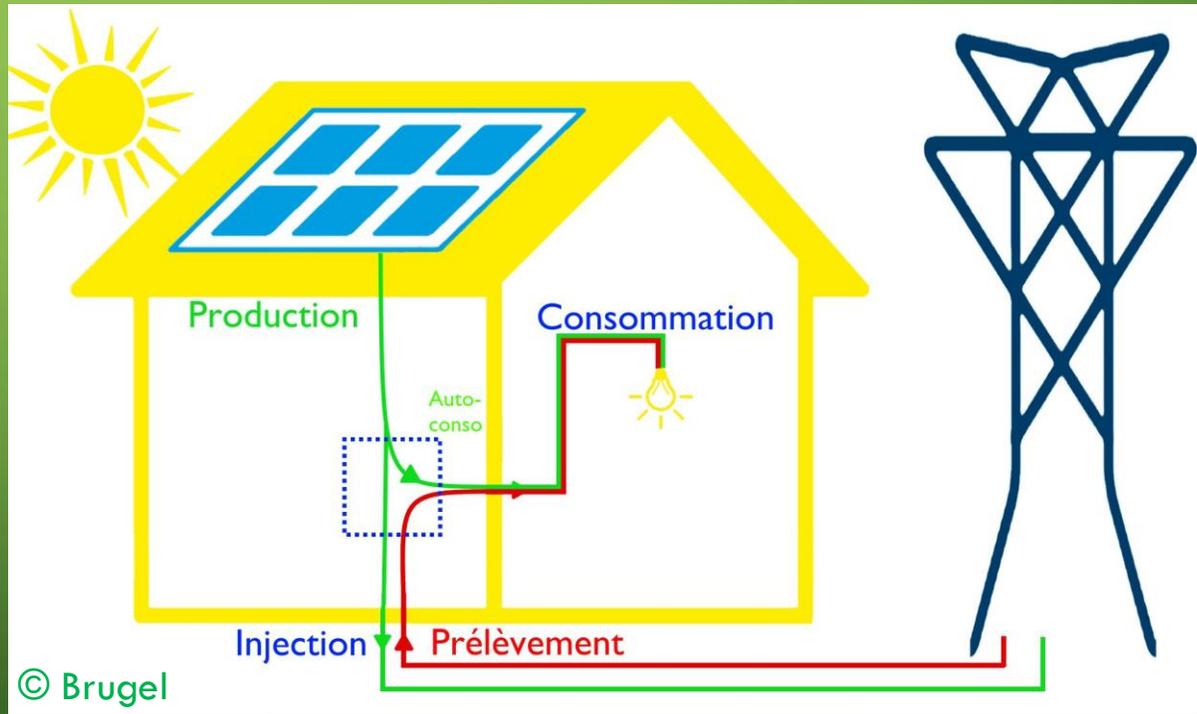
- Mise en place de 2 solutions de stockage décentralisé d'électricité (domestique) permettant d'atteindre un taux d'injection sur le réseau inférieur à 40%



↗ **Autonomie énergétique**  
↗ **Pénétration ER dans le mix énergétique**

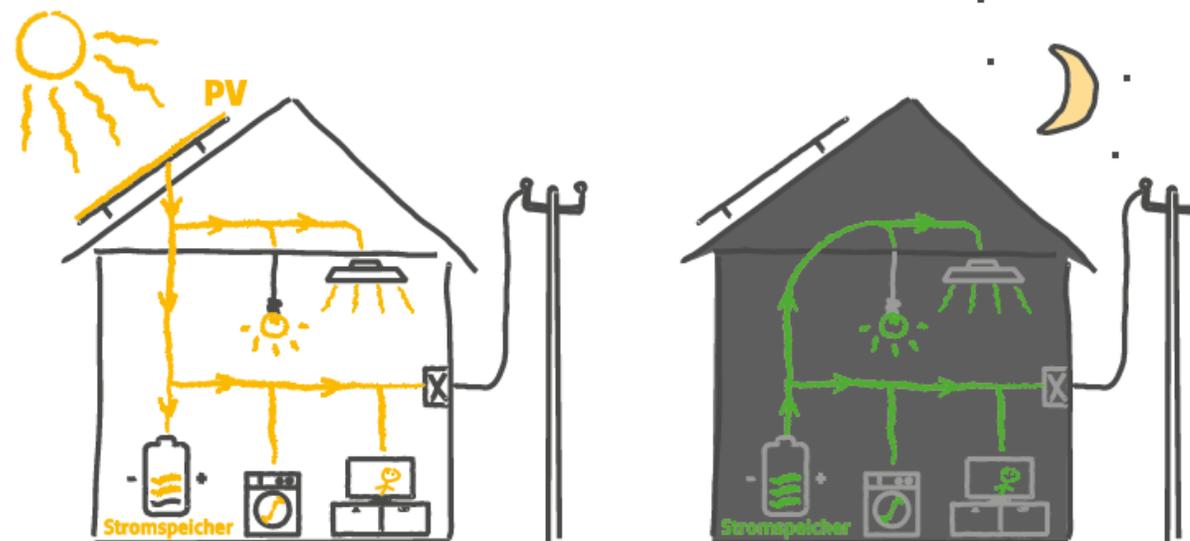


$$= \frac{\text{énergie envoyée au réseau}}{\text{énergie PV produite}} \quad \text{(bilan annuel)}$$

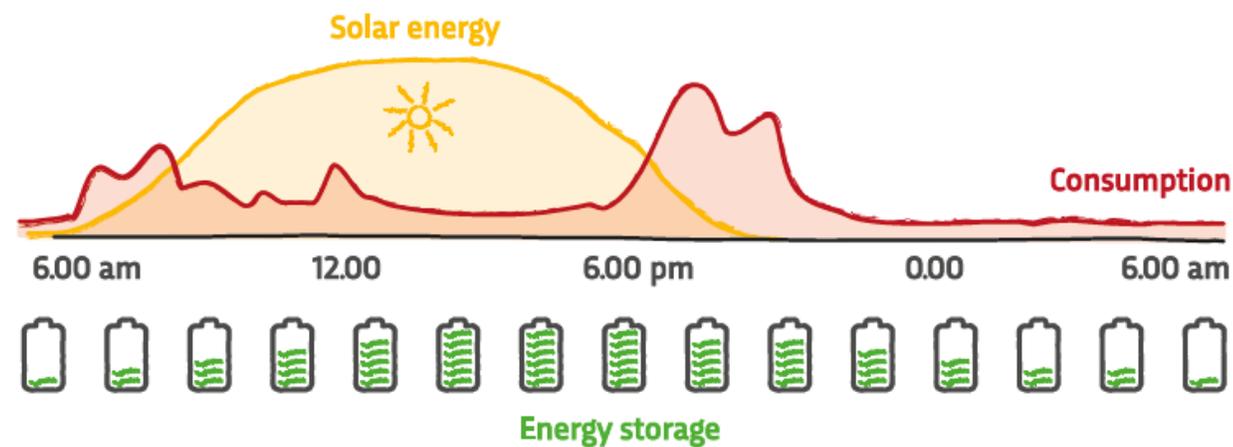


# OBJECTIF :

## Stockage intra-journalier



*Flux énergétique pendant la journée (en utilisant un système PV avec stockage de l'énergie)*

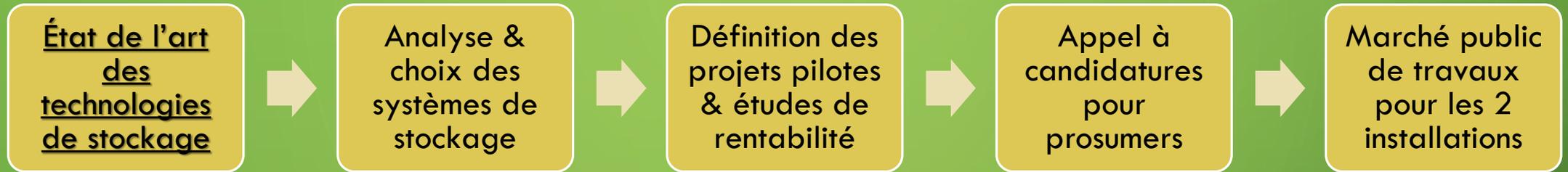


© BlueSky Energy (GREENROCK)

# ÉTAPES :



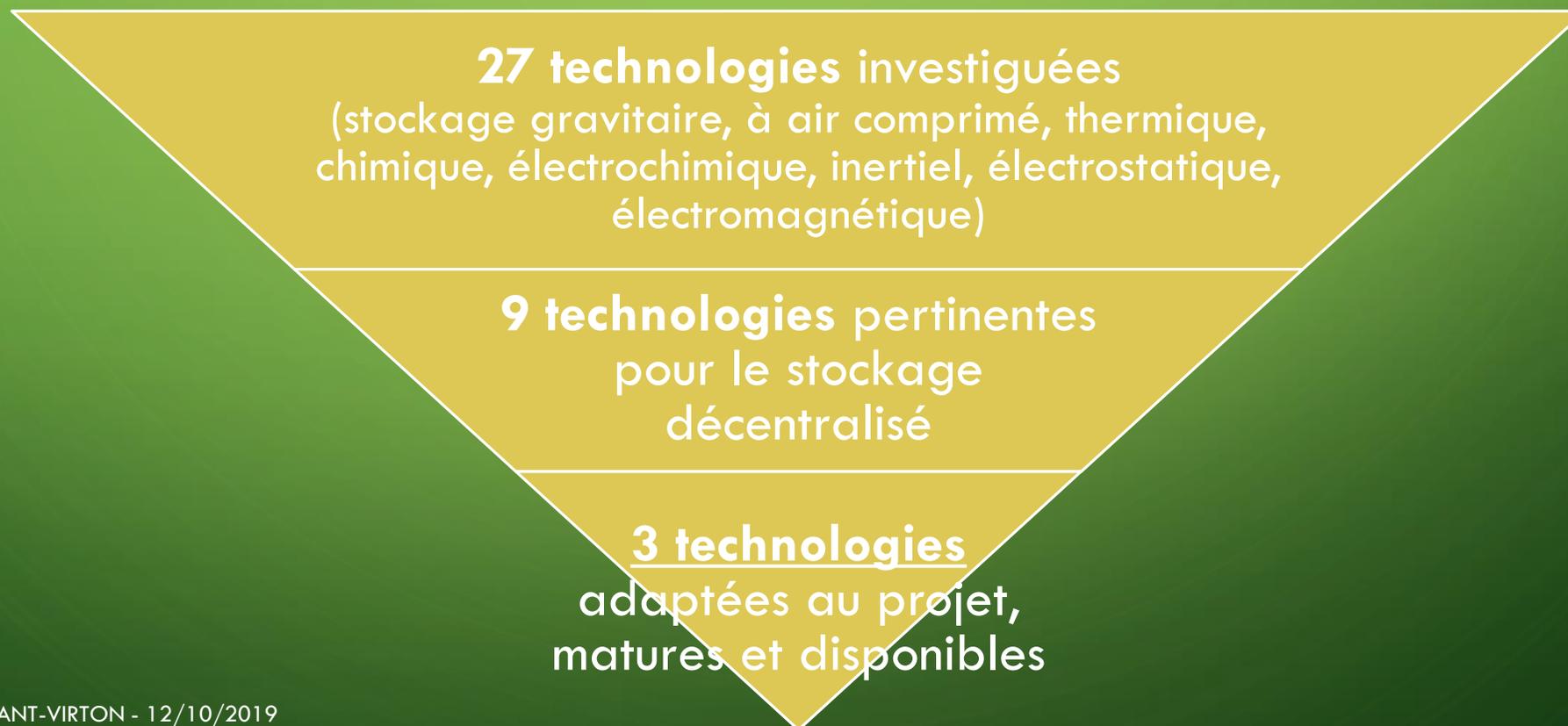
# ÉTAPES :



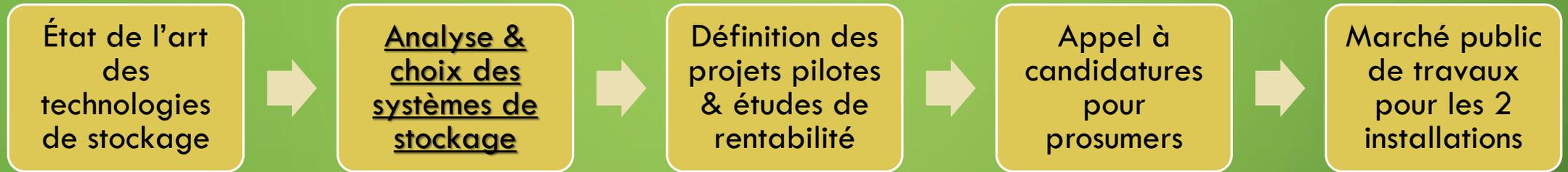
# 1 - ÉTAT DE L'ART DES TECHNOLOGIES DE STOCKAGE

## Processus :

- Ensemble des technologies disponibles sur le marché et en cours de développement/d'étude analysées sous l'angle de **20 paramètres**



# ÉTAPES :



## 2- ANALYSE & CHOIX DES SYSTÈMES DE STOCKAGE

### Critères de sélection :

- application stationnaire et domestique (puissance faible)
- stockage d'énergie intra-journalier
- produit disponible sur le marché (démonstrateurs compris)
- dispositif reproductible facilement et à grande échelle (secteur résidentiel unifamilial)
- matériaux non toxiques
- sécurité
- coûts « abordables » (pour les particuliers)
- solution rentable
- faible autodécharge
- énergie spécifique (densité énergétique) élevée
- bonne durée de vie (cyclabilité)

## 2- ANALYSE & CHOIX DES SYSTÈMES DE STOCKAGE

### Sélection finale :

- Batteries électrochimiques **Lithium-ion**
- Batteries électrochimiques **Sodium-ion**
- ~~Batteries électrochimiques à circulation **Redox Vanadium (VFRB)**~~
  - + : ininflammable et non explosive, électrolyte réutilisable/recyclable, faible autodécharge, **durée de vie très élevée**, flexibilité d'utilisation, temps décharge continue élevée, ressources vanadium disponibles
  - : vanadium relativement toxique, rendement sur cycle bas, densité énergétique faible
  - **coûts trop élevés pour faible puissance : non rentable (& budget projet limité)**

# 2- ANALYSE & CHOIX DES SYSTÈMES DE STOCKAGE

## Simulations de stockage d'énergie électrique

<b>Hypothèses :</b>	Batteries <b>VRFB</b> EverFlow Compact Storage (SCHMID) & <b>Li-ion</b> Powerwall 2 (Tesla) / <b>Na-ion</b> équivalent Profil de consommation résidentiel moyen Production PV estimée (simulation PVGIS) Modulation puissance batterie selon besoins → Simulation horaire (charge batterie)
<b>Taux autoconsommation solaire (±) :</b>	30% (PV) → 75% (+ batteries) → <b>95%</b> (+ PV heater)

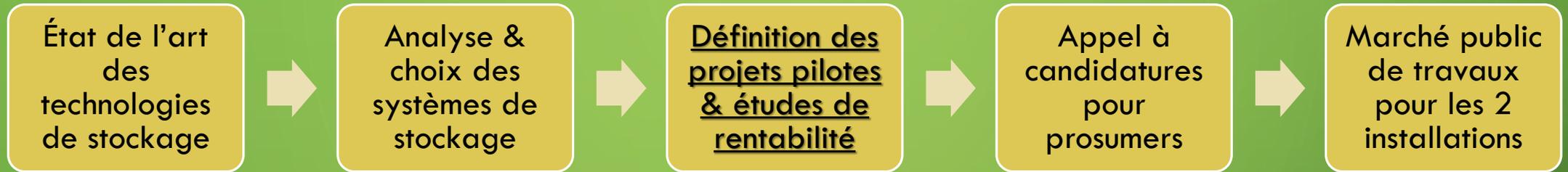
## Caractéristiques environnementales et techniques

<b>Batteries lithium-ion :</b>	<b>Li</b> : exploitation peu durable, ressource limitée assez rare et sous pression (batteries embarquées), métal alcalin inflammable, explosif et corrosif, fumées irritantes et toxiques, cobalt toxique (NCA) → risque sécurité faible pour <i>LFP</i>
<b>Batteries sodium-ion :</b>	Majorité des composants abondants, recyclables et non toxiques (sauf oxyde de manganèse sur cathode), pH neutre (électrolyte)

## 2- ANALYSE & CHOIX DES SYSTÈMES DE STOCKAGE

<i>Caractéristiques</i>	<b>Batterie Li-ion LFP (BYD BATTERY-BOX LV)</b>	<b>Batterie Na-ion (BlueSky Energy GREENROCK AIB)</b>
<b>Energie spécifique massique :</b>	70 Wh/kg	18 Wh/kg
<b>Energie spécifique volumique :</b>	52 Wh/l	26 Wh/l
<b>BMS/BMU :</b>	<b>oui</b> → ↗ <i>conso. globale</i>	non (gestion des batteries par carte « DC combiner »)
<b>Coût batterie (HTVA) :</b>	± 1.000 €/kWh (onduleur-chargeur & pose compris)	

# ÉTAPES :



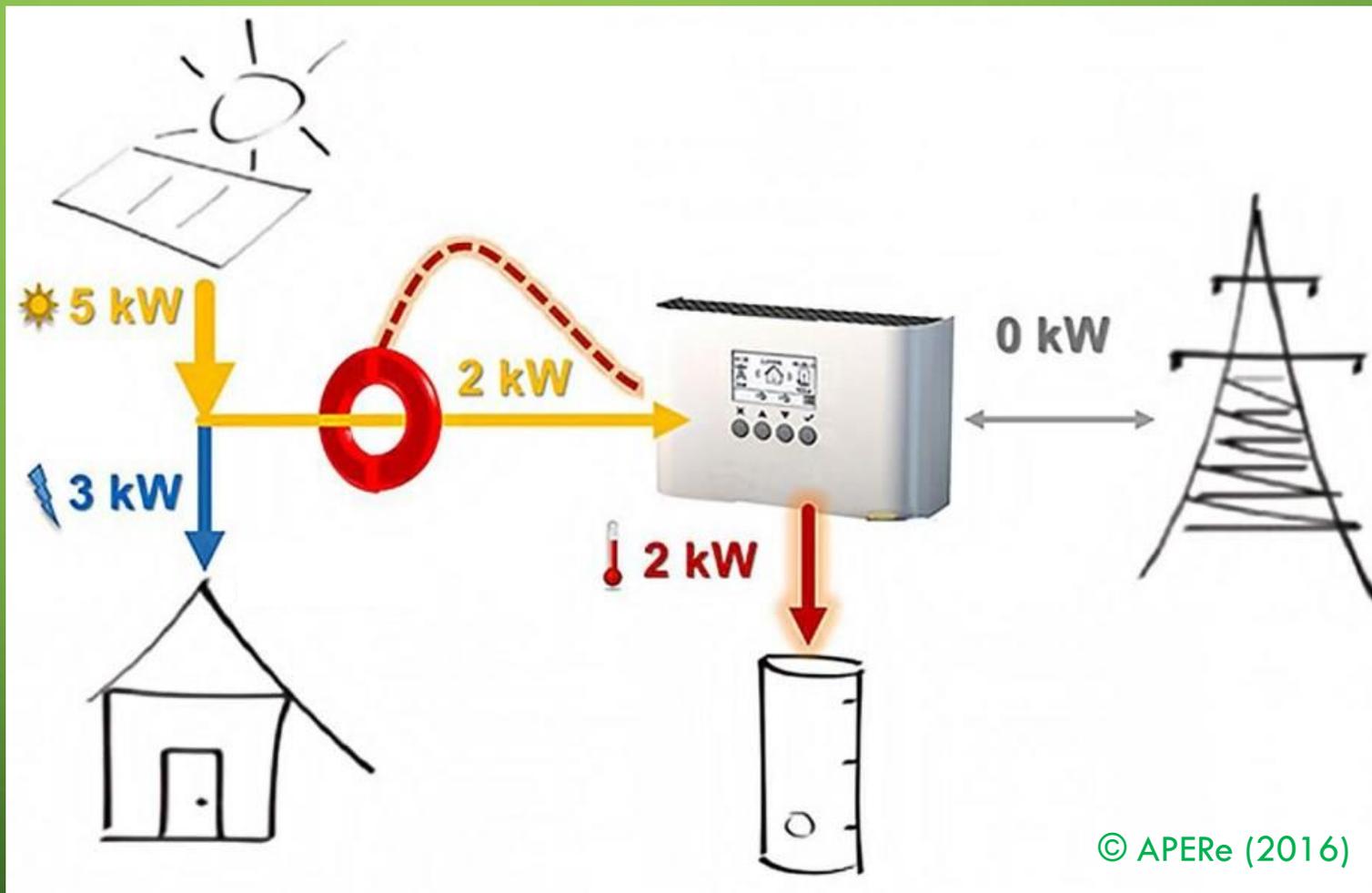
# 3- DÉFINITION DES PROJETS PILOTES

## 2 habitations :

- Résidentiel unifamilial (PV < 10 kWc)
- Compteur double flux (tarif prosumer)
- **Batteries Li-ion LFP / Na-ion**  
**PV heater** (boiler électrique/thermodynamique)
  - *augmenter capacité stockage ou température ECS*
- Système de gestion & monitoring/suivi des installations (**SME**)
- Système de gestion active de la demande (régulation par **smart plugs**)
  - *déplacer utilisation gros électroménagers (lave-linge, lave-vaisselle...)  
quand pic de production PV*

# 3- DÉFINITION DES PROJETS PILOTES

PV heater :



# 3- DÉFINITION DES PROJETS PILOTES

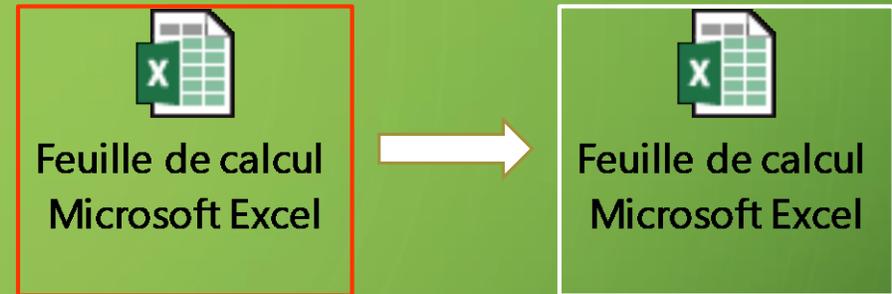
Priorité utilisation énergie photovoltaïque :



# 3- ÉTUDES DE RENTABILITÉ

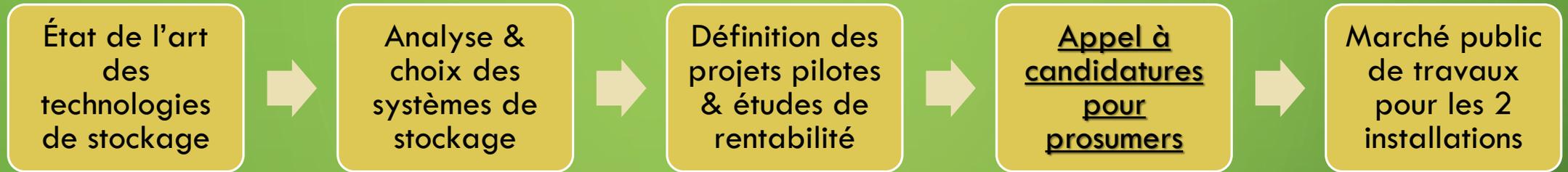
## Paramètres :

- Nouvelle installation (2019), TVA 21%
- Tarif prosumer (2020-)
- Durée de vie PV (projet) : 25 ans
- Remplacement batteries & onduleur hybride après 15 ans



Systeme	Temps de retour	Bénéfice (après 25 ans)
<b>PV (5 kWc / 4 kWe)</b> → <b>autoconsommation PV 30%</b>	± 8 ans	± 22.800 €
<b>PV + batteries (10 kWh)</b> → <b>autoconsommation PV 70%</b>	± 21 ans	± 8.100 €
<b>PV + batteries + PV heater (3 kW)</b> → <b>autoconsommation PV 85%</b>	± 20 ans	± 9.900 €

# ÉTAPES :



# 4- APPEL À CANDIDATURES POUR PROSUMERS

## Critères d'éligibilité :

- Maison unifamiliale sur territoire PNdG (résidence principale occupée)
- $E_{\text{spéc}} < 200 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$
- Consommation moyenne d'électricité  $\geq 2.500 \text{ kWh/an}$
- Système chauffage principal non électrique
- Installation PV entre 3 et 8 kWc, production moyenne  $\geq 800 \text{ kWh/kWc.an}$ , raccordée au réseau,  $\leq 10$  ans ou va être mise en service durant 2018
- Emplacement disponible pour pose batterie (intérieur, sol ou mur) :
  - Dimensions maximales : 1.860 x 900 x 900 mm (h x L x l)
  - Charge maximale : 650 kg
  - Température ambiante du local : -10 à +50 °C

# 4- APPEL À CANDIDATURES POUR PROSUMERS

## Critères de sélection :

- Systèmes énergétiques
- Système de comptage d'électricité
- Système de gestion énergétique

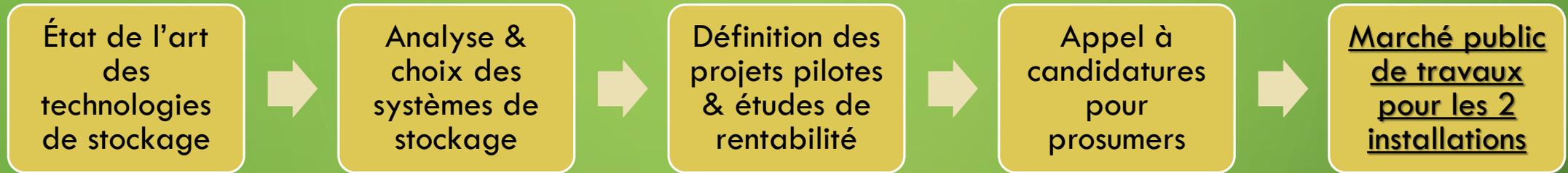
## Sélection bénéficiaires :

5 candidatures reçues

- 3 éligibles (visite sur site, campagne de mesure & simulation autoconsommation sur profil « réel »)
- **2 sélectionnés** (à Florenville & Meix-devant-Virton)  
=> simulation : **13 & 25% d'injection (batteries + PV heater)**

→ Conventions établies entre bénéficiaires et PNdG

# ÉTAPES :



# 5- MARCHÉ PUBLIC INSTALLATIONS



CSC Stockage PV domestique

Réf. : 005-2019

Métré récapitulatif

## ANNEXE B: MÉTRÉ RÉCAPITULATIF

« FOURNITURE ET INSTALLATION DE SYSTÈMES DE STOCKAGE D'ÉLECTRICITÉ  
POUR INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES DOMESTIQUES (2 LOTS) »

Poste N°	Description	Type	Unité	Q	PU en chiffres HTVA	Total en chiffres HTVA
1	Lot 1 : Systèmes de stockage (batterie(s), PV heater, SME) (Li-ion) + smart plugs	PG	forfait	1	12 082,80	12 082,80
2	Lot 2 : Systèmes de stockage (batterie(s), PV heater, SME) (Na-ion) + smart plugs	PG	forfait	1	14 265,08	14 265,08
3	Lot 2 : Boiler électrique	PG	forfait	1	1 717,50	1 717,50

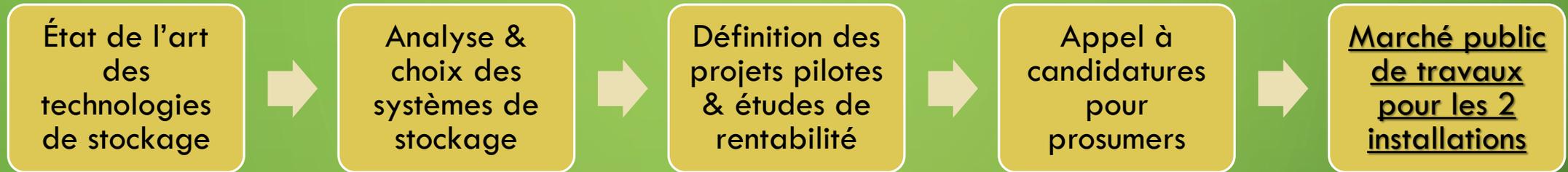
	Total HTVA :	28 065,38
	TVA 21% :	5 893,73
	Total TVAC :	33 959,11

# 5- INSTALLATIONS (TRAVAUX)

## Retours d'expérience :

- Projets pilotes → législation sur le stockage domestique encore floue...
  - **Synergrid** : révision récente de la prescription C10/11 « Prescriptions techniques spécifiques de raccordement d'installations de production décentralisée fonctionnant en parallèle sur le réseau de distribution »  
(nouvelles exigences pour les systèmes de stockage d'énergie)
  - **ORES** : aucun formulaire de déclaration de batteries de stockage disponible actuellement ← obligation de signaler installation à GRD (CWaPE) ; personnel non formé sur la question et peu d'experts en interne (problématique émergente...)
  - **Contrôle RGIE** (Vinçotte) : exigences sur protection côté batteries (DC) ?
- Peu d'installateurs formés et expérimentés dans ce secteur (stockage d'électricité)

# ÉTAPES :



2019  
- 2020

Formation & accompagnement des bénéficiaires/occupants

Monitoring & optimisation des systèmes

Visites des installations

2020  
- 2021

Analyse de l'efficience des systèmes

Retours d'expérience & communication

MERCI POUR VOTRE ATTENTION !



# Parc naturel

## GAUME ÉNERGIES

Avec le soutien de  
la



**Wallonie**



Fonds européen agricole pour le développement rural :  
l'Europe investit dans les zones rurales.

# PROGRAMME INAUGURATION

- Introduction (par Nicolas ANCION du Parc naturel de Gaume)
- Mini-conférence « *La place du stockage dans le mix énergétique de demain* » (par Benjamin WILKIN de l'APERe)
- Présentation du projet et des systèmes de stockage mis en place (par Maxime D'HONDT du Parc naturel de Gaume, Jonathan WELLIQUET de Enersol & Vincent HANUS du centre FoRS de Henallux-Pierrard)
- **Visite de l'installation de stockage avec batteries à l'« eau salée »**  
**+ Q/R**
- **Drink de clôture**