



La science des procédés face aux enjeux industriels et sociétaux

LES MÉTHODES ET OUTILS DÉDIÉS À L'AMÉLIORATION  
DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Les outils de recherche et développement

*Pierre-Gilles POINT, Alexandre HULIN, Bertin Technologies*

*GT IEP & Energie*

*9 juin 2016 au CNAM à PARIS*

[www.bertin.fr](http://www.bertin.fr)

Bertin Technologies  
 60 years of technological & industrial innovation  
 Engineering & life sciences

4 business units  
 Systems & instrumentation  
 Information technology  
 Ergonomics  
**Expertise & innovative processes**

People 750

Turnover 90 M€



- Subsidiaries

▷ Bertin Technologies, a **ENIM** subsidiary

CNIM GROUP  
 Services, Equipment and Systems in Energy, Environment, Defense and Security

3 sectors  
 Environment  
 Energy  
**Innovation & systems**

People 3000

Turnover 717 M€



# CONSEIL ET EXPERTISE POUR LES PROCÉDÉS INNOVANTS

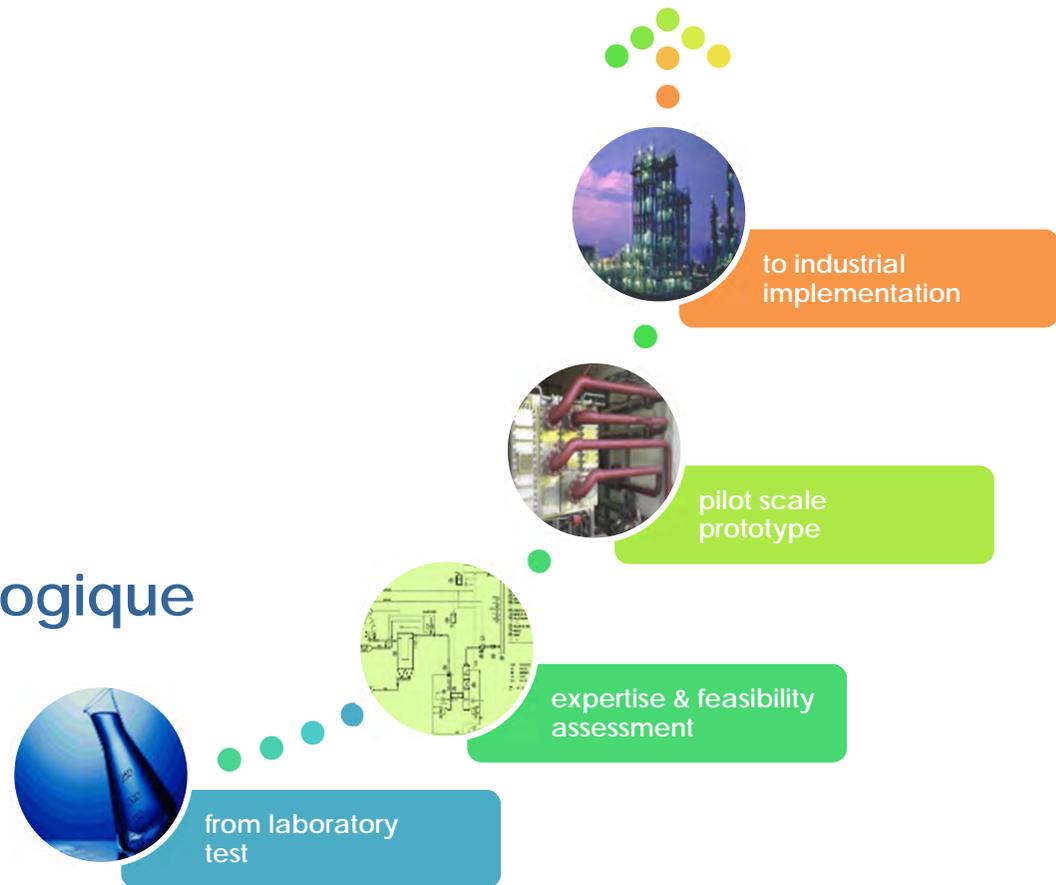
## UNE STRATÉGIE GLOBALE

Accompagner l'innovation

Depuis la définition de la stratégie  
jusqu'au management des risques

Depuis la conception jusqu'à l'industrialisation

Accélérer le développement technologique  
Optimiser les performances



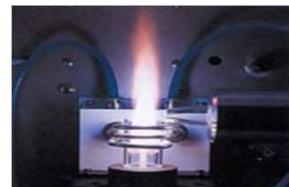
Energy



Marine



Space



Industry



Transports



Environment

# Management de l'innovation

## Outils et méthodes : depuis l'idée jusqu'aux solutions



Conseil & aide à la décision



Expertise technique et optimisation



Gestion du risque et fiabilité



Ingénierie de l'innovation et démonstrations

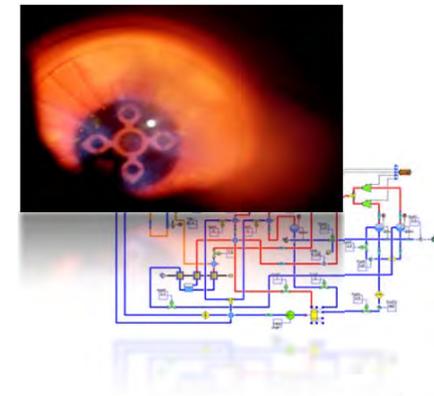
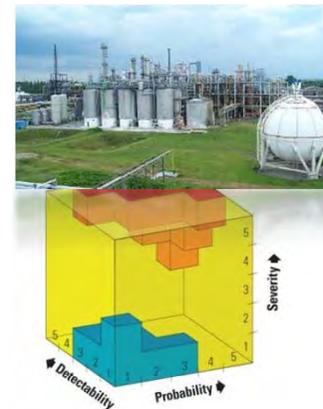
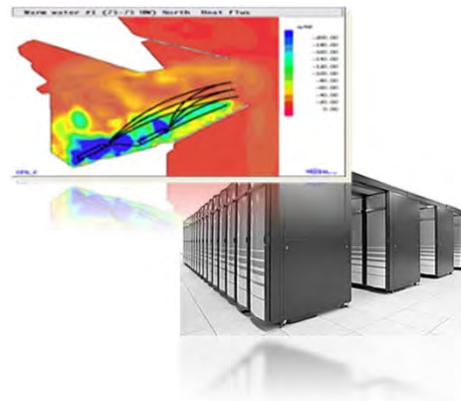
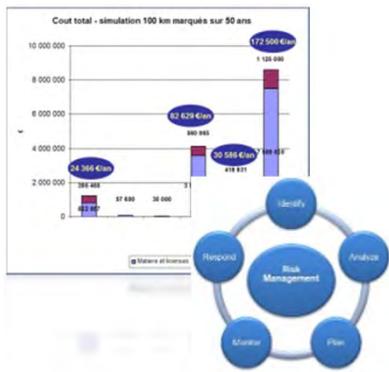
Evaluation économique des procédés

- Stratégie technologies / fusion acquisition
- Evaluation de concept innovant
- veille technologique et marché
- Feuille de route R&T organisation

- Modélisation Architecture
- Optimisation multiparamétrique
  - Preuve de concept
  - System simulation

- Analyse des risques
- Sûreté de fonctionnement / maintenabilité et maintien en condition opérationnelle
- Management du risque industriel

- Ingénierie conception / innovation
  - Démonstrateurs
  - Pilotes industriels
  - Déploiement industriel



# Programmes de développement technologique



Pompe à chaleur absorption

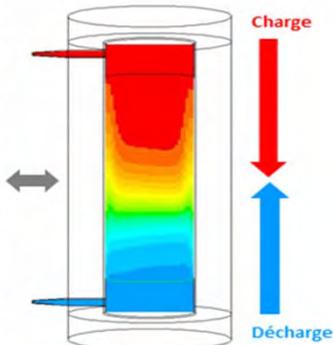
## IONOPAC

Valorisation de chaleur fatale par pompe à chaleur absorption avec liquide ionique

TRL 4 >> 6 > 7



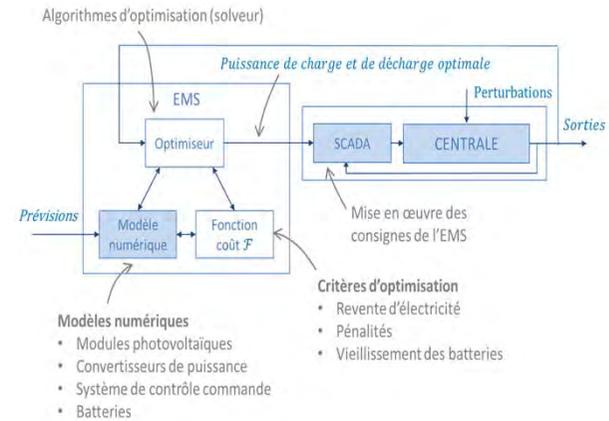
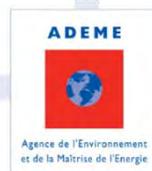
Stockage thermique



## THERMSTOCK

Valorisation de la chaleur fatale intermittente par réservoir de chaleur *sensible*

TRL 4 >> 8



Energy Management System



## EMS

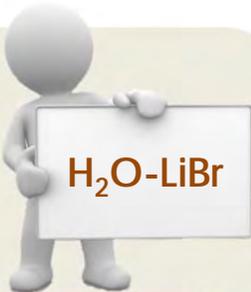
Gestion et optimisation multicritères des systèmes hybrides de production & stockage d'énergie

TRL 1 >> 8

TRL 1	• Observation du principe de base
TRL 2	• Formulation du concept technologique
TRL 3	• Preuve expérimentale de conception
TRL 4	• Validation de la technologie en laboratoire
TRL 5	• Validation de la technologie en environnement réel
TRL 6	• Démonstration de la technologie en environnement réel
TRL 7	• Démonstration du système à l'échelle du prototype en environnement opérationnel
TRL 8	• Qualification du système complet
TRL 9	• Système réel démontre en environnement opérationnel

**Crystallisation hazards**

**Corrosion**

Usual absorption  **H<sub>2</sub>O-LiBr**

**Yes**  
→ Temperature range limitation

Corrosion properties of LiBr  
→ expensive materials

Ionic Liquids replacing LiBr  **IONOPAC**

**No**  
molten salt at operating conditions  
→ **extended operation domain**

Less corrosion expected  
→ **cheaper materials**

▷ *Heat recovery in industry potentially increased thanks to ionic liquids !*

# IONOPAC OBJECTIVES & METHODS

## ▷ Bertin Technologies, Inven & CNIM

- new absorption machine line
  - with [water / ionic liquids] as a working pair

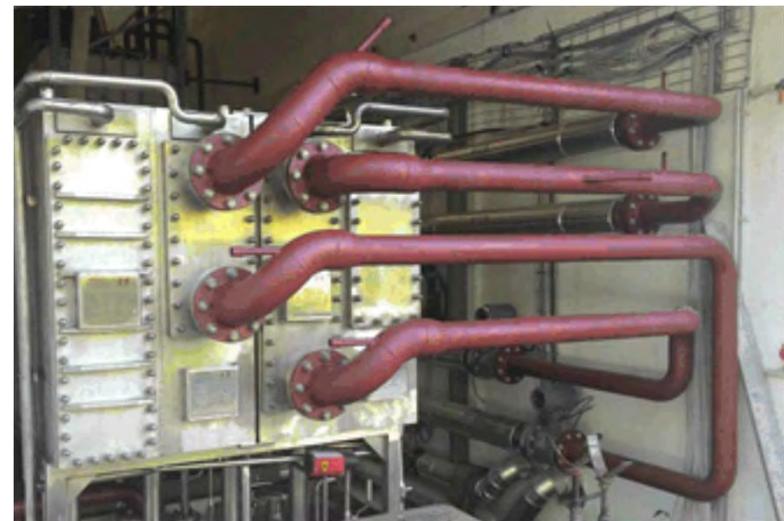
## ▷ The project aims at

- extending the operating domain
- qualifying the process
  - technically and economics
  - on the extended range of temperature
    - Decomposition products
    - Properties at high temperature under vacuum

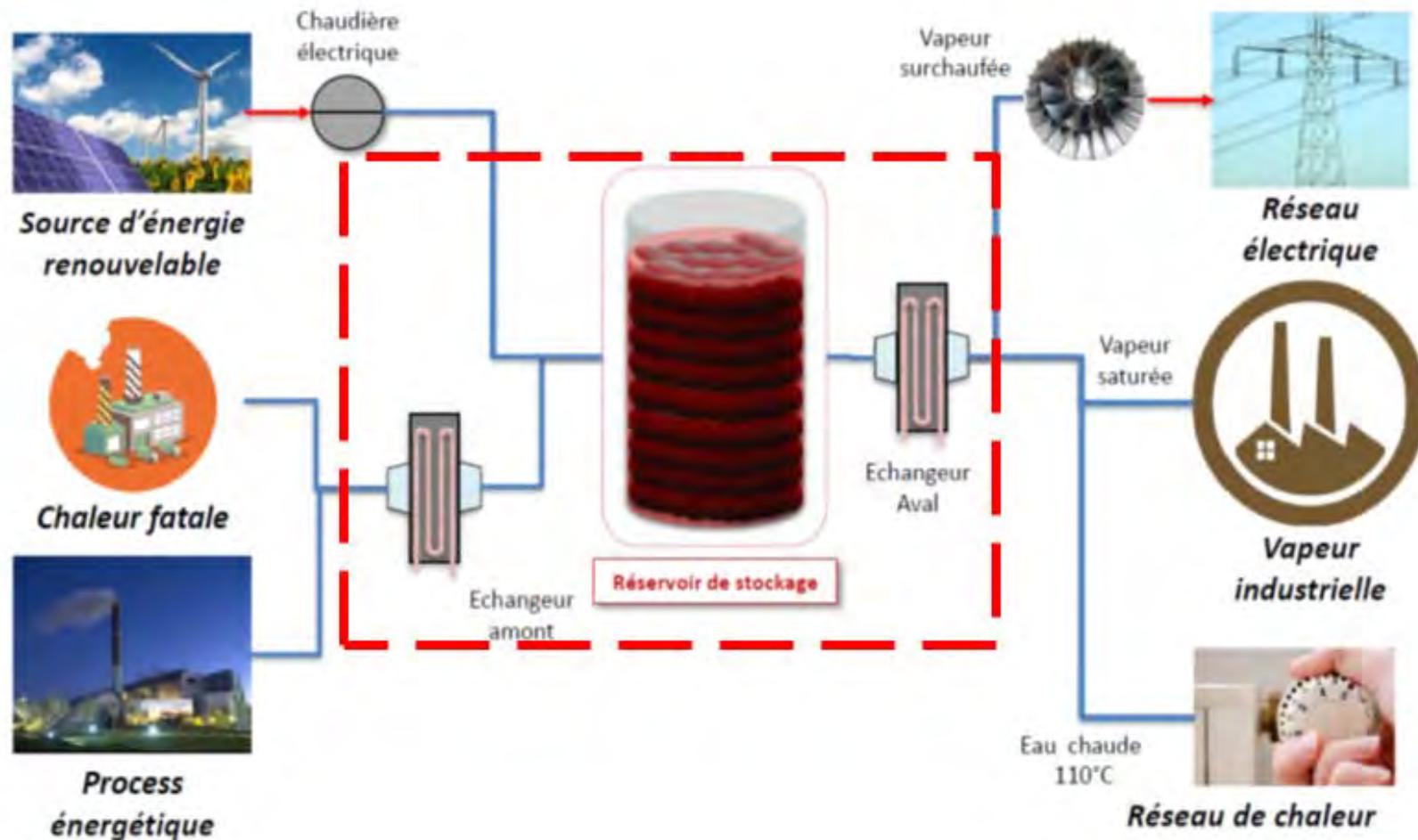
## ▷ 100 kW cooling power pilot !

- close to industrial scale
- with standard auxiliaries equipment

## ▷ Performance and endurance tests



# STOCKAGE MASSIQUE DE L'ÉNERGIE PAR ACCUMULATION THERMIQUE



Développement  
Thermstock →

Température maxi  
de stockage de chaleur

• 350°C

Capacité de stockage  
pour un  $\Delta T$  de 150°C

• 10 MWh

Puissance de  
stockage - déstockage @150°C

• 3,7 MW

# STOCKAGE MASSIQUE DE L'ÉNERGIE PAR ACCUMULATION THERMIQUE

## ▷ Partenaires

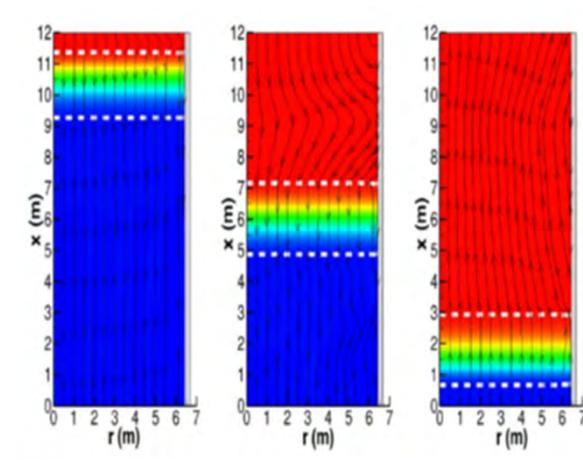
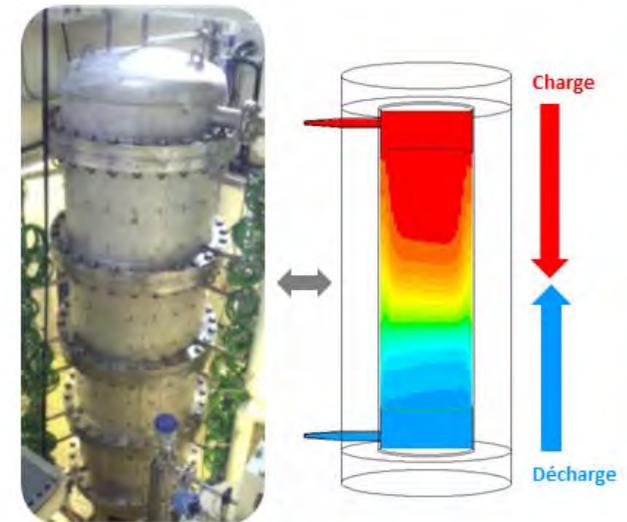
- CNIM Systèmes Industriels et Bertin Technologies, Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA), Babcock Wanson LATEP (université de Pau Pays de l'Adour), COSMER (université de Toulon)

## ▷ 3 phases de R&D

1. de 2015 à 2018,
  - consacrée à l'architecture du système complet et au développement de chaque sous-ensemble
    - système de conversion de l'énergie,
    - média de stockage
2. de 2016 à 2019 : Therm'Stock
  - les études, la fabrication, l'installation et les essais d'un **prototype à l'échelle industrielle**
  - présenter d'ici 2018 un système de stockage pilote
    - fonctionnant avec des modules standardisés de 20 MWh
3. de 2020 à 2026,
  - dédiée à l'industrialisation et au déploiement de ces unités de stockage à travers le monde

Optimisation en phase de conception

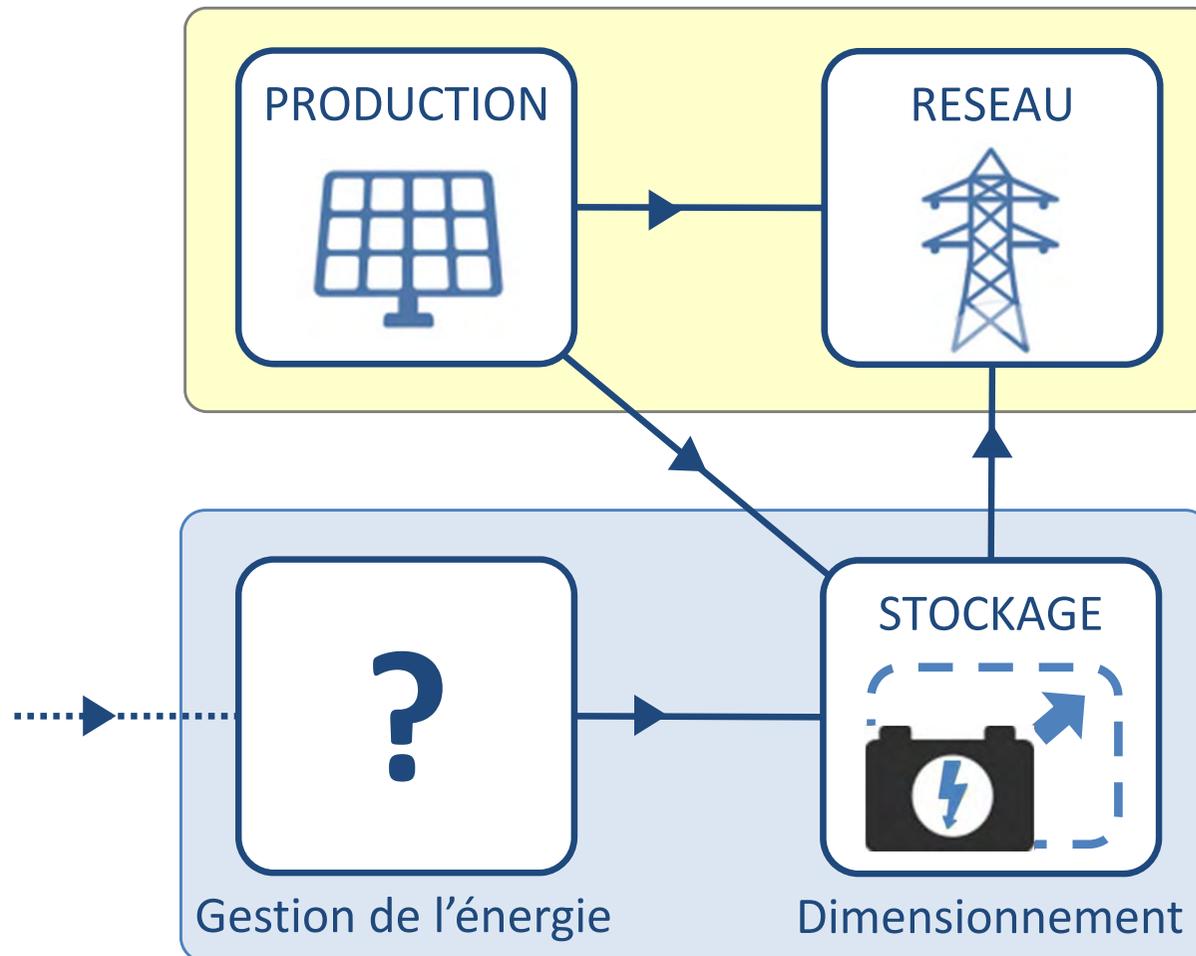
EMS



# ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (EMS)

LOGICIEL DE GESTION D'ÉNERGIE POUR SYSTÈMES HYBRIDES

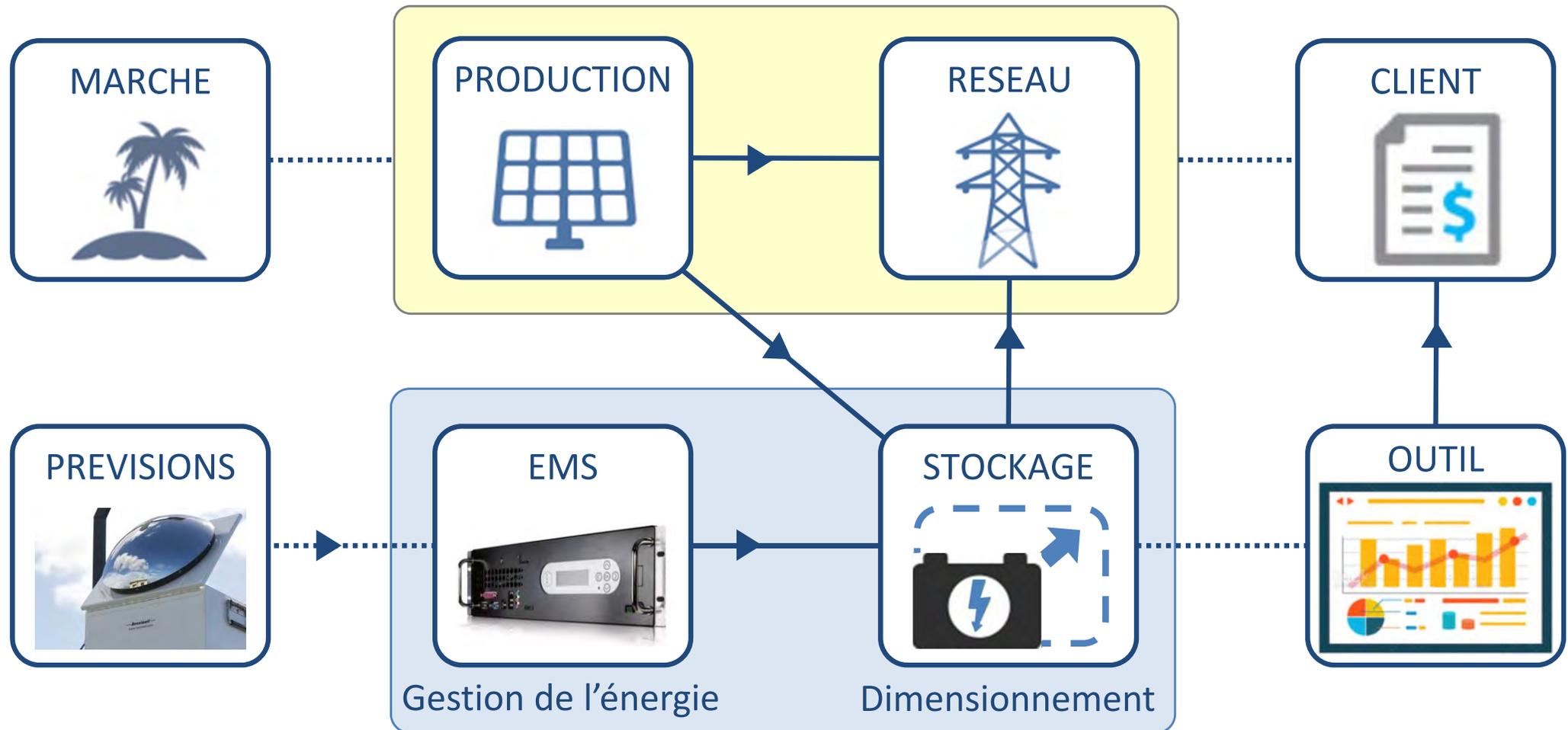
## Comment dimensionner et comment gérer le système de stockage?



# ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (EMS)

LOGICIEL DE GESTION D'ÉNERGIE POUR SYSTÈMES HYBRIDES

## Logiciel de gestion de l'énergie pour systèmes hybrides



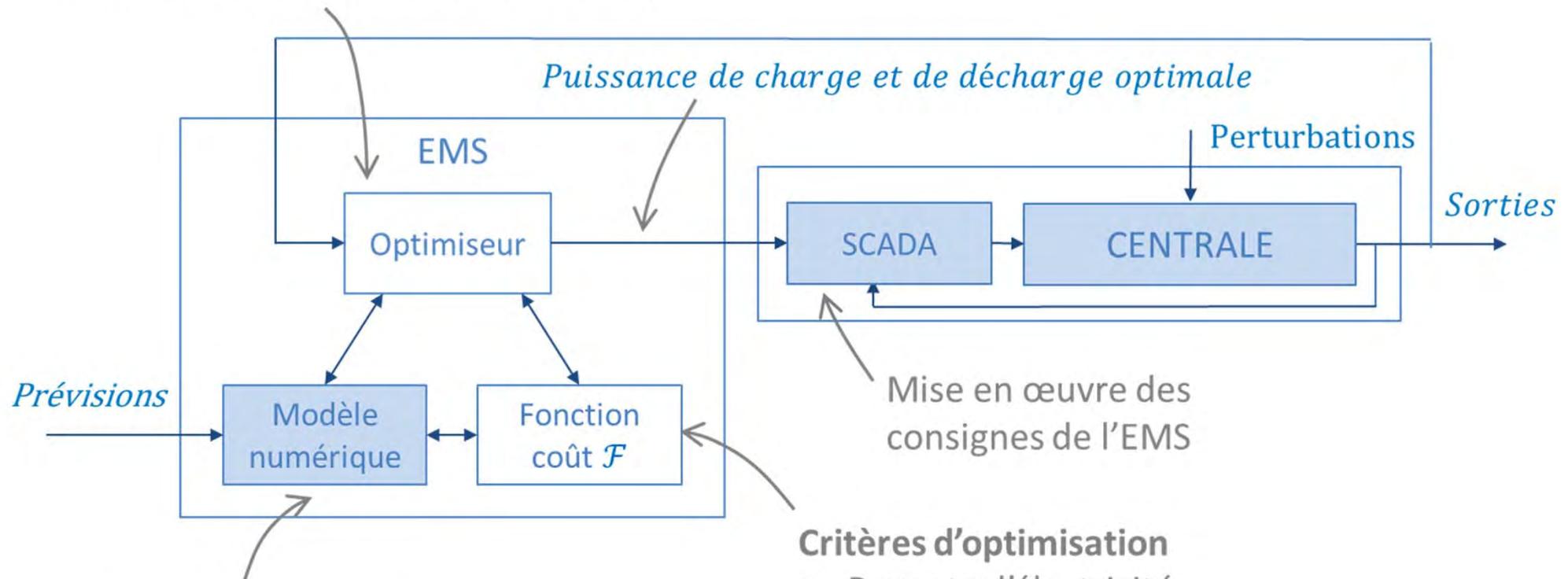
# ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (EMS)

LOGICIEL DE GESTION D'ÉNERGIE POUR SYSTÈMES HYBRIDES

SOLUTION

## Approche de l'EMS : contrôle optimal – prédictif – Model Based

Algorithmes d'optimisation (solveur)



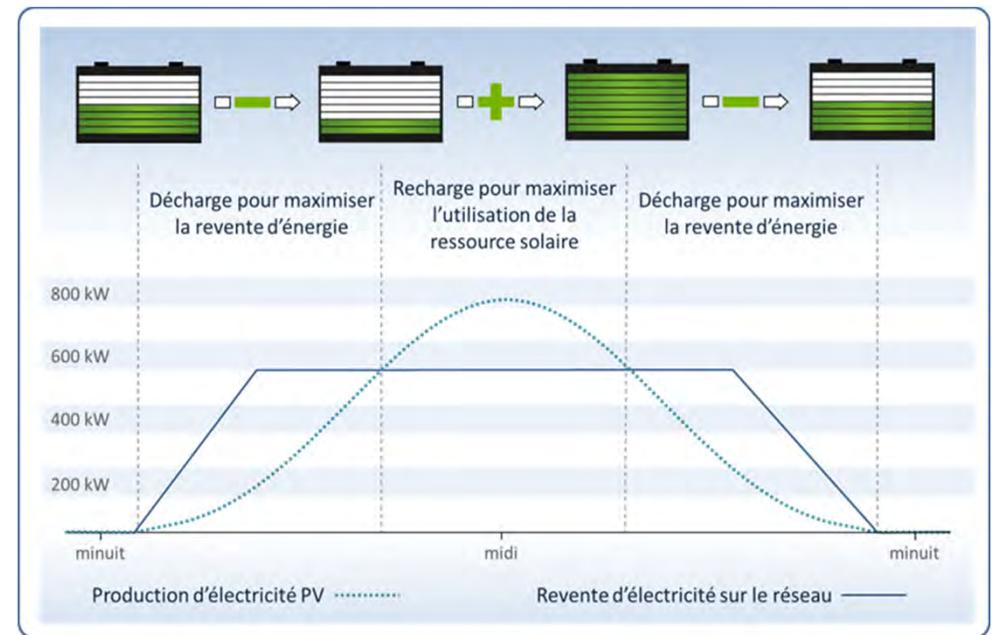
### Modèles numériques

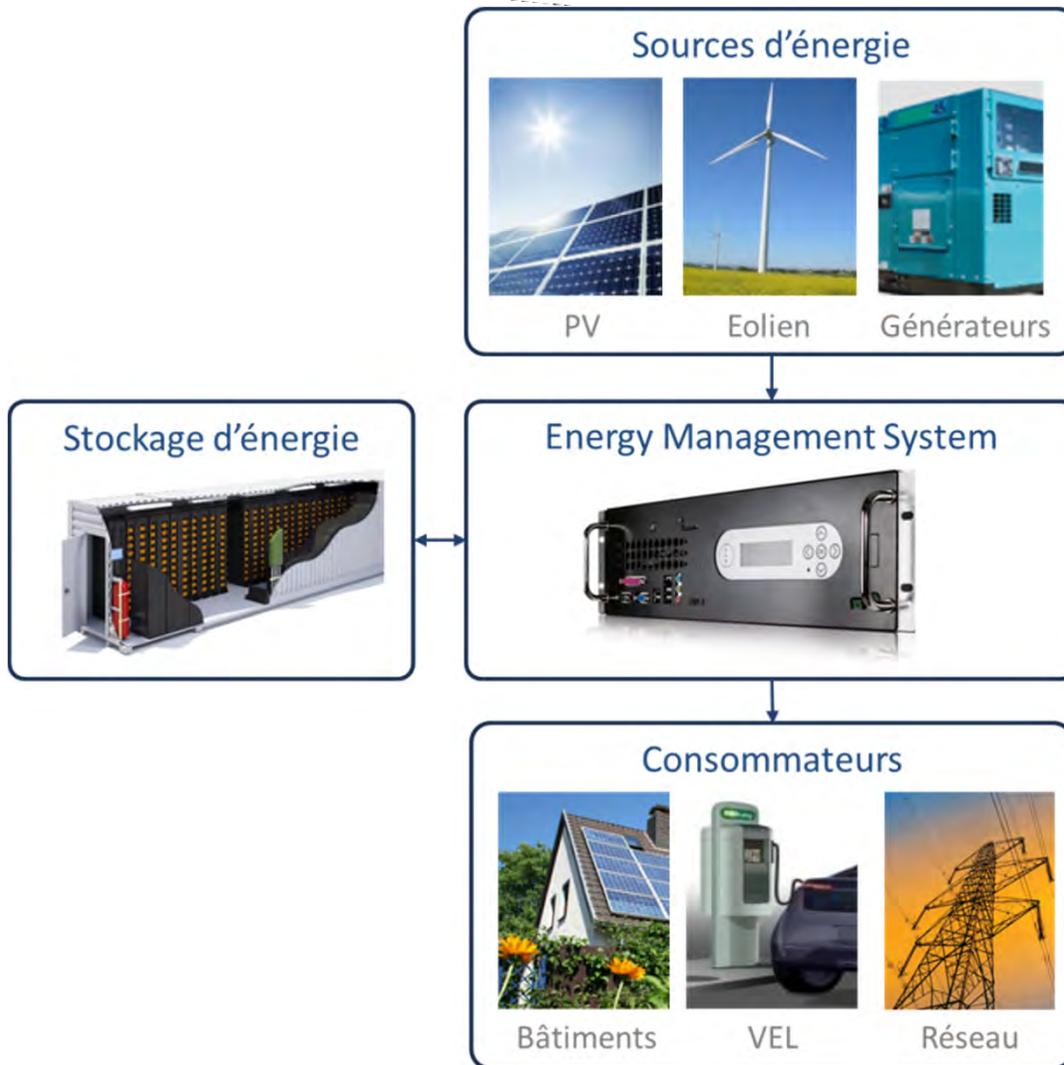
- Modules photovoltaïques
- Convertisseurs de puissance
- Système de contrôle commande
- Batteries

### Critères d'optimisation

- Revente d'électricité
- Pénalités
- Vieillesse des batteries

▷ Centrale PV 1 MWc avec stockage d'énergie 1,2 MWh





- ▷ Stockage des EnR
- ▷ Charge des véhicules électriques
- ▷ Autoconsommation
- ▷ Alimentation de sites isolés
- ▷ Stockage thermique

# LIST OF REVISIONS

REV.	DATE	MODIFICATIONS (main reasons, sections and affected pages)	WRITER / CHECKER
A	9/6/16	First Issue	PG POINT / A HULIN



## BERTIN TECHNOLOGIES

Pierre-Gilles POINT

Responsable développement Efficacité Energétique

### E.MAIL

[point@bertin.fr](mailto:point@bertin.fr)

### PHONE

+33 (0)6 08 98 95 21

+33 (0)5 59 64 49 62

### HEAD OFFICE

Parc d'Activités du Pas du Lac

10 bis avenue Ampère

78180 Montigny-le-Bretonneux

FRANCE

This document is the property of Bertin Technologies.

It cannot be used, reproduced or disclosed without the prior written permission of Bertin Technologies

A company of **ENIM** Group

[www.bertin.fr](http://www.bertin.fr)