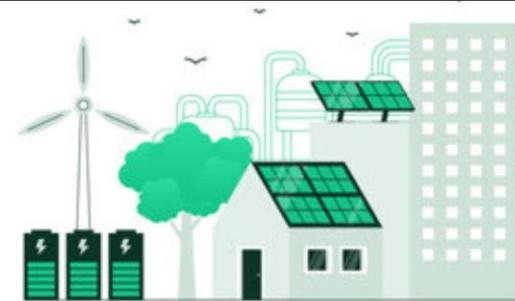




# ERMESS : Un algorithme génétique pour dimensionner les micro-réseaux



# Dans cette présentation ...



## I - Les micro-réseaux énergétiques

Josselin LE GAL LA SALLE - laboratoire PIMENT - josselin.le.gal@univ-reunion.fr N°3



## II - La solution ERMES

Josselin LE GAL LA SALLE - laboratoire PIMENT - josselin.le.gal@univ-reunion.fr N°9



## III - ERMES pour concevoir un micro-réseau universitaire

Josselin LE GAL LA SALLE - laboratoire PIMENT - josselin.le.gal@univ-reunion.fr N°15



## IV - ERMES pour l'autoconsommation individuelle

Josselin LE GAL LA SALLE - laboratoire PIMENT - josselin.le.gal@univ-reunion.fr N°28



# I - Les micro-réseaux énergétiques

# Ile d'Ouessant

≈900 habitants (3000 l'été)

Zone non-interconnectée

Consommation : 6500 MWh/an

2015

Centrale thermique  
2 000 000 de litres de fioul/an

1 MW hydrolien  
900 kW éolien  
500 kW PV  
Compteurs intelligents  
500 kWh stockage chimique  
Groupes électrogènes

# Les micro-réseaux énergétiques

## Motivations et défis

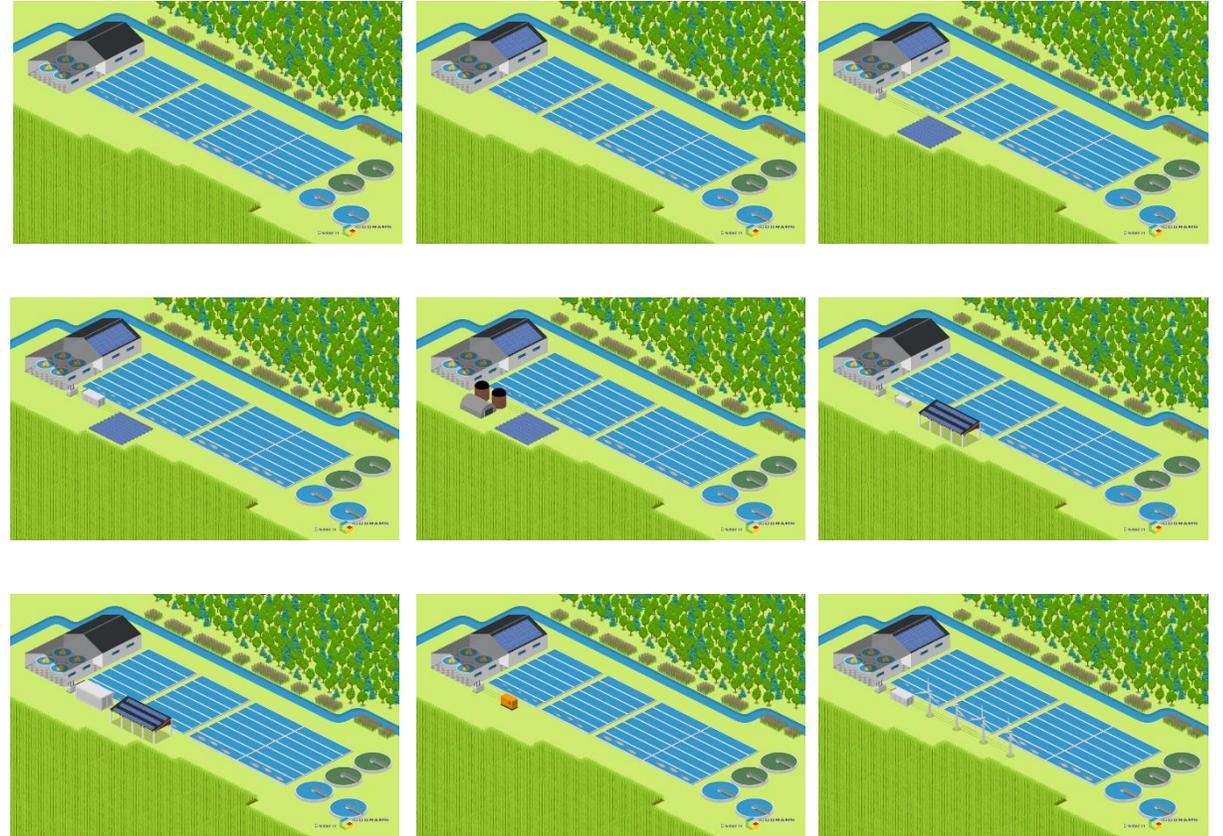
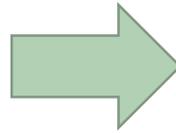
Autonomie  
Indépendance  
Fiabilité  
Performance économique  
Impact environnemental  
Résilience

Equilibrage  
Production locale  
Stockage

# Les micro-réseaux énergétiques

## La conception optimale

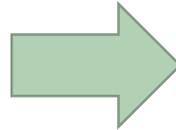
- Quels objectifs économiques ?
- Quels objectifs environnementaux ?
- Quels objectifs d'autonomie ?



# Les micro-réseaux énergétiques

## La conception optimale

- Quels objectifs économiques ?
- Quels objectifs environnementaux ?
- Quels objectifs d'autonomie ?



- Quels équipements de production ?
- A quels emplacements ?
- Quels équipements de stockage ajouter ? Pour quel rôle ?
- Avec quel dimensionnement ?
- Quel sont les coûts/bénéfices attendus ?

# Les micro-réseaux énergétiques

## La conception optimale

Objectif : augmenter l'auto-suffisance tout en garantissant une solution économiquement compétitive :

Outils	Problème
HyDesign	Conçu pour les producteurs (ou micro-réseaux sans charge)
HOMER	Version complète payante
iHOGA	Version complète payante
DER-CAM	Non applicable en Europe, dédié à l'Amérique du Nord

→ Motivation pour la création d'un nouvel outil



## II - La solution ERMESS

# La solution ERMESS

## Un outil d'optimisation sous contrainte

→ Il répond à toute question du type :

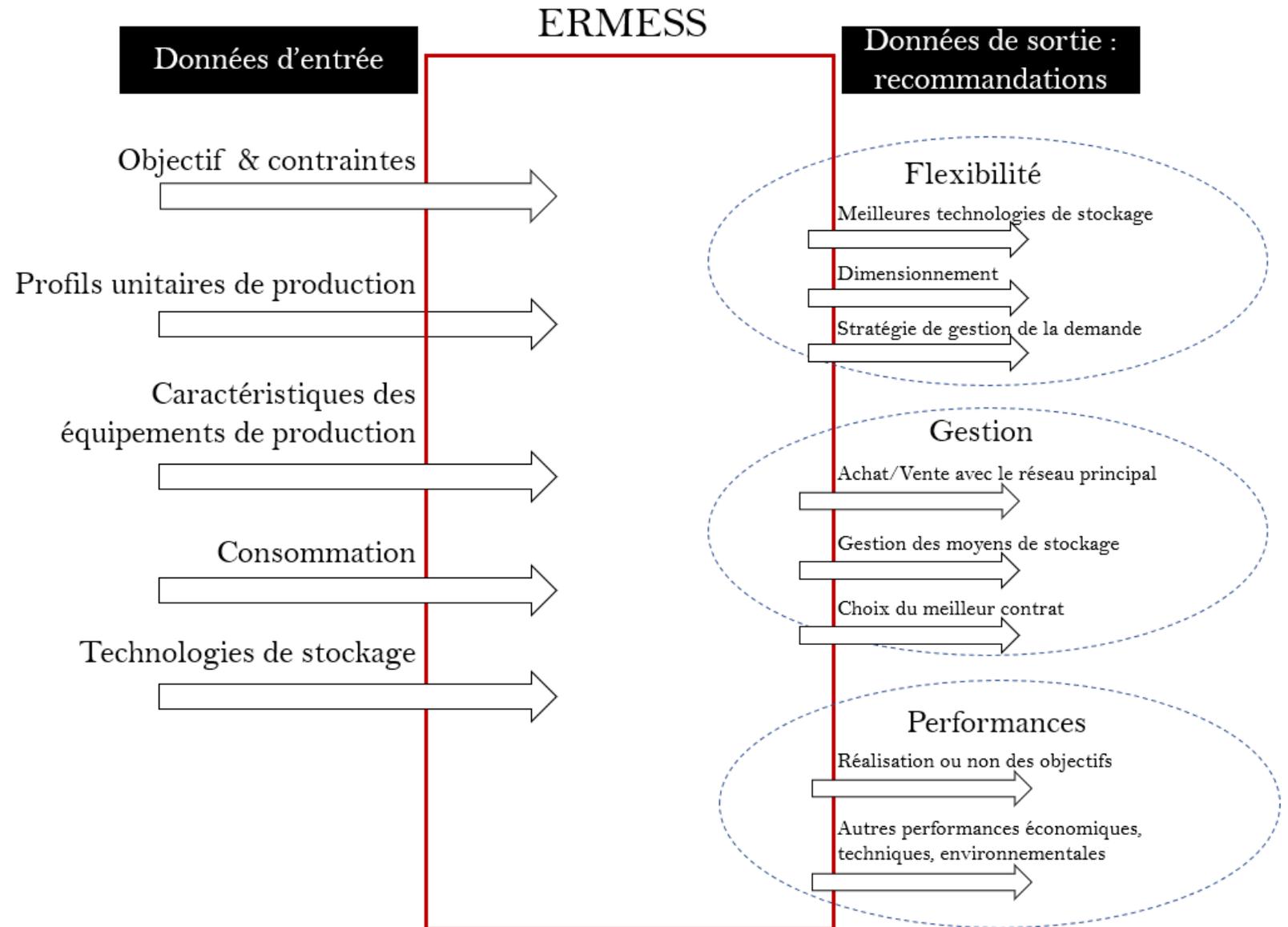
*Quel dimensionnement des équipements du micro-réseau permet d'optimiser  $x$  tout en garantissant  $y$  ?*

$x$  : Un critère de performance parmi 10 disponibles (ex: LCOE, émissions de gaz à effet de serre, autoconsommation, pertes d'énergie, consommation de combustibles fossiles ...)

$y$  : Une contrainte portant sur l'autoconsommation ou l'autosuffisance (ex: autosuffisance  $> 80\%$ )

# ERMESS

Un outil d'optimisation  
sous contrainte

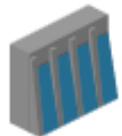


# ERMESS

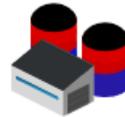
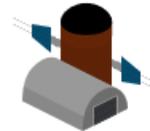
## Paramétrages

Solution finale :

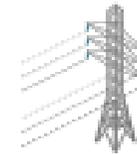
Parc de production



Stockage énergétique

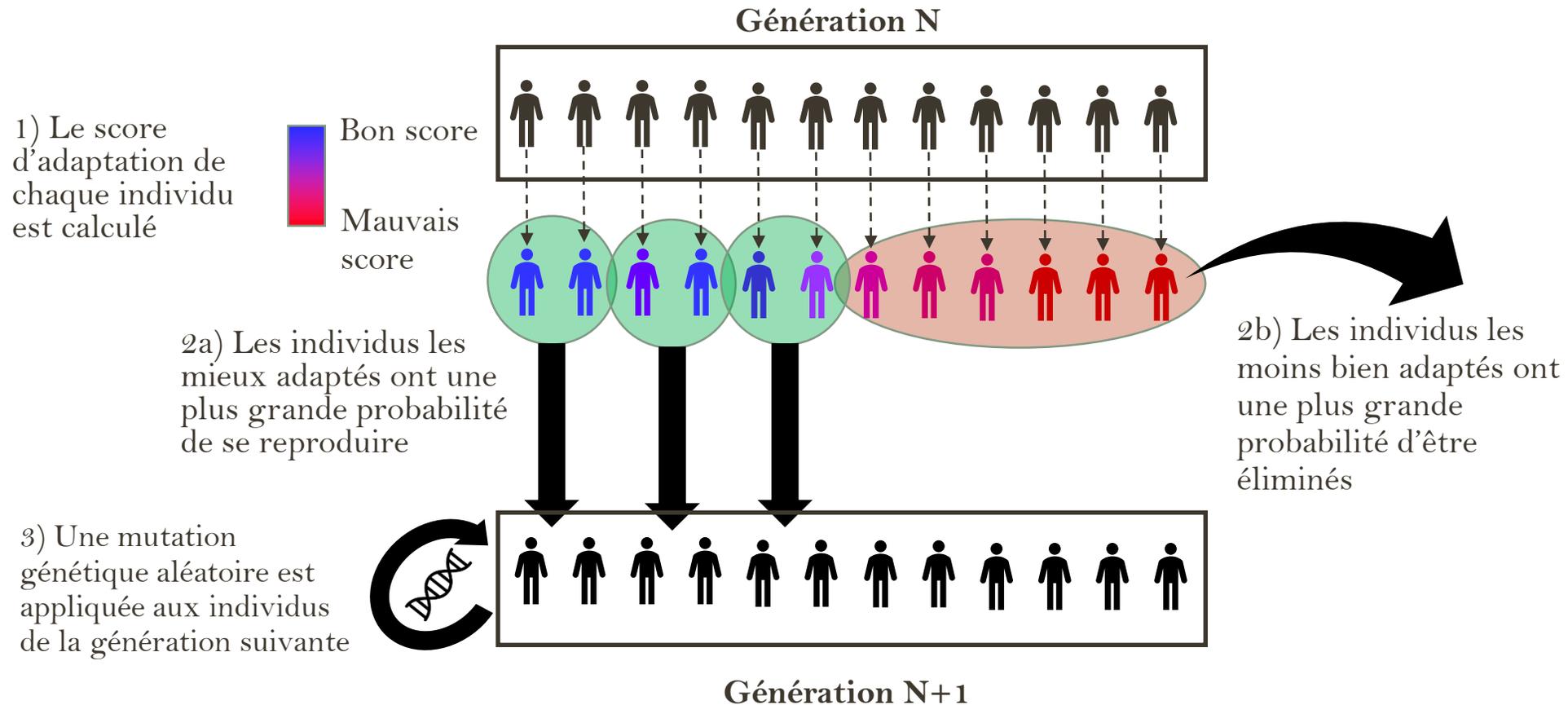


Echanges réseau



# ERMESS

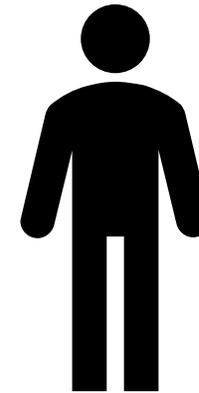
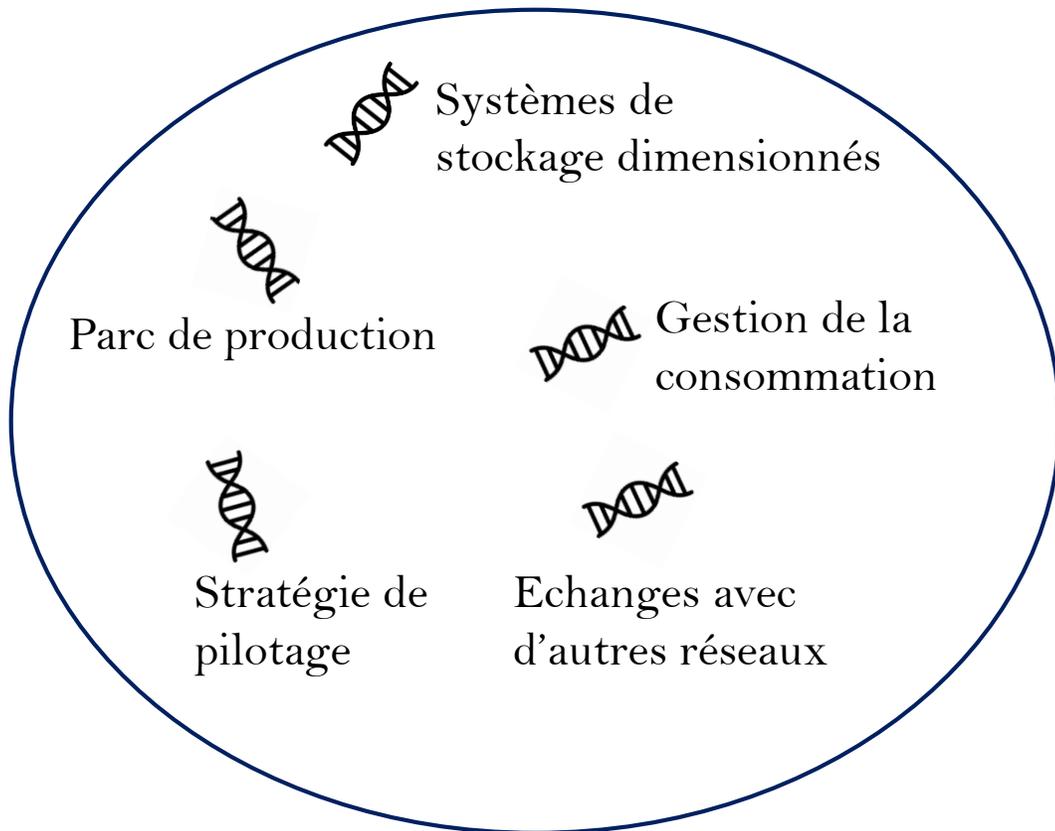
## Un algorithme d'optimisation génétique



# ERMESS

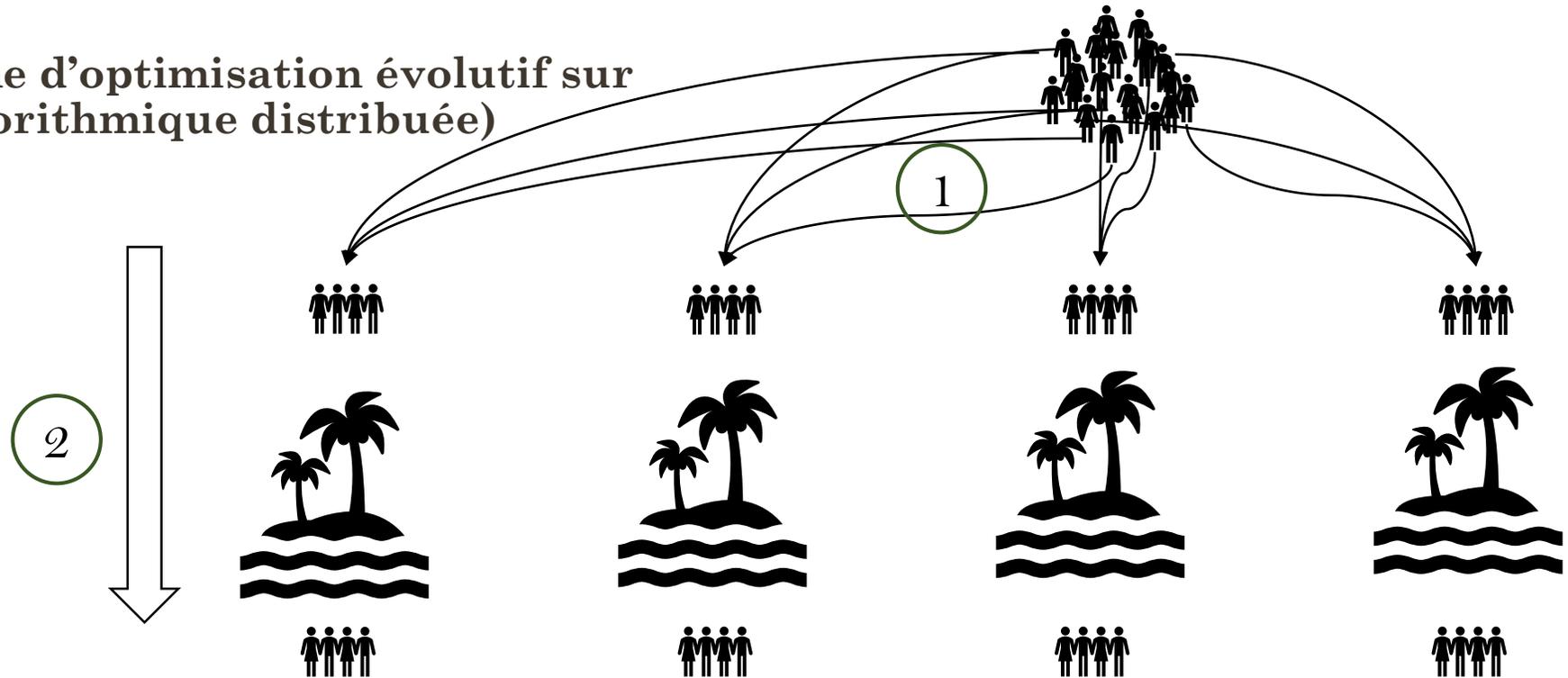
## Un algorithme d'optimisation génétique

Caryotype de 5 chromosomes :



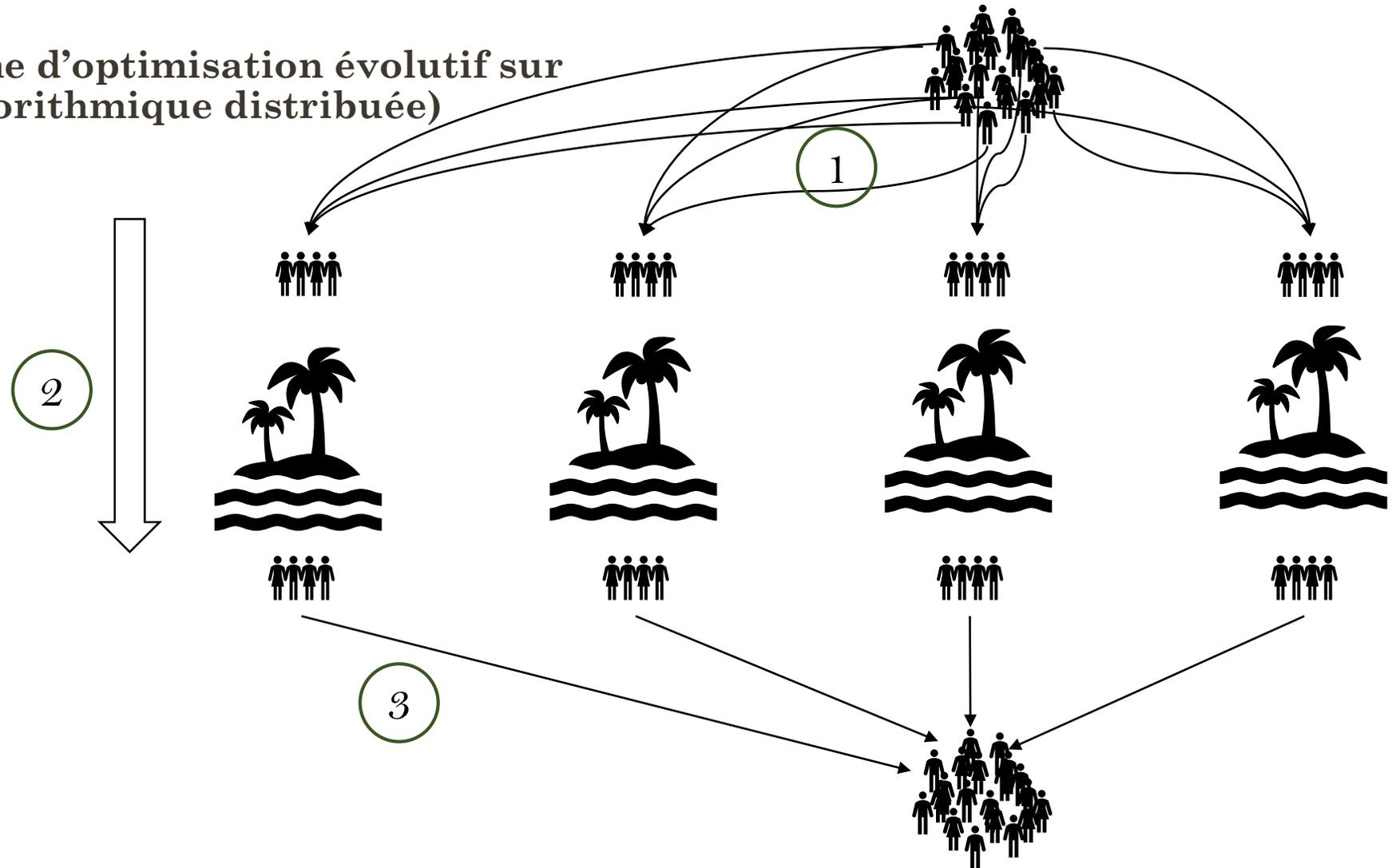
# ERMESS

Un algorithme d'optimisation évolutif sur archipel (algorithmique distribuée)



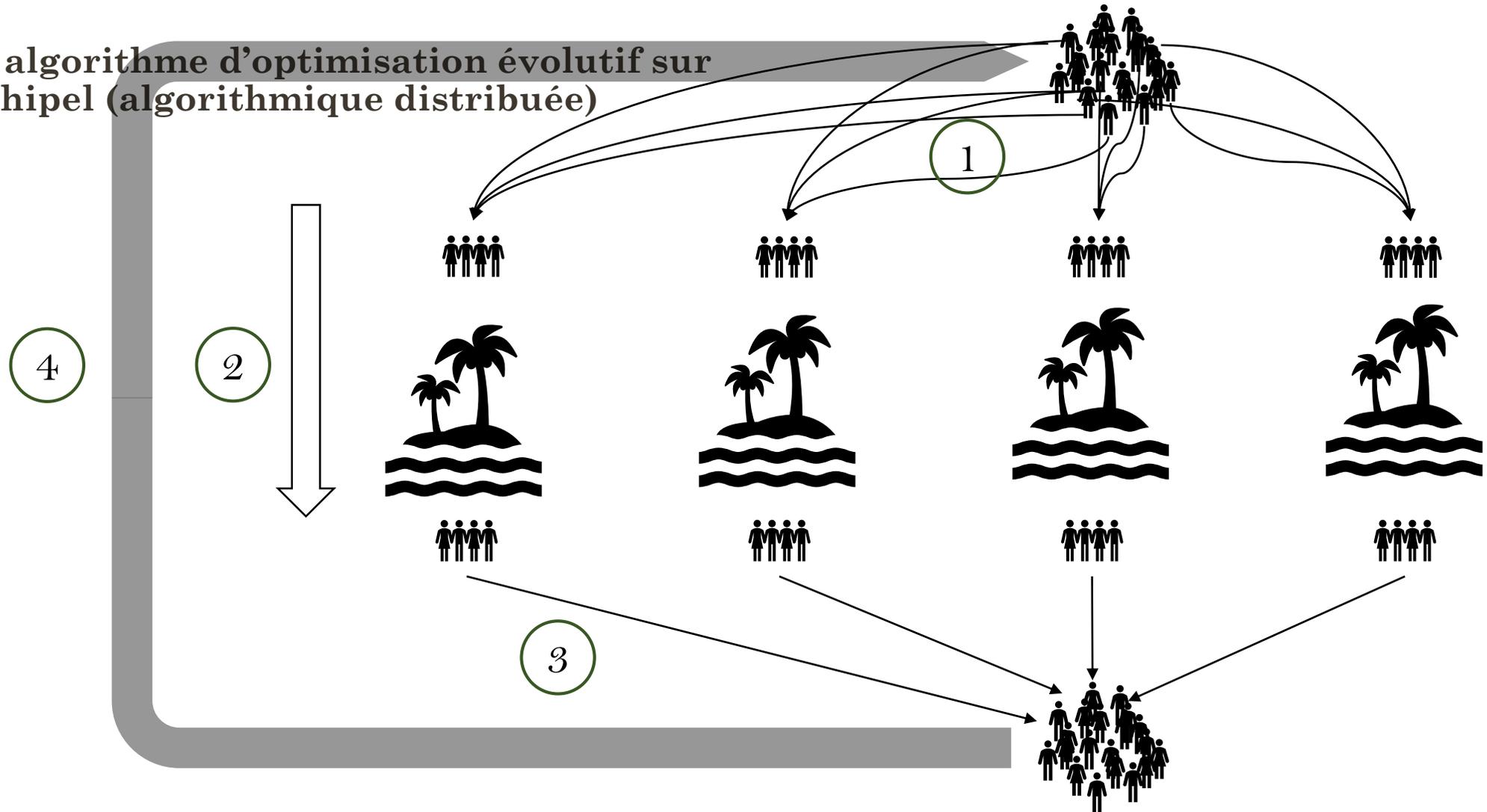
# ERMESS

Un algorithme d'optimisation évolutif sur archipel (algorithmique distribuée)



# ERMESS

Un algorithme d'optimisation évolutif sur archipel (algorithmique distribuée)

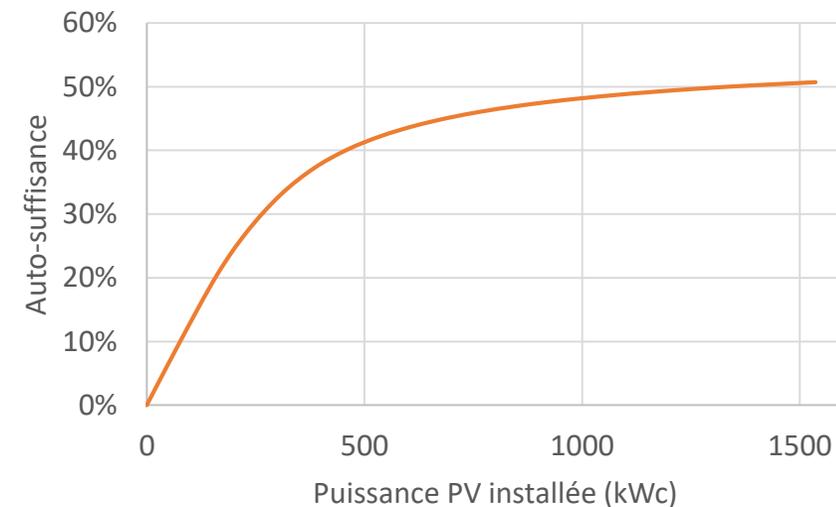
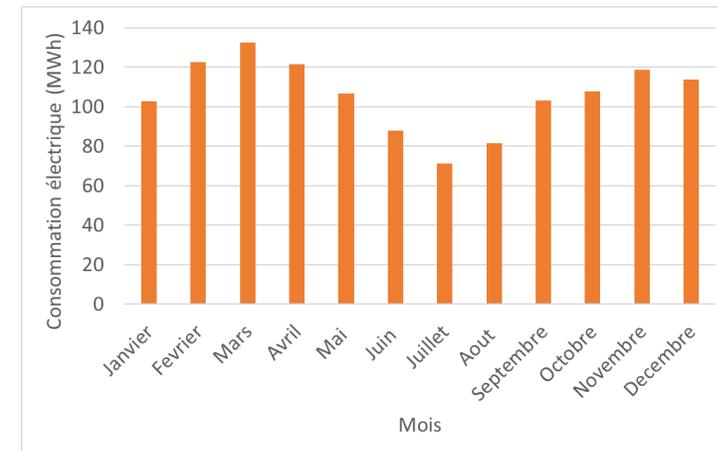
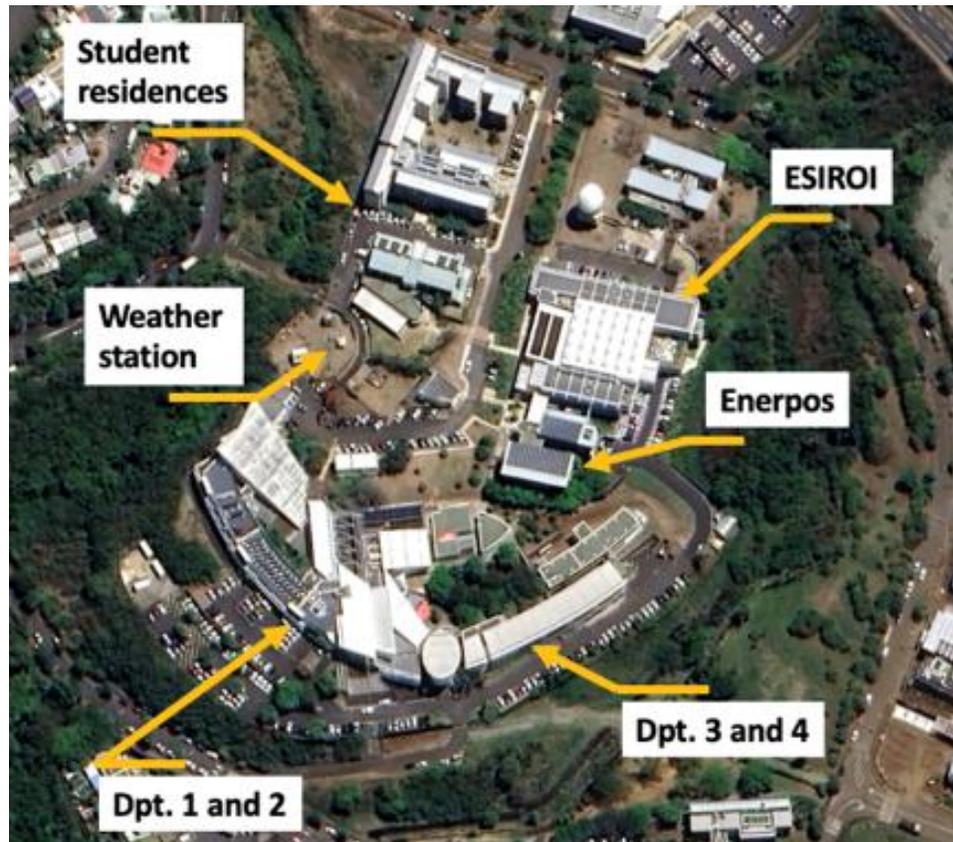


# III –ERMESS pour concevoir un micro-réseau universitaire



# ERMESS pour concevoir un micro-réseau universitaire

## Le campus de Terre Sainte



# Paramétrage d'ERMESS

## Parc de production

Technologies	PV seul
--------------	---------

Caractéristiques techniques et financières des modules et des toitures

## Stockage

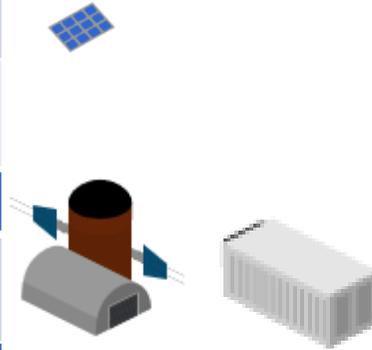
Technologies disponibles	CAES / Li-Ion
--------------------------	---------------

## Consommation

Séries temporelles

## Echanges réseau

4 contrats disponibles



# Solution ERMESS

Autosuffisance : 50%

## Parc de production

Technologie	PV seul
Nombre de modules	896
Taux de couverture	51,5 %



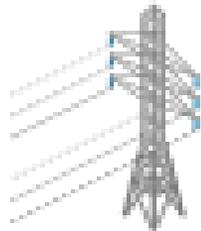
## Stockage

Technologie	CAES
Dimensionnement énergie	0,53 MWh
Dimensionnement puissance	+ : 90 kW - : 44 kW



## Echanges réseau

Importation	636 MWh/an
Exportation	155 MWh/an



## Performances

Taux d'autoconsommation	81,6 %
Coût de l'énergie	0,151 €/kWh



Taux de couverture

100 %

50 %

0 %

# Solution ERMESS

Autosuffisance : 60%

## Parc de production

Technologie	PV seul
Nombre de modules	1217
Taux de couverture	70 %



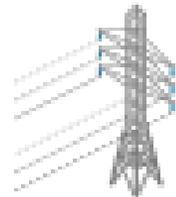
## Stockage

Technologie	CAES
Dimensionnement énergie	1,08 MWh
Dimensionnement puissance	+ : 167 kW - : 81 kW



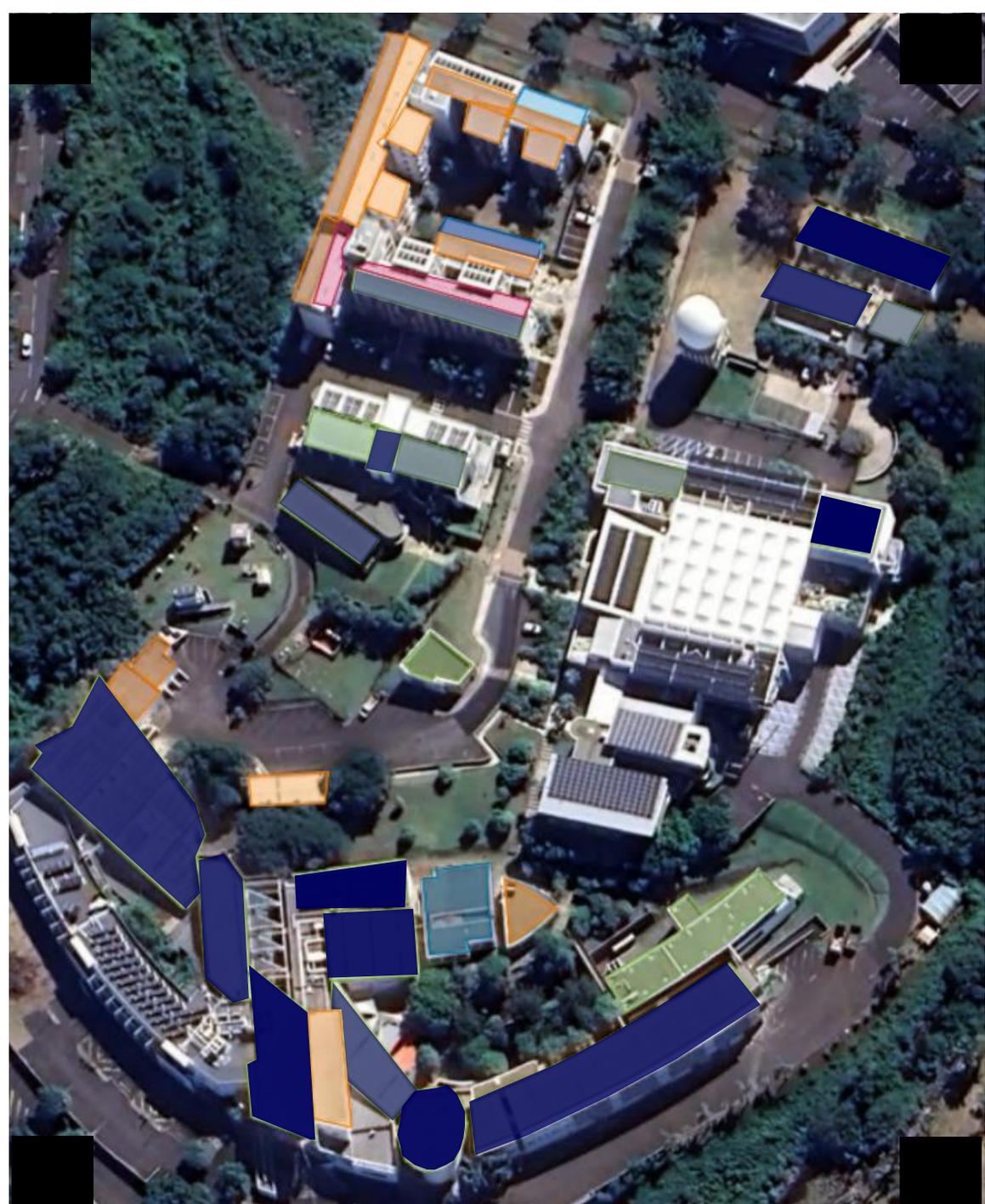
## Echanges réseau

Importation	509 MWh/an
Exportation	174 MWh/an



## Performances

Taux d'autoconsommation	83,4 %
Coût de l'énergie	0,156 €/kWh



Taux de couverture

100 %

50 %

0 %

# Solution ERMESS

Autosuffisance : 70%

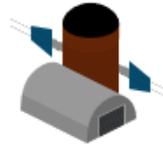
## Parc de production

Technologie	PV seul
Nombre de modules	1516
Taux de couverture	87 %



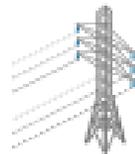
## Stockage

Technologie	CAES
Dimensionnement énergie	4,79 MWh
Dimensionnement puissance	+ : 272 kW - : 154 kW



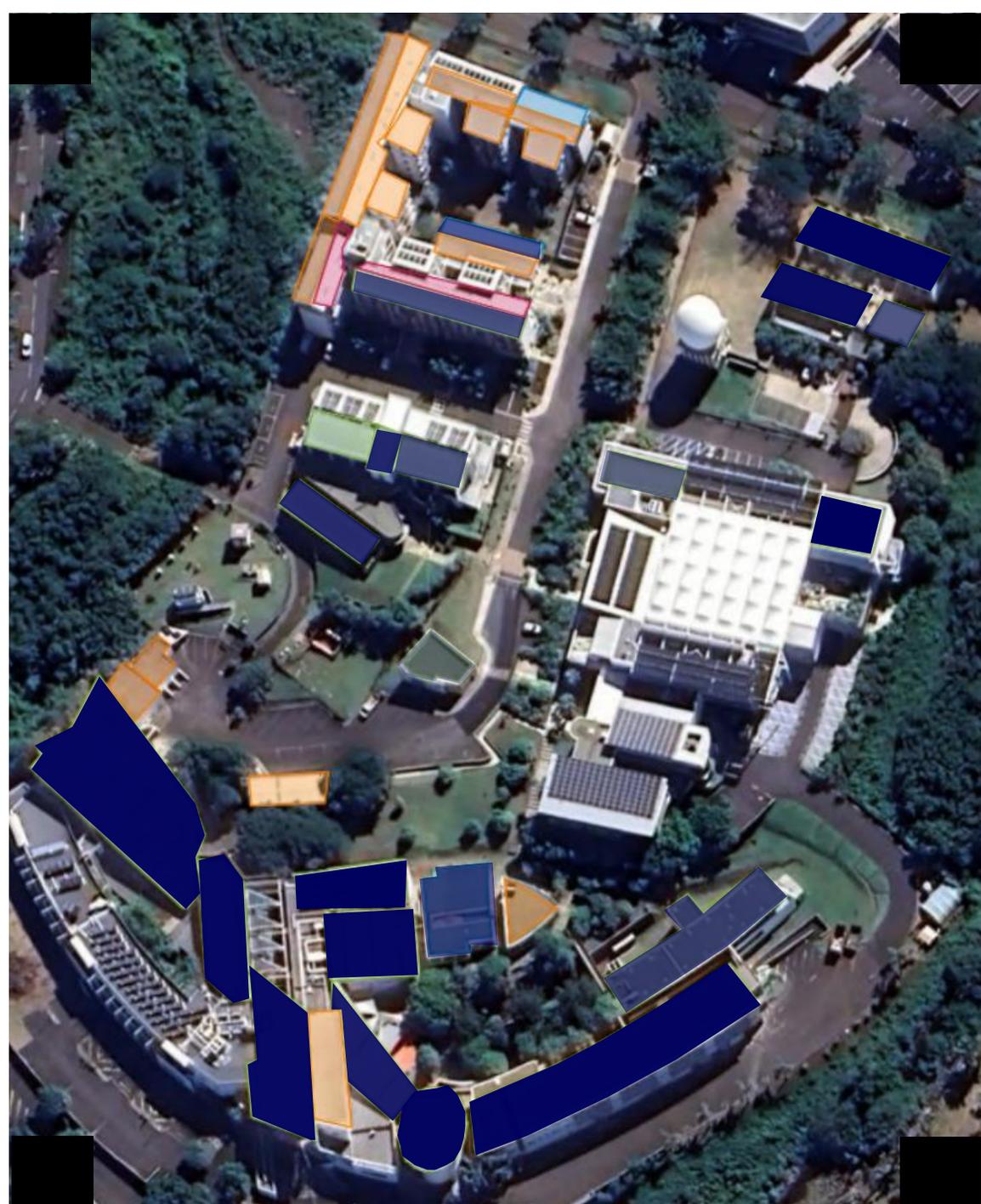
## Echanges réseau

Importation	381 MWh/an
Exportation	184 MWh/an

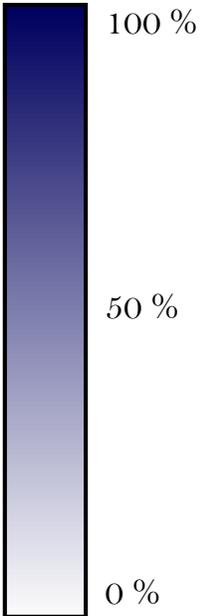


## Performances

Taux d'autoconsommation	85,1 %
Coût de l'énergie	0,160 €/kWh



Taux de couverture



# Solution ERMESS

Autosuffisance : 80%

## Parc de production

Technologie	PV seul
Nombre de modules	1701
Taux de couverture	97,8 %

## Stockage

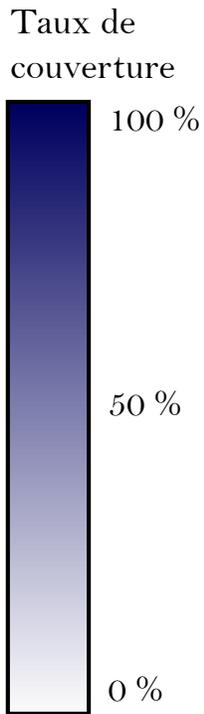
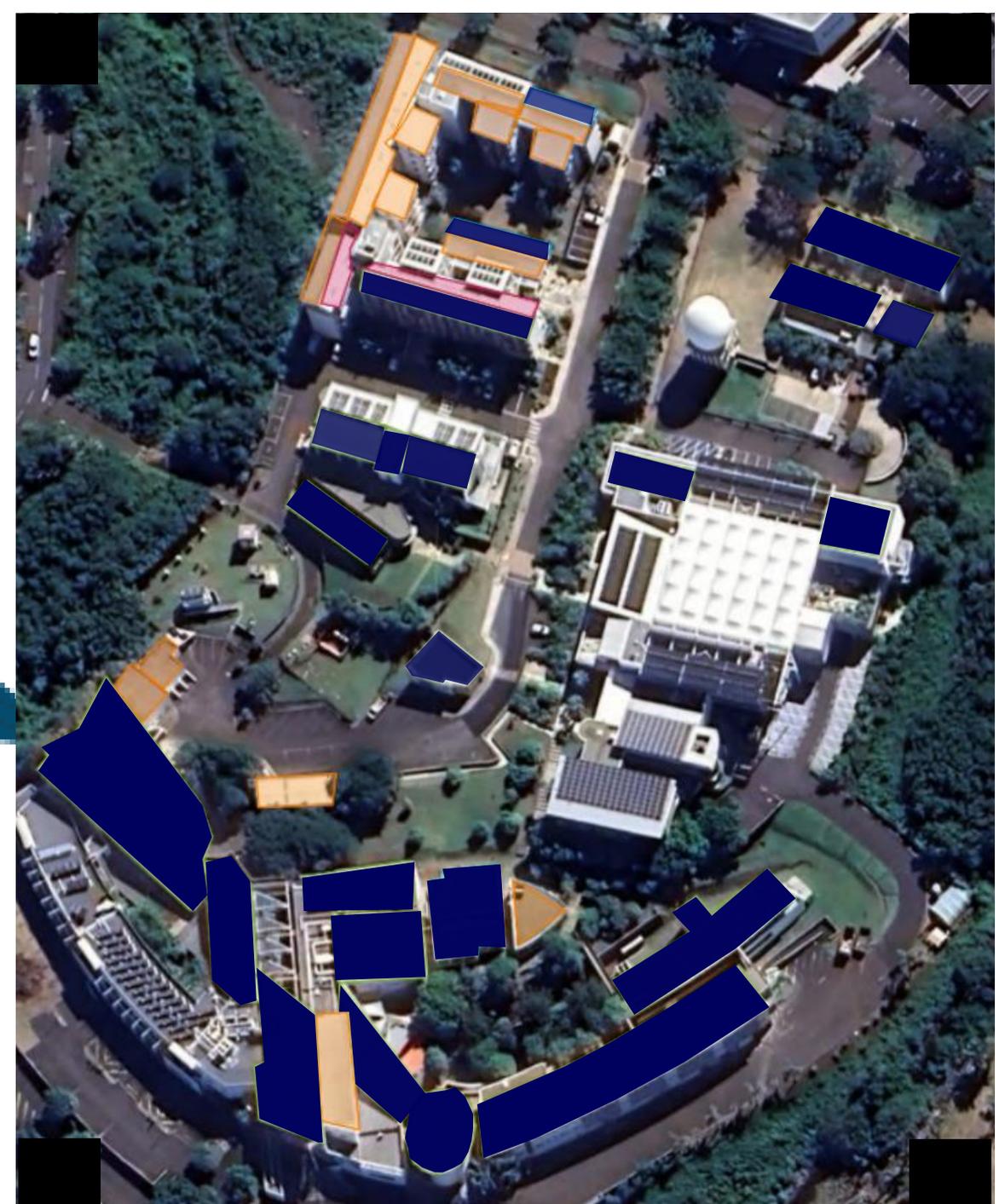
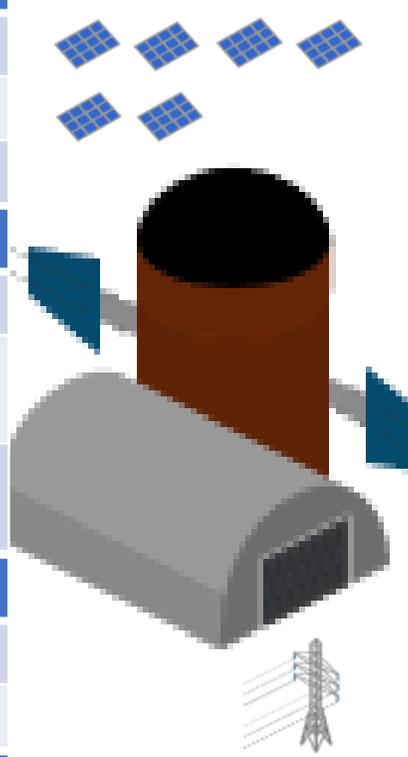
Technologie	CAES
Dimensionnement énergie	39,57 MWh
Dimensionnement puissance	+ : 386 kW - : 158 kW

## Echanges réseau

Importation	255 MWh/an
Exportation	145 MWh/an

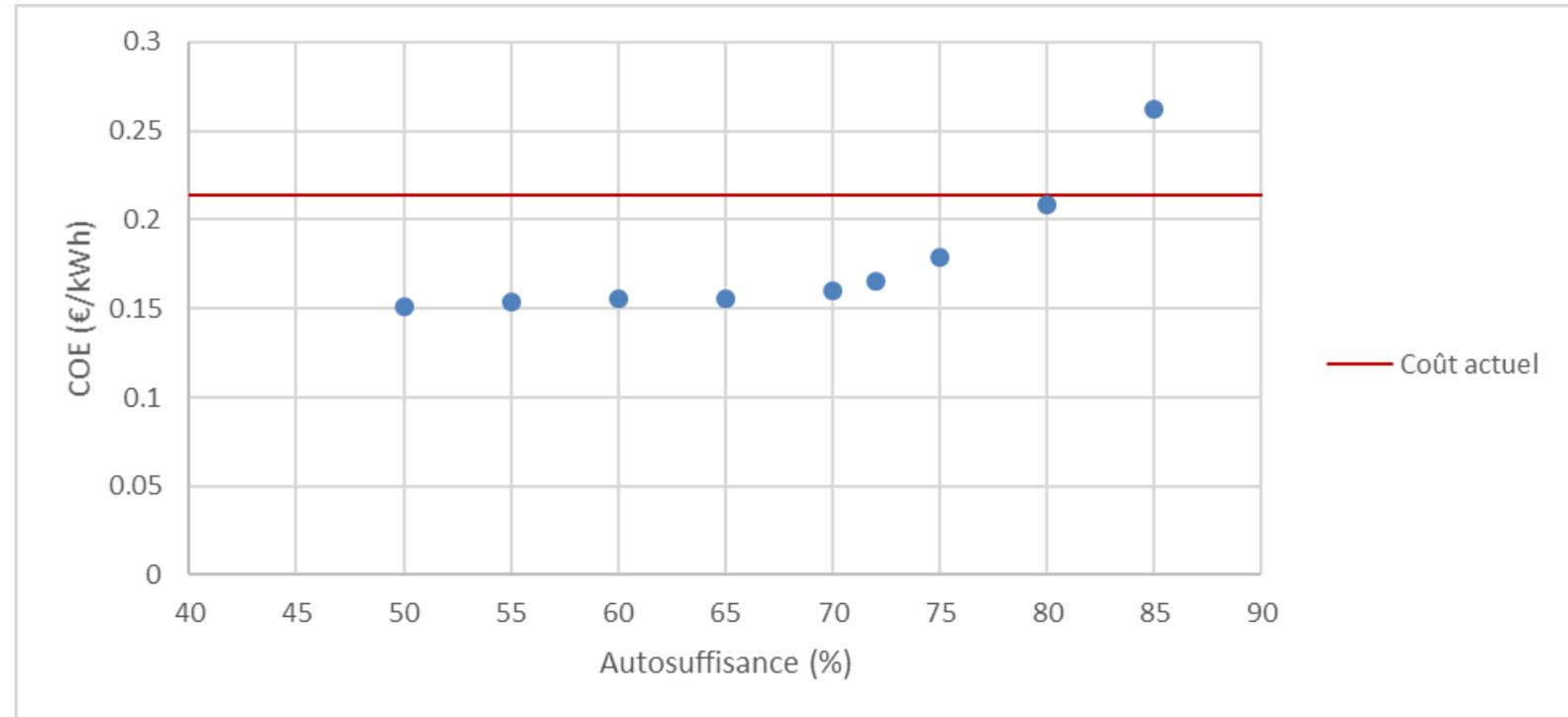
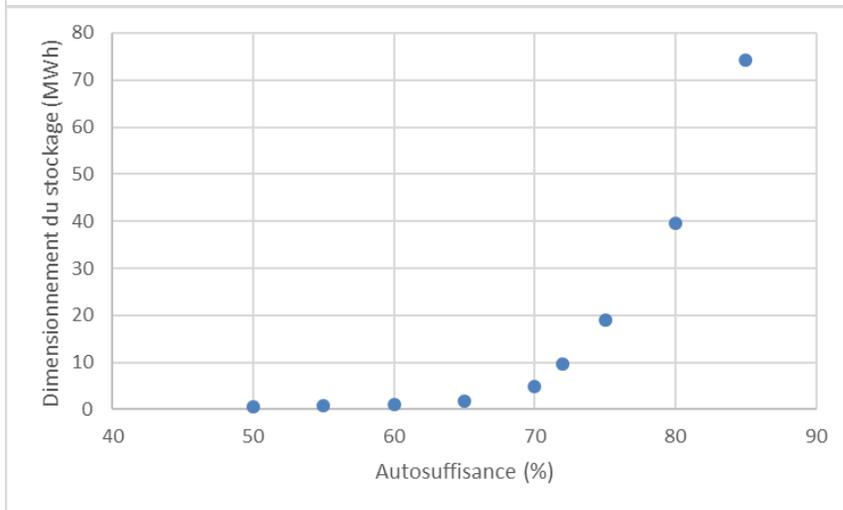
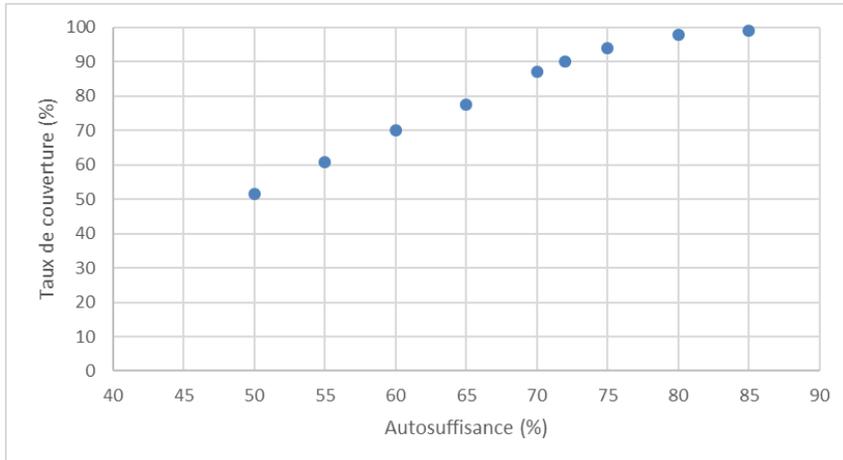
## Performances

Taux d'autoconsommation	89,3 %
Coût de l'énergie	0,209 €/kWh



# ERMESS pour concevoir un micro-réseau universitaire

## Quel choix d'autosuffisance ?



# ERMESS pour concevoir un micro-réseau universitaire

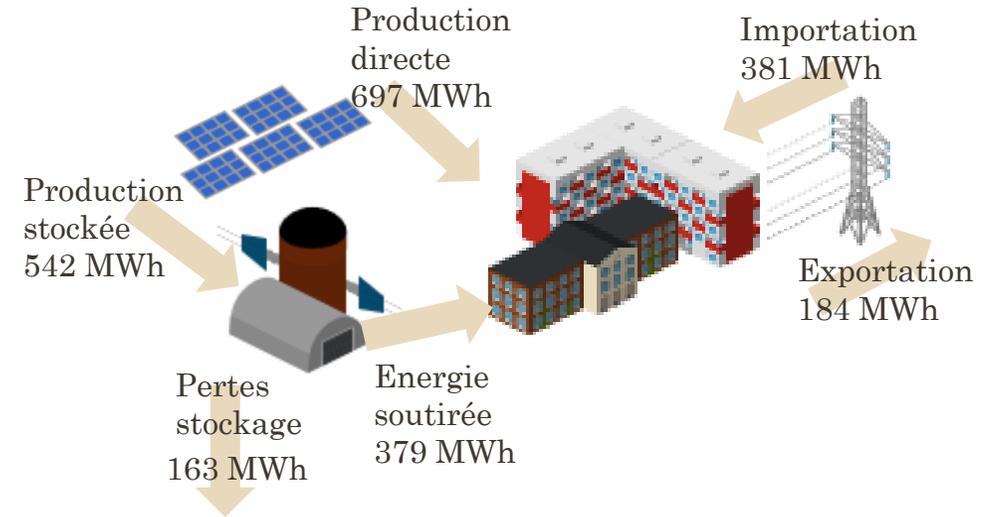
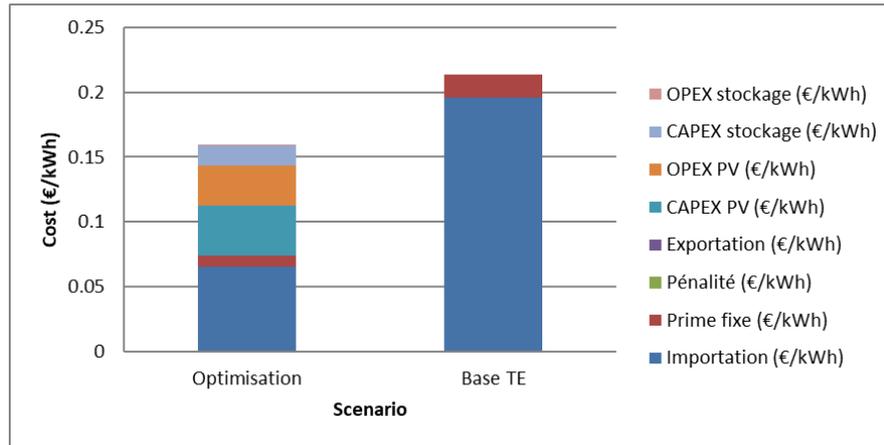
Quel choix d'autosuffisance ?

		Taux d'autosuffisance			
		50%	60%	70%	80%
Poste de dépense	Investissements (c€/kWh)	2.5	3.7	5.4	12.3
	Exploitation (c€/kWh)	1.8	2.4	3.1	3.5
	Prime fixe d'abonnement (c€/kWh)	1.9	1.9	0.9	0.8
	Importation (c€/kWh)	8.9	7.5	6.5	4.3

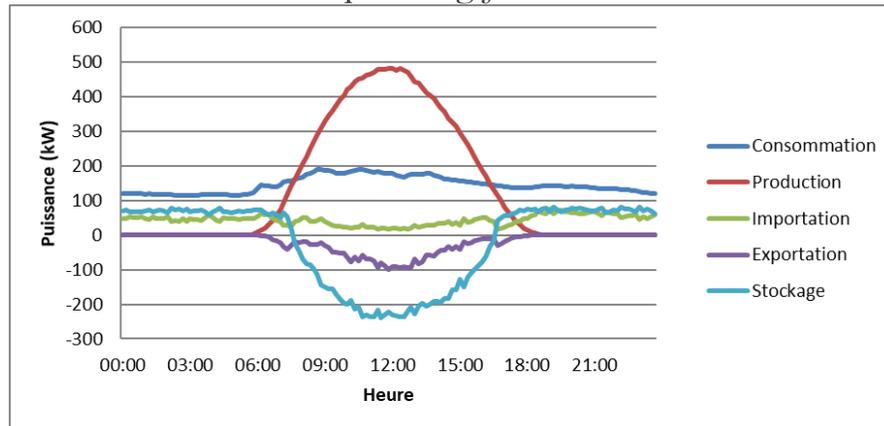
# ERMESS pour concevoir un micro-réseau universitaire

## Zoom sur la solution à 70 % d'autosuffisance

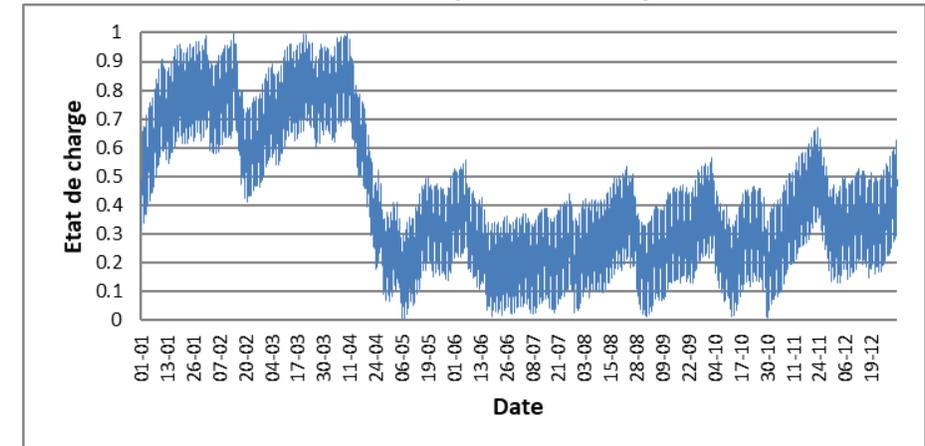
Décomposition des coûts de l'énergie



Dispatching journalier



Etat de charge du stockage



# IV –ERMESS pour l'autoconsommation individuelle

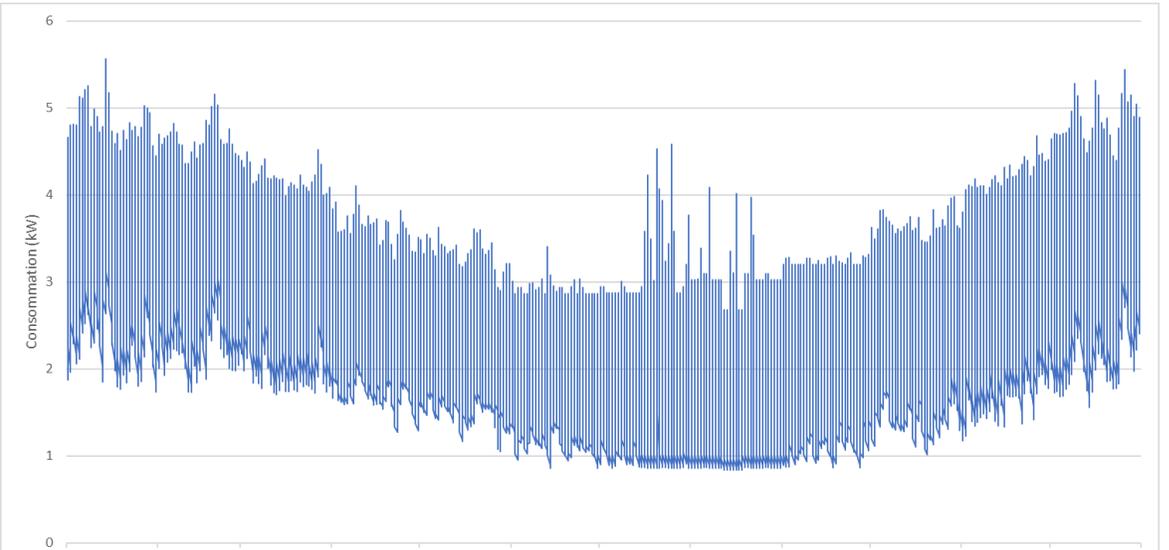


# ERMESS pour l'autoconsommation individuelle

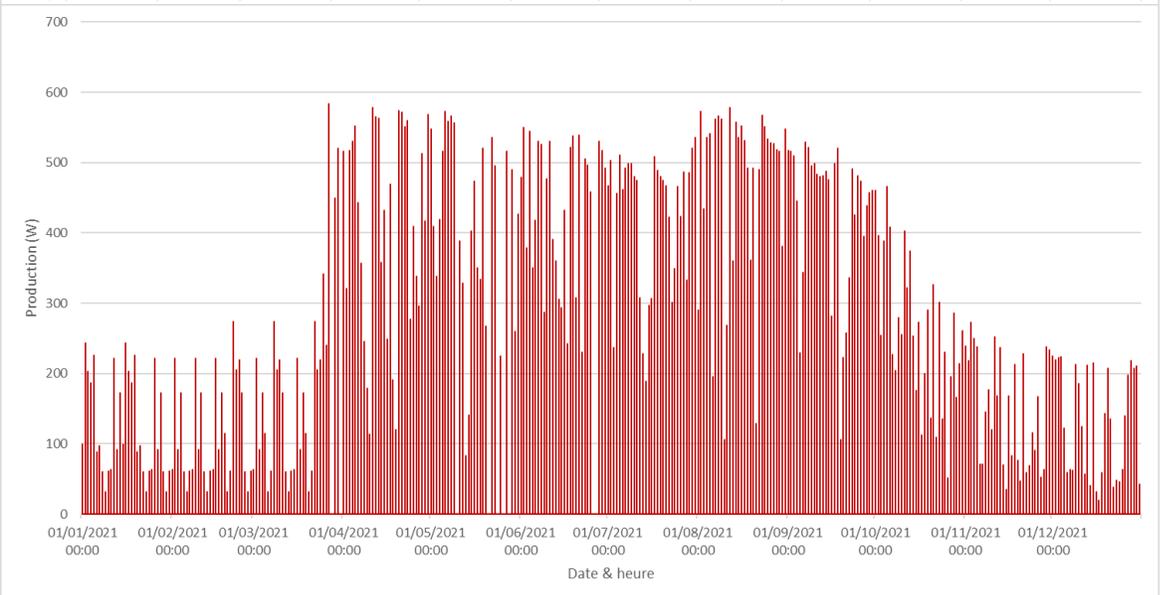
## La maison étudiée



Consommation électrique :



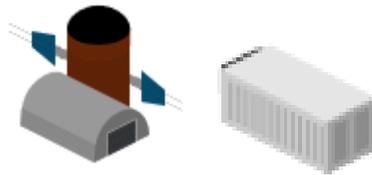
Production PV :



# ERMESS pour l'autoconsommation individuelle

## Paramétrage d'ERMESS

Parc de production	
Technologies	PV seul
Coût d'installation unitaire	800 €
Durée de vie	20 ans
Stockage	
Technologies disponibles	CAES ; Batteries chimiques (Li-Ion, Plomb, Sodium, Nickel, ou Zinc)
Consommation	
Séries temporelles	
Echanges réseau	
1 contrat disponible	



# ERMESS pour l'autoconsommation individuelle

## Solution ERMESS

Parc de production	
Technologie	PV seul
Nombre de modules	40
Investissement initial	32000 €
Stockage	
Technologie	Chimique, Li-Ion
Dimensionnement énergie	11 kWh
Dimensionnement puissance	+ : 2,7 kW - : 3 kW
Investissement initial	7200 €
Echanges réseau	
Importation	12 MWh/an
Exportation	14 MWh/an

ERMESS pour vous aider dans la  
conception de vos projets ?

**Merci de votre attention !**