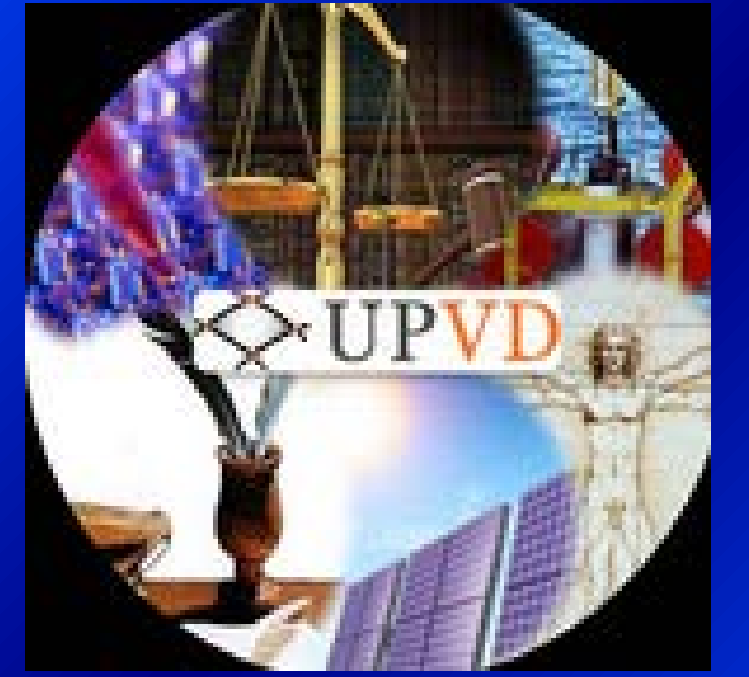




# Habitat individuel et gestion des ressources énergétiques: interaction avec le réseau électrique

Aurélie Chabaud<sup>1,2</sup>, Julien Eynard<sup>1,2</sup> et Stéphane Grieu<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>PROMES-CNRS, Rambla de la thermodynamique, Tecnosud, 66100 Perpignan  
<sup>2</sup>Université de Perpignan Via Domitia, 52 Avenue Paul Alduy, 66860 Perpignan



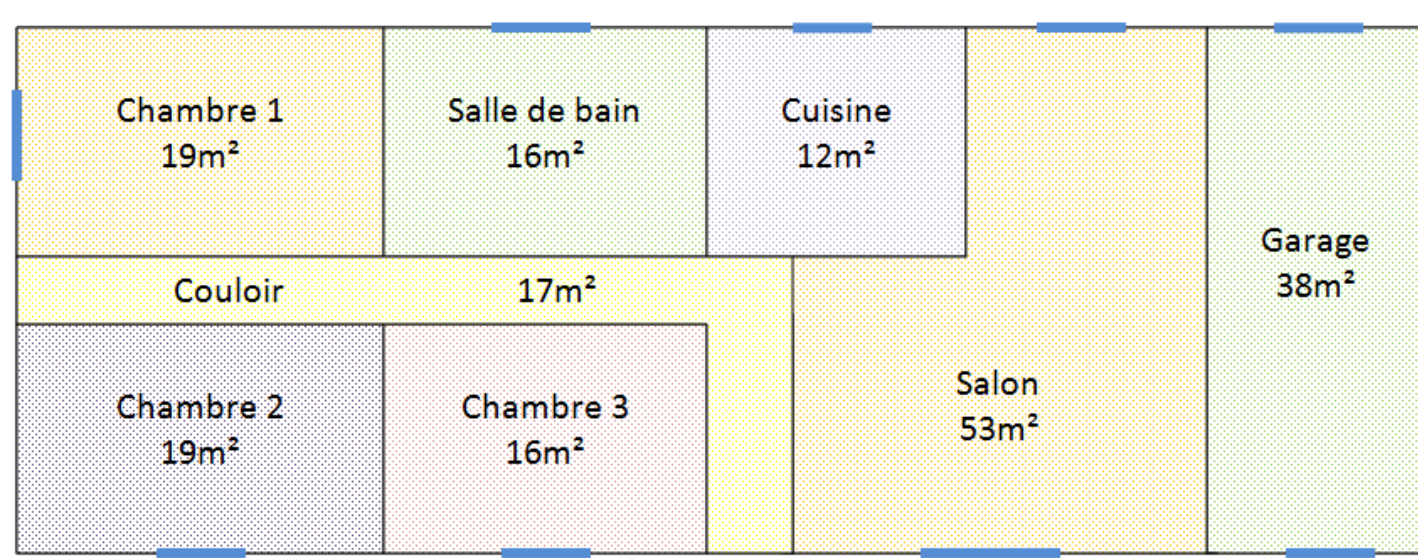
## Sujet de l'étude

Approche globale et multicritère de gestion énergétique à l'échelle d'un habitat individuel multi-énergie :

- Modélisation des systèmes de production et de stockage décentralisés.
- Modélisation de plusieurs types de bâtiments et développement de scénarios d'occupation.
- Dimensionnement optimal des systèmes de production et de stockage
- Interaction avec le réseau électrique

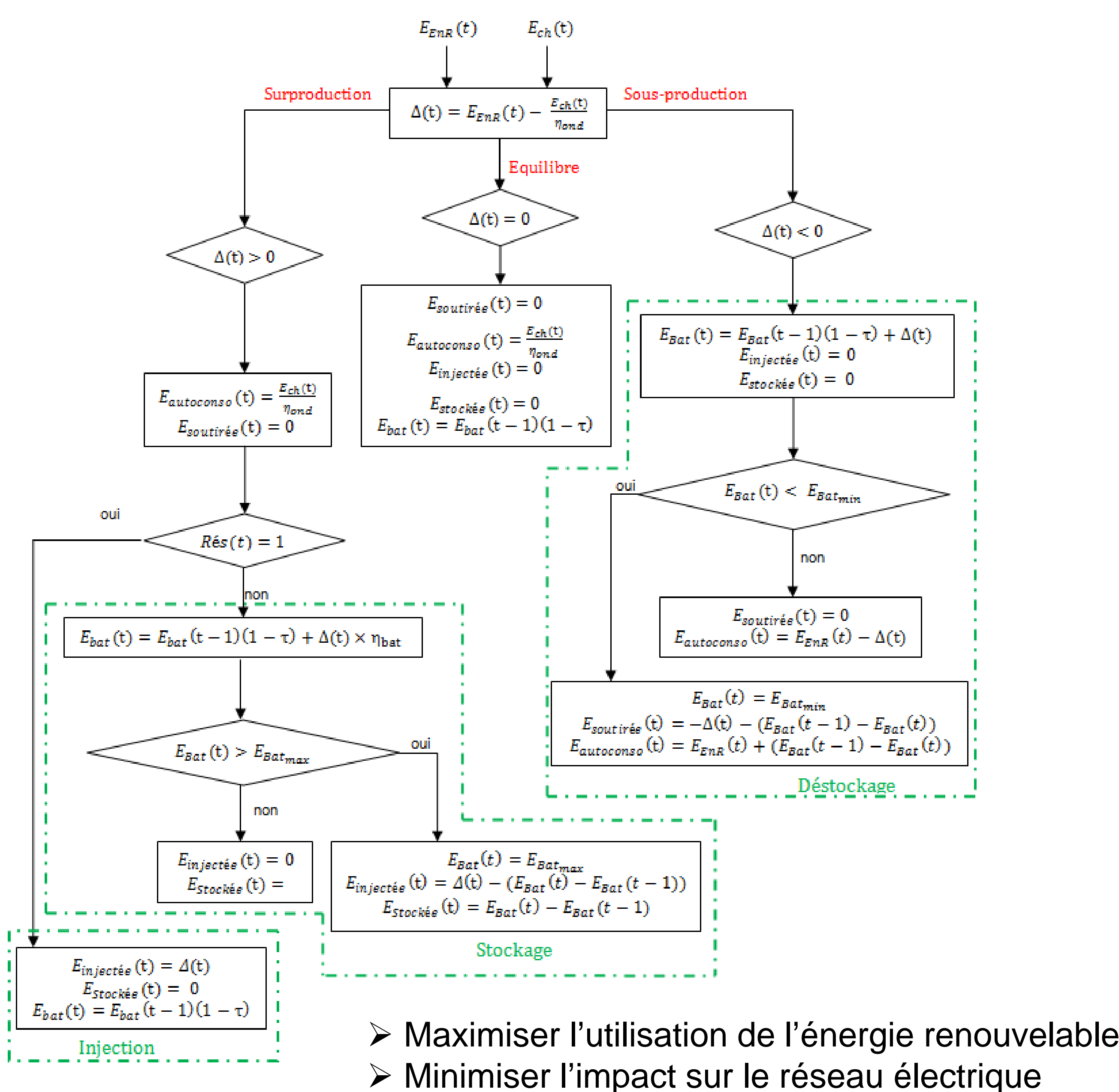
## Modélisation sous TRNSYS

Modélisation de charge: maison en rez-de-chaussée de 150 m<sup>2</sup> à Perpignan, isolation RT2005, habitée par 4 personnes (un couple et deux enfants). Modélisation des systèmes de production (PV et éolien) et de stockage (batterie).



Plan et orientation de l'habitat modélisé. Pièces et surfaces (en m<sup>2</sup>).

## Stratégie de gestion



- Maximiser l'utilisation de l'énergie renouvelable
- Minimiser l'impact sur le réseau électrique

## Dimensionnement des systèmes de production et de stockage décentralisés

Une étude paramétrique a été menée, grâce aux modèles développés, pour optimiser le dimensionnement en puissance des panneaux photovoltaïques installés (limitée par la superficie et l'orientation de la toiture, soit un maximum de 8 kWc), la capacité de la batterie (limitée par son encombrement 2 m<sup>3</sup>, soit un maximum de 200 kWh et obtenue à partir du rapport volume/puissance courant) et sur le seuil du réseau. L'objectif est de maximiser une fonction objectif : le critère lié à l'utilisation de l'énergie renouvelable  $J_{ENR}$ .

## Critères de performance

**Critères énergétiques:**

- Utilisation de l'énergie renouvelable

$$J_{ENR} = \frac{\%ENR_c \times \%ac}{100}$$

- Autoconsommation

$$\%ac = 100 \times \frac{ENR_c}{ENR_c + ENR_p}$$

- Taux de couverture EnR

$$\%ENR_c = 100 \times \frac{ENR_c}{ENR_c + ENR_{EDF}}$$

**Critères d'impact sur le réseau:**

- Impact en injection

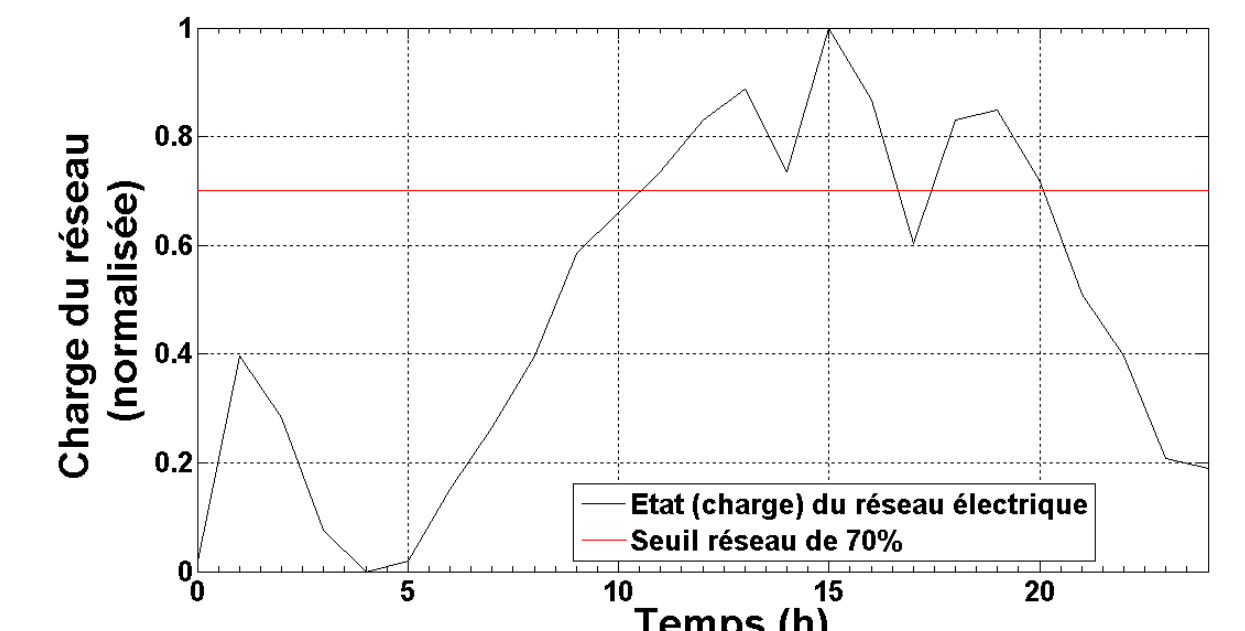
$$I_{inj} = \frac{1}{1000} \times \sum_k E_{inj}(k) \times \Delta E_{seuil}(t)$$

- Impact en soutirage

$$I_{sout} = -\frac{1}{1000} \times \sum_k EN_{EDF}(k) \times \Delta E_{seuil}(k)$$

- Impact global

$$I_g = I_{inj} + I_{sout}$$



Charge journalière normalisée du réseau électrique et seuil réseau fixé à 70%.

**Critère de coût économique:**

$$J_{coût} = \sum_k E_{inj}(k) \cdot P_{En}(k) - EN_{EDF}(k) \cdot P_{En}(k)$$

**Tarification dynamique:**

$$P_{En}(k) = \sum_{i,j} a_{ij} \times E_{ch}^i(k) \times T_{ext}^j(k)$$

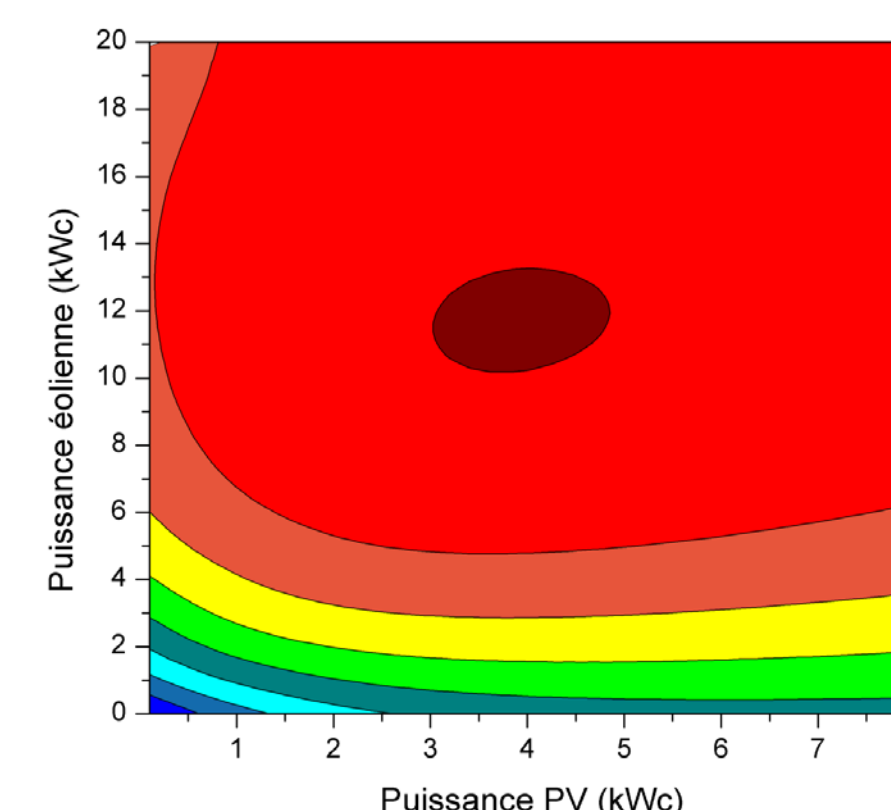
COEFFICIENTS DU MODELE POLYNOMIAL DU PRIX DE L'ENERGIE

i	0	1	2	3	4	5
0	6,58.10 <sup>1</sup>	-0,384.10 <sup>1</sup>	7,67.10 <sup>-2</sup>	-5,12.10 <sup>-4</sup>	3,48.10 <sup>-7</sup>	6,37.10 <sup>-9</sup>
1	-1,77.10 <sup>1</sup>	9,27.10 <sup>-1</sup>	-1,64.10 <sup>-2</sup>	1,30.10 <sup>-4</sup>	-4,04.10 <sup>-7</sup>	
2	6,04.10 <sup>-2</sup>	-3,12.10 <sup>-3</sup>	4,41.10 <sup>-5</sup>	2,29.10 <sup>-7</sup>		
3	-5,16.10 <sup>-4</sup>	-1,96.10 <sup>-6</sup>	2,38.10 <sup>-8</sup>			
4	4,11.10 <sup>-5</sup>	1,19.10 <sup>-7</sup>				
5	2,01.10 <sup>-5</sup>					

- $J_{ENR}$ : Critère global réconciliant autoconsommation et taux de couverture (%)
- $\%ENR_c$ : Pourcentage d'ENR consommée d'origine renouvelable (%)
- $\%ac$ : Pourcentage d'ENR consommée par rapport à l'énergie totale consommée (%)
- $ENR_c$ : Énergie renouvelable consommée (kWh)
- $ENR_p$ : Énergie renouvelable produite (kWh)
- $EN_{EDF}$ : Énergie soustraite au réseau électrique (kWh)
- $E_{inj}$ : Énergie injectée au réseau (kWh)
- $P_{En}$ : Coût du coût économique (€)
- $T_{ext}$ : Prix de l'électricité (€)
- $\Delta E_{seuil}$ : Écart normalisé entre le seuil et l'état du réseau
- $E_{ch}$ : Charge sur le réseau (kWh)
- $T_{ext}$ : Température extérieure (°C)
- $a$ : Coefficient du modèle polynomial

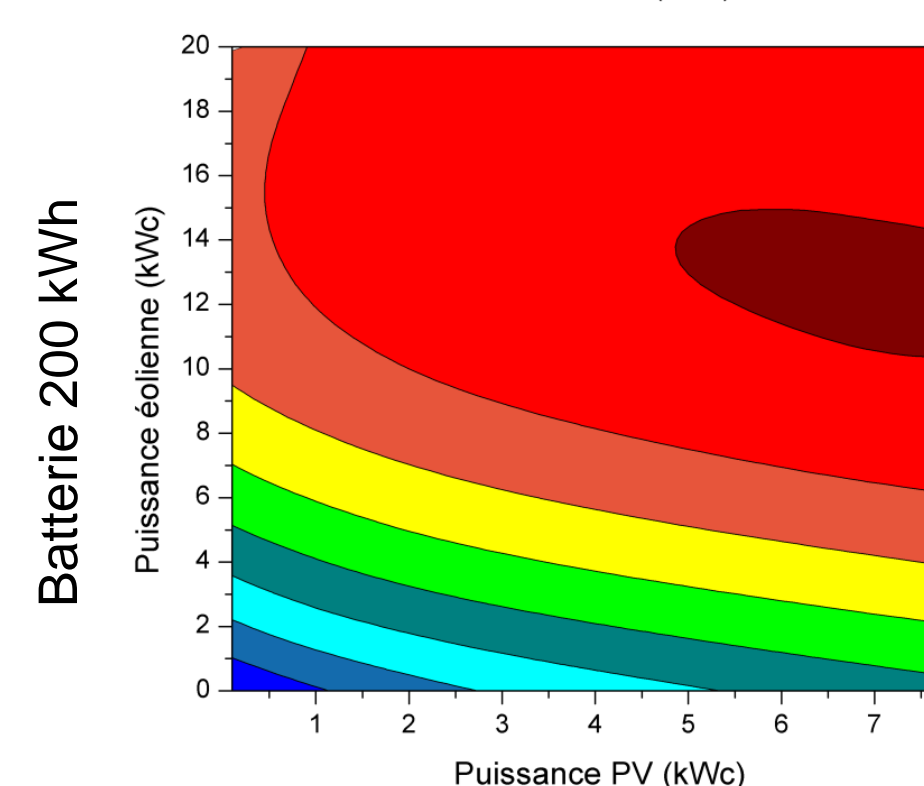
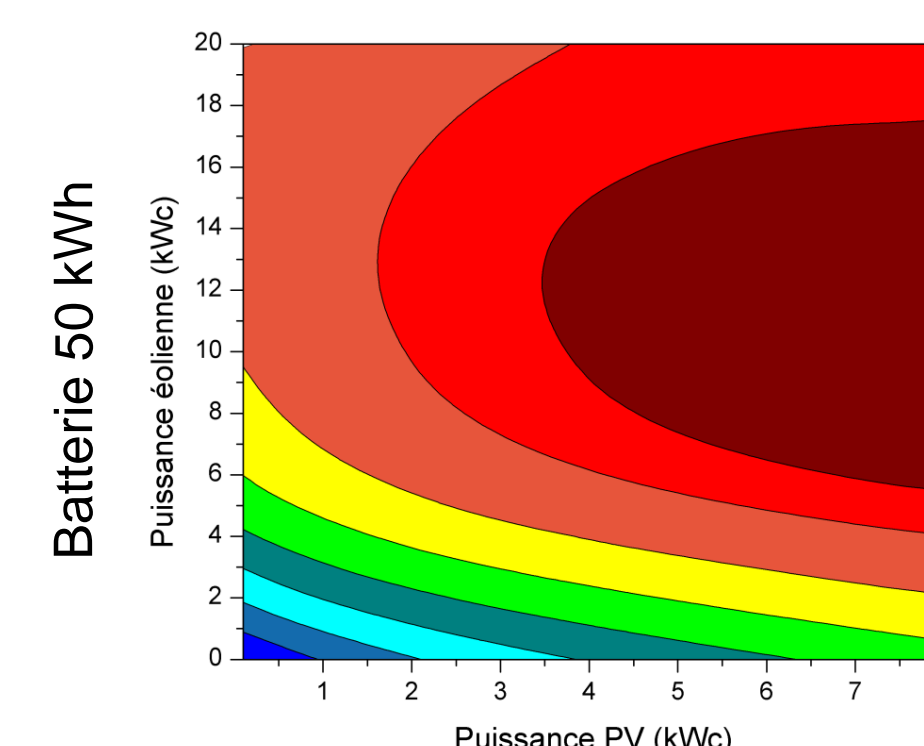
## Résultats

### Dimensionnement des systèmes de production sans stockage



	3	6,9	3,8
Puissance PV (kWc)			
Puissance éolienne (kWc)	-	-	11
$ENR_c$ (kWh)	3305	5345	10994
$ENR_{inj}$ (kWh)	1132	4860	9124
$E_{EDF}$ (kWh)	26078	24038	18390
$\%ac$ (%)	74,49	52,38	54,65
$\%ENR_c$ (%)	11,25	18,19	37,41
$J_{ENR}$ (%)	8,38	9,53	20,45
$J_{coût}$ (€)	-1281,30	-977,20	-468,52

### Dimensionnement des systèmes de production et de stockage pour un seuil réseau de 70%



PARAMETRES	6,9	8	3,8	5,8
Puissance PV (kWc)				
Puissance éolienne (kWc)	-	-	11	15
Capacité batterie (kWh)	40 (-)	50 (-)	200 (-)	200 (-)
$ENR_c$ (kWh)	7117 (5345)	7959 (5746)	14251 (10994)	17313 (12917)
$ENR_{inj}$ (kWh)	2695 (4860)	3370 (6087)	4621 (9124)	9373 (15431)
$E_{EDF}$ (kWh)	22266 (24038)	21425 (23638)	15132 (18390)	12070 (16466)
$E_{stock}$ (kWh)	2166 (-)	2717 (-)	4504 (-)	6058 (-)
$\%ac$ (%)	69,74 (52,38)	67,26 (48,56)	70,84 (54,65)	61,07 (45,57)
$\%ENR_c$ (%)	24,22 (18,19)	27,09 (19,55)	48,50 (37,41)	58,92 (43,96)
$J_{ENR}$ (%)	16,89 (9,53)	18,22 (9,49)	34,36 (20,45)	35,99 (20,03)
$J_{coût}$ (€)	-977,27 (-977,20)	-927,33 (-901,44)	-531,54 (-468,52)	-136,38 (-52,35)
$I_{inj}$	1034 (616)	1292 (762)	942 (-662)	911 (-1166)
$I_{sout}$	6383 (6645)	6238 (6634)	3790 (4634)	3036 (4326)
$I_g$	7417 (7261)	7529 (7396)	4732 (3972)	3947 (3160)

## Conclusion

L'application de la stratégie de gestion proposée aux modèles développés a permis de mettre en évidence différentes configurations permettant de favoriser l'autoconsommation tout en minimisant l'impact sur le réseau. Ce qui permet d'avoir une meilleur adéquation entre l'offre et la demande. Les travaux à venir porteront sur l'amélioration de la stratégie de gestion par une approche prédictive (anticipation de la disponibilité des ressources énergétiques renouvelables, des besoins et de l'état du réseau). Enfin, les impacts de la situation géographique, du niveau d'isolation et des scénarios de comportement seront analysés.