



## Chaire Modélisation prospective au service du développement durable

# Impacts sur le long terme de la gestion de la demande

Stéphanie Bouckaert

MINES ParisTech, Centre de Mathématiques Appliquées

Journée Schneider Electric - Chaire Modélisation Prospective  
4 Juin 2012

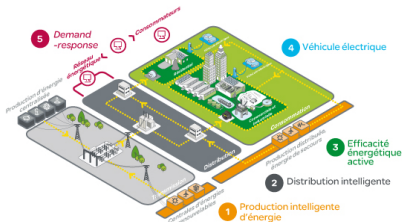
# Enjeux de l'étude



Chaire ParisTech Modélisation prospective  
au service du développement durable

# Intérêt d'une approche long terme des Smart Grids

- ☞ Peu d'études quantifient de manière globale les bénéfices attendus des Smart Grids
  - Etudes « mono-caractéristiques » des Smart Grids
  - Dynamique de temps réel, échelle spatiale locale

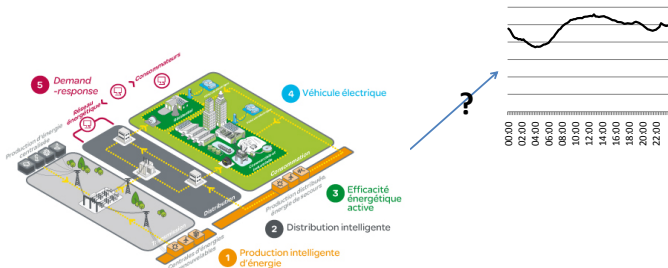


- ☞ Intégrer la notion de Smart Grids dans un modèle de prospective
  - Première caractéristique étudiée : Gestion de la demande (DR)

# Intérêt d'une approche long terme des Smart Grids

☞ Peu d'études quantifient de manière globale les bénéfices attendus des Smart Grids

- Etudes « mono-caractéristiques » des Smart Grids
- Dynamique de temps réel, échelle spatiale locale



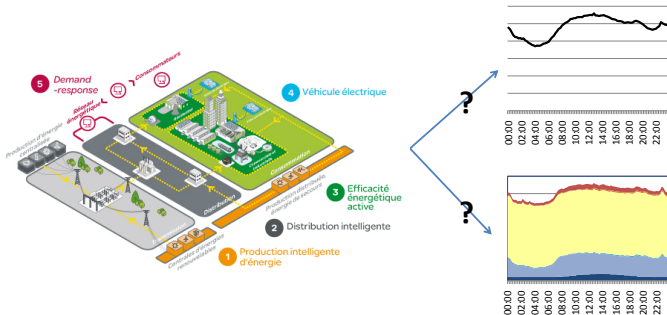
☞ Intégrer la notion de Smart Grids dans un modèle de prospective

- Première caractéristique étudiée : Gestion de la demande (DR)

# Intérêt d'une approche long terme des Smart Grids

☞ Peu d'études quantifient de manière globale les bénéfices attendus des Smart Grids

- Etudes « mono-caractéristiques » des Smart Grids
- Dynamique de temps réel, échelle spatiale locale



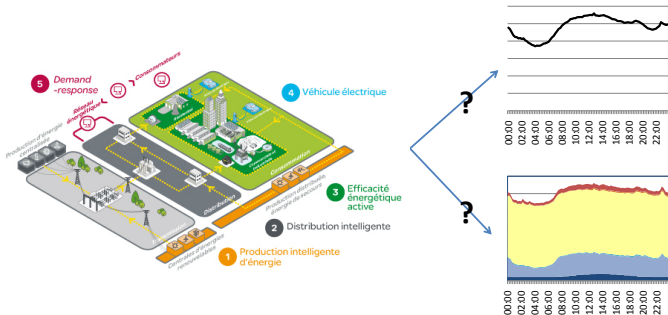
☞ Intégrer la notion de Smart Grids dans un modèle de prospective

- Première caractéristique étudiée : Gestion de la demande (DR)

# Intérêt d'une approche long terme des Smart Grids

☞ Peu d'études quantifient de manière globale les bénéfices attendus des Smart Grids

- Etudes « mono-caractéristiques » des Smart Grids
- Dynamique de temps réel, échelle spatiale locale



☞ Intégrer la notion de Smart Grids dans un modèle de prospective

- Première caractéristique étudiée : Gestion de la demande (DR)

# Intérêt de la gestion de la demande pour l'île de la Réunion



Objectif d'indépendance  
énergétique pour 2030

Solutions mises en avant :

- Centrales thermiques  
bagasse/bois
- Energies renouvelables  
intermittentes  $\implies$  Fiabilité ?

 Gestion de la demande : levier supplémentaire

# Intérêt de la gestion de la demande pour l'île de la Réunion



Objectif d'indépendance  
énergétique pour 2030

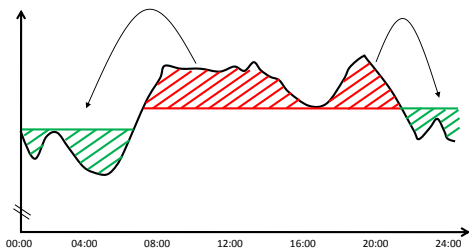
Solutions mises en avant :

- Centrales thermiques bagasse/bois
- Energies renouvelables intermittentes  $\implies$  Fiabilité ?

 Gestion de la demande : levier supplémentaire



# Besoin de désagréger la demande



Chaire ParisTech Modélisation prospective  
au service du développement durable

# Désagrégation de la demande : modèle bottom-up

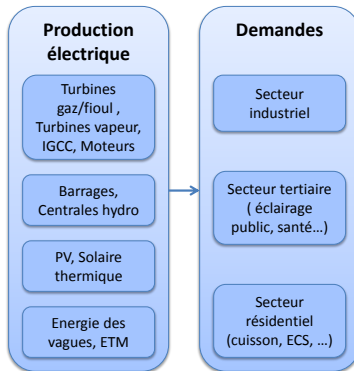
## Demandes

Secteur  
industriel

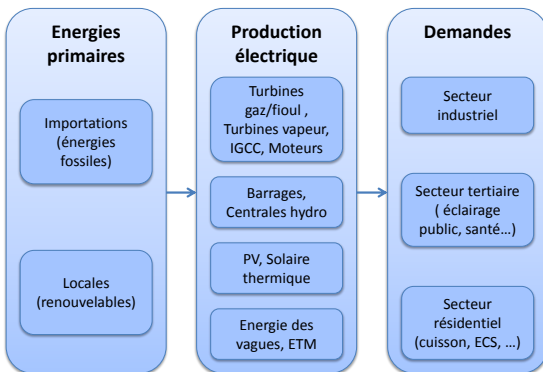
Secteur tertiaire  
(éclairage  
public, santé...)

Secteur  
résidentiel  
(cuisson, ECS, ...)

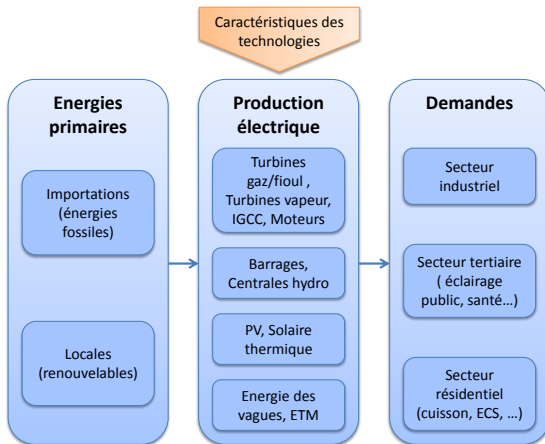
# Désagrégation de la demande : modèle bottom-up



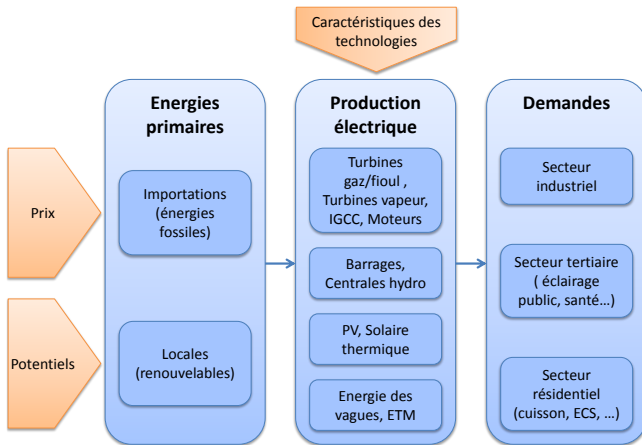
# Désagrégation de la demande : modèle bottom-up



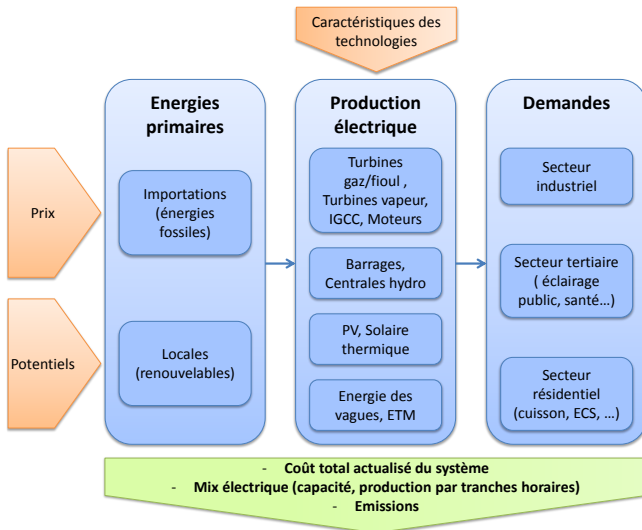
# Désagrégation de la demande : modèle bottom-up



# Désagrégation de la demande : modèle bottom-up



# Désagrégation de la demande : modèle bottom-up



## Classification des usages du secteur résidentiel

**Tous les usages ne peuvent pas faire partie d'un programme de gestion de la demande**

### Report de la demande « longue durée »

- Contrainte : demande doit être satisfaite au cours de la journée
  - Usages : Lave-linge, Sèche-linge, Lave-vaisselle, ECS
- ☞ Pas de courbe de charge imposée

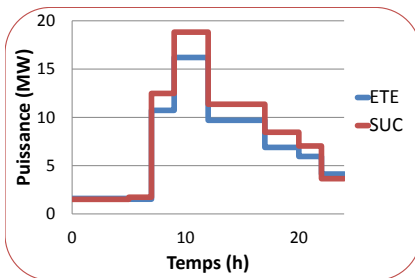


## Classification des usages du secteur résidentiel

Tous les usages ne peuvent pas faire partie d'un programme de gestion de la demande

### Report de la demande « longue durée »

- Contrainte : demande doit être satisfaite au cours de la journée
- Usages : Lave-linge, Sèche-linge, Lave-vaisselle, ECS
- 👉 Pas de courbe de charge imposée

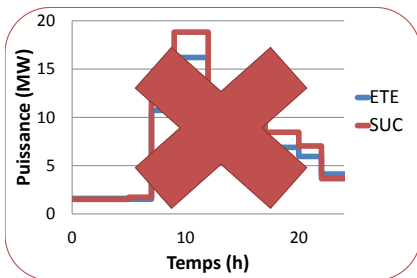


## Classification des usages du secteur résidentiel

Tous les usages ne peuvent pas faire partie d'un programme de gestion de la demande

### Report de la demande « longue durée »

- Contrainte : demande doit être satisfaite au cours de la journée
- Usages : Lave-linge, Sèche-linge, Lave-vaisselle, ECS
- 👉 Pas de courbe de charge imposée



## Classification des usages du secteur résidentiel

Tous les usages ne peuvent pas faire partie d'un programme de gestion de la demande

### Report de la demande « longue durée »

- Contrainte : demande doit être satisfaite au cours de la journée
- Usages : Lave-linge, Sèche-linge, Lave-vaisselle, ECS
- ☞ Pas de courbe de charge imposée

### Report de la demande « courte durée »

- Contrainte : durée incompatible avec un modèle de prospective
- Usages : Frigo, chauffage, climatisation, ventilation
- ☞ Participent à la réserve de capacités

# Evaluation de l'impact long terme de la gestion de la demande

- Scénario *Business as Usual* (BAU)
- Scénario *Indépendance énergétique* (INDener)

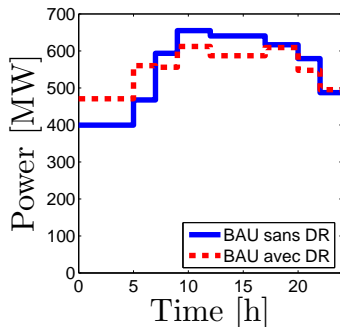


Chaire ParisTech Modélisation prospective  
au service du développement durable

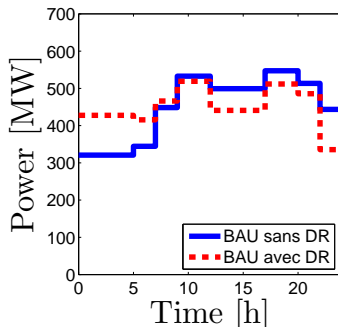
# Ecrêtement des pointes avec la DR

Courbes de charge d'une journée type en 2030 avec un scénario BAU : report longue durée des quatre usages

### Eté

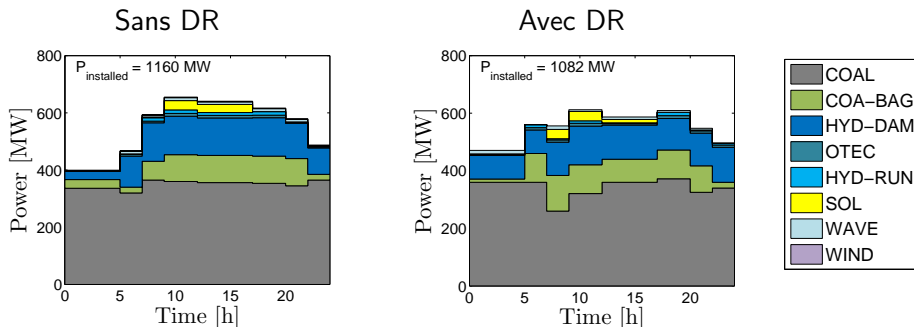


### Saison sucrière



# Utilisation plus efficace des centrales installées

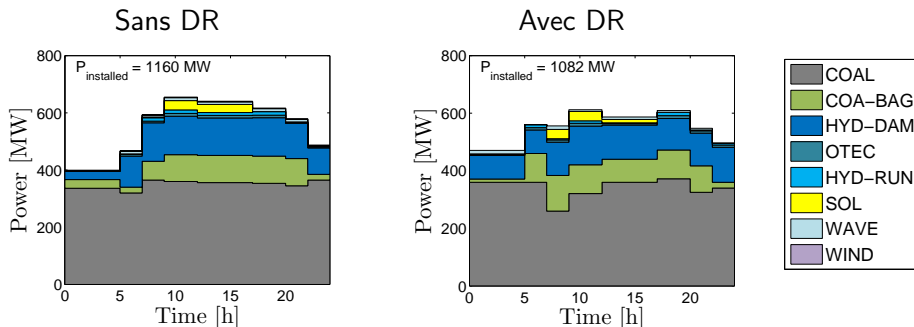
Mix de production électrique d'une journée type en été 2030 avec un scénario BAU



- Report longue durée : diminution de la capacité installée de 6.7%
- Report longue durée et courte durée : diminution de la capacité installée de 8%

# Utilisation plus efficace des centrales installées

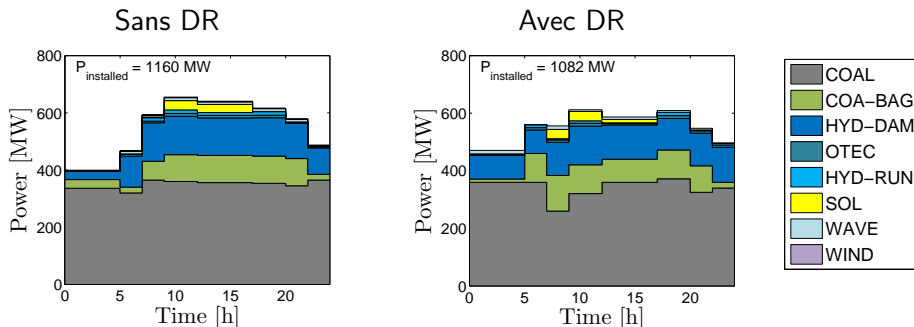
Mix de production électrique d'une journée type en été 2030 avec un scénario BAU



- Report longue durée : diminution de la capacité installée de 6.7%
- Report longue durée et courte durée : diminution de la capacité installée de 8%

# Utilisation plus efficace des centrales installées

Mix de production électrique d'une journée type en été 2030 avec un scénario BAU



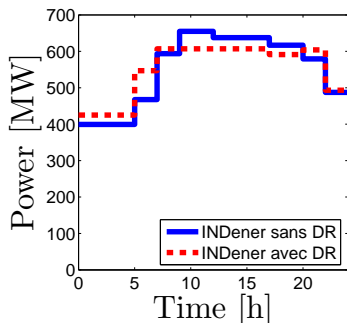
- Report longue durée : diminution de la capacité installée de 6.7%
- Report longue durée et courte durée : diminution de la capacité installée de 8%



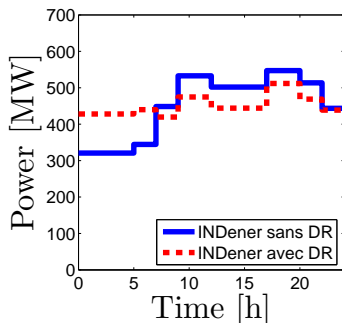
# Et en répondant à l'objectif d'indépendance énergétique ?

**Courbes de charge en 2030 avec un scénario d'indépendance énergétique : report longue durée des quatre usages**

### Eté

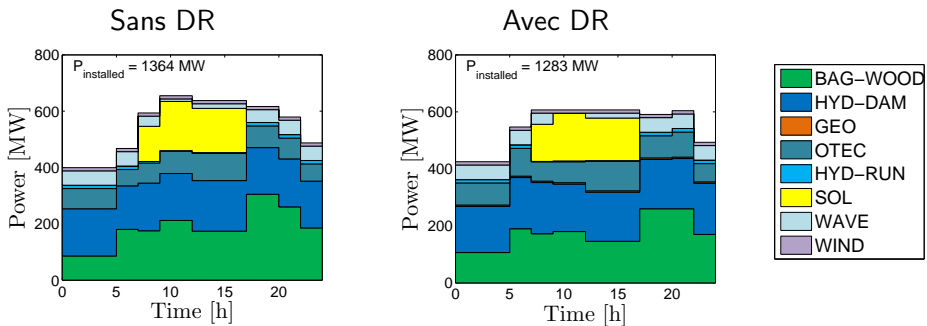


### Saison sucrière



# Diminution de la capacité nécessaire avec la DR

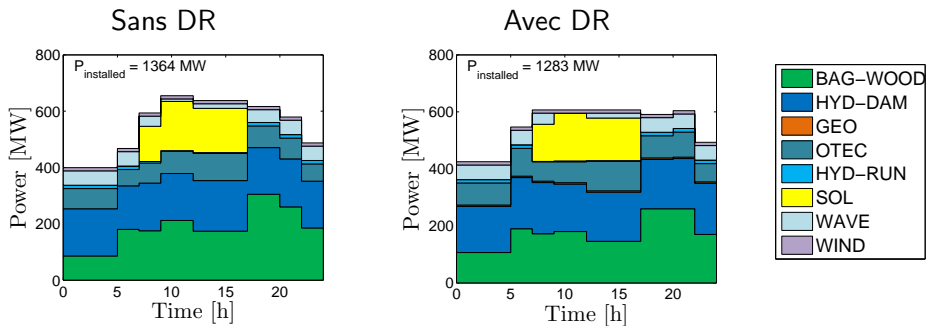
Mix de production électrique d'une journée type en été 2030 avec un scénario d'indépendance énergétique



- Report longue durée : diminution de la capacité installée de 5.9%
- Report longue durée et courte durée : diminution de la capacité installée de 7%

# Diminution de la capacité nécessaire avec la DR

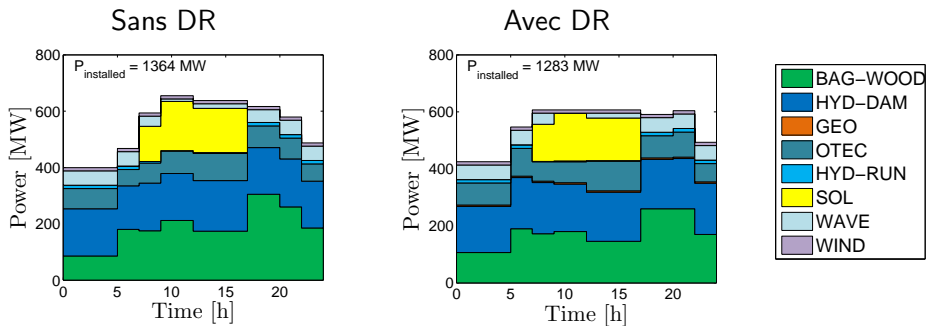
Mix de production électrique d'une journée type en été 2030 avec un scénario d'indépendance énergétique



- Report longue durée : diminution de la capacité installée de 5.9%
- Report longue durée et courte durée : diminution de la capacité installée de 7%

# Diminution de la capacité nécessaire avec la DR

Mix de production électrique d'une journée type en été 2030 avec un scénario d'indépendance énergétique



- Report longue durée : diminution de la capacité installée de 5.9%
- Report longue durée et courte durée : diminution de la capacité installée de 7%

# Conclusion et perspectives



Chaire ParisTech Modélisation prospective  
au service du développement durable

## Bénéfices importants de la gestion de la demande

### Gestion de la demande : écrêtement des pointes

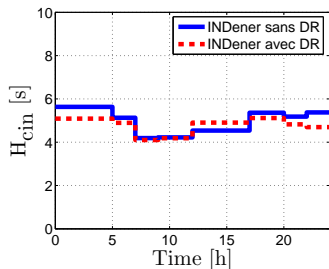
- Utilisation plus efficace du parc de production d'électricité
- Moins de capacités installées nécessaires

Scénarios	Capacités
BAU sans DR	100.0%
BAU avec DR report longue durée	93.3%
BAU avec DR report longue et courte durées	92%
INDener sans DR	117.6%
INDener avec DR report longue durée	110.6%
INDener avec DR report longue et courte durées	109.4%

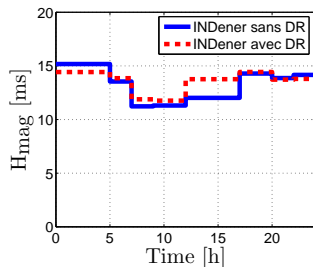
# Aplanissement des indicateurs de fiabilité

Indicateurs de fiabilité  $H_{cin}$  et  $H_{mag}$  pour une journée en été 2030 suivant le scénario d'indépendance énergétique

Réserve cinétique



Réserve magnétique

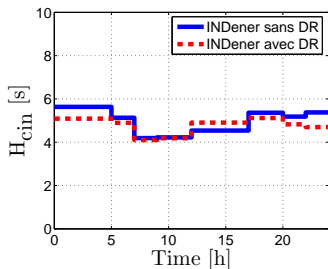


- Diminution des indicateurs en période de creux, augmentation en période de pointe
- ☞ Perspectives : imposer un niveau minimum des indicateurs comme contrainte aux mix énergétiques dans le modèle

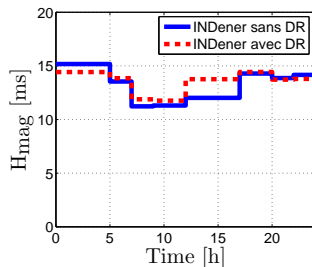
# Aplanissement des indicateurs de fiabilité

Indicateurs de fiabilité  $H_{cin}$  et  $H_{mag}$  pour une journée en été 2030 suivant le scénario d'indépendance énergétique

Réserve cinétique



Réserve magnétique



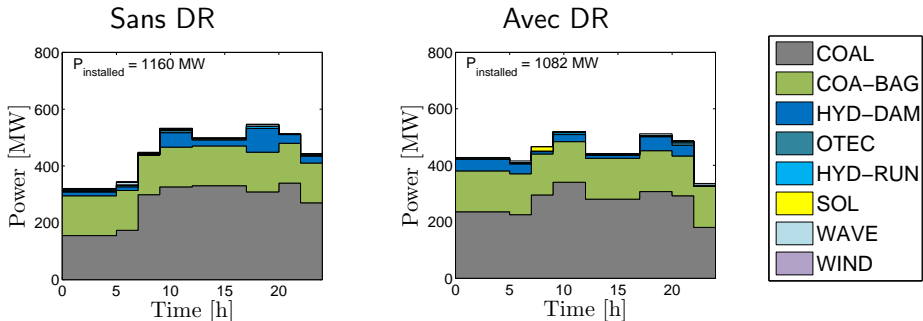
- Diminution des indicateurs en période de creux, augmentation en période de pointe
- 👉 Perspectives : imposer un niveau minimum des indicateurs comme contrainte aux mix énergétiques dans le modèle



Merci pour votre attention

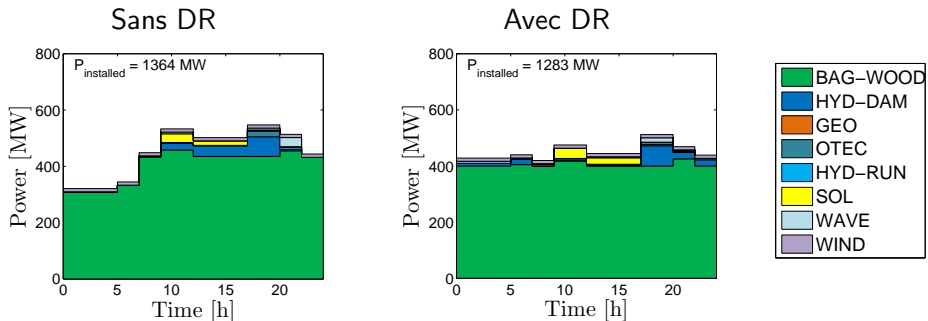
# Mix de production électrique en saison sucrière

Mix de production électrique d'une journée type en saison sucrière en 2030 avec un scénario BAU.



# Mix de production électrique en saison sucrière

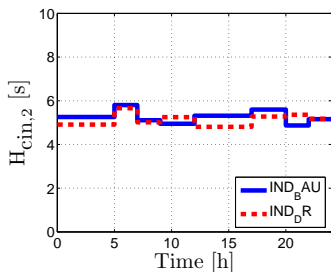
Mix de production électrique d'une journée type en saison sucrière en 2030 avec un scénario d'indépendance énergétique.



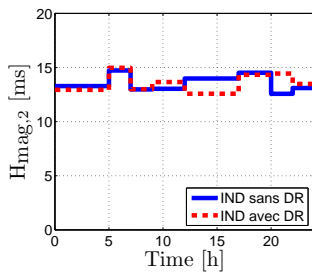
# Indicateurs de fiabilité en saison sucrière

Indicateurs de fiabilité  $H_{cin}$  et  $H_{mag}$  pour une journée en saison sucrière en 2030 suivant le scénario d'indépendance énergétique.

### Réserve cinétique



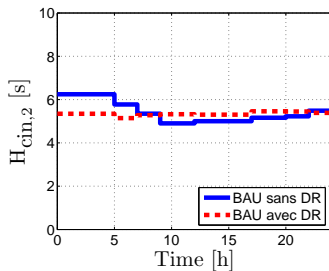
### Réserve magnétique



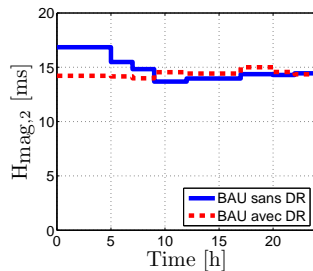
# Indicateurs de fiabilité en été avec le scénario BAU

Indicateurs de fiabilité  $H_{cin}$  et  $H_{mag}$  pour une journée en été en 2030 suivant le scénario BAU.

### Réserve cinétique



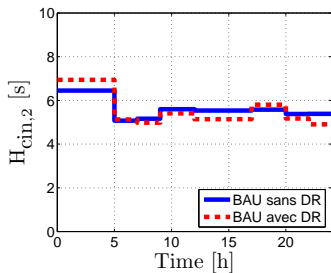
### Réserve magnétique



# Indicateurs de fiabilité en saison sucrière avec le scénario BAU

Indicateurs de fiabilité  $H_{cin}$  et  $H_{mag}$  pour une journée en saison sucrière en 2030 suivant le scénario BAU.

### Réserve cinétique



### Réserve magnétique

