

Etude effacement diffus



*Optimiser l'utilisation de l'effacement diffus
lors des pics de consommation*

Mardi 29 Juin 2010

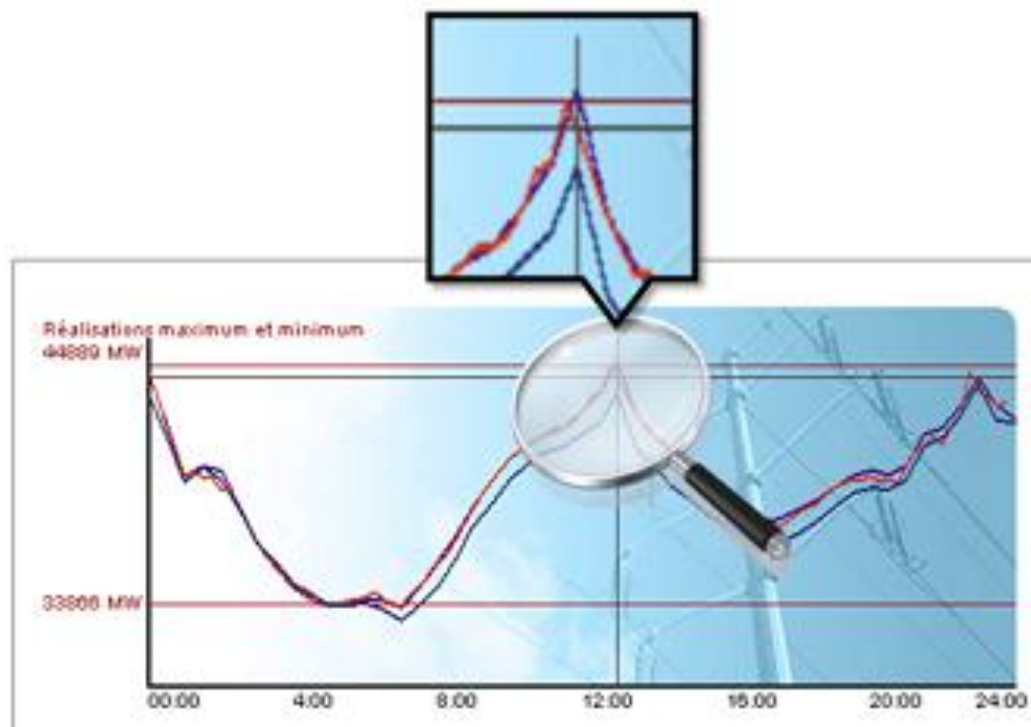


Nathalie Veillerobe
Anaële Bérard – Martin Hennebel – Yannick Phulpin

Problématique



- Production=Consommation

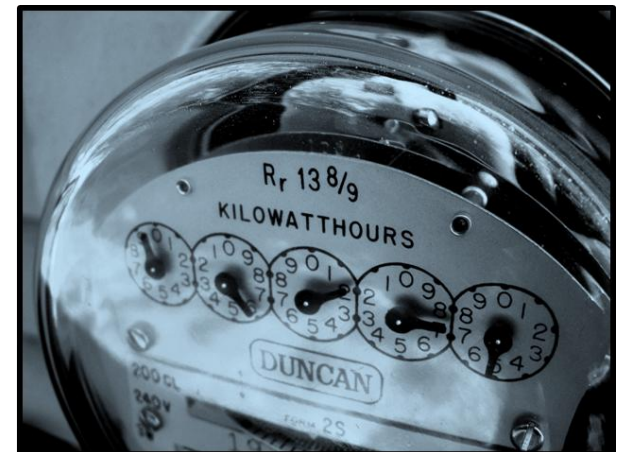


- Effacement diffus : coupure chauffage + chauffe-eau + climatiseurs

Plan de l'étude



1. Hypothèses de travail
2. Présentation des simulations
3. Présentation des résultats des simulations
4. Discussion



1. Hypothèses de travail

Architecture du système



Hypothèse 1

Le système se réduit à un point

Hypothèse 2

Etude menée sur T pas de temps discrets

Hypothèse 3

La capacité de production de pointe est de $P_{\text{Gpointe}}^{\text{max}}$

Hypothèse 4

La capacité d'effacement diffus est de $P_{\text{ED}}^{\text{max}}$

1. Hypothèses de travail

Fonctions de coûts



Les fonctions de coûts de la production de pointe et de l'effacement diffus sont connues à l'avance

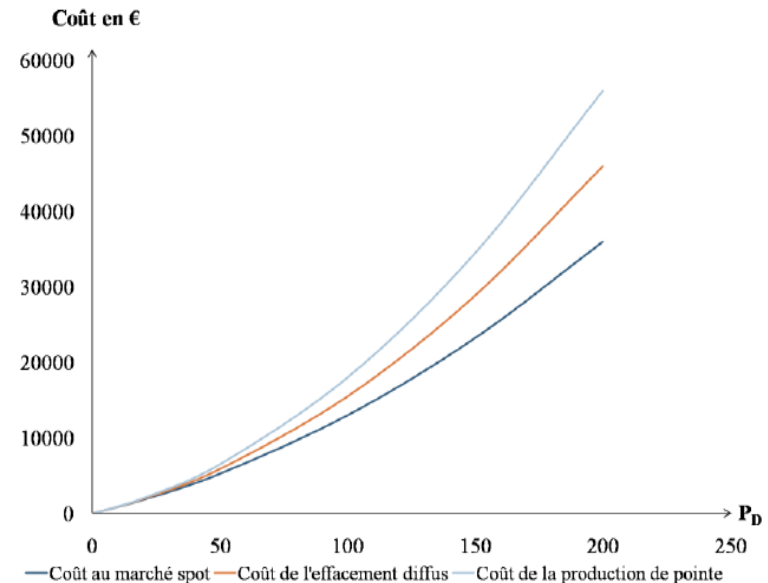
- Fonction de coûts de la production de pointe

$$C_{Gpointe}(P_{Gpointe}) = \alpha_{Gpointe} P_{Gpointe}^2 + \beta_{Gpointe} P_{Gpointe}$$

- Fonction de coûts de l'effacement diffus

$$C_{ED}(P_{ED}) = \alpha_{ED} P_{ED}^2 + \beta_{ED} P_{ED}$$

- Avec $\alpha_{ED} \leq \alpha_{Gpointe}$ et $\beta_{ED} \leq \beta_{Gpointe}$



1. Hypothèses de travail

Contraintes



Contrainte 1

Production = Consommation

$$P_{Pbase}(k) + P_{Gpointe}(k) + P_{ED}(k) - P_{ED}(k) = 0$$

Contrainte 2

La capacité d'effacement diffus utilisée en k, ne peut pas être utilisée en k+1

$$P_{ED}(k) \leq P_{ED}^{max} - P_{ED}(k-1)$$

Contrainte 3

Report de charge de 100%

Contrainte 4

100% de report sur k+1 et k+2

$$P_D(k) = \overline{P}_D(k) + \chi \cdot P_{ED}(k-1) + (1-\chi) \cdot P_D(k-2)$$

Contrainte 5

70% de report de charge sur k+1
30% de report de charge sur k+2

2. Scénarios

Scénario 1



Optimisation de l'utilisation de l'effacement diffus sur toute la période: optimum

Le gestionnaire de réseau minimise les coûts sur toute la période.

Coût total pour le système $C_T^{\text{optimum}} = \min \left[\sum_{k=1}^T (C_{Gpointe}(P_{Gpointe}(k)) + C_{ED}(P_{ED}(k))) \right]$

En respectant : $P_{Pbase}(k) + P_{Gpointe}(k) + P_{ED}(k) - P_{ED}(k) = 0$

$$P_{ED}(k) \leq P_{ED}^{max} - P_{ED}(k-1)$$

$$P_D(k) = \overline{P_D}(k) + \chi \cdot P_{ED}(k-1) + (1-\chi) \cdot P_D(k-2)$$

2. Scénarios

Scénario 2



Utilisation de l'effacement diffus dans le cadre de la préséance économique

A chaque pas de temps, on sélectionne la solution la moins chère sans tenir compte des conséquences sur les pas $k+1$, $k+2$, etc

$$C^{1\text{temps}}(k) = \min[C_{G\text{pointe}}(P_{G\text{pointe}}(k)) + C_{ED}(P_{ED}(k))]$$

Coût total pour le système $C_T^{1\text{temps}} = \sum_{k=1}^T \min[C_{G\text{pointe}}(P_{G\text{pointe}}(k)) + C_{ED}(P_{ED}(k))]$

En respectant : $P_{P\text{base}}(k) + P_{G\text{pointe}}(k) + P_{ED}(k) - P_{ED}(k) = 0$

$$P_{ED}(k) \leq P_{ED}^{\text{max}} - P_{ED}(k-1)$$

$$P_D(k) = \overline{P_D}(k) + \chi \cdot P_{ED}(k-1) + (1-\chi) \cdot P_D(k-2)$$

2. Scénarios

Scénario 3



Utilisation de l'effacement diffus en adaptant les règles de marchés existantes

A chaque instant k , le gestionnaire de réseau sélectionne l'offre qui minimise le coût pour équilibrer production et consommation sur les 3 prochains intervalles de temps k , $k+1$ et $k+2$.

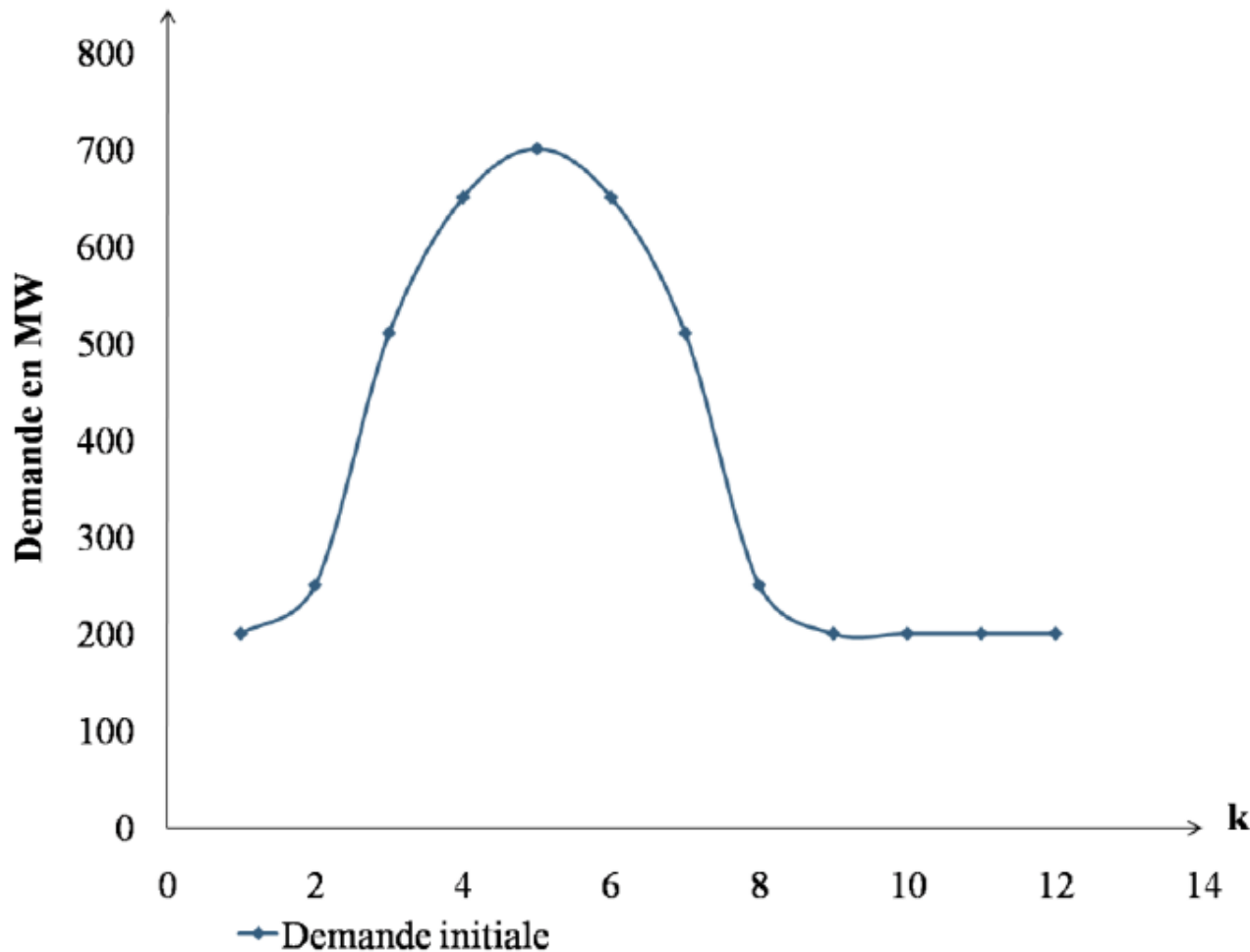
Problème d'optimisation $\min_{P_{Gbase}(k), P_{Gpointe}(k), P_{ED}(k), \forall k \in [n, n+2]} \sum_{k=n}^{n+2} [C_{Gpointe}(k) + C_{ED}(k)]$

En respectant :

$$P_{Pbase}(k) + P_{Gpointe}(k) + P_{ED}(k) - P_{ED}(k) = 0$$
$$P_{ED}(k) \leq P_{ED}^{max} - P_{ED}(k-1)$$
$$P_D(k) = \overline{P_D}(k) + \chi \cdot P_{ED}(k-1) + (1-\chi) \cdot P_D(k-2)$$

3. Résultats

Cadre de l'étude



$$P_{Gbase}^{max} = 500 \text{ MW}$$

$$P_{Gpointe}^{max} = 200 \text{ MW}$$

$$P_{ED}^{max} = 140 \text{ MW}$$

$T = 12$ pas de temps

$$\alpha_{Gpointe} = 1 \text{ €/MW}^2$$

$$\alpha_{ED} = 0.75 \text{ €/MW}^2$$

$$\beta_{Gpointe} = 80 \text{ €/MW}$$

$$\beta_{ED} = 80 \text{ €/MW}$$

3. Résultats

Simulation 1



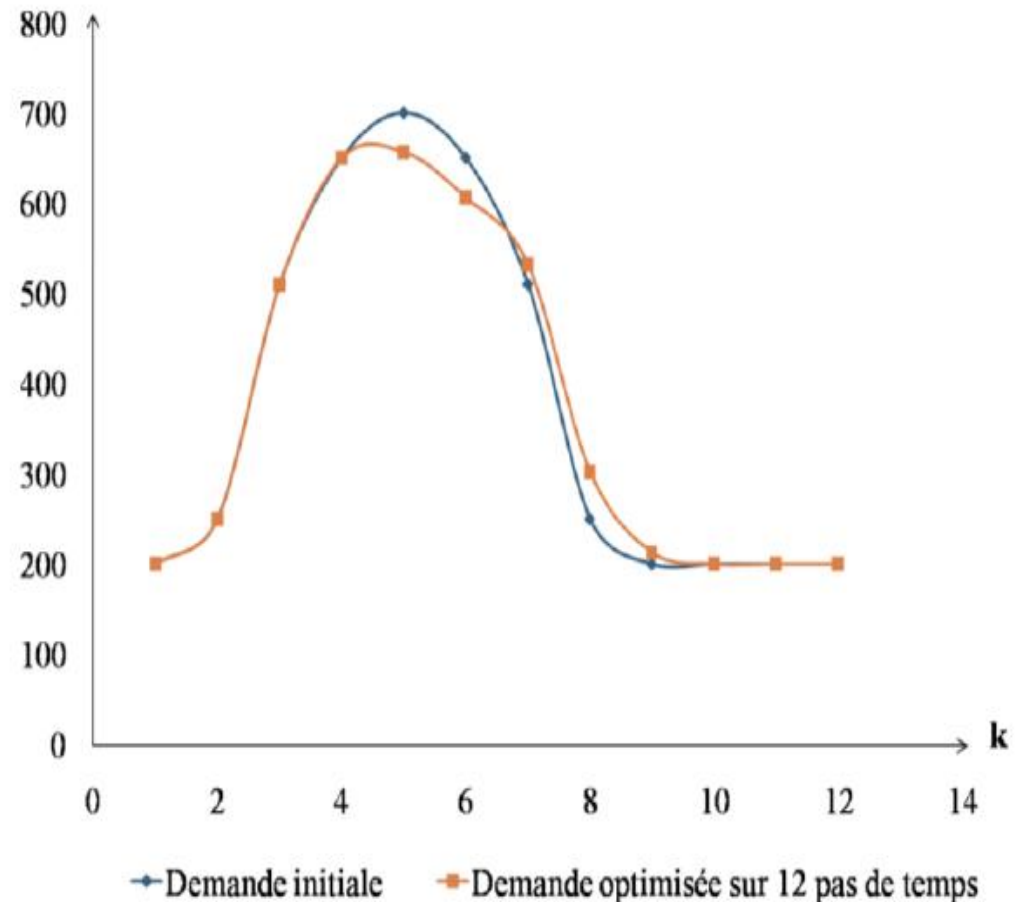
Optimum

COÛT TOTAL $C_T^{optimum} = : 115,58 \text{ k€}$

Production uniquement

COÛT TOTAL $C_T^{Prod} : 126,800 \text{ k€}$

$P_D(k)$ en MW



3. Résultats

Simulation 2

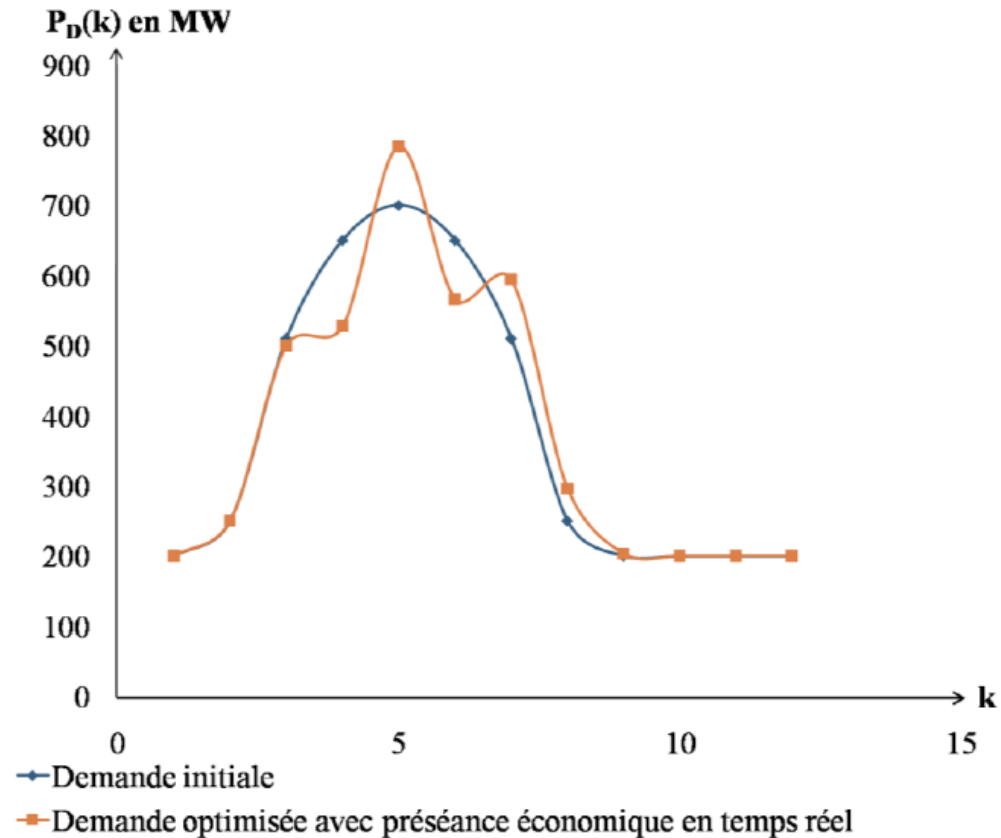


Production et effacement diffus

COÛT TOTAL $C_T^{1temps} = 181,87 \text{ k€}$

Production uniquement

COÛT TOTAL $C_T^{Prod}: 126,800 \text{ k€}$



3. Résultats

Simulation 3



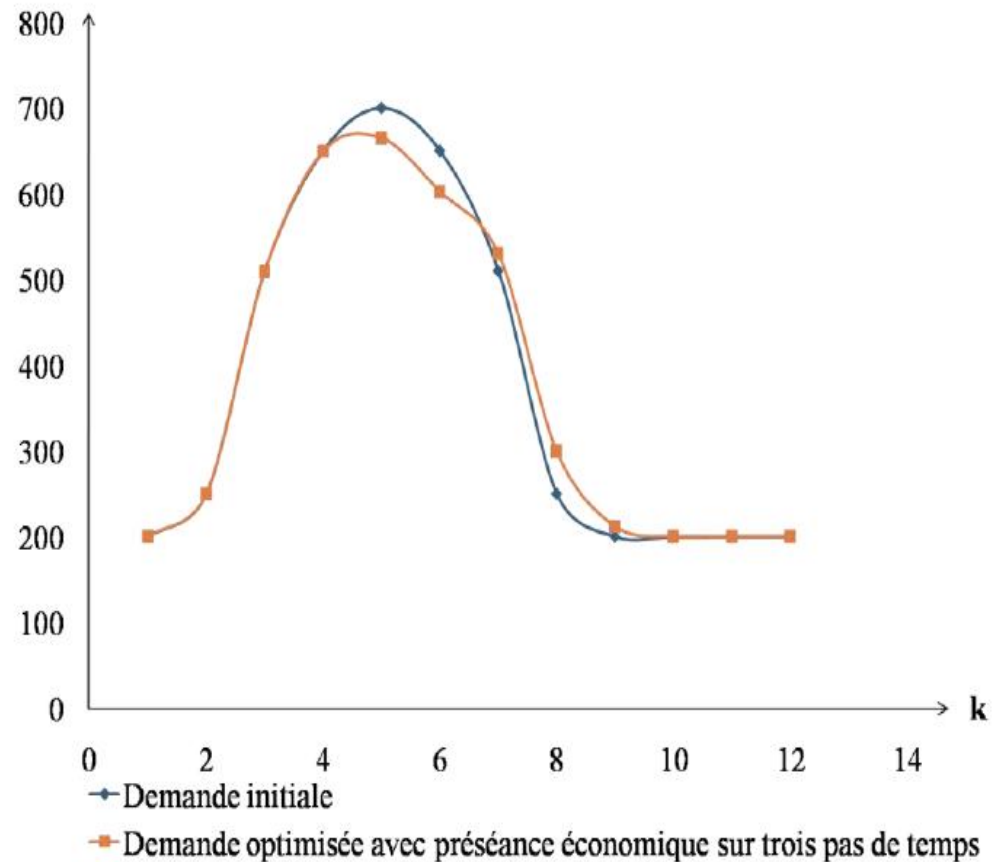
Production et effacement diffus

COUT TOTAL C_T^{3temps} : 115,74 k€

Production uniquement

COUT TOTAL C_T^{Prod} : 126,800 k€

$P_D(k)$ en MW

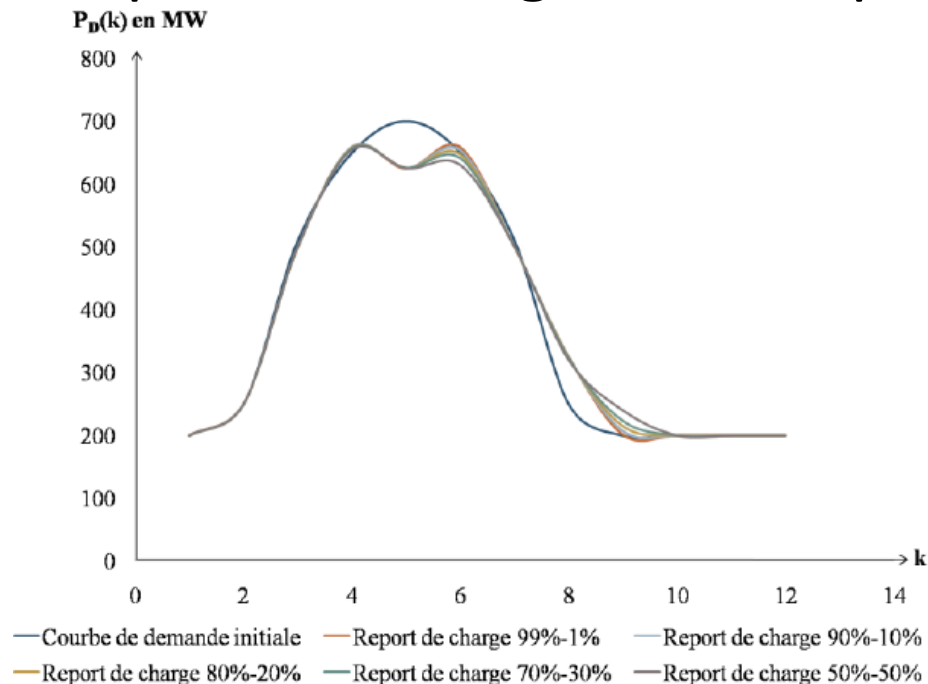


4. Discussion

Limites du cas d'étude



- Report de charge de 100% : cas le plus pessimiste
- Interdiction d'effacer pendant 2 instants consécutifs
- Répartition du report de charge aux temps $k+1$ et $k+2$



4. Discussion

Limites des scénarios et des fonctions de coûts



Limites des scénarios

- Point de vue du gestionnaire du système adopté
 - ➔ Point de vue des fournisseurs d'électricité ou des opérateurs d'effacement diffus

Limites des fonctions de coûts

- Fonctions polynomiales à coefficients constants. Ceci est réaliste pour la production de pointe mais correspond à une approximation pour l'effacement diffus

Conclusion et perspectives



- **Formalisation du problème comme un problème d'optimisation sur T pas de temps discrets**
- **3 formulations des problèmes d'optimisation selon différents designs de marchés**
- **L'utilisation de l'effacement en suivant la préséance économique conduit à une augmentation du coût total**
- **L'adaptation des règles actuelles conduit à une utilisation de l'effacement diffus proche de l'optimum**

Perspectives

- Intégrer l'effacement diffus à d'autres mécanismes de marché
- Rémunérer les particuliers
- Autres points de vue à étudier

Merci pour votre
attention



Nathalie Veillerobe
Nathalie.Veillerobe@supelec.fr