Le réseau de l'intelligence électrique

# GT Contrôle du réalisé

21 septembre 2015

# Programme

| | |
|---|---|
| **9h00** | Accueil |
| **9h30** | Présentation de l'étude réalisée par le bureau d'étude Cardonnel Ingénierie |
| **10h30** | Point sur le rapport sur l'évaluation des effets de bord |
| **12h00** | Retours sur les questions liées au contrôle du réalisé dans l'appel à contribution du 15 juillet 2015 |
| **12h30** | Conclusions |

Le réseau de l'intelligence électrique

# Présentation de l'étude réalisée par le bureau d'étude Cardonnel Ingénierie sur l'impact des effacements de chauffage électrique en résidentiel sur le confort des occupants

**GT Contrôle du réalisé**
21 septembre 2015

Le réseau de l'intelligence électrique

# Evaluation des effets de bord et des économies d'énergie associés aux effacements de consommation : Point sur le rapport

**GT Contrôle du réalisé**
21 septembre 2015

# Contenu


01 Contexte, objectifs et démarche

02 Résultats pour les secteurs industriel et tertiaire

03 Simulations menées par le CSTB pour le secteur résidentiel

04 Etudes économiques

05 Suite des travaux

## 1. Rappel du contexte, des objectifs et de la démarche

# Rappel des demandes des pouvoirs publics sur les effets de bord

| | |
|---|---|
| **Courrier de la Ministre en charge de l'énergie (1er décembre 2014)** | Publication d'un rapport sur les effets de bord mi-2015 |
| **Délibération de la CRE sur les règles NEBEF 2.0 (17 décembre 2014)** | « Parmi les éléments qui devront faire l'objet d'un traitement prioritaire, **les effets de bord présentent un enjeu particulièrement fort.** La CRE note que, lors du processus de concertation, RTE a présenté une feuille de route visant à établir, d'ici la fin de l'hiver, des protocoles de tests. La CRE demande que la méthodologie relative à ces protocoles soit établie en concertation avec les parties prenantes. **Ces tests sont fondamentaux pour alimenter les connaissances sur les effets de bord et devront permettre d'intégrer des éléments plus précis sur ce sujet lors de la prochaine révision des Règles, au plus tard le 31 octobre 2015.** » |

RTE s'est engagé à remettre un rapport sur la quantification des effets de bord et économies d'énergie pour l'été 2015.

Vus les délais associés à la procédure contradictoire prévue dans les conventions de tests, **publication prévue fin octobre 2015**



Le réseau de l'intelligence électrique

# Contexte législatif

- Décret du 3 juillet 2014 relatif aux effacements de consommation

***L'effacement de consommation peut avoir pour effet de modifier la consommation du site de consommation effacé avant et après la période d'effacement****. Ces effets de bord sont pris en compte s'ils sont attestés et significatifs, selon les modalités définies par les règles mentionnées à l'article 3, lors de la consommation de consommation d'électricité, des* ***transferts d'énergie entre les périmètres des responsables d'équilibre*** *concernés et du* ***versement de l'opérateur d'effacement au fournisseur*** *des sites effacés.*

➔ Evaluation des effets de bord visant à corriger les périmètres d'équilibre de l'OE et des RE des sites effacés et à définir les énergies devant donner lieu à un versement des fournisseurs vers les OE

➔Nécessité de disposer du taux de report, mais également de sa durée et de sa forme

➔Les modalités d'évaluation et de prise en compte peuvent être définies dans les règles MA ou NEBEF

# Contexte législatif

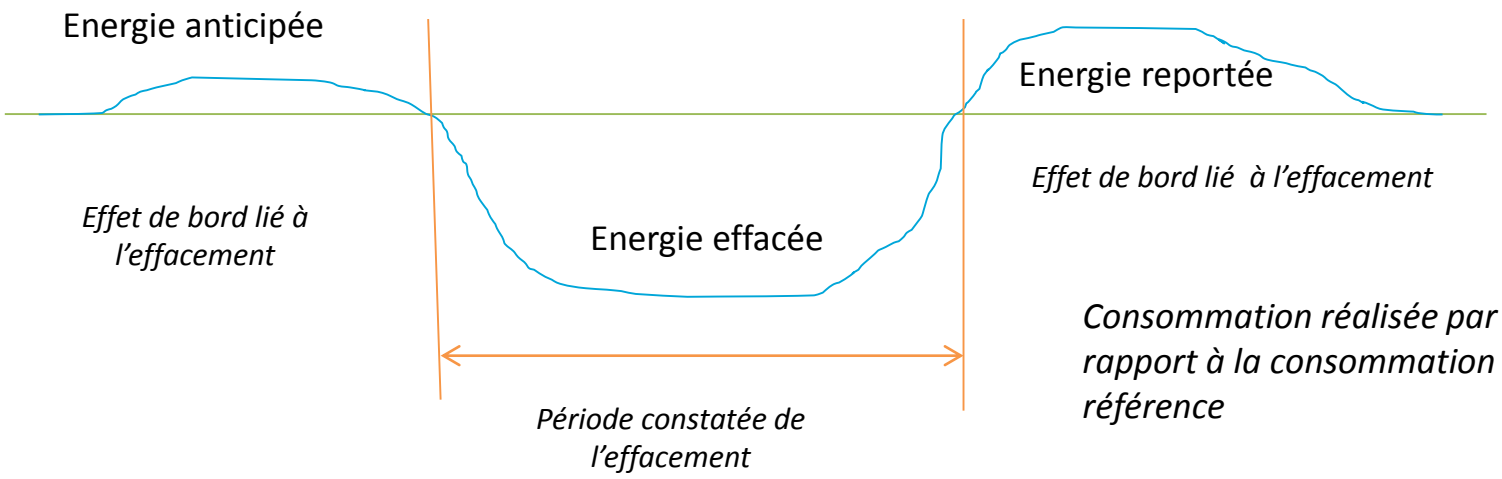
- Projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte (version adoptée en nouvelle lecture à l'AN le 26 mai 2015)

*Le versement est assuré par le consommateur final pour le compte de l'opérateur d'effacement, ou à défaut par l'opérateur d'effacement lui-même. Par dérogation, l'autorité administrative peut, pour les catégories d'effacement mentionnées à l'article L. 271-1 qui conduisent à des économies d'énergie significatives, imposer que le paiement de ce versement soit intégralement réparti entre l'opérateur d'effacement et le gestionnaire du réseau public de transport d'électricité. Dans ce cas, la part versée par le gestionnaire du réseau public de transport est fixée par voie réglementaire. Elle est déterminée en fonction des caractéristiques de la catégorie d'effacement, de façon à garantir un bénéfice pour l'ensemble des consommateurs d'électricité sur le territoire national interconnecté.* ***Elle ne peut excéder la part d'effacement mentionnée à l'article L. 271-1 qui conduit à des économies d'énergie.***

➔Evaluation d'un taux d'économie d'énergie (part de la consommation effacée non reportée et non compensée par de l'autoproduction) par catégorie d'effacement.

➔ Les taux par catégories d'effacement sont fixés par voie réglementaire.

# Définitions des taux de report et d'économie d'énergie




**Pour l'application du décret Effacements**

Taux de report = $(E_{anticipée} + E_{reportée}) / E_{effacée}$

Taux, forme et durée nécessaires



Le réseau de l'intelligence électrique

# Définitions des taux de report et d'économie d'énergie

**Pour l'application du projet de loi TECV**, en première approche :

Taux économie d'énergie = 1 – Taux de report

Seul le taux est nécessaire

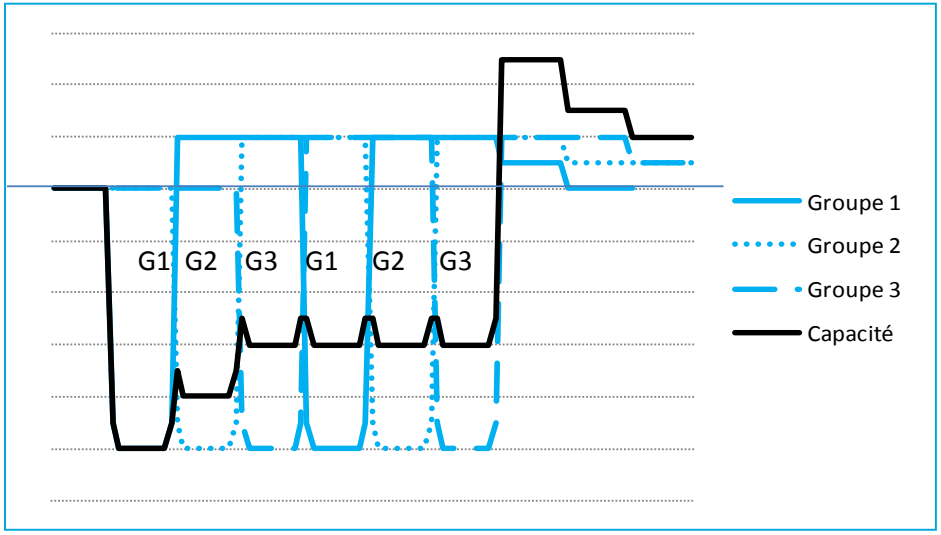
Mais des différences sont à signaler, notamment :

- Prise en compte de la substitution d'énergie pour les économies d'énergie

- Périmètre de l'évaluation ?

# Définitions des taux de report et d'économie d'énergie – exemples

Effacement d'1h réalisé à partir de 3 groupes de sites de consommation s'effaçant alternativement par période de 10 minutes




| | Au périmètre de la capacité (agrégation des 3 groupes) | Au périmètre de chacun des groupes |
|---|---|---|
| Report | 21,4% | 45% |
| Economie d'énergie | 78,6% | 55% |

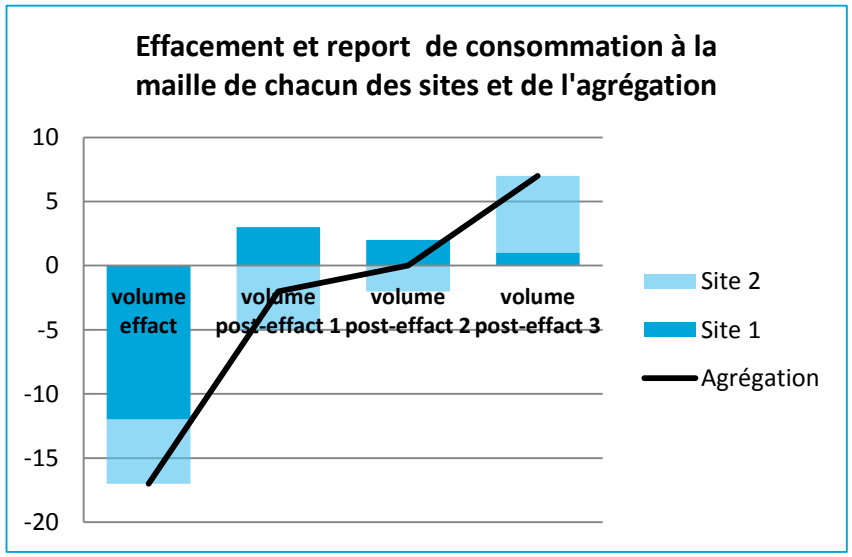


Le réseau de l'intelligence électrique

# Définitions des taux de report et d'économie d'énergie – exemples

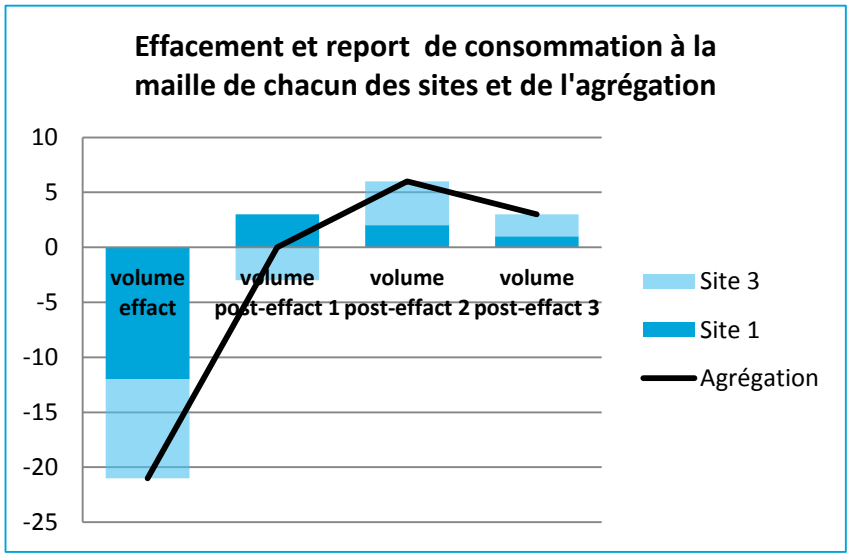
## Effacements portant sur des sites de report 50% mais effets de bord très différents en forme

| | Taux de report |
|---|---|
| Site 1 | 50% |
| Site 2 | 50% |
| **Agrégation** | **37%** |




## Effacements portant sur des sites de report 50% dont les comportements sont proches

| | Taux de report |
|---|---|
| Site 1 | 50% |
| Site 3 | 50% |
| **Agrégation** | **43%** |




**Les taux sont non-additifs, et dépendent fortement de la maille d'évaluation (taux évalué sur une agrégation de sites ≠ moyenne des taux unitaires des sites)**

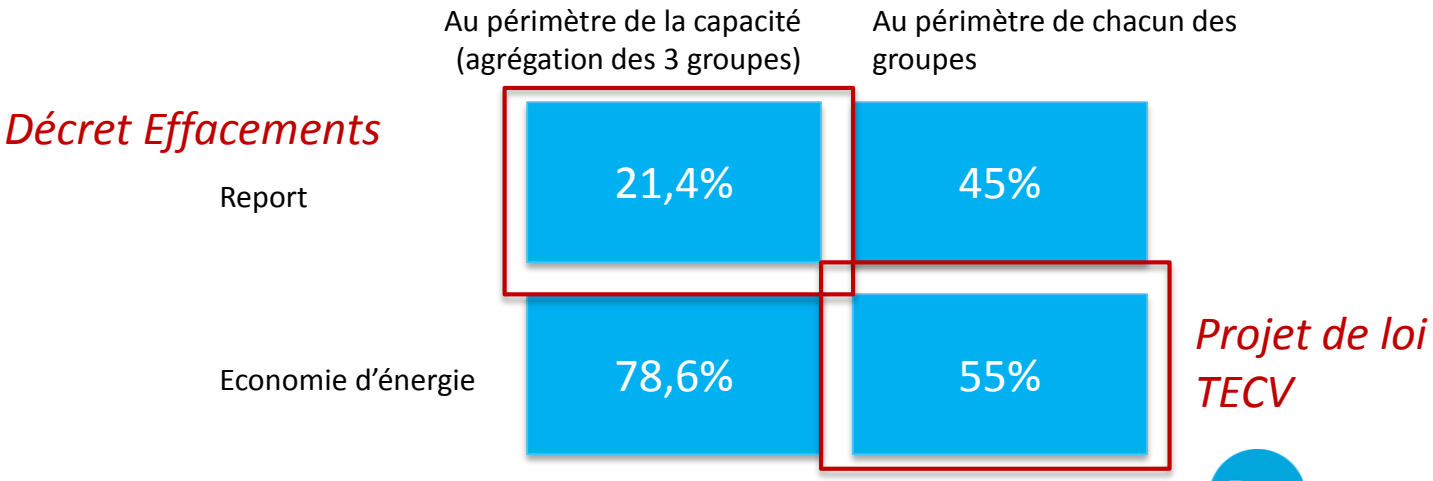
# Définitions des taux de report et d'économie d'énergie – proposition de RTE

- En application du décret, évaluation du report à la maille des <u>capacités d'effacements</u>

➔ Le résultat dépend fortement du processus retenu par les opérateurs d'effacement pour réaliser l'effacement, de la constitution des agrégats de sites.

- En application du projet de loi, évaluation du <u>taux d'économie d'énergie moyen par site et par catégorie d'effacement</u>

➔ Impose de considérer les économies d'énergie pour des catégories de sites et d'effacements donnant lieu à un report homogène en forme et en durée (évaluation non additive… )



# Méthode retenue pour l'évaluation du report et des économies d'énergie

| | Secteur d'activité | Effacements concernés | Méthode d'évaluation |
|---|---|---|---|
| De manière générale, peu d'éléments d'évaluation publics, notamment pour les effacements longs. | Industriel | Effacement de process industriels ou d'utilités industrielles (chaud, froid, air comprimé, vapeur …)<br>Tous les secteurs industriels sont concernés. | - Entretiens avec les industriels<br>- Analyse quantitative sur les effacements réalisés dans le cadre du mécanisme d'ajustement depuis 2010 |
| | Tertiaire | Effacements des usages liés au chauffage, à la ventilation, à la climatisation des bâtiments tertiaires | - Entretiens avec des opérateurs d'effacement présents ou souhaitant développer une activité sur ce secteur<br>- Pas de retour d'expérience en France |
| | Résidentiel | Effacements du chauffage électrique et de l'eau chaude sanitaire dans des bâtiments résidentiels | - Evaluation concernant essentiellement le chauffage électrique<br>- Collaboration avec des opérateurs d'effacement ayant réalisé de tests, disposant de données et de méthode pour l'évaluation<br>- Etude théorique reposant sur des simulations avec le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) |

# Rappel sur les différentes modalités pour l'évaluation de report / des économies d'énergie (rapport RTE accompagnant la saisine NEBEF 2.0)

**Normative**

- un taux par catégorie s'appliquant à tous les acteurs de marché réalisant ce type d'effacement indépendamment du réalisé
- *Compatible avec le projet de loi TECV et le décret effacement*

**Statistique**

- un taux par capacité (et non par catégorie) déterminé à l'issue d'une analyse a posteriori sur un nombre significatifs d'effacements
- *Compatible avec le projet de loi TECV et le décret effacement*

**Cas par cas**

- une évaluation du report effacement par effacement et capacité par capacité, déterminé au moment de la certification
- *Compatible avec le décret effacement*
- *« Moins compatible » avec le projet de loi TECV*

# Résumé sur la méthode

| | Objet de l'évaluation | Périmètre d'évaluation | Méthode d'évaluation |
|---|---|---|---|
| Pour la déclinaison du décret effacements | • Taux, forme et durée du report | • À la maille des capacités valorisées dans le cadre de NEBEF ou du MA | • Forte dépendance avec le processus retenu pour l'effacement et/ou l'agrégation,<br>• Evaluation statistique ou au cas par cas |
| Pour la déclinaison du projet de loi TECV | • Taux uniquement | • Site « moyen » | • Evaluation sur des agrégats de sites homogènes (site « moyen »)<br>• Approche normative |

## 2. Secteurs industriel et tertiaire

# Secteur industriel : entretiens avec des industriels

**Périmètre**
- Une dizaine d'industriels interviewés
- Soit 20 à 30 sites concernés
- 4 secteurs représentés : chimie, métallurgie cyclique, électrolyse, raffinage

**Taux de report**
- 75% des cas : pas d'économies d'énergies car pas de renoncement sur la production
- 25% des cas : report à 0% quand l'usine fonctionne à pleine capacité, 100% sinon

**Forme du report**
- Placement du report très variable : dans les heures, dans les jours voire dans les semaines qui suivent l'effacement
- Temporalité des effets de bord variable sur un même site

**Auto-production**
- Peu d'autoproduction
- S'il y en a, en général déjà valorisée sur les marchés

# Secteur industriel : analyse de ajustements réalisés sur le MA depuis 2010 (premiers éléments)

- Périmètre de l'étude

167 ajustements étudiés, 24 sites, 6 secteurs d'activités

Effacements représentant en moyenne 60% de la consommation des sites

- Analyse

Comparaison des consommations autour des effacements (pendant des périodes de 6 ou 24h) avec une consommation de référence issue des jours passés.

- Résultats obtenus

De manière générale, pas d'effet statistique marqué à la sur-consommation avant ou après les effacements. Cependant, ces résultats pourraient être nuancés en considérant plus précisément certains secteurs d'activités pour lesquels il pourrait y avoir un effet d'anticipation ou de report proche de l'effacement.

# Secteur tertiaire : entretiens

Secteur en cours d'émergence sur le marché des effacements J-1 et/ou MA.
Pas de REX dans le cadre des mécanismes de marché

**Périmètre**

- Installations pouvant faire des effacements dans ce secteur potentiellement très variés
- Certain(s) acteur(s) développe(nt) une activité d'effacements de groupes froid ou de ventilation / climatisation.

**Taux de report**

- Report proche de 100%

**Forme du report**

- Forme du report pilotable

# Conclusions et poursuite des travaux

- **Pour le secteur industriel**

Décret effacements

  - prise en compte par correction des blocs (telle que prévue dans les règles NEBEF 2.0) non adaptée du fait de l'hétérogénéité des situations de report envisageables
  - Travaux à poursuivre pour mettre au point une prise en compte adaptée

Article 46 bis du projet de loi TECV

  - 0% d'économie d'énergie

- **Pour le secteur tertiaire**

Décret effacements

  - Forme du report semble pilotable
  - Pas de tests menés sur le report : taux de 0% ou taux des moindres regrets en attendant la réalisation de tests

Article 46 bis du projet de loi TECV

  - 0% d'économie d'énergie



Le réseau de l'intelligence électrique

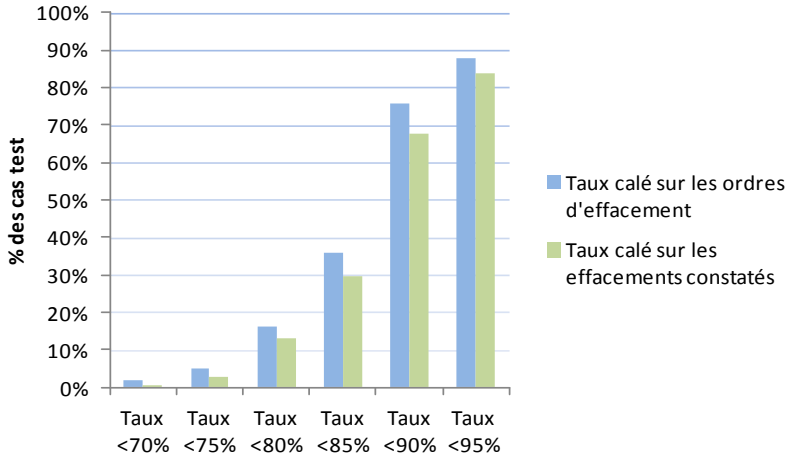
## 3. Simulations menées par le CSTB pour le secteur résidentiel

# Etudes menées avec le CSTB : simulations de cas tests pour déterminer les principaux facteurs d'influence

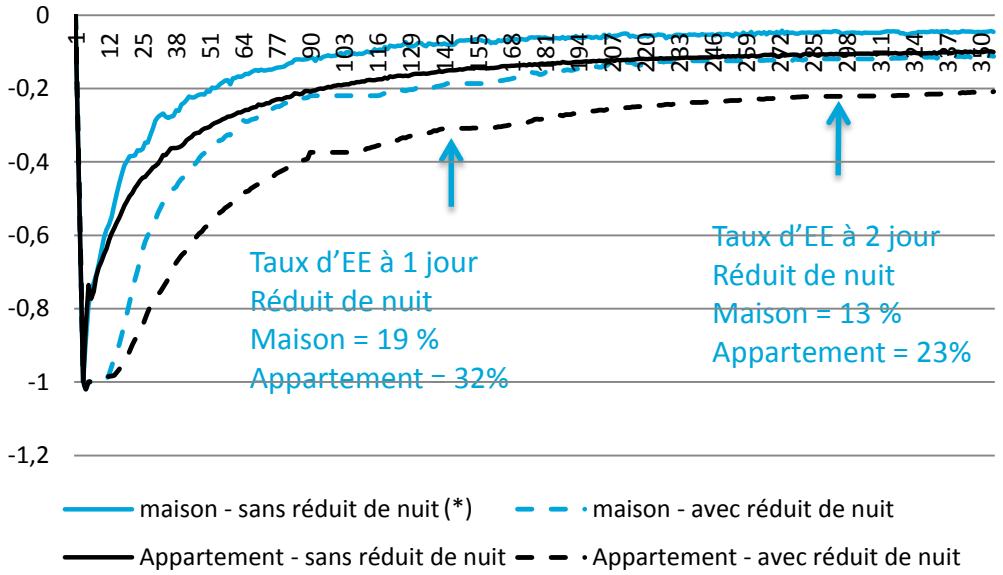
| Type de logement | Zone climatique | Type de jour d'effacement | Période de construction | Type d'émetteur |
|---|---|---|---|---|
| Maison individuelle de taille moyenne<br><br>Appartement | Nancy (H1b)<br><br>Rennes (H2a)<br><br>Nice (H3) | Semaine d'hiver froide<br><br>Semaine d'hiver en moyenne | Quelques simulations sur des bâtiments plus anciens<br><br>Période 1980-1990 (RT 1988)<br><br>Période 2000-2005 (RT 2005)<br><br>Période post 2012 (BBC ou RT 2012) | Convecteur électrique |

| Type de programmation du chauffage | Type d'effacement et horaire d'effacement | Installation effacée | Type de boucle de régulation |
|---|---|---|---|
| Sans intermittence (21°C)<br><br>Avec réduit de nuit (18°C de 22h à 7h/21°C sinon) | 1/ Coupure franche – 30 minutes continues – 7h<br>2/ Coupure franche – 30 minutes continues – 18h30<br>3/ Coupure franche – 3*(10' effacée + 20' repos) – 7h<br>4/ Coupure franche – 3*(10' effacée + 20' repos) – 18h30<br>5/ Passage en hors gel – 16*(10' effacée + 20' repos) – 7h | Chauffage | Une boucle de régulation de génération actuelle<br><br>Quelques simulation avec une régulation plus ancienne |

# Taux d'économie d'énergie d'après les simulations du CSTB disponibles à ce jour




**Cumul des économise d'énergie pour un effacement de 30 minutes continu débutant à 7h du matin par pas de temps 10 min pendant 2 jours et demi**




60 à 70% des cas simulés ont un taux d'économie d'énergie < 15%

Le report dure 2 à 3 jours

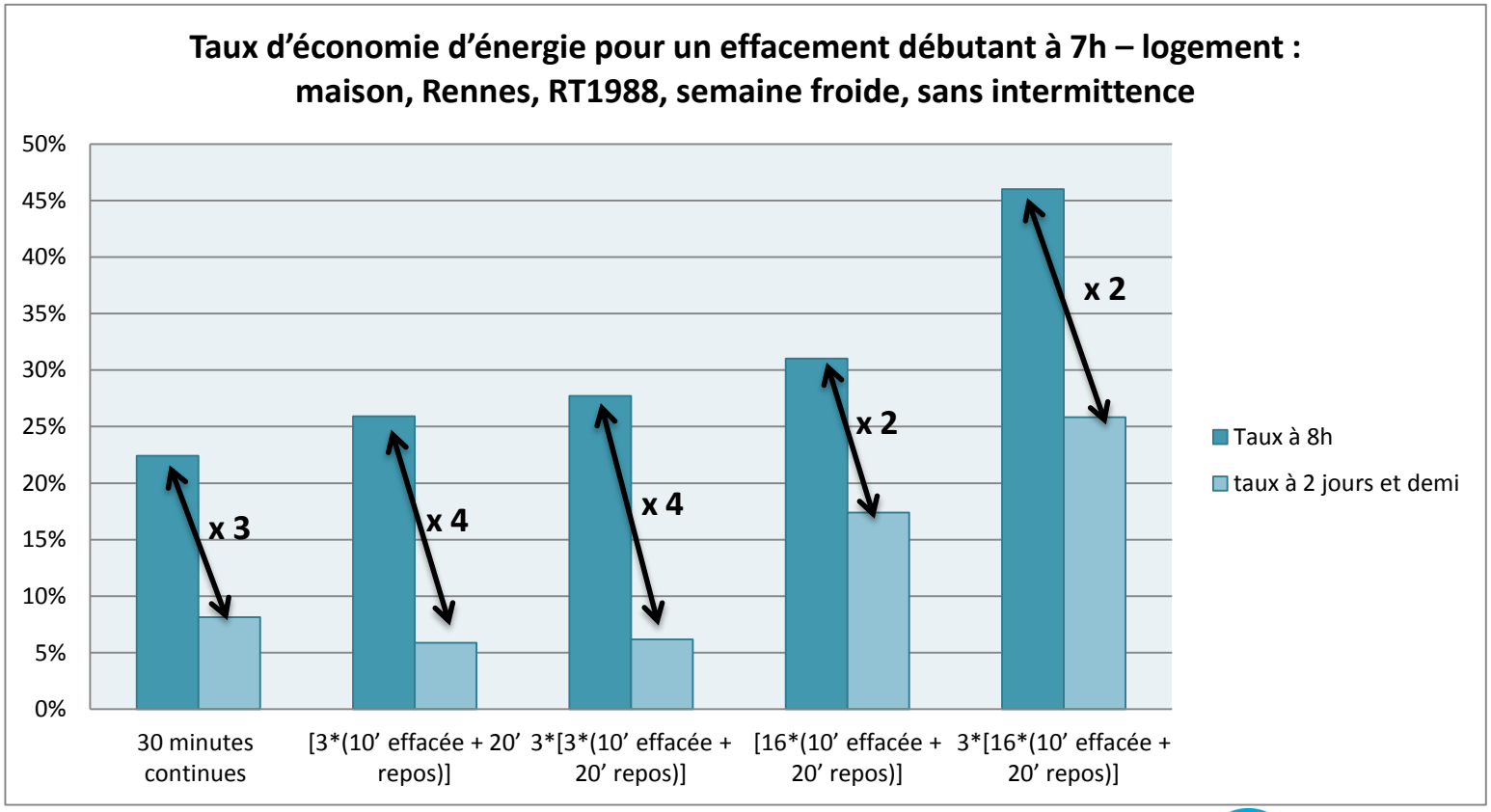
(*) réduit de nuit : température intérieure de consigne plus faible la nuit de 22h à 7h



Le réseau de l'intelligence électrique

# Durée d'observation expérimentale et simulation du CSTB (premiers résultats)

- Durée d'observation du report lors des expérimentations : 5 à 10h en général
- Les simulations du CSTB aboutissent à un facteur 2 à 4 entre les économies d'énergie totales et les économies d'énergie sur une période tronquée de 8h.



# Points de sortie possibles des travaux sur le résidentiel

## Pour les économies d'énergie (projet de loi TECV)

| | | |
|---|---|---|
| Résultats identiques entre CSTB et les expérimentations | → | Définitions de valeurs normatives pour les économies d'énergie pour les principaux facteurs d'influence à partir des simulations réalisées avec le CSTB |
| Résultats différents entre CSTB et expérimentations mais pas incohérents<br>(on sait expliquer les différences) | → | Définitions de valeurs normatives pour les économies d'énergie en extrapolant les résultats des expérimentations à partir des résultats du CSTB |
| Résultats différents et incohérents entre CSTB et expérimentations<br>(on ne sait pas expliquer les différences) | → | Pas de conclusion dans le rapport de septembre. Les résultats expérimentaux ne sont pas suffisants en eux-mêmes pour donner des conclusions. |

## Pour le report (décret effacements)

Compte tenu :

- De l'influence de l'agrégation et du pilotage de l'effacement sur le report
- Des travaux restant à mener pour estimer la durée du report devant être pris en compte dans le cadre du décret effacement (report instantané très faible après quelques heures)

Conclusions à affiner avec la fin des tests

## 4. Etudes économiques

L'objectif est de comparer la valeur collective (définie comme la valeur totale pour l'ensemble des acteurs) apportée par les effacements entre les deux situations suivantes :

- Simuler des activations d'effacements sur la base d'un critère de **maximisation de la valeur collective générée par l'effacement en tenant compte de son taux de report réel**
- Simuler des activations d'effacements sur la base d'un critère de **maximisation de la valeur captée par le couple { OE – Consommateur}, qui dépend du taux de report considéré dans les règles NEBEF** (et non du taux de report réel)

Le cas d'étude :

- Utilisation des références de prix historiques (2012 – 2014)
- Des effacements de chauffage électrique dans le secteur résidentiel (période novembre-mars uniquement)
- Placement sur NEBEF uniquement (pas de placement sur le MA)

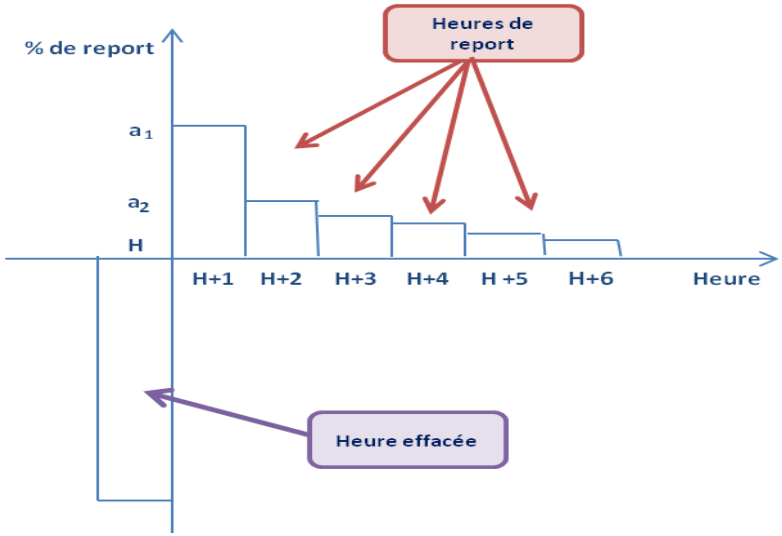
## Hypothèses sur les effacements considérés sur le diffus

Hypothèses sur la disponibilité des effacements :

- 1 MW de capacité d'effacement
- 4 activations par jour
- Au moins 1h d'écart entre 2 activations

Trois hypothèses sur le report

- 3 taux de report : 0% - 50% - 100%
- Report réparti sur 6h (hypothèses « REI », cf. graphique)




$$Avec \sum_{i=1}^{6} a_i = taux\ de\ report$$

## Hypothèses sur la valeur maximisée

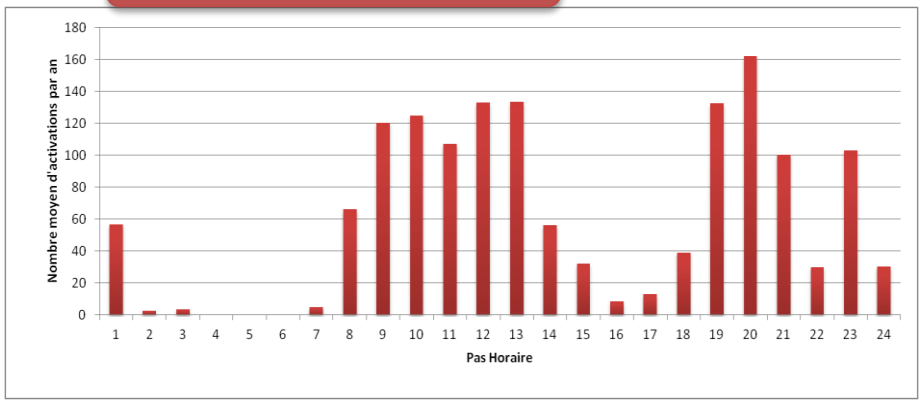
Valeur maximisée pour un report modélisé par les coefficients $a_i$ (réel ou réglementaire, positifs ou nuls) :

$$\text{Valeur} = \left(Spot_H - Utilité_H\right) - \sum_{i=1}^{6} a_i \left(Spot_{H+i} - Utilité_{H+i}\right)$$

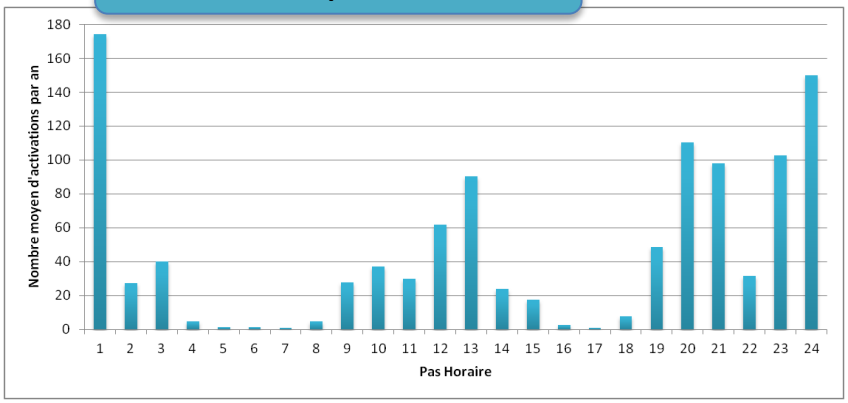
La perte de confort est négligée (et donc la perte d'utilité)

Placement optimal des effacements en fonction des heures de la journée :

Taux de report : 0%




Taux de report : 100%




Valeur sociale créée pour un taux de report réel donné en fonction du taux de report des règles :

| | **Taux réglementaire : 0%** | **Taux réglementaire : 50%** | **Taux réglementaire : 100%** |
|---|---|---|---|
| **Taux réel 0%** | 11 k€/MW.an<br>Taux réglementaire optimal | 9 k€/MW.an<br>Valeur perdue / optimum :<br>-2 k€/MW.an \| -20% | 6 k€/MW.an<br>Valeur perdue / optimum :<br>-5k€/MW.an \| -42% |
| **Taux réel 50%** | 8,5 k€/MW.an<br>Valeur perdue / optimum :<br>-0,3 k€/MW.an \| -4% | 8,9 k€/MW.an<br>Taux réglementaire optimal | 8,2 k€/MW.an<br>Valeur perdue / optimum :<br>-0,6 k€/MW.an \| -7% |
| **Taux réel 100%** | 6 k€/MW.an<br>Valeur perdue / optimum :<br>-2 k€/MW.an \| -26% | 7 k€/MW.an<br>Valeur perdue / optimum :<br>-1k€/MW.an \| -11% | 8 k€/MW.an<br>Taux réglementaire optimal |

## Principes

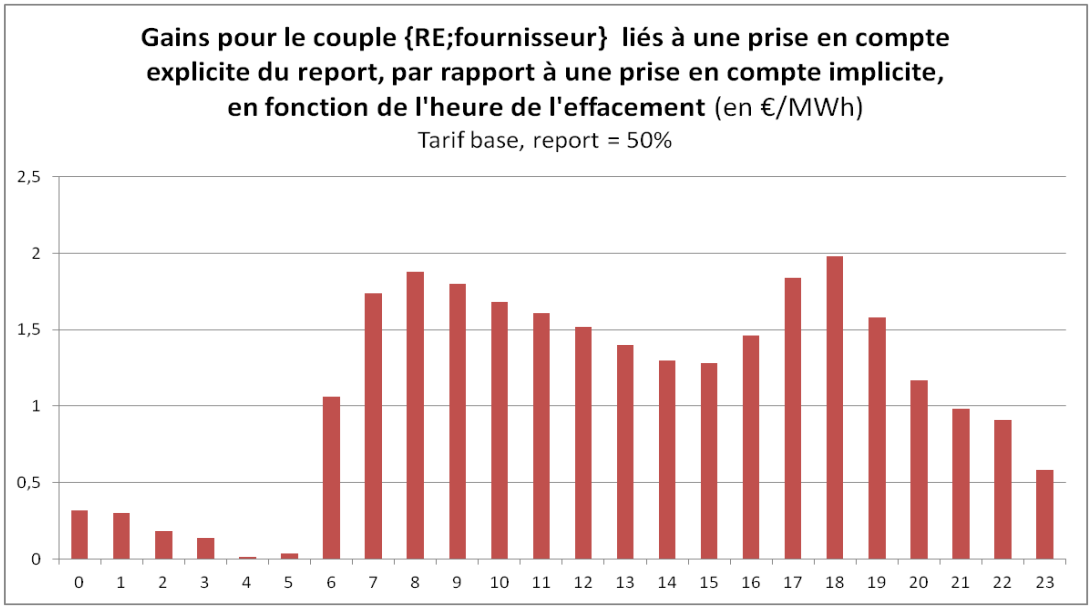
Comparer deux situations toutes choses égales par ailleurs sur des références de prix historiques :

- le report n'est pas pris en compte dans les règles (effet via le règlement des écarts)
- le report est explicitement pris en compte dans les règles (effet via versement)

## Résultats :

Un effet (toujours positif) de l'ordre de 1 à 2 € en moyenne

NB : le prix de règlement des écarts a globalement été faible sur la période de l'étude



## 5. Perspectives

# Suite des travaux à court-terme (résultats à intégrer dans le rapport)

## Secteur résidentiel

- Finalisation des tests sur les expérimentations
- Poursuite des travaux sur le prise en compte du report dans le cadre du décret effacements

## Secteur industriel

- Travaux pour définir une prise en compte adaptée du report dans les règles NEBEF
- Tests avec des industriels, notamment ceux appartenant à des secteurs d'activités pour lesquels il pourrait y avoir un effet d'anticipation ou de report proche de l'effacement

## Secteur tertiaire

- Tests sur des expérimentations, en particulier pour voir si et comment ces effacements sont pilotables
- Entretiens avec d'autres acteurs de ce secteur

## Secteur résidentiel

- Travaux en parallèle sur de nouvelles expérimentations (notamment tests concernant des effacements obtenus selon des modalités différentes, sites de comportement homogènes…)
- Report dans le cadre du décret effacements : prise en compte adaptée de la durée et forme, influence de l'agrégation

Le réseau de l'intelligence électrique

# Retours sur les questions liées au contrôle du réalisé dans l'appel à contribution du 15 juillet 2015

**GT Contrôle du réalisé**
21 septembre 2015

# Permettre la participation simultanée d'un même site à plusieurs mécanismes de marché (Question 4)

## Description

- Permettre la valorisation des activations concomitantes pour MA et NEBEF pour les offres vérifiant la contrainte EDE=EDA pour un même acteur
- Principe de la méthode
  - Tenir compte pour le contrôle du réalisé du MA des chroniques d'effacement retenus dans le mécanisme NEBEF
  - Puis tenir compte des volumes réalisés sur le MA pour le contrôle du réalisé NEBEF

## Sur 14 réponses

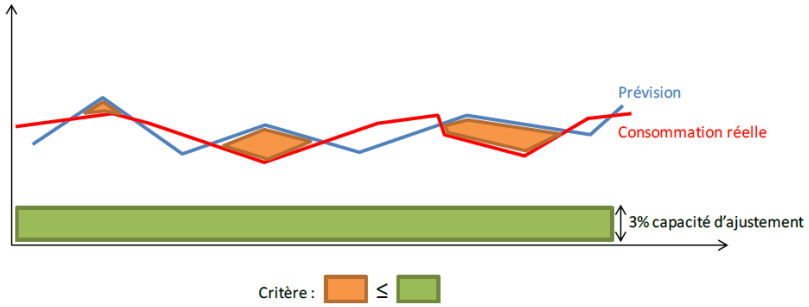
- 11 sont favorables au principe de cette évolution des règles
  - dont trois souhaitent que la contrainte EDE=EDA soit levée à terme
- 2 souhaitent que la contrainte EDE=EDA ne soit pas imposée
- 2 indiquent qu'une analyse approfondie est nécessaire sur la séquence proposée

# Compléter le catalogue de méthodes pour le contrôle du réalisé avec une méthode par prévision (Question 5)

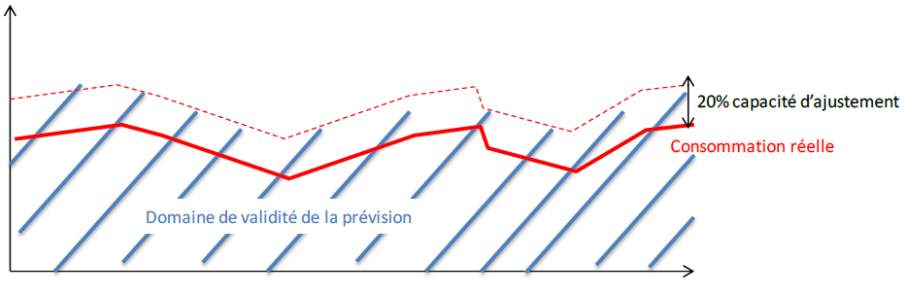
## Description

- RTE propose d'introduire la méthode par prévision dans le cadre du MA, en complément de la méthode du rectangle à simple référence et avec une déclinaison adaptée au MA.
- Principes de la méthode
  - Prévisions envoyées proche du temps réel
  - Homologation à la hausse et/ou homologation à la baisse
  - Deux critères pour l'homologation initiale : une limite sur les dépassements au-delà de 20% de la capacité d'ajustement et un critère de centrage

$$\frac{1}{période}\left(\sum_{période}\max(0; prévision - consommation)\right) \leq 3\%\ Capacité\ d'ajustement$$




$$Prévision \leq Consommation\ réelle + 20\%\ Capacité\ d'ajustement$$



## Compléter le catalogue de méthodes pour le contrôle du réalisé avec une méthode par prévision (Question 5)

Sur 14 réponses

- 13 manifestent leur intérêt sur le principe…
- …mais 12 émettent des remarques sur :
  - Les critères proposés
  - La possibilité d'appliquer la prévision au site plutôt qu'à l'EDA
  - Le souhait d'harmonisation avec la méthode appliquée dans le cadre des règles NEBEF 2.0
  - La possibilité d'utiliser plutôt une méthode par historique

Cette méthode sera l'objet de nouveaux échanges avant de proposer une évolution des règles RE/MA