Le réseau de l'intelligence électrique

ÉVALUATION DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ET DES EFFETS DE BORD

associés aux effacements de consommation

VERSION ABRÉGÉE

Le présent document constitue une version abrégée du rapport sur les économies d'énergie et les effets de bord associés aux effacements de consommation.

Il s'appuie sur les résultats des expérimentations réalisées sur la base de conventions de tests signées entre RTE et respectivement VOLTALIS ; EDF ; ERDF et EDF. Les résultats de ces expérimentations sont présentés au sein des annexes dudit rapport et ont fait l'objet d'une procédure contradictoire et d'une validation de la part des différentes parties signataires aux conventions avant la publication du rapport.

La version abrégée du rapport constitue une synthèse réalisée par RTE sur la base de ces résultats et des éléments de contexte présentés dans le rapport.

ÉVALUATION DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE ET DES EFFETS DE BORD

associés aux effacements de consommation

VERSION ABRÉGÉE

MARS 2016

VERSION ABRÉGÉE

L'évolution du rôle du consommateur au sein du système énergétique est une brique fondamentale de la transition énergétique. À ce titre, les pouvoirs publics ont accordé une attention particulière à l'identification et à la mobilisation de tous les leviers permettant d'accompagner et d'encourager ce changement. La définition d'un cadre au sein duquel le consommateur sera incité à être davantage *acteur* du système électrique participe de cette démarche.

Les dernières années ont ainsi été rythmées par de nombreux débats relatifs au développement de l'effacement de consommation, et en particulier à l'émergence de nouveaux opérateurs de service spécialisés dans ce domaine d'activité (ou *opérateurs d'effacement*). Ces débats – tantôt de nature politique, tantôt de nature technique – ont conduit la France à mettre en place une réforme structurelle de son marché de l'électricité entièrement dédiée à l'ouverture du marché aux effacements de consommation.

La France est le premier pays européen à avoir mis en place un cadre législatif et réglementaire reconnaissant le rôle des opérateurs d'effacement et favorisant leur participation directe aux marchés. Cette évolution est reconnue au niveau européen. Par exemple, la *Smart Energy Demand Coalition*, l'association européenne des opérateurs d'effacement, classe depuis 2 ans la France en tête de son observatoire sur le développement de l'effacement en Europe.

Chaque étape de déclinaison de ce cadre de régulation a permis de progresser dans la connaissance des effacements de consommation et de leurs conséquences physiques sur le système électrique et a naturellement soulevé de nombreuses questions. La dernière en date porte sur la caractérisation et l'évaluation des effets de bord associés aux effacements de consommation.

En effet, la participation progressive des effacements aux marchés de l'électricité a mis en évidence la nécessité de prendre en compte divers effets, découlant de l'action des opérateurs d'effacement et pouvant avoir un impact sur le système électrique et les autres acteurs de marché. Il s'agit des *effets rebond,* de l'*anticipation de consommation* ou du *report de consommation.* Ce dernier est celui sur lequel les débats se sont centrés.

RTE a alors proposé à la CRE une feuille de route permettant de mieux appréhender ces phénomènes. Cette dernière avait confirmé le caractère prioritaire d'un tel travail dans sa délibération d'approbation des règles de marché relatives à la valorisation des effacements de consommation du 17 décembre 2014. En particulier, la CRE avait indiqué que les résultats de RTE devraient permettre d'identifier les modalités de prise en compte du report de consommation dans les règles de marché.

La démarche de RTE s'est donc structurée autour de 3 objectifs :

1. Identifier s'il existe un « profil-type » de report de consommation ;
2. Disposer d'une valeur de référence pour le taux de report ou *a minima* de réduire le champ des possibles (allant de 0 à 100 % en décembre 2014) ;
3. Tester de nouvelles méthodes de contrôle du volume effectivement effacé par les opérateurs d'effacement.

Dans le même temps, les discussions parlementaires sur le projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte se sont portées sur les moyens d'identifier et de valoriser la capacité des effacements de consommation à constituer une solution efficace en matière de sobriété énergétique, leur capacité à entraîner à terme des modifications de comportement pour chaque consommateur, voire leur capacité à apporter une plus-value en matière d'informations pour le consommateur.

C'est ce qui a conduit le législateur à placer l'économie d'énergie réalisée par le consommateur suite à l'action de l'opérateur d'effacement au cœur du dispositif de régulation des effacements de consommation. La Ministre de l'énergie a ainsi mandaté RTE pour préparer la déclinaison de ce nouveau cadre législatif et plus précisément :

1. Proposer une cartographie des catégories d'effacement conduisant à des économies d'énergie significatives ;
2. Réaliser des évaluations permettant d'établir une valeur de référence correspondant au taux d'économie d'énergie, pour chacune de ces catégories d'effacement, ou *a minima* d'établir une plage de valeur.

Le présent rapport répond à cette double « commande institutionnelle ». En ce sens, il a pour vocation d'apporter des éléments factuels permettant d'améliorer la compréhension du phénomène de report de consommation

et de fournir des éléments techniques permettant d'accompagner efficacement la déclinaison réglementaire des dispositions introduites par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

1. Définitions

Les travaux menés par RTE en 2015 mettent en évidence l'importance de la question des définitions sur les niveaux de report de consommation et d'économie d'énergie associés aux effacements de consommation.

Ils mettent en évidence la différence entre la notion usuelle d'économie d'énergie et la notion d'économie d'énergie propre à chaque effacement de consommation introduite au nouvel article L. 271-1 du Code de l'énergie.

Ils conduisent également à récuser toute évaluation qui ne serait assortie de précisions sur les conventions de comptabilisation de l'effacement et des effets de bord d'une part, et sur le périmètre d'évaluation de ces effets d'autre part.

1.1 Le taux d'économie d'énergie est calculé par rapport au volume d'énergie effacée

Évaluer le potentiel de sobriété énergétique de l'effacement de consommation en comparant les économies engendrées aux quantités effacées ne s'inscrit pas dans les méthodes traditionnelles de détermination des économies d'énergie. Usuellement, les solutions d'efficacité énergétique (isolation thermique des bâtiments, remplacement des éclairages ou des chauffages, mise en place de régulateurs thermiques) sont en effet évaluées en comparant les économies associées à la *consommation moyenne d'un site*. Ce type d'analyse, qui conduirait à évaluer l'impact comparé de l'effacement de consommation par rapport à d'autres solutions d'efficacité énergétique, ne correspondait pas aux demandes des pouvoirs publics et ne sont donc pas menées dans le rapport.

De même, l'effet incitatif de long terme qui pourrait être associé à l'action des opérateurs d'effacement (en incitant les consommateurs à réaliser de manière ponctuelle des effacements de consommation, les opérateurs d'effacement informeraient les consommateurs sur leur potentiel d'optimisation énergétique et permettraient d'induire des économies sur le temps long) n'est pas évalué. Si elle présente un intérêt indéniable, une telle étude dépasse les objectifs fixés à ce stade en matière d'accompagnement de la déclinaison du cadre de régulation des effacements de consommation.

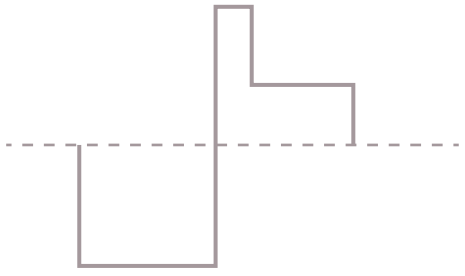
Les analyses présentées consistent ainsi à rapporter l'économie d'énergie aux quantités effacées, et ainsi à évaluer l'effet du report sur le fonctionnement du système électrique conformément aux dispositions du nouvel article L. 271-1 du Code de l'énergie.

1.2 Le taux d'économie d'énergie est très sensible à la définition du report de consommation

Les représentations classiques décrivent un effacement de consommation comme une baisse de la consommation immédiatement suivie d'un rattrapage conduisant à une « surconsommation » momentanée par rapport à la consommation de référence.

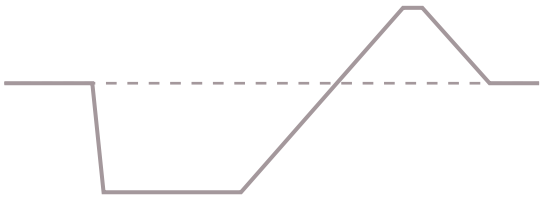
Les études menées par RTE en 2012 avaient déjà permis de montrer que le report de consommation pouvait ne pas être concentré durant les premiers instants qui suivent la fin de l'action de l'opérateur, mais pouvait durer plus longtemps (au moins 8 heures). Pour autant, la représentation du phénomène demeurait fondée sur la succession d'une baisse de consommation et d'un rattrapage.

Figure 1 – Représentation d'un effacement associé d'un report immédiat



Les nouveaux résultats présentés dans le rapport pour ce qui concerne l'effacement du chauffage électrique résidentiel amènent à compléter ce schéma traditionnel. En particulier, le profil type de déformation de la courbe de charge associé à un effacement est souvent bien plus complexe : à l'issue de l'action de l'opérateur d'effacement, le redémarrage de la consommation peut être lent, et ainsi conduire à décaler dans le temps le rattrapage de consommation. Ce phénomène semble en réalité « normal » et peut s'apparenter aux pentes qui caractérisent le profil d'injection de certains groupes de production. Les expérimentations ont à cet égard révélé que la représentation « commune » du report de consommation était en fait trop simpliste par rapport à la réalité du phénomène.

Figure 2 – Représentation d'un effacement associé d'un report de consommation différé



Dès lors, les questions de comptabilité du volume d'effacement et du volume de report de consommation prennent une importance accrue.

Une première comptabilité consiste à évaluer l'effacement de consommation comme l'intégralité de la diminution de consommation constatée (par rapport à la consommation « normale » du consommateur), et le report de consommation comme l'intégralité de la surconsommation constatée (là encore, par rapport à sa consommation « normale ») dans la période suivant l'effacement. On parlera dans ce cas de convention de calcul fondée sur les *baisses de consommation constatées*.

Une seconde comptabilité définit l'effacement de consommation et le report de consommation par rapport à la seule durée d'action de l'opérateur d'effacement sur les sites. Sont alors comptabilisés comme report de consommation les phénomènes mesurés dès l'achèvement de l'ordre d'effacement, et non au moment du démarrage effectif du phénomène de surconsommation par rapport à la consommation normale du site. Avec cette convention de calcul, dans le cas où la diminution de consommation par rapport à la courbe de référence se poursuit au-delà des ordres d'effacement transmis par l'opérateur, le volume d'énergie économisé jusqu'au démarrage effectif du phénomène de surconsommation est comptabilisé comme un report de consommation « négatif ». On parlera alors de convention de calcul fondée – sur les *ordres d'effacement*.

Les exemples présentés dans le rapport montrent que les évaluations du report peuvent être extrêmement différentes selon que l'on utilise l'une ou l'autre de ces conventions de calcul. Certains résultats expérimentaux peuvent ainsi donner lieu à des différences de 30 points entre les taux de report.

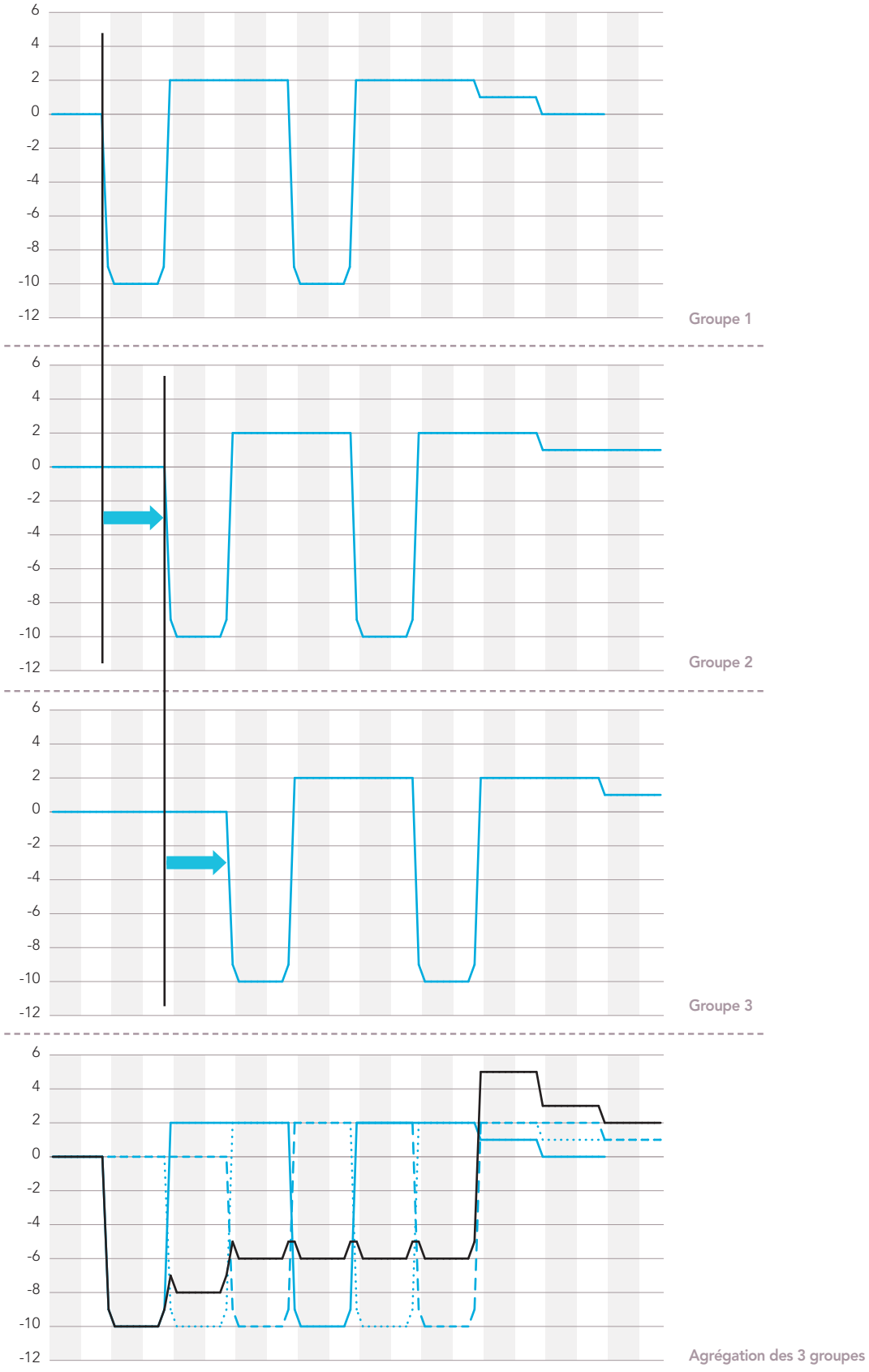
Systématiquement, les taux de report de consommation seront présentés pour chacune des deux conventions de mesure.

Du point de vue du système électrique, RTE considère que la convention de mesure basée sur les baisses de consommation constatées est plus pertinente dans le cadre de l'évaluation de l'économie d'énergie réalisée par les consommateurs. Son adoption plaiderait pour que les méthodes de contrôle du réalisé mises en œuvre permettent d'évaluer les effacements selon la même assiette (soit en intégrant les effets de sous-consommation qui peuvent se prolonger à la fin des ordres d'effacement).

1.3 Le taux d'économie d'énergie diffère en fonction du périmètre d'évaluation (un consommateur ou un ensemble de sites)

Les effacements de consommation valorisés sur le système électrique sont le plus souvent le résultat d'une agrégation d'effacements unitaires. Cette agrégation est géographique (de manière à disposer d'un volume important en sommant des effacements individuels de faible puissance) mais aussi temporelle (une succession d'effacements individuels courts permet d'obtenir un effacement long vu du système électrique). Dans le secteur résidentiel, un procédé classique consiste ainsi à faire s'effacer des sites les uns après les autres : il s'agit d'un effacement tournant, ou encore cascado-cyclique (les effacements ne sont pas réalisés de manière synchrone : pendant qu'un groupe de site s'efface, l'autre peut reprendre sa consommation).

Figure 3 – Exemple d'effacements réalisés à partir de 3 groupes tournants



Or, à économies d'énergies inchangées, ces modalités d'agrégation influent fortement sur le calcul des taux de report. En particulier, le taux de report associé à l'effacement agrégé ne correspond pas à une simple moyenne des taux unitaires.

D'un point de vue quantitatif, les effets associés sont majeurs :

- Sur un exemple théorique simple, on montre que les écarts entre les taux constatés au niveau de chaque groupe ou de l'agrégat peuvent être de l'ordre de 25 points.
- Dans certaines expérimentations, les taux varient effectivement du simple au double.

Ce phénomène est donc loin d'être anecdotique et doit être considéré avec attention dans le cadre de la déclinaison du cadre de régulation des effacements de consommation.

En effet, l'article L. 271-3 du Code de l'énergie prévoit la mise en place d'un régime de versement dérogatoire pour les effacements entraînant des économies d'énergie significatives pour *chaque* consommateur. L'approche requise consiste alors à rechercher des économies d'énergie par site et à disposer de taux unitaires définis pour un client moyen.

Au contraire, la prise en compte explicite des effets de bord dans les règles de marché nécessite une évaluation de ces effets au périmètre de la capacité valorisée sur les marchés. C'est l'évaluation au niveau de l'agrégat, par responsable d'équilibre, qui doit alors prévaloir.

Le cadre juridique mêle donc les deux types d'évaluation. RTE alerte sur la confusion qui en résulte dans le débat public et sur la complexité associée en matière de déclinaison opérationnelle.

Systématiquement, les taux de report et d'économie d'énergie présentés dans le rapport sont évalués sur la base de taux unitaires. RTE propose de retenir un périmètre d'évaluation à la maille de chaque consommateur pour définir les catégories d'effacement permettant d'ouvrir droit à au régime dérogatoire de versement et pour proposer des taux d'économies d'énergie. Pour ce faire, RTE s'appuiera sur un taux unitaire moyen représentant l'économie réalisée par un consommateur participant aux effacements.

Dans certains cas, des taux agrégés par capacité sont également présentés afin de mettre en évidence la différence avec le taux unitaire, pourtant calculé sur la base des mêmes effacements.

1.4 Des effets de substitution entre énergies peuvent exister

Il n'y a qu'en l'absence de substitution de l'électricité soutirée sur le réseau par une autre source d'énergie que le taux d'économie d'énergie et le taux relatif aux effets de bord sont des grandeurs complémentaires.

Ainsi, le recours à l'effacement électrique peut s'avérer une mauvaise solution en matière d'économie d'énergie s'il est compensé par l'activation de groupes électrogènes, alors même qu'il ne conduirait à aucun report. Cette situation a été identifiée par le législateur (article L. 271.1 du Code de l'énergie), mais elle sera difficile à traduire en pratique, les comportements de report sur d'autres sources d'alimentation étant difficiles à identifier dans la majorité des cas et la surveillance systématique étant impossible.

Les taux d'économie d'énergie et de report de consommation présentés dans le rapport sont ainsi, toujours, des valeurs complémentaires. Il s'agit d'une des limites des analyses présentées.

2. Effacement industriel

Dans le cas général, les effacements de consommation réalisés sur les sites industriels ne semblent pas conduire à des économies d'énergie. Une enquête réalisée auprès des industriels raccordés au réseau de transport montre en effet que les effacements de consommation se traduisent généralement non par une renonciation définitive à une production industrielle sous-jacente, mais plutôt par un décalage temporel ou géographique de cette production, voire par un transfert d'usage.

Pour autant, l'analyse statistique du comportement des sites industriels suite à l'activation d'effacements sur le mécanisme d'ajustement ne permet pas de mettre en évidence un comportement normatif ou systématique de report de consommation pendant les heures qui suivent un effacement. Ainsi, si le report de consommation semble être la norme, ses modalités semblent très hétérogènes, de telle sorte qu'aucune sous-catégorie stable de report ne peut à ce stade être établie.

Trois conséquences et prolongements semblent à ce stade envisageables :

1. Ces résultats semblent solidement établis pour la grande industrie. Ils devront être enrichis pour les sites industriels de taille intermédiaire : la participation aux mécanismes de marché de ces industriels demeure embryonnaire, mais elle pourrait s'accroître significativement avec l'extinction des tarifs réglementés jaunes et verts et le basculement vers des offres de marchés.
2. Si le cas général semble bien être l'absence d'économie d'énergie, il existe des cas particuliers où des économies d'énergie existent. Par exemple, un ordre d'effacement activé sur un site industriel mono-site, dont la capacité de production est utilisée à son maximum et qui ne dispose pas de sources d'énergie alternatives, conduira à une renonciation à la production. Dans ce cas de figure, l'industriel devrait donc formuler des offres à coût variable parmi les plus élevées. Sur les sites industriels de taille intermédiaire, RTE a eu connaissance de cas de figure dans lesquels des économies d'énergie pouvaient également avoir lieu sur certains process (p. ex : production de granulés). Il s'agit là des limites intrinsèques à toute approche normative.
3. Les éléments rassemblés permettent de considérer le report de consommation, dans le secteur industriel, comme un phénomène pouvant dans une large mesure être piloté, et non subi. Il apparaît dès lors nécessaire que les règles favorisent un pilotage intelligent de ce report de consommation, en accord avec les besoins du système électrique et l'équilibre des fournisseurs. RTE propose de prioriser ces travaux dans les prochains mois, notamment par l'intermédiaire de conventions signées avec les opérateurs volontaires.

S'agissant des *économies d'énergie,* RTE considère que **les effacements industriels ne conduisent pas, dans le cas général, à des économies d'énergie significatives** et propose donc de ne pas les rendre éligibles au régime dérogatoire de versement prévu par la loi relative à la transition énergétique.

S'agissant de la prise en compte explicite du *report de consommation,* les industriels ont des comportements différents pour définir la période au cours de laquelle le décalage de leur consommation a lieu. À ce stade des analyses, il n'est donc **pas possible de dégager des comportements normatifs pour le report de consommation.**

RTE considère donc qu'il sera complexe (voire impossible) d'intégrer une prise en compte explicite normative du report dans les règles de marché pour les effacements réalisés sur des sites industriels et souhaite donc travailler de manière prioritaire sur une prise en compte « au cas par cas » du report de consommation avec les opérateurs d'effacement intéressés.

3. Effacement tertiaire

Peu de sites tertiaires participent actuellement aux mécanismes de marché, et la catégorie « tertiaire » porte elle-même sur des situations très hétérogènes (hypermarchés, petits commerces, froid industriel, traitement des eaux, etc.). Ceci ne permet ni de disposer d'un retour d'expérience suffisant et fiable, ni d'envisager une prise en compte normative cohérente pour l'ensemble de ces effacements. Il est permis de penser que, comme dans le cas des sites industriels de taille intermédiaire, la participation des sites de moyenne puissance aux marchés devrait s'accroître avec l'extinction des tarifs réglementés jaunes et verts et le basculement vers des offres de marchés.

Les analyses de RTE se basent à ce stade uniquement sur des échanges avec les industriels intéressés par le développement de cette activité. Ces entretiens laissent à penser que **les économies d'énergie seraient faibles et non significatives :** la majorité de l'énergie effacée serait en réalité reportée. Là encore, ce cas général pourrait admettre de nombreux contre-exemples, illustrant les limites d'une approche normative pour l'ensemble du secteur tertiaire.

S'agissant des *économies d'énergie,* il n'a pas été mis en évidence d'économies d'énergie significatives sur le secteur tertiaire, RTE propose donc de ne pas rendre ce type d'effacement éligible au régime dérogatoire de versement.

S'agissant de la prise en compte explicite du *report de consommation,* et pour les mêmes raisons, il n'est pas possible de dégager de comportements normatifs pour le report de consommation.

Ces propositions pourront être affinées et modifiées en conséquence lorsque de tels sites participeront effectivement aux mécanismes de marché.

4. Effacement résidentiel sur l'eau chaude sanitaire

Aucun protocole spécifique n'a été défini pour traiter du cas de l'effacement sur l'eau chaude sanitaire, les éléments présentés dans l'avis de l'ADEME sur l'effacement diffus publié en septembre 2014 sont donc repris ci-après.

S'agissant des *économies d'énergie,* le taux serait proche de 0 %.

S'agissant du *report de consommation,* le taux serait proche de 100 %. Par ailleurs, le report se situe à la fin de la période nécessaire pour la mise à la température souhaitée du stock d'eau continu dans le réservoir (quelques heures).

5. Effacement résidentiel sur le chauffage électrique

Les travaux présentés dans le rapport permettent de mieux comprendre la façon dont réagissent les chauffages électriques pendant et à la suite d'un effacement de consommation, de quantifier le report de consommation associé, de mesurer la dispersion des résultats, et d'analyser les principaux facteurs d'influence.

Ils se basent sur deux « outils » complémentaires :

- **Des expérimentations réalisées par les acteurs connaissant le mieux le dispositif, c'est-à-dire les opérateurs d'effacement, dont les résultats ont été *a posteriori* analysés conjointement par ces derniers et RTE.** Ces travaux visent en particulier à comparer les taux de report de consommation obtenus à partir de différentes méthodes d'évaluation et de différents effacements. Il s'agit donc de s'insérer dans le cadre de la déclinaison du nouveau cadre législatif. Afin de respecter les délais prévus dans ce contexte, RTE a basé ses travaux d'analyse sur la base de données fournies par les opérateurs d'effacement. Ces données sont issues d'effacements réalisés avant la signature des conventions sur la base de protocoles d'effacements définis par chaque opérateur.
- **Une étude théorique** réalisée avec un laboratoire reconnu et indépendant, le CSTB[1]. Ce volet des travaux vise plus précisément à améliorer la connaissance du phénomène de report et à identifier s'il existe des comportements récurrents permettant d'envisager une prise en compte normative du report de consommation dans les règles de marché.

5.1 Expérimentations

5.1.1 Présentation de la démarche

Les différentes expérimentations reposent sur des protocoles, des échantillons, et des modalités d'effacement différents. C'était le but du travail que de pouvoir comparer les différentes méthodes d'évaluation existantes, et éventuellement de pouvoir à terme utiliser ces méthodes pour contrôler les volumes d'effacements réalisés et valorisés sur les marchés.

1. Centre scientifique et technique du bâtiment

Tableau 1 – Caractéristiques des expérimentations

Expérimentations	Type d'effacement étudié	Méthode de construction d'une courbe de référence	Nombre de sites	Nombre de plages d'effacements
Expérimentation ajustement diffus	30 min	GAM (RTE)	> 10000	377
Effacements TED	3 fois 10 min espacés de 20 min	TED (VOLTALIS) + variante proposée par RTE	**45000**	24
« Une Bretagne d'avance » hiver 2012-2013	[9h - 11h] [18h - 20h]	LASSO (EDF) Méthode des panels (ERDF)	244	20
« Une Bretagne d'avance » hiver 2013-2014	32 fois 10 min espacés de 20 min [6h - 22h]	LASSO (EDF) Méthode des panels (ERDF)	340	13
« Une Bretagne d'avance » hiver 2014-2015	32 fois 10 min espacés de 20 min [6h - 22h]	Méthode des panels (ERDF)	277	20

Une campagne de tests a également été envisagée avec DIRECT ÉNERGIE mais n'a pu aboutir dans le cadre des travaux présentés ici dans la mesure où l'échantillon initialement considéré était trop faible pour obtenir des résultats fiables.

Afin de pouvoir effectivement comparer les résultats qui en sont issus, RTE a soumis tous les signataires des conventions de test à une trame unique d'analyse et de restitution des résultats. Cette trame d'analyse visait d'une part à garantir que les taux présentés soient systématiquement associés à certains paramètres structurants (conventions de calcul utilisées, périmètres d'évaluation, durée du report considérée) et d'autre part à garantir que l'analyse de sensibilité des résultats repose sur une batterie d'indicateurs statistiques appliquée de façon homogène (MAPE, MPE, bootstrap, pseudo-report). Ces indicateurs ont une importance-clé dans la lecture des résultats : ils permettent, au-delà des taux affichés, de visualiser leur dispersion et donc de représenter les marges d'incertitude associées.

À ce titre, il convient de signaler que des analyses de sensibilité très poussées n'ont pu être menées que dans le cadre de la convention signée avec VOLTALIS, à la fois du fait du grand nombre de sites, des traitements échangés et du temps consacré à cette expérimentation.

Des analyses de sensibilité du même type devront être poursuivies sur les méthodes par panels, avec EDF, ERDF et d'autres opérateurs intéressés, pour parvenir au même degré de connaissance et d'analyse.

5.1.2 Résultat des expérimentations

Tableau 2 – Résultat des expérimentations

Méthode	Résultats		Estimation de l'incertitude associée aux résultats	
	Taux de report moyen fondé sur les ordres d'effacement pour un site contribuant aux effacements	Taux de report moyen fondé sur les baisses de consommation constatées pour un site contribuant aux effacements	Précision de la courbe de référence (valeur centrale et intervalle de confiance à 90 %)	Pseudo-report (valeur centrale et intervalle de confiance à 90 %)
Méthode TED (méthode initialement proposée par VOLTALIS)	Report à 8 h 5,5 % Taux à 18 h 19,5 %	Non évalué	MAPE 1,11 % [0,98 % ; 1,26 %] MPE 0 % [-0,29 % ; 0,28 %]	Pseudo-report à 8 h 0,20 % [-4,59 % ; 4,66 %]
Variante de la méthode TED proposée par RTE	Report à 8 h 8 % Report à 22 h 30 %	Report à 8 h 30 % Report à 22 h 46 %	MAPE 0,99 % [0,91 % ; 1,08 %] MPE 0 % [-0,26 % ; 0,23 %]	Pseudo-report à 8 h 0,20 % [-4,92 % ; 4,42 %]
Méthode GAM, hiver 2011-2012	Report (***) 58 % [30 % ; 91 %] (****)		Non évalué	Non évalué
Méthode LASSO, hiver 2012-2013	Report (*) 57 %	Report (*) 59 %	MAPE 6,50 % [5,60 % ; 7,70 %] MPE 0,8 % [-1,30 % ; 3,20 %]	Pseudo-report -1,70 % [-16,90 % ; 15,50 %]
Méthode des panels, hiver 2012-2013	Report (*) 72 %	Report (*) 73 %	Évaluation prévue dans la suite des travaux	Non évalué
Méthode LASSO, hiver 2013-2014	Report (**) 59 %	Report (*) 61 %	MAPE 8,50 % [7,20 % ; 9,90 %] MPE 1,30 % [-2,10 %; 4,50 %]	Pseudo-report -1,10 % [-20,6 % ; 19,6 %]
Méthode des panels, hiver 2013-2014	Report (**) 42 %	Report (*) 48 %	MAPE 9,15 % [8,43 % ; 10,21 %] MPE 0,35 % [-2,22 % ; 3,02 %]	Pseudo-report 5,3 % [-8,00 % ; 13,60 %]
Méthode des panels, hiver 2014-2015	Report (**) 57 %	Report (*) 61 %	Évaluation prévue dans la suite des travaux	Non évalué

(*) Le taux présenté ici correspond au report observé suite à tous les effacements réalisés sur une plage de 13 heures consécutives aux effacements.
(**) Le taux présenté ici correspond au report observé suite à tous les effacements réalisés sur une plage de 8 heures consécutives aux effacements.
(***)Le taux présenté ici correspond au report observé suite à tous les effacements retenus selon cette méthode, sur une plage de 10 heures consécutives aux effacements.
(****) Intervalle de confiance obtenu par bootstrap sur les effacements réalisés, ainsi que sur les plages de repos servant à calibrer le modèle.

5.1.3 Analyse et interprétation des résultats

- **Sur la précision statistique attachée à l'évaluation du report et à la performance des méthodes**

1) **L'évaluation du report de consommation nécessite une grande précision du point de vue statistique.** Des écarts même minimes entre la consommation effective et la courbe de référence peuvent en effet avoir une influence élevée sur les résultats. Sur ce plan, c'est l'expérimentation menée avec VOLTALIS, reposant sur 45 000 sites de consommation, qui donne les résultats les plus fiables du point de vue statistique, et ceci quels que soient les indicateurs statistiques utilisés. Cela n'invalide pas l'intérêt des autres méthodes testées, mais les expérimentations menées avec EDF et ERDF doivent être poursuivies sur un périmètre plus large afin de réduire les marges d'incertitude associées aux résultats.

2) **Les travaux permettent également d'évaluer par deux méthodes distinctes le report associé aux mêmes effacements.** Les travaux menés avec EDF d'une part, avec EDF et ERDF d'autre part, permettent par exemple de comparer l'utilisation de deux méthodes d'évaluation distinctes sur les mêmes effacements : le taux de report peut alors varier d'une quinzaine de points selon les méthodes, les différences entre les taux de report peuvent être de signes différents dans les deux méthodes. Cela peut conduire à une différence significative dans les résultats, mais cohérente avec les plages de validité de ces résultats et avec les marges d'incertitude associées aux méthodes.

- **Sur la sensibilité des résultats**

3) Les analyses sont **sensibles aux définitions retenues pour mesurer le phénomène de report** (conventions de calcul et périmètre d'évaluation), ce qui renforce l'importance des précautions méthodologiques présentées *supra*. L'utilisation de conventions de calcul différentes peut faire varier le résultat de 25 points le taux de report (expérimentation menée avec VOLTALIS), les modalités d'agrégation peuvent modifier ce taux d'un facteur 2 (expérimentations menées avec EDF et ERDF).

4) **Les analyses sont par ailleurs sensibles aux paramètres de calcul proprement dits :** à titre d'exemple, des choix différents en matière de traitement des valeurs manquantes peuvent entraîner une influence de 10 points sur le taux de report. Dans les travaux les plus avancés, ces choix ont été identifiés et discutés, et de tels ordres de grandeur mis en évidence – un travail de même nature devra être réalisé pour toutes les autres méthodes à l'avenir. Toutefois, certaines investigations n'ont pu encore être menées jusqu'à leur terme dans les délais impartis par la publication du présent rapport, lequel présente donc les différentes approches envisageables sans conclure définitivement sur la prééminence de l'une. Un intervalle de confiance d'une dizaine de points sur les chiffres présentés peut donc sembler à ce stade légitime.

- **Sur l'existence, la nature et la forme du report de consommation**

5) Dans tous les cas de figure étudiés, **un report de consommation est systématiquement mis en évidence. L'existence de ce report est reconnue par les opérateurs d'effacement.** Site par site, ce phénomène peut prendre des formes différentes : le redémarrage d'un certain nombre de sites peut être différé de plusieurs minutes voire plusieurs heures après l'arrêt de l'ordre d'effacement (voir point n° 8 ci-après).

6) Les expérimentations convergent pour mettre en avant **un report d'une durée longue,** supérieure à ce qui était envisagé jusqu'alors. Le report semble ainsi attesté sur **au moins une vingtaine d'heures.** Des divergences d'analyse existent pour savoir s'il se poursuit au-delà : sur la base des 5 expérimentations menées, RTE estime qu'il n'est pas possible de conclure que le report est achevé 24 h après la fin des ordres d'effacements (VOLTALIS estime avoir montré que le report est terminé 18 heures après la fin de l'effacement, EDF estime que le report se poursuit après 24 h). Dans tous les cas, ces résultats valident le fait que toute étude sur les effacements doit porter sur une durée d'observation longue.

7) La quasi-totalité des cas étudiés (tous sauf une configuration particulière d'effacement évaluée selon la méthode des panels) montrent également que, 24 h après la fin de l'effacement, le taux de report est inférieur à 100 % : le rattrapage de consommation ne semble donc pas intégral sur 24 h, et **il est impossible de considérer le report comme total ou proche de l'être sur une journée. À cette échéance, des économies d'énergie semblent donc avoir été réalisées** (sans préjudice d'une éventuelle poursuite du phénomène de rattrapage de consommation au-delà de 24 h).

8) Dans le cas de coupures effectuées durant des durées courtes (3 fois 10 minutes), **de nombreux sites présentent un comportement de redémarrage particulier, dit avec «reprise différée».** Concrètement, les sites en questions ne retrouvent leurs niveaux de consommation initiaux que plusieurs heures après la fin de l'effacement. Les éléments présentés dans le rapport permettent de documenter ce phénomène, d'en montrer les conséquences (écart dans les taux obtenus selon les conventions de mesure) et d'en rechercher les causes. Il apparaît notamment que ce type de comportement ne se retrouve pas dans les expérimentations ayant conduit à tester des effacements plus longs, et que c'est l'existence des sites à reprise différée qui permet d'expliquer les taux de report globaux faibles dans le cadre de l'expérimentation menée avec VOLTALIS. Néanmoins, les sites peuvent présenter alternativement des comportements de redémarrage lent ou rapide, de sorte qu'on ne peut attribuer structurellement un site à telle ou telle catégorie. RTE considère que la prise en compte de ces sites dans les études d'évaluation du report de consommation est nécessaire pour bien appréhender la réalité physique du phénomène. Des travaux complémentaires semblent nécessaires pour mieux comprendre les causes de la «reprise différée» (influence de la régulation des installations de chauffages et de la durée des effacements ou d'éventuels transferts thermiques avec les sites adjacents).

• Sur l'interprétation de RTE en matière de taux de report

9) Les évaluations ont été réalisées sur la base d'effacements réalisés par les opérateurs avant la signature des conventions et selon des protocoles d'effacement qui leur sont propres. À ce jour, il s'agit des seuls éléments expérimentaux portés à la connaissance de RTE et permettant de réaliser une évaluation empirique du taux de report.

10) La définition d'un protocole de test unique et appliqué sur des effacements réalisés *a posteriori* avait été envisagée par RTE mais n'aurait pas permis de disposer d'éléments d'analyse dans les délais prévus pour la déclinaison de l'article 168 de la loi relative à la transition énergétique : cette option n'a donc pas été retenue. Dans l'optique de garantir le caractère comparable de différents résultats et d'alimenter utilement le débat public, RTE a proposé d'appliquer une trame d'analyse unique à l'ensemble des effacements et des méthodes d'évaluation faisant l'objet d'une convention de tests.

11) Les résultats initiaux faisaient l'objet d'une forte dispersion, balayant quasiment tout le spectre des résultats possibles entre 0% et 100%. **L'utilisation de la trame d'analyse unique aux différentes méthodes testées dans le cadre des conventions a permis de réduire cette dispersion** – sans l'annuler – et de formuler des hypothèses pour rendre compte de ces différences.

12) Tous les résultats sont présentés dans le rapport. La description précise des expérimentations et les positions, parfois divergentes, des parties figurent en annexe. La méthode retenue par RTE consiste à présenter l'intégralité des résultats obtenus, expliquer les différences observées et enfin à proposer une interprétation.

13) La fixation d'un taux unique pour la catégorie des effacements résidentiels des appareils de chauffage électrique interroge, comme dans le secteur industriel, sur les avantages et inconvénients d'un traitement normatif (les modes opératoires des opérateurs d'effacement comme les circonstances de l'effacement exercent une influence sur le taux atteint). Retenir une approche normative pour décliner le nouveau cadre législatif nécessite d'extrapoler sur la base des différents résultats expérimentaux, une réalité générale qui ne reflétera pas fidèlement toutes les situations particulières rencontrées. Il semble cependant que, dans le cadre de la déclinaison des modalités relatives au régime de versement dérogatoire prévu par la loi, l'élaboration d'un taux d'économie d'énergie normatif par catégorie soit envisagée. C'est dans ce cadre de déclinaison de l'article 168 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte – et dans ce cadre uniquement – que RTE propose les conclusions suivantes.

14) RTE propose de retenir un taux normatif selon la méthode suivante :

a. En ce qui concerne le périmètre d'évaluation, **RTE propose de retenir le taux unitaire basé sur un «client moyen»,** qui semble correspondre à la fois à l'esprit et à la lettre de la loi.

b. En ce qui concerne la convention de calcul de l'effacement, **RTE propose de retenir celle fondée sur les baisses de consommation constatées.** Cette dernière permet de saisir l'intégralité du phénomène physique «vu du système» en s'affranchissant de toute donnée basée sur les ordres d'effacement (peu importe alors les modalités d'action de l'opérateur d'effacement, c'est son action effective sur le système électrique qui est évaluée).

c. En ce qui concerne le traitement des « sites avec reprise différée », RTE considère légitime de les intégrer à l'analyse. Ceci conduit à **prendre en compte les effets de bord réalisés sur l'ensemble des sites et donc l'intégralité du phénomène de report dans le calcul du taux.**

d. En ce qui concerne les méthodes et conformément aux remarques exprimées dans le cadre des procédures contradictoires, RTE choisit de n'exclure aucun résultat malgré l'hétérogénéité statistique. En revanche, RTE considère non pertinents les résultats obtenus avec la méthode TED sur une durée d'observation de 8 heures (le calage à 8h ne permet pas d'évaluer le report sur une durée d'observation suffisante), ainsi que certaines estimations présentées dans les annexes obtenues avec la méthode des panels (effacements du soir) (le protocole ne permet pas d'identifier le report associé à un seul effacement mais à une séquence). **Ceci conduit à considérer la plage de [45-75%] pour le report de consommation à 24h, sur la base de la convention de calcul fondée sur les baisses de consommation constatées.**

e. Enfin, au sein de cette fourchette, **RTE propose de retenir la valeur de 50%,** car elle est cohérente avec l'expérimentation associée, à ce stade, aux meilleurs résultats statistiques et est compatible avec les autres expérimentations.

15) Chacune de ces étapes de raisonnement peut faire l'objet de discussions. Lors du débat ayant suivi la présentation des résultats, certains acteurs ont mis en avant d'autres lignes d'interprétation. Les principaux éléments de variations dans les analyses sont les suivants :

a. Au lieu de considérer tous les résultats expérimentaux, seuls ceux présentant les indicateurs statistiques les plus élevés pourraient être privilégiés. Cela conduirait à considérer principalement les résultats obtenus dans le cadre des travaux menés avec VOLTALIS, qui donnent des résultats compris, en ordre de grandeur, entre 20 et 50% selon l'une ou l'autre des conventions de calcul.

b. Au lieu d'utiliser la convention de calcul fondée sur les baisses de consommation constatées, celle fondée sur les ordres d'effacement pourrait être privilégiée (par exemple au motif que les méthodes actuelles de contrôle du réalisé ne permettraient pas de mesurer de manière performante ce redémarrage lent). Cette option conduirait non seulement à considérer des taux plus faibles (de l'ordre de 20-30% pour l'expérimentation basée sur le plus grand nombre de sites) mais aussi à constater la plus grande diversité apparente des valeurs issues des différentes expérimentations (les résultats obtenus avec EDF et ERDF demeurent dans une grande mesure stables même en changeant de convention de mesure).

c. Au lieu de chercher à caractériser les économies d'énergie réalisées au niveau d'un client moyen, prendre en compte des taux évalués à l'échelle d'un périmètre agrégé. Cette option pourrait entraîner un effet baissier sur les taux de report calculés, et met l'accent sur la difficulté à rendre compte du phénomène par des valeurs normatives.

d. Au lieu d'intégrer les sites à reprise différé au périmètre de l'analyse, ceux-ci pourraient être exclus au motif que l'horizon d'observation ne permet pas de prendre la mesure de tout le phénomène de report de consommation ou que les effets potentiels sur les sites adjacents ne sont pas intégrés. Les résultats seraient alors réinterprétés autour des valeurs les plus élevées (de l'ordre de 75% de report sur 24h).

e. Au lieu de considérer les variantes proposées par RTE (dans le cadre de l'expérimentation menée avec VOLTALIS), la méthode initiale pourrait être retenue au motif que les nouveaux traitements introduits par RTE pourraient entraîner des effets qui n'ont pas encore été pleinement évalués et qui pourraient justifier des investigations techniques complémentaires. Ceci pourrait conduire à valider un taux de 20% plutôt que de 30%, exprimé selon la convention des ordres d'effacement, et à un écart du même ordre sur la convention fondée sur les effacements constatés.

• Sur l'utilisation des résultats et la suite des travaux

16) Les incertitudes associées à la définition des taux de report portent à ce stade encore sur le chiffre des dizaines. Mentionner des taux de report très précis n'a donc pas de sens. RTE invite donc à une grande prudence dans l'utilisation des résultats.

17) Les travaux restitués pourraient, tous, être prolongés. Dans le cadre des travaux menés avec VOLTALIS sur la méthode TED et ses variantes, des investigations techniques complémentaires pourraient conduire à privilégier ou au contraire à écarter certaines étapes de traitement des données. Dans

le cadre des travaux menés avec EDF sur la méthode LASSO, les résultats de l'hiver 2014-2015 pourraient être exploités alors qu'ils ne le sont pas dans le présent rapport. Pour ce qui est des travaux menés avec ERDF sur la méthode des panels, les paramètres de recrutement des panelistes pourraient être discutés, et la méthode pourrait être testée avec d'autres opérateurs d'effacement. Enfin, les nouvelles données reçues de DIRECT ENERGIE pourraient conduire à une évaluation, selon la trame d'analyse exposée dans le présent rapport, des effacements réalisés dans le cadre du projet Modélec. Les contraintes temporelles de déclinaison réglementaire du nouveau cadre législatif n'ont pas permis à ces prolongements d'être intégrés dans le rapport : les résultats présentés le sont ainsi sans préjudice des enseignements ultérieurs que ces analyses complémentaires permettraient d'acquérir.

18) Les résultats obtenus ont certes été analysés selon une méthode commune, mais celle-ci a été appliquée *a posteriori* à des protocoles et des expérimentations hétérogènes. Contrairement à ce que RTE avait proposé fin 2014, il n'a ainsi pas été possible de mettre en place un protocole unique permettant de tester de manière spécifique, selon plusieurs méthodes, un même type d'effacement. Ceci pourrait être mis en œuvre à l'avenir, mais nécessite du temps.

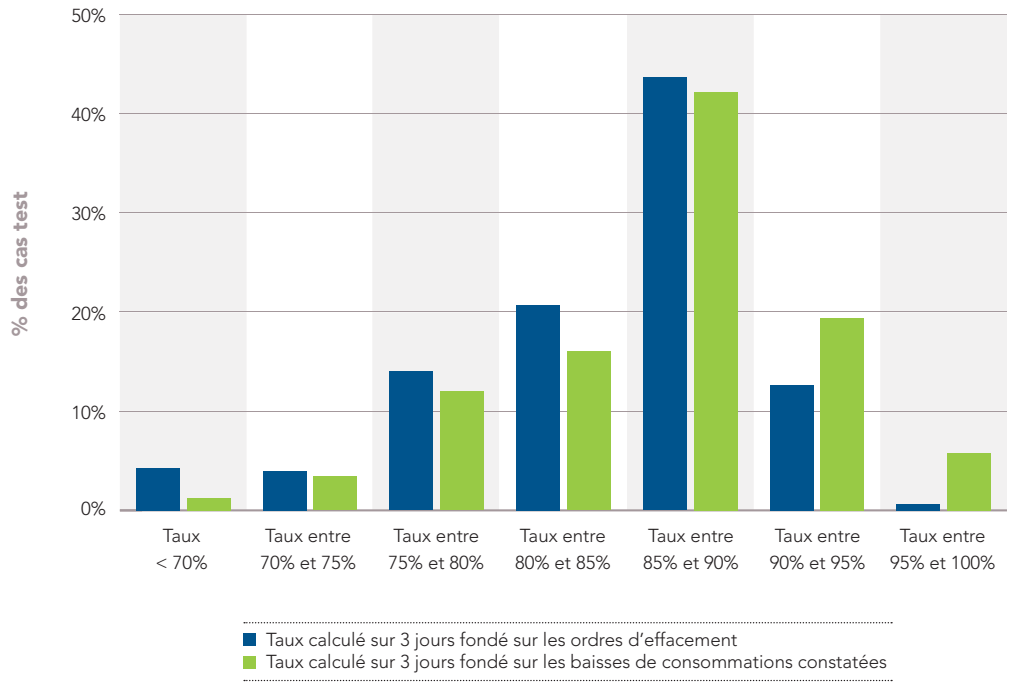
19) Enfin, les opérateurs d'effacement exercent une influence, par leurs modes opératoires, sur les taux de report obtenus. Il est ainsi probable que des variations spécifiques à chaque opérateur puissent exister autour du chiffre avancé. À ce stade, il ne semble pas établi pour autant que ces variations puissent bouleverser les ordres de grandeur exposés ci-dessus.

5.2 Études théoriques

Les travaux théoriques menés avec le CSTB ont consisté, sur la base d'une modélisation des échanges thermiques entre un logement et l'extérieur, à simuler la réalisation de différentes formes d'effacements de consommation (nuit/jour, court/long, etc.) sur différents types de logement (maison/appartement, année de construction et normes d'isolation, etc.) et différents systèmes de chauffage.

Ces travaux viennent compléter les expérimentations dans la mesure où ils permettent d'affiner la connaissance du phénomène physique et d'estimer s'il existe des comportement-types de report.

Figure 4 – Répartition des taux de report obtenus sur les cas test (sur 3 jours)



Ils mettent en évidence les éléments suivants :

1) **Le report est quantitativement important** sur toutes les simulations réalisées pour différents types de logement et différents systèmes de chauffage représentatifs du parc français, et pour des effacements réalisés selon des protocoles différents. Le taux de report est supérieur à 85% dans la majorité des 2000 cas simulés.
2) **Le report modélisé est un phénomène diffus, de durée très longue :** il pourrait ainsi s'étaler sur trois jours. 24 heures après l'effacement, le report est inférieur à 100%.
3) L'étude permet **d'identifier les principaux facteurs d'influence sur le report :** le type de logement, la durée de l'effacement, l'heure de l'effacement en présence d'une programmation du chauffage. Cependant, ces derniers ont une influence faible sur les taux observés et n'en modifient pas l'ordre de grandeur.
4) **Il n'existe pas de profil-type de report de consommation.**

5.3 Synthèse sur l'effacement résidentiel de chauffage électrique

S'agissant des *économies d'énergie,* **RTE propose sur la base des éléments portés à sa connaissance de retenir la définition d'un taux unitaire d'économie d'énergie fondé sur les baisses de consommation constatées de 50% (à 10 points près) pour les effacements résidentiels de chauffage électrique.** Dans ce cadre, les opérateurs d'effacement doivent pouvoir valoriser sur les marchés l'intégralité des effacements engendrés, y compris les effets qui perdurent à expiration des ordres d'effacement à proprement parler.

Cette proposition est cohérente avec les résultats des évaluations réalisées par RTE et les opérateurs d'effacement sur la base d'effacements réalisés par les opérateurs avant la signature des conventions et selon des protocoles d'effacement qui leur sont propres. À ce jour, il s'agit des seuls éléments expérimentaux portés à la connaissance de RTE et permettant de réaliser une évaluation empirique du taux de report.

Cette proposition constitue un minorant par rapport aux résultats issus des simulations théoriques réalisées par le CSTB qui conduisent à considérer le report de consommation sur une durée plus longue (de l'ordre de 3 jours) et pouvant atteindre 85% du volume d'énergie effacée à cet horizon de temps.

Enfin, **RTE rappelle que ce taux d'économie d'énergie associé aux effacements de consommation doit s'entendre au sens de l'article 168 de la loi relative à la transition énergétique** et ne correspond donc pas à la quantification de la contribution de l'effacement au potentiel de sobriété énergétique. De telles analyses peuvent être utiles dans le cadre de la transition énergétique et RTE est prêt à y contribuer en prolongement de ces travaux.

S'agissant de la prise en compte explicite du *report de consommation,* RTE constate que le report est un phénomène diffus dont la forme et la durée diffère en fonction des sites de consommation. Par ailleurs, le taux dépend largement de la façon dont les effacements sont réalisés (et notamment des modalités d'agrégation retenues par les opérateurs d'effacement). **Il est donc difficile de disposer d'un unique taux de report agrégé pour l'ensemble de ces effacements. RTE alerte sur cette difficulté et les enjeux associés à sa traduction dans les règles de marché dans le cadre de la prise en compte explicite du report de consommation.**

6. Études économiques

Du fait des marges d'incertitude associées aux taux présentés et des débats qui continuent d'entourer l'interprétation des résultats, les éléments exposés dans le rapport ne conduisent pas à disposer à coup sûr d'une valeur de référence pour la quantification du report. Dès lors, il apparaît légitime d'évaluer les conséquences qu'entraînerait la fixation de taux normatifs différents des taux réels, sans préjuger de ces derniers.

Ce travail a conduit, en premier lieu, à examiner les conséquences sur la valeur collective des effacements d'une différence entre le taux de report réel et le taux normatif (appelé « taux réglementaire ») considéré dans la déclinaison réglementaire des dispositifs de valorisation des effacements. L'importance du paramètre « report de consommation » sur l'intérêt économique des effacements avait par exemple été caractérisée dans le rapport

sur les réseaux électriques intelligents publié par RTE et ses partenaires le 9 juillet 2015, qui prévoyait l'actualisation des résultats une fois les composantes réelles du report de consommation mieux cernées.

Il ressort des nouvelles études que le choix d'un taux réglementaire différent du taux réel associé à une capacité d'effacement envoie un signal économique aux acteurs d'effacement qui ne les incite pas à placer les activations de façon optimale pour la collectivité, et qui, par conséquent, réduit la valeur économique apportée par la capacité. Ces « mauvais » placements (au sens de la valeur pour la collectivité) peuvent théoriquement conduire à sous-exploiter le potentiel économique des effacements. En pratique, les analyses quantitatives montrent néanmoins que l'enjeu associé au choix du taux réglementaire, en termes de perte de valeur collective, est globalement limité, et que, sous les hypothèses testées, le choix d'un taux réglementaire de 50 % semble de nature à minimiser le regret résultant de l'écart entre le placement optimal et le placement effectif des effacements de consommation sur les marchés.

Le second volet de ce travail a porté de manière spécifique sur une catégorie d'acteurs, les RE/fournisseurs des sites effacés. Au cours des dernières années, ces derniers ont en effet majoritairement soutenu qu'une absence de prise en compte explicite était susceptible de les léser,, en perturbant l'équilibre de leur périmètre de RE et en leur laissant la charge d'en supporter les conséquences. Dans sa saisine de décembre 2014, RTE avait proposé un cadrage du débat en montrant que l'impact de la prise en compte explicite était probablement en moyenne une problématique d'ordre 2, à hauteur du différentiel de prix entre le versement et les prix de marché.

Les études présentées dans le rapport complètent ce jugement qualitatif : l'enjeu économique pour le fournisseur lié à la prise en compte réglementaire explicite du report est variable selon le niveau des prix de marché et les hypothèses retenues sur l'approvisionnement par le fournisseur de l'énergie supplémentaire consommée par ses clients pendant le report (prix de règlement des écarts, prix Spot), compris entre -4 €/MWh et + 5 €/MWh pour un report de 50 %. En estimation médiane, cet effet, qui peut être évalué de l'ordre de 1 € par MWh effacé, semble aujourd'hui modéré en comparaison avec les autres enjeux associés aux évolutions législatives sur le montant du versement. Des études complémentaires pourront être menées pour confirmer ou infirmer cette hypothèse.

En l'absence d'hypothèses consolidées sur le taux réel du report de consommation, des études complémentaires seront nécessaires pour évaluer :

- le meilleur choix en termes de regret potentiel quant à la valeur collective qui peut être retirée du potentiel d'effacement diffus ;
- au-delà de la prise en compte explicite, les conséquences économiques de l'application de l'article 168 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

7. Proposition pour la déclinaison du cadre législatif relatif aux effacements

Les travaux réalisés en 2015 apparaissent suffisants pour décliner le nouveau cadre législatif de valorisation des effacements.

En ce qui concerne l'application du régime de versement dérogatoire, RTE considère que :

- Dans le secteur de l'effacement industriel : en l'absence d'économie d'énergie significative, le régime de versement dérogatoire ne semble pas pouvoir être retenu.
- Dans le secteur de l'effacement tertiaire : aucun élément attestant de l'existence d'économies d'énergie significative n'ayant pu être mis à jour, le régime de versement dérogatoire ne semble pas pouvoir être appliqué en l'état.
- Dans le secteur de l'effacement résidentiel : des économies d'énergie semblent caractérisées (rapportées à la consommation effacée) en ce qui concerne le chauffage électrique (sur la base des données portées à la connaissance de RTE). Il semble donc possible d'appliquer le régime de versement dérogatoire.

Dans ce dernier cas, la recherche d'une valeur normative – valable pour tous les effacements résidentiels sur le chauffage électrique – pourrait conduire à un taux unitaire de 50 % basé sur les baisses de consommation constatées, sur une durée d'observation de 24 h. D'autres interprétations sont possibles et peuvent conduire à des chiffres différents : RTE les a présentées dans le rapport.

Comme pour toute approche normative, la valeur retenue devrait alors être prise avec d'extrêmes précautions, et considérée comme un ordre de grandeur

qui ne cherche pas à représenter finement l'ensemble des cas particuliers (dépendant des modes opératoires ou des circonstances de l'effacement : moment de l'effacement, type de chauffage effacé, caractéristiques de consommation propres aux sites).

Ces éléments sont donnés sans préjudice de la faculté pour les autorités de s'écarter de ces valeurs.

8. Proposition pour la prise en compte du report de consommation dans les règles

RTE considère qu'il n'est pas possible de retenir des coefficients normatifs et une prise en compte physique du report liés aux effacements industriels dans les mécanismes de marché. En effet, les taux et le moment du report varient en fonction du process industriel mais aussi du carnet de commande de chaque industriel.

RTE propose en conséquence de prioriser les travaux permettant de prendre en compte « au cas par cas » le report de consommation, c'est-à-dire de permettre un pilotage du report par les industriels ou leurs opérateurs d'effacement. Plusieurs opérateurs se sont montrés intéressés pour signer des conventions afin d'étudier des pistes de travail sur le sujet.

En l'absence de retour d'expérience fiable, RTE considère qu'il n'est pas possible de prévoir une prise en compte normative et physique du report de consommation dans les règles de marché pour les sites tertiaires.

RTE propose de poursuivre les travaux dans le cadre de conventions avec les industriels du secteur le souhaitant pour d'une part développer les connaissances théoriques nécessaires à une meilleure compréhension des caractéristiques des effacements tertiaires, et d'autre part partager des analyses concernant des résultats expérimentaux permettant à terme d'envisager une évolution des règles de marché.

Dans le secteur résidentiel, un traitement « au cas par cas » semble difficilement envisageable à ce stade, ce qui plaide donc pour une prise en compte normative. Cependant, le report dépend très fortement des modalités d'agrégation et des conventions retenues, ainsi que du profil de report. Il existe donc de réelles difficultés à mettre en œuvre une telle prise en compte normative et à garantir qu'elle conduit effectivement à une amélioration des équilibres (physiques et financiers) pour les responsables d'équilibre. Il s'agit notamment de déterminer le profil de report, le taux de report appliqué aux capacités agrégées, etc. RTE attire donc l'attention des pouvoirs publics sur cette complexité et appelle à la mise en place d'une solution proportionnée aux enjeux.

9. Recommandations et perspectives

9.1 Utiliser systématiquement le cadre d'analyse du rapport pour les futurs travaux de quantification

Aucun chiffre n'a de sens s'il n'est pas associé à des précisions concernant la convention de calcul et le périmètre d'évaluation retenus. RTE attire l'attention des pouvoirs publics sur l'importance de ces définitions dans le cadre de l'élaboration de taux d'économie d'énergie, sur la confusion qui en résulte dans le débat public et sur la complexité qu'elles engendrent, et continueront d'engendrer, pour tous les acteurs.

À cet égard, et au-delà des valeurs proposées, les travaux réalisés dans le cadre du rapport ont permis d'établir une trame d'analyse de référence permettant de comparer les résultats et d'analyser la sensibilité des méthodes d'évaluation des effacements.

RTE plaide pour que tout futur résultat relatif à la quantification du report soit évalué sur la base du cadre d'analyse présenté dans le rapport.

9.2 Poursuivre l'analyse de sensibilité des méthodes décrites dans le rapport

Pour certaines méthodes (notamment la méthode des panels, les travaux menés avec DIRECT ENERGIE, ou les études envisagées sur l'effacement tertiaire), les travaux ne sont pas terminés. RTE est prêt à les poursuivre en appliquant l'intégralité des principes présentés dans le rapport à toutes les méthodes d'évaluation pouvant à terme être proposées dans le cadre de la certification des effacements.

À l'issue des analyses et quelle que soit la méthode, il ne doit plus subsister aucune « boîte noire » pour RTE, au titre de l'article L. 321-15-1 du Code de l'énergie. RTE ne proposera la mise en place d'aucune méthode, qu'elle porte spécifiquement sur l'évaluation du report

ou généralement sur la certification des effacements, sur laquelle il n'aura pas réalisé de validation statistique et d'analyse de sensibilité détaillée des différents paramètres. Cela risquerait d'introduire une différence de traitement entre les acteurs de marché.

Enfin, l'analyse de ces méthodes ne pourra être poursuivie au même rythme. Un hiver de test supplémentaire sera dans tous les cas nécessaire. Leurs conclusions ne pourront être apportées avant le second semestre 2017.

9.3 Mettre la priorité sur la mise à jour des méthodes de contrôle du réalisé

Les travaux présentés dans le rapport étant considérés comme un préalable à la mise en œuvre du nouveau cadre législatif, ils ont été conduits de manière prioritaire. Néanmoins, leur caractère chronophage a conduit à mettre au second plan d'autres réflexions importantes dans le cadre de la bonne intégration des effacements au marché. Parmi celle-ci figure la mise à jour et le développement des méthodes de certification (contrôle du réalisé). À ce titre, les méthodes « site à site », basées sur des panels, ou toute autre méthode statistique de prévision de la courbe de référence, devront être étudiées en priorité. RTE propose d'y consacrer des efforts soutenus au cours de l'année 2016.

9.4 Faciliter la transmission à RTE des données nécessaires aux études

Les travaux sur l'évaluation des effets agrégés de l'effacement résidentiel peuvent être rendus plus complexes par la difficulté d'accéder à certaines données unitaires. RTE, responsable au titre de la loi de la certification des effacements, demande à ce que l'ensemble des parties prenantes (opérateurs de flexibilité, fournisseurs, gestionnaires de réseau de distribution) favorisent la transmission rapide de données unitaires, et à ce que le nouveau cadre réglementaire et les règles prises en son application permettent cet échange fluide de données, tout en respectant les meilleures pratiques en matière de protection des données individuelles.

9.5 Chercher à quantifier par un autre moyen les économies d'énergie

Les travaux réalisés en 2015 conduisent à mieux comprendre les conséquences de l'effacement résidentiel sur le chauffage électrique. Il ne conduit généralement pas à un report immédiat, mais diffus ; selon les situations, il conduit à des profils de reprise immédiate ou différée de la consommation ; les taux de report sont influencés par de multiples paramètres.

Il est peu probable que de nouvelles analyses statistiques telles que celles présentées dans le corps du rapport, aussi fouillées soient-elles, puissent conduire à dissiper totalement les incertitudes qui entourent les résultats présentés : à partir de quelques heures après l'effacement, les courbes de référence et de consommation constatée sont très proches, et des écarts même minimes peuvent conduire à des appréciations très différentes. Tant de paramètres jouent sur la consommation d'un site qu'il devient alors très difficile d'isoler l'influence des effacements de consommation. Cela justifie l'importance accordée dans le rapport à la présentation d'intervalles de confiance autour des résultats obtenus.

Sur la base des éléments présentés dans le rapport, il semble néanmoins que des pistes de travail existent en matière de modélisation des échanges thermiques résultant d'effacements très courts, dans des régimes potentiellement non stationnaires. Un programme de travail, relevant plutôt de la recherche et développement, pourrait ainsi consister à examiner l'effet d'effacements de durée brève du chauffage tels que les effacements diffus sur les transferts de chaleur au sein d'un logement ou avec les sites adjacents, sur la température mesurée et l'éventuelle perte de confort qui en résulte pour l'usager. De manière générale, il semble nécessaire d'approfondir la connaissance du parc de logements susceptibles de participer aux effacements résidentiels de chauffage électrique, le comportement des occupants en matière de pilotage de la température, le confort attendu afin de mieux caractériser les économies d'énergie possibles.

Une telle étude pourrait rejoindre d'autres prolongements possibles et discutés portant sur la contribution de l'effacement résidentiel aux politiques de sobriété énergétique. Les questions spécifiques porteraient alors sur l'effet sur le potentiel d'effacement résidentiel de facteurs comme le type de programmation utilisé dans les installations de chauffage, les programmes de rénovation thermique des logements ou d'information des consommateurs ou de renouvellement du parc actuel de radiateurs électriques, ou le déploiement de dispositifs d'information des consommateurs comme les compteurs communicants. RTE se tient prêt à y contribuer.

9.6 Poursuivre les études économiques associées au nouveau cadre de valorisation des effacements

Le rapport permet de caractériser l'ordre de grandeur des enjeux associés à la prise en compte explicite du report, pour la collectivité et pour certains acteurs.

Bien sûr, ces études dépendent des prix de marché et pourraient être régulièrement actualisées. D'autres pistes de travail semblent néanmoins tout autant importantes :

- les conséquences de l'application du régime du versement dérogatoire, en matière de placement des effacements, d'impact sur les prix de marché et de conséquences sur les fournisseurs ;
- l'intérêt de l'effacement comme solution de sobriété énergétique, comparé à des solutions alternatives.

Le réseau de l'intelligence électrique

RTE
1, terrasse Bellini TSA 41000
92919 La Défense Cedex
www.rte-france.com

RTE Réseau de transport d'électricité, Société anonyme à Directoire et Conseil de surveillance au capital de 2 132 285 690 e – RCS Nanterre 444 619 258
Mise en page : Good Eye'D – Impression sur papiers issus de forêts gérées durablement.

IMPRIM'VERT®