



Mise en place d'indicateurs de suivi des économies d'énergie et d'impact en émissions de gaz à effet de serre dans le cadre de l'évaluation du Pacte électrique Breton

Synthèse des résultats

Contenu

1.	APPROCHE METHODOLOGIQUE	3
2.	PRINCIPAUX RESULTATS	5
2.1.	Introduction	5
2.2.	Consommation	6
2.3.	Production	8
2.4.	Puissance	10
2.5.	Emissions GES	13
3.	RECOMMANDATIONS POUR REUSSIR L'EVALUATION DU PEB.....	16

1. Approche méthodologique

L'estimation de l'impact du Pacte Electrique Breton (PEB), réalisée par I Care Environnement, a porté sur la réalisation d'une analyse ex ante (où peuvent-nous emmener les actions prévues dans le PEB en 2010 par rapport aux objectifs fixés ?) et la préparation des analyses ex post (où en sommes-nous en année N par rapport aux objectifs à horizon 2020 et aux estimations ex ante ?).

L'estimation porte sur 4 axes : la consommation et la production d'énergie, la puissance électrique et les émissions de gaz à effet de serre. Une méthodologie a été développée spécifiquement par I Care Environnement afin de procéder à l'estimation ex ante et de préparer les analyses ex post. Des indicateurs environnementaux ont été définis, en lien avec les objectifs visés dans le cadre de l'estimation de l'impact du PEB :

- kWh électrique
- kWh énergie primaire
- kW électrique selon les différentes périodes de l'année
- kW garanti d'extrême-pointe
- Tonne équivalent-CO₂

L'estimation porte sur un différentiel afin de faire ressortir la plus-value des actions du PEB par rapport à une situation tendancielle. En effet, de nombreuses actions de maîtrise de la demande énergétique ou de développement des énergies renouvelables sont mises en place de façon tendancielle sur le territoire breton et national. La présente estimation ne s'attache ainsi qu'à la partie « additionnelle » de gains associés aux actions prévues dans le PEB.

Afin de procéder à l'estimation de l'impact des actions, I Care Environnement a développé une méthodologie spécifique, basée sur :

- La réalisation de logigrammes d'impacts sur chacun des segments concernés par les actions (logement privé, patrimoine des collectivités, éolien terrestre...), permettant d'illustrer la complémentarité des différentes actions ;
- Une typologie des actions (directes, semi-directes, indirectes), permettant de simplifier le chiffrage en raisonnant principalement sur les actions « les plus directes » et les plus proches de la cible. Les actions indirectes contribuent à la réussite des actions directes et semi-directes, et leur impact est donc intégré dans ces dernières. On souligne que ces actions, bien que ne faisant pas l'objet d'un calcul d'estimation, n'en sont pas moins nécessaires pour permettre de faciliter le taux de passage à l'acte ou d'atteinte de la cible des autres actions (actions créant un « environnement favorable ») ;
- La mise en place d'un cadre de chiffrage. Un certain nombre de paramètres ont été définis pour chaque action, afin de permettre l'estimation de leur impact :
 - o Segment : Catégorie de consommateurs sur laquelle un certain nombre d'actions du Pacte peuvent s'exercer ;
 - o Cible de l'action : Sous-ensemble du segment visé par l'action : Limitation à un périmètre géographique, une sous-catégorie de consommateurs, un usage spécifique ;
 - o Taux d'atteinte de la cible : Part de la cible réellement atteinte par l'action en fonction des moyens mobilisés ;
 - o Taux de passage à l'acte : part de la cible atteinte qui met en place l'action considérée (dans le cas de la MDE, travaux de rénovation, changement de comportement...).

- La collecte des données auprès des référents (signataires du Pacte Electrique Breton, porteurs de projet, OREGES...) et tirées de l'analyse bibliographique : ces données sont nécessaires aux estimations ex ante et ex post ; elles pourront bien entendu être affinées dans le cadre des estimations ex-post. Afin de faciliter la réalisation des estimations ex-post, un mode de gouvernance avec les porteurs de projet devra être mis en place (remontée d'informations à organiser).
- L'utilisation de ces données dans le moteur de calcul développé, qui permet d'obtenir les résultats chiffrés et sous forme graphique.

2. Principaux résultats

2.1. Introduction

Le tableau suivant illustre les axes d'analyse pour chacun des 3 piliers du Pacte : ces axes sont au nombre de 4 et permettent d'analyser l'impact de chaque action du Pacte par rapport au scénario de référence :

- **Réduction de la consommation d'électricité:** premier axe, par ordre logique dans la mesure où les moyens électriques sont dimensionnés par rapport à la demande. Il est mesuré en MWh ;
- **Augmentation de la production locale:** axe important, dans un contexte de forte dépendance de la région aux approvisionnements extérieurs en électricité. Il est mesuré en MWh ;
- **Réduction du déséquilibre de puissance en pointe:** le réseau électrique breton est caractérisé par un déséquilibre entre la demande et l'offre d'électricité. Il apparaît ainsi nécessaire d'estimer l'impact des actions du PEB sur la réduction de ce déséquilibre. Celui-ci est mesuré en MW.
- **Réduction des émissions de GES:** le PEB doit contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre du territoire. A ce titre, l'impact du PEB en matière d'atténuation est estimé dans la présente étude. Il est exprimé en tonnes équivalent CO2.

Ainsi, au début de l'analyse, il semble évident que les actions du pilier MDE vont produire des économies d'énergie (MWh), de la réduction du déséquilibre de puissance (MW) et par conséquent une réduction des émissions de GES associées (t eqCO2). De même, les actions du pilier APPRO devraient permettre une augmentation de la puissance de production d'électricité (MW). Cependant le résultat positif ou négatif du bilan des émissions de GES associées est à ce stade indéterminé :

Quatre axes d'analyse pour estimer l'impact des actions du Pacte

	Réduction de la consommation électrique en Bretagne MWh	Augmentation de la production d'électricité locale MWh	Réduction du déséquilibre en puissance de pointe MW	Réduction des émissions de GES Teq CO2
Maitriser les consommations d'électricité	✓	non	✓	✓
Développer les énergies renouvelables	✓ (Substitution à l'électricité)	✓	?	✓
Sécuriser les approvisionnements	✓ (Effacements...)	✓	✓	?

Complémentarité des actions contribuant à des objectifs de différentes natures

Figure 1: Axes d'analyse et contribution des différents piliers du Pacte

La méthodologie adoptée permet de rendre compte de la complémentarité des 3 piliers du Pacte (MDE, ENR et APPRO) car une action peut produire différents types d'effets. A titre d'exemple, une action d'effacement de consommation va produire une réduction de l'appel de puissance à un instant t et donc une réduction du déséquilibre de puissance (MW) mais également des économies d'énergie sur le long terme (MWh), elles-mêmes génératrices d'économies de GES.

2.2. Consommation

L'évaluation ex ante du Pacte Electrique Breton, réalisée par I Care Environnement, a permis de montrer que la mise en œuvre des actions du Pacte devrait aboutir à horizon 2020 à près de 800 GWh de gains additionnels attendus, soit environ 2/3 des objectifs fixés lors du lancement du Pacte :

- Par nature, les actions du pilier MDE sont à l'origine de la majorité des économies d'électricité ;
- Les actions du volet APPRO contribuent également de façon significative aux objectifs du Pacte (effacements de consommation, réduction des pertes, boucles énergétiques locales) ;
- Les actions du pilier ENR contribuent de manière plus marginale par les actions de substitution électricité/énergies thermiques d'origine renouvelable (biomasse).

Atteinte en 2020 de 800 GWh d'économie, soit 2/3 des objectifs du Pacte

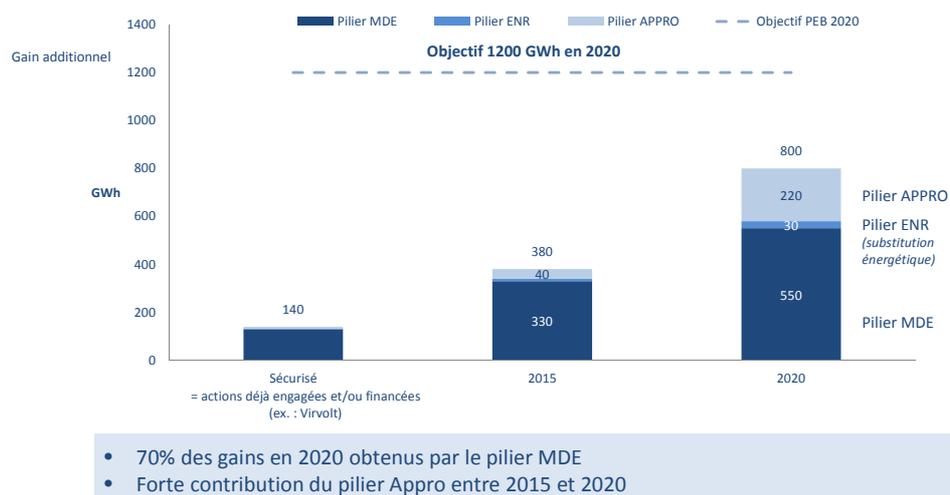


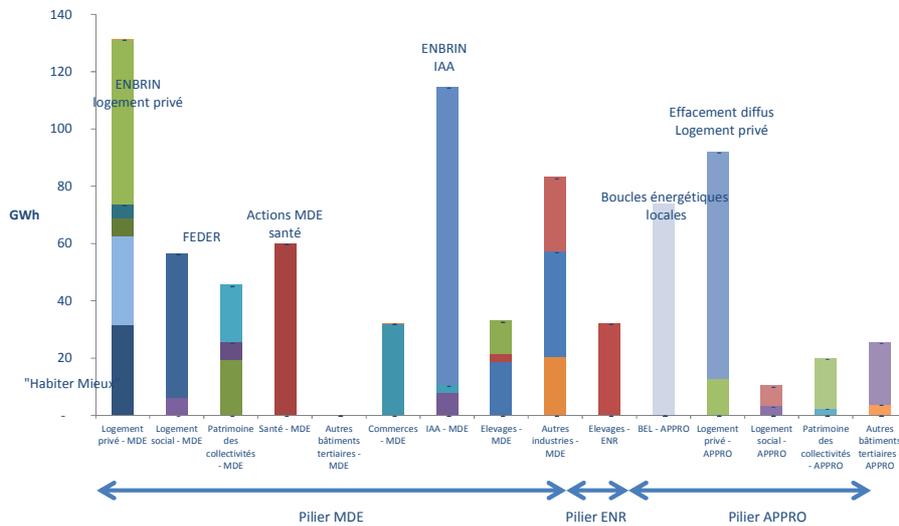
Figure 2: Estimation de l'impact du Pacte en consommation

En 2015, l'objectif ne sera atteint qu'à hauteur de 40% (380 GWh pour un objectif de 950 GWh). Cet écart entre les deux horizons temporels témoigne de la difficulté d'engager une dynamique permettant de déployer largement les différents programmes d'efficacité et de sobriété énergétique.

Le graphique page suivante présente la répartition de la contribution des différents secteurs aux gains attendus à horizon 2020. Chaque couleur représente une action. Il apparaît que les secteurs sur lesquels les économies les plus importantes sont attendues sont :

- Le logement privé, par le biais de différentes actions : programme ENBRIN, effacement diffus, programme Habiter Mieux et programme VirVolt ma Maison... ;
- Le secteur agro-alimentaire : programme ENBRIN principalement ;
- Le logement social : actions FEDER notamment.

Actions de maîtrise de la demande d'électricité très variées, générant des gains sur tous les secteurs en 2020



Note: Une couleur représente une action; Actions nommées représentent des gains liés au Pacte supérieurs à 50 GWh

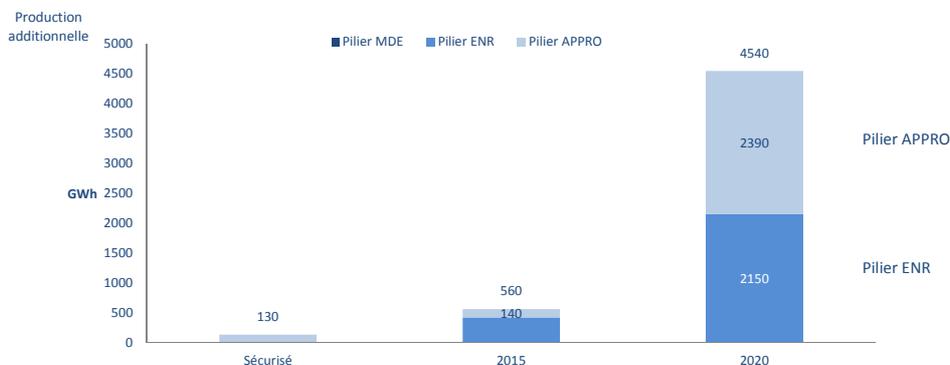
Figure 3 : Estimation de l'impact par action et par secteur du Pacte en consommation

2.3. Production

Les actions du Pacte permettent d'augmenter¹ significativement (+30%) la production d'ENR en 2020 par rapport au développement tendanciel déjà observé et ce principalement grâce à l'énergie éolienne. Ces 2150 MWh additionnels correspondent à 740 MW additionnels qui permettent de porter la puissance installée d'ENR à 3 050 MW, soit environ 85% des objectifs du Pacte.

En ce qui concerne le pilier APPRO, il s'agit principalement de l'impact de production additionnelle locale liée à la mise en œuvre du CCG mais aussi des actions destinées à favoriser la cogénération.

Contribution équilibrée des deux piliers APPRO et EnR à la production électrique additionnelle 2020



L'impact du Pacte Electrique breton sur les volets ENR et APPRO doit permettre d'augmenter la production électrique de la région très significativement en 2020

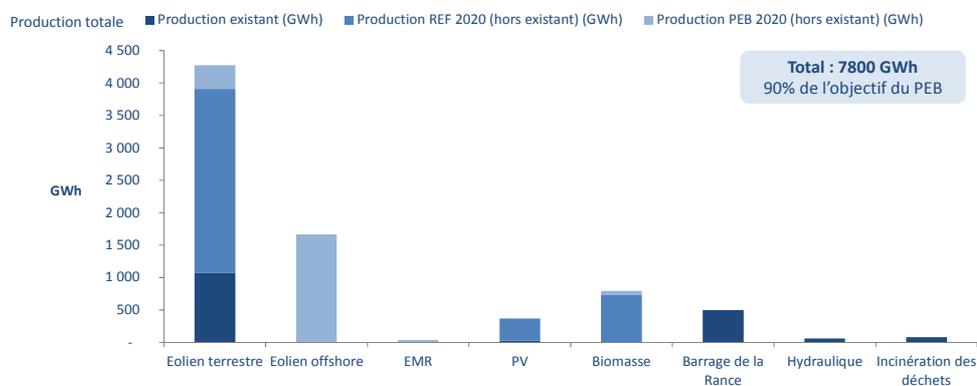
Remarque: Cette production d'électricité est à additionner à celles permises par les actions en référence (3900 GWh au total en 2020) et aux installations de production existantes en 2010 (1740 GWh)

Figure 4 : Estimation de l'impact du Pacte en production par pilier

Le graphique page suivante illustre la production totale attendue en ENR électriques d'ici 2020, caractérisée par la prépondérance des filières éoliennes (offshore et terrestre). Selon cette estimation, 90% des objectifs du Pacte devraient être atteints à cette échéance. Le Pacte Electrique intègre une valeur cible en termes de taux de couverture de la consommation électrique s'élevant à 37%. L'évaluation ex ante aboutit à une valeur de 33%.

¹ Le terme « augmenter » englobe à la fois de nouvelles capacités de production (EnR, CCG) mais également le maintien d'autres capacités (cogénération) ou la substitution à d'autres capacités qui n'entrent plus dans l'équation en 2020 (TAC).

Production d'électricité à base de renouvelables Concentration des gains sur l'éolien offshore et l'éolien terrestre d'ici 2020



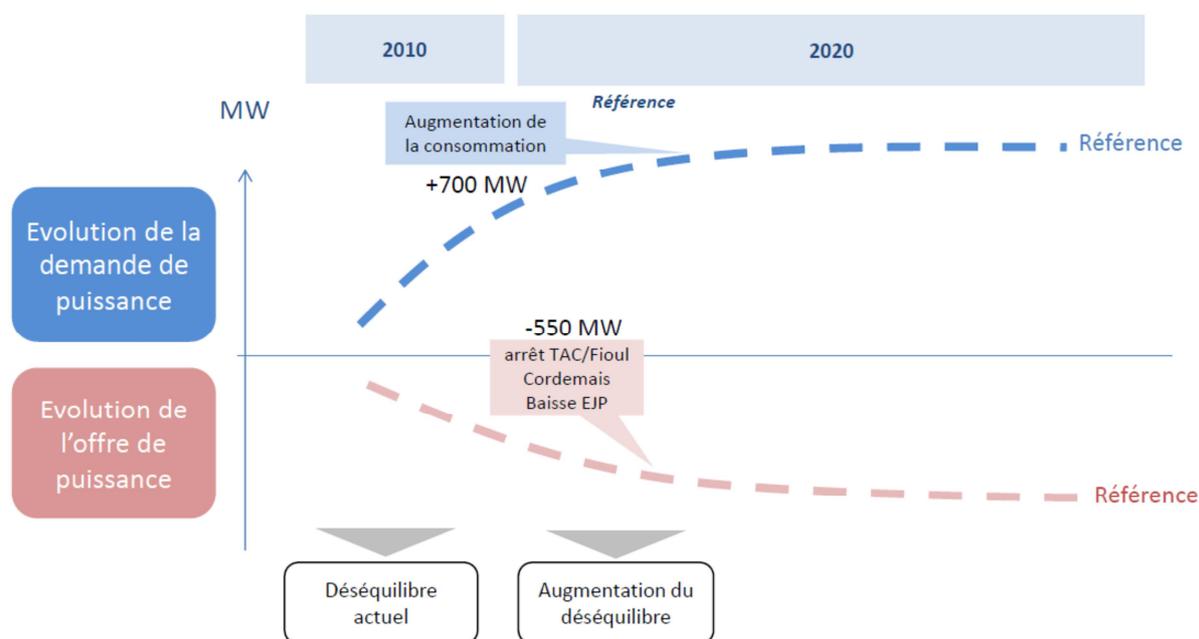
L'impact du Pacte Electrique concerne principalement l'éolien offshore et l'éolien terrestre. Il doit permettre d'aboutir au total (existant et référence compris) à une production ENR couvrant 33% de la consommation électrique bretonne

Figure 5: Estimation de l'impact du Pacte en production par type d'ENR

2.4. Puissance

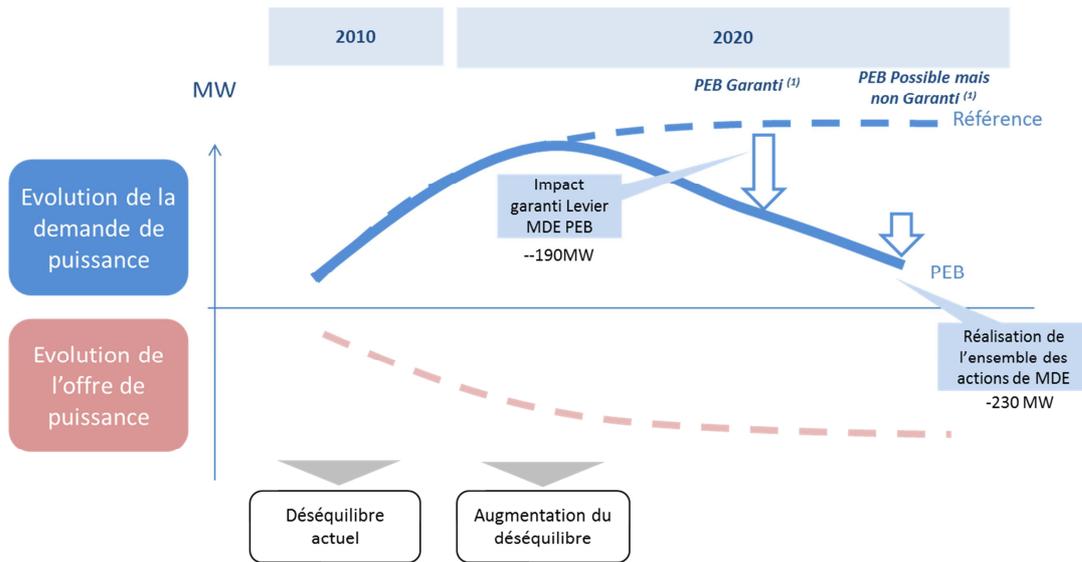
La série de schémas ci-dessous présente l'évolution de l'équilibre offre/demande prévu à horizon 2020 intégrant les différentes actions du Pacte et liées au contexte d'ensemble. Les actions du Pacte Electrique Breton permettent, par rapport à un scénario de référence sans Pacte, de réduire le déséquilibre de puissance tendanciellement croissant du fait de l'évolution de la consommation et de la disparition progressive d'unités de production de pointe. L'analyse est menée spécifiquement sur l'extrême pointe, période où le réseau est confronté aux plus grandes difficultés.

Situation de référence : Déséquilibre offre-demande à horizon 2020 – analyse en extrême pointe



En situation de référence, le déséquilibre actuellement constaté sur le réseau se dégrade, et ce en raison d'un double effet : l'augmentation de la demande de puissance liée à l'augmentation de la consommation électrique (dans le scénario de référence MDE de RTE) et de manière concomitante, l'arrêt d'un certain nombre de moyens locaux de production pour y répondre, mais aussi la baisse constatée des mécanismes d'effacement principalement industriels dits Effacements Jours de Pointe (EJP).

Pacte électrique : Evolution de la demande - analyse en extrême pointe



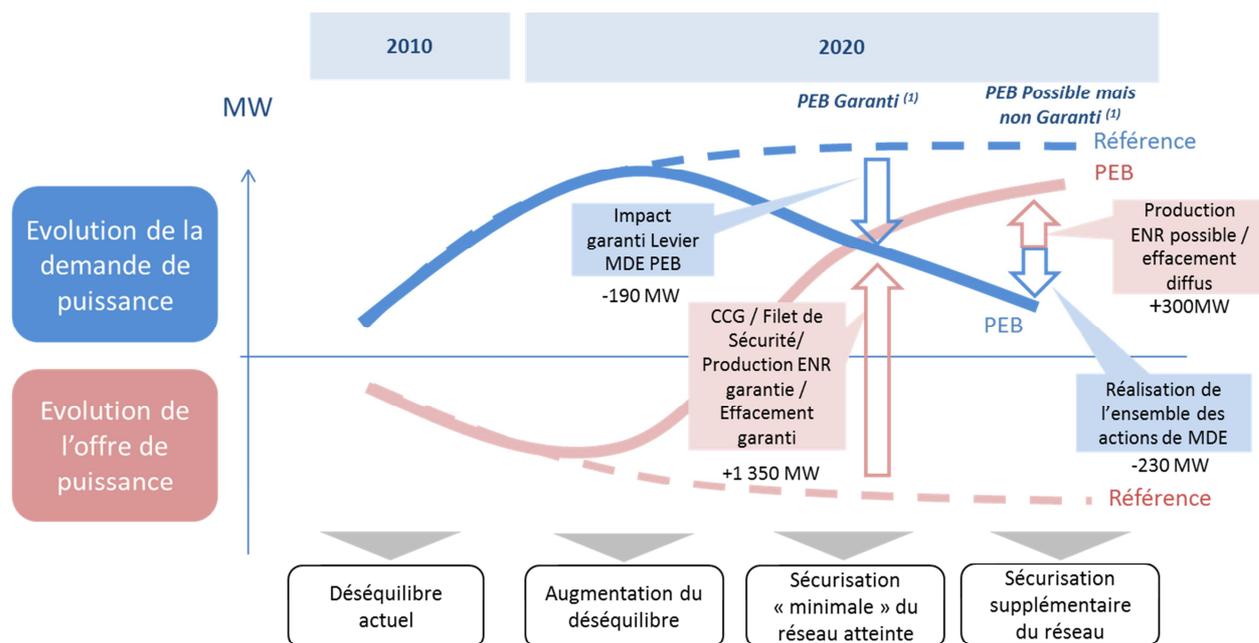
(1) Garanti: Niveau de garantie répondant au critère de certitude nécessaire pour la sécurité de dimensionnement du réseau (offre de puissance déclenchable par RTE, demande non dépendante du comportement)

Les actions MDE du Pacte qui contribuent à réaliser des économies d'énergie génèrent naturellement une réduction de la demande de puissance, et ce notamment pendant l'extrême pointe.

On distingue ici la notion de puissance garantie et de puissance possible mais « non garantie ». La puissance garantie est celle qui est suffisamment « certaine » pour être utilisée à dimensionner le réseau et garantir une sécurité du réseau. Seront ainsi prises en compte les actions pérennes telles que les travaux d'isolation des logements ou l'installation de variateurs électroniques de vitesse. Les actions comportementales, qui sont espérées mais non maîtrisables, ne sont pas comptabilisées dans l'abaissement de puissance garantie.

En prenant en compte cette notion, les actions du Pacte ont du côté de la demande un impact en « puissance garantie » d'environ -190 MW, auxquels on peut rajouter environ 230 MW de gain de puissance possible mais non « garantie ».

Pacte électrique : Evolution de l'offre - analyse en extrême pointe



(1) Garanti: Niveau de garantie répondant au critère de certitude nécessaire pour la sécurité de dimensionnement du réseau (offre de puissance déclenchable par RTE, demande non dépendante du comportement)

En ce qui concerne l'offre de puissance, elle évolue à la hausse sous l'effet des actions du Pacte. Un certain nombre d'actions peuvent permettre d'offrir une puissance garantie : c'est le cas du CCG et du « filet de sécurité », mais aussi des actions d'effacement contractualisées ou du talon ENR, pour totaliser 1350 MW.

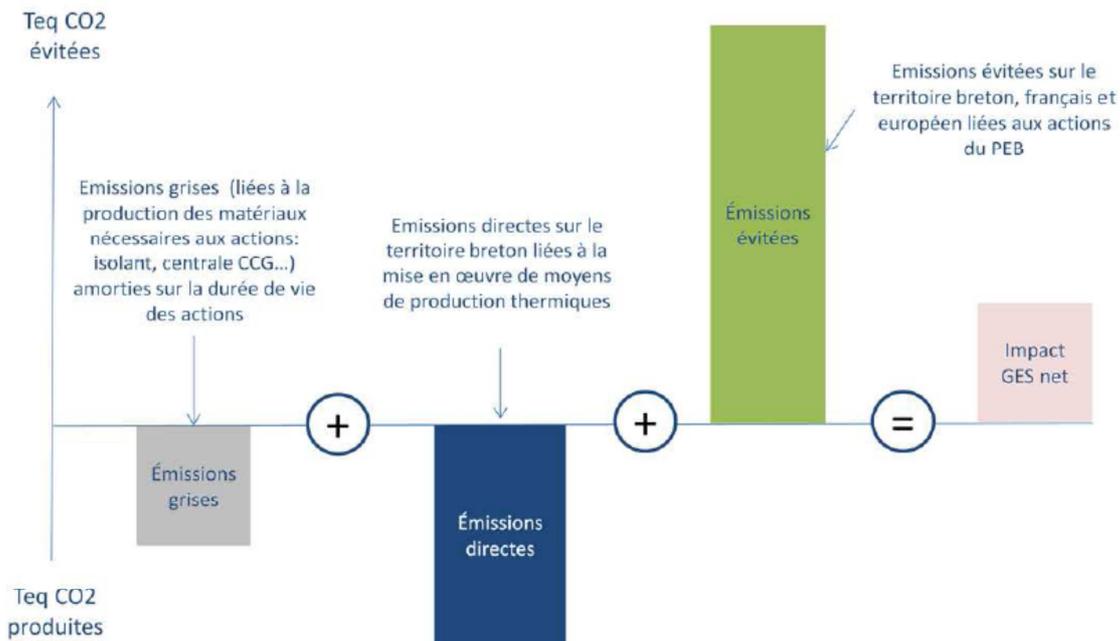
Ces actions, combinées à la maîtrise de la demande, permettent de résorber le déséquilibre « tendanciel » et d'atteindre ainsi une situation de sécurité du réseau, à un niveau de puissance plus élevé que le niveau actuel.

Au-delà de cette puissance garantie, on peut espérer une offre de puissance supplémentaire en période d'extrême pointe, grâce aux ENR et à l'effacement diffus, ce qui permettra de sécuriser davantage le réseau (+ 300 MW).

2.5. Emissions GES

Le graphique ci-dessous décrit la démarche mise en œuvre pour estimer les émissions de GES liées aux actions du Pacte électrique breton.

Méthodologie d'analyse de l'impact « net » des émissions de GES



Chaque action a fait l'objet d'une évaluation carbone qui cumule les émissions indirectes (liées à la fabrication des équipements) et directes le cas échéant. Les émissions évitées par chacune des actions est fonction de la période du système électrique sur laquelle elle agit.

Les émissions évitées sont le point le plus complexe à considérer. Des travaux sont en cours au niveau national et devraient aboutir en 2014 à la production d'une méthodologie officielle pour estimer les émissions évitées. En attendant, I Care a proposé une méthodologie expérimentale basée sur les différents travaux de recherche en cours sur le sujet, et adaptée au contexte du Pacte Electrique Breton.

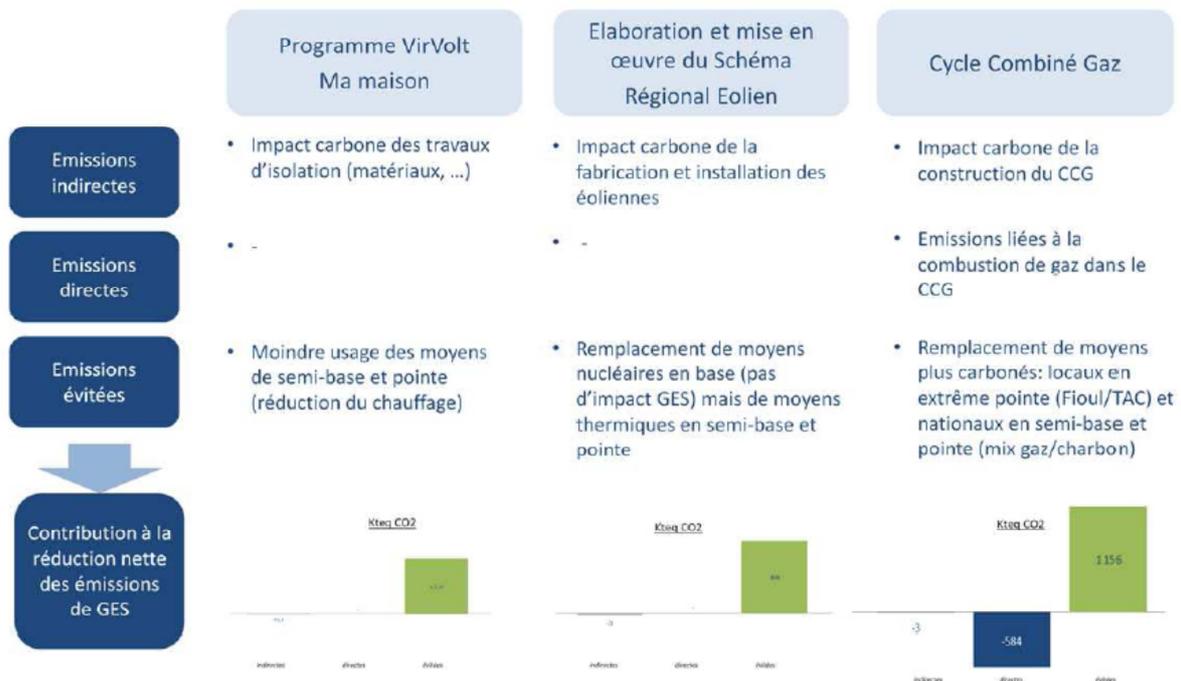
Pour cela, les actions du Pacte ont été classées selon 4 types en fonction de la nature de leur impact GES sur le système électrique, et cette première analyse a permis de comprendre comment ces actions agissaient sur le bilan énergétique à chacune des 4 périodes envisagées : base, semi-base, pointe et extrême pointe. Comme les moyens de production associés à ces 4 périodes sont très différents (pour faire simple, nucléaire en base, complément thermique de plus en plus important pour les autres périodes), l'impact GES associé est très différent.

Quatre familles d'actions selon leur impact GES sur le système électrique.

		<u>Exemples</u>
Réduction de la consommation finale	L'électricité non consommée n'est pas produite par des centrales électriques	Travaux d'isolation
Réduction des pertes du système	La réduction des pertes de transmission liée à l'optimisation du réseau ou à l'augmentation de la production locale entraîne aussi une réduction de la production d'électricité	Filet de sécurité
Augmentation de la production locale	La décision de l'augmentation de la production locale n'entraîne pas de production supplémentaire dans le système => elle remplace d'autres moyens de production nationaux ou européens qui auraient été mobilisés	Eolien, CCG
« Aplatissement de la pointe »	Le transfert de consommation d'une période vers une autre entraîne le changement des moyens de production associés	EcoWatt, Effacement

Chaque action a fait l'objet d'une évaluation carbone en fonction de la période du système électrique sur laquelle elle agit. Trois actions sont illustrées ci-dessous, dans chacun des trois piliers.

Impact sur les émissions de GES : trois exemples d'actions.

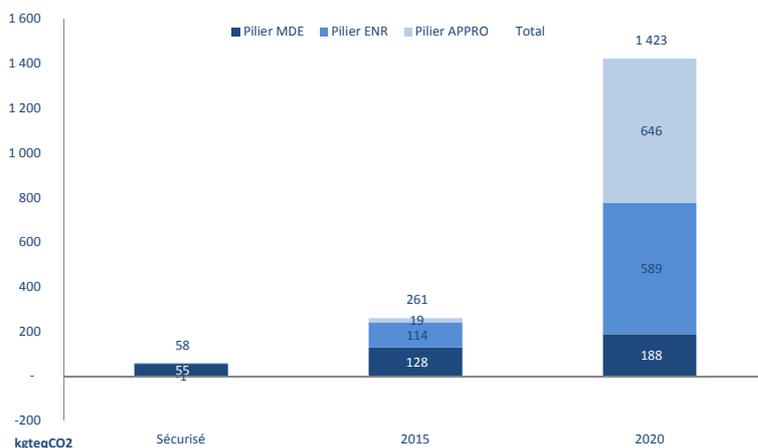


Au final, le graphique ci-dessous présente le bilan global « net »² des actions du Pacte pour les émissions de GES au niveau national et européen. Ce bilan est positif : les émissions évitées sont supérieures aux émissions « grises » et aux émissions directes.

Ceci est vrai pour chacun des piliers. Ceci est principalement dû au fait que les actions, que ce soit du côté de la demande ou de la production, ciblent notamment les périodes de semi-base et de pointe. Ces dernières mobilisent au niveau national des moyens thermiques et donc carbonés (contrairement à la période de « base », principalement nucléaire et donc non carbonée). Une réduction de consommation ou une augmentation de la production pendant ces périodes participe donc à l'évitement des émissions de GES liées à ces moyens.

Résultat global: une réduction « nette » des émissions de GES importante

Notamment grâce aux actions ciblées sur les périodes de semi-base et pointe



Les actions du PEB permettent de réduire les émissions de GES grâce à une réduction significative de la mise en œuvre de moyens fortement carbonés sur le territoire national

Figure 6 : Impact en émissions gaz à effet de serre des actions du Pacte Electrique Breton

² Incluant les émissions directes, évitées et indirectes, cf. note méthodologique détaillée.

3. Recommandations pour réussir l'évaluation du PEB

L'étude a permis de mettre à jour quelques recommandations clés visant à aider les partenaires du Pacte à engager une évaluation de ce dernier :

- *Recommandations méthodologiques*
 - Partager et hiérarchiser des objectifs de l'évaluation.
 - Structurer l'évaluation, en s'appuyant sur les logigrammes construits pour repérer les indicateurs clés, en déclinant des thèmes d'évaluation et des questions qui pourront structurer un cahier des charges et en réalisant une programmation des grands temps de l'évaluation.
 - Préparer le pilotage de l'évaluation à l'échelle stratégique ou technique, en associant les partenaires le plus largement tant pour le dispositif de suivi que pour le questionnement évaluatif plus large et en organisant un comité de pilotage de l'évaluation impliquant décideurs, financeurs, opérateurs et experts extérieurs (qui peut être complété par un comité technique plus opérationnel assurant le suivi régulier de la démarche d'évaluation).

- *Recommandations opérationnelles*
 - Mettre en place le système d'indicateurs.
 - Mettre en place un dispositif de gouvernance pérenne avec des modalités de fonctionnement claires. Trois niveaux d'instance doivent constituer le dispositif de gouvernance : un comité technique opérationnel pour le suivi, un comité de pilotage annuel pour le pilotage stratégique, une instance de restitution avec la CBE.
 - Mettre en place un programme d'évaluation, en engageant par exemple fin 2014 une évaluation globale du PEB qui pourrait être qualifiée d'évaluation à mi-parcours et en proposant des zooms thématiques sur la période 2015/2020.
 - Définir les moyens pour le dispositif évaluation, en particulier prévoir :
 - Du temps dédié pour le renseignement des indicateurs et leur analyse ;
 - L'acquisition d'un logiciel tableau de bord pour organiser et partager les éléments de suivi ;
 - Une organisation adaptée de la maîtrise d'ouvrage (comité de pilotage, rédaction des termes de référence...)
 - La réalisation par un prestataire de cette évaluation.

Par ailleurs, la mobilisation dans la durée supposerait de dédier du temps à une personne chargée tant de l'organisation du suivi que du pilotage opérationnel de l'évaluation.