



# L'IMPACT SOCIO-ÉCONOMIQUE DE L'INDUSTRIE ÉOLIENNE OFFSHORE EN BELGIQUE

MARS 2017

RAPPORT FINAL

ÉTUDE COMMISSIONNÉE PAR LA BELGIAN OFFSHORE PLATFORM



Auteurs : Sacha Breyer, Michel Cornet, Julien Pestiaux et Pascal Vermeulen (Climact)

Cette étude est une mise à jour et une extension d'une étude précédente menée par Climact avec le Prof. Thierry Bréchet (UCL) et le Prof. Johan Eyckmans (KULeuven). Elle s'appuie sur des interactions avec les principaux intervenants de l'industrie et des experts éoliens offshore (AGORIA, ALSTOM, BOP, EDORA, ELIA, GEOSEA).

La reproduction de tout ou de parties de cette étude est autorisée uniquement avec mention de la source., et ce à l'exception des applications commerciales.

**CONTENU**

Introduction: l'éolien offshore dans un contexte plus large .....	3
I. L'éolien offshore est essentiel pour atteindre l'objectif belge d'énergie renouvelable.....	4
II. L'industrie éolienne offshore génère de l'ordre de 15,000 à 16,000 emplois .....	5
III. L'éolien offshore contribue à l'activité économique avec plus d'1 milliard de valeur ajoutée par an.....	6
IV. Les investissements en éolien offshore améliorent la balance commerciale .....	7
V. L'impact sur les finances publiques est positif .....	8
VI. L'éolien offshore influence les prix de l'électricité à la baisse.....	9
VII. L'éolien offshore permet d'autres externalités positives.....	10
Conclusions .....	11
Annexe I: principales hypothèses .....	12
Annexe II : Methodologie.....	13
Annexe III : Bibliographie/Sources/études consultées .....	15

**INTRODUCTION: L'ÉOLIEN OFFSHORE DANS UN CONTEXTE PLUS LARGE**

Le secteur de la production d'électricité, en Belgique et en Europe, est à la croisée des chemins. L'infrastructure actuelle vieillit, la sécurité d'approvisionnement doit être renforcée, tout en protégeant la compétitivité de l'industrie et le pouvoir d'achat des ménages et en soutenant la réduction significative des émissions de gaz à effet de serre. Bien qu'en surcapacité aujourd'hui, une partie importante de la capacité de production devra être renouvelée dans les prochaines années.

L'industrie éolienne offshore est relativement jeune : les premières éoliennes ont été installées en Belgique en 2009. Aujourd'hui, la base installée de 712 MW représente environ un tiers de l'objectif 2020 pour l'éolien offshore (2292 MW), qui permettra la production de l'ordre de 8.5 TWh d'électricité, ce qui représente de l'ordre de la moitié des objectifs RES 2020 européens pour la Belgique pour la production d'électricité.

La Belgique est en 6<sup>e</sup> position au niveau mondial en termes de capacité installée en éolien offshore : après le Royaume-Uni, l'Allemagne et le Danemark, les Pays-Bas et la Chine ont dépassé la Belgique en 2016 suite au peu d'installations finalisées (Nobelwind était encore en construction). En termes de capacité installée par habitant, la Belgique est en 4<sup>e</sup> position fin 2016<sup>1</sup>. Ce rôle de pionnier doit absolument être renforcé car il permet la création de valeur et d'emplois supplémentaires dans les différents domaines du secteur de l'éolien offshore, comme la recherche, la conception, le développement, l'installation et la maintenance des éoliennes, en Belgique et à l'étranger. La valorisation de ces compétences se concrétise aujourd'hui en valeur ajoutée, en emplois et dans l'amélioration de la balance commerciale. Les déploiements nationaux sont essentiels pour fournir à l'industrie belge les avantages nécessaires pour participer aux déploiements en dehors de la Belgique.

L'éolien offshore est une composante essentielle de la transition énergétique. Le rôle des pouvoirs publics est crucial dans ce contexte : le coût du développement de l'énergie éolienne en mer est connu, par contre les avantages socio-économiques sont peu étudiés à ce jour. C'est pourquoi BOP, l'association du secteur de l'énergie éolienne en mer, a sollicité Climact pour identifier les impacts socio-économiques du développement de l'éolien offshore.

Pour prendre les bonnes décisions, il est indispensable de clarifier l'impact des différentes mesures sur la croissance économique et le rapport entre les bénéfices et les coûts des différentes stratégies. Pour l'éolien offshore, les questions à se poser pourraient être : quelles parties des éoliennes sont conçues ou fabriquées en Belgique et combien d'emplois supplémentaires cela génère-t-il? Combien de techniciens seront nécessaires pour exploiter et entretenir les parcs éoliens en 2030 ?

L'étude vise à estimer l'impact socio-économique du développement de l'industrie éolienne offshore sur l'économie belge aujourd'hui et jusqu'en 2030. Pour ce faire, les secteurs de l'industrie qui bénéficient des investissements dans l'énergie éolienne offshore doivent être identifiés. En effet, une grande variété d'acteurs est impliquée dans la chaîne de valeur de l'industrie éolienne offshore, depuis le développement et financement du projet, la fabrication et construction, jusqu'à l'exploitation et l'entretien des parcs.

L'étude applique la méthodologie standard du Bureau Fédéral du Plan, basée sur les multiplicateurs d'entrées-sorties (I/O) et construit un modèle permettant d'estimer l'impact socio-économique de l'éolien offshore. La méthodologie est expliquée dans l'Annexe II.

Des analyses complémentaires ont été effectuées pour estimer l'impact du déploiement éolien offshore sur la balance commerciale et sur les finances publiques. L'impact du déploiement éolien offshore sur les prix du marché de l'électricité a également été analysé. Enfin, les réductions de gaz à effet de serre sont estimées ainsi que l'impact d'un prix du carbone en ligne avec les exigences de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

---

<sup>1</sup> Voir [http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2017/02/7\\_Annual-and-Global-Cumulative-Offshore-wind-capacity-in-2016.jpg](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2017/02/7_Annual-and-Global-Cumulative-Offshore-wind-capacity-in-2016.jpg)

## I. L'ÉOLIEN OFFSHORE EST ESSENTIEL POUR ATTEINDRE L'OBJECTIF BELGE D'ÉNERGIE RENOUVELABLE

Les chiffres 2020 se basent sur les plans actuels de développement des 9 concessions offshore, pour atteindre 2,292 MW en 2020. La production combinée de ces parcs représente environ 8.5 TWh. Dans le contexte des objectifs européens de 2020, la Belgique doit atteindre 13% de production d'énergie de source renouvelable dans tous les secteurs, ce qui se traduit par ~21% dans le secteur de l'électricité. En supposant une stabilisation de la consommation d'électricité autour de 80 TWh en 2020, de l'ordre de 50% de cet objectif pourrait être réalisé par l'éolien offshore.

Pour 2030, la capacité totale d'éolien offshore de 4,000 MW est basée sur le scénario « green transition » du plan de développement du réseau d'Elia<sup>2</sup>. Compte tenu des réductions de coûts futures attendues, renforcer la capacité éolienne offshore est pertinent.

Même si l'étude porte jusqu'en 2030, l'activité éolienne offshore poursuivra ses développements au-delà de 2030, au travers des parcs qui continueront à fonctionner, du renouvellement des premiers parcs et du plus grand nombre de parcs qui pourraient être développés, en explorant si nécessaire une éventuelle collaboration avec les pays ayant des zones maritimes nationales plus importantes. L'impact économique devrait dès lors se poursuivre après 2030.

### Cumulated installed capacity over time in Belgium, GW

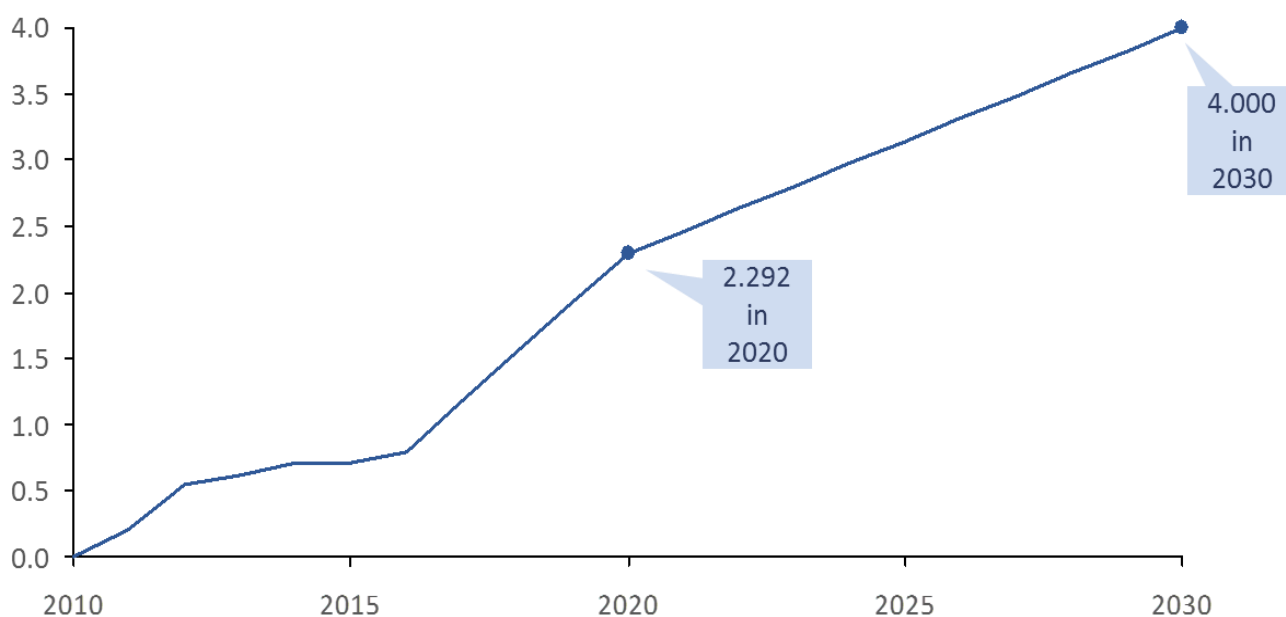


Figure 1. Evolution de la capacité de l'éolien offshore en Belgique.

<sup>2</sup> Voir ELIA, Plan de Développement fédéral du réseau de transport 2015-2025, 2015

[http://www.elia.be/~media/files/Elia/Grid-data/grid-development/Plan-de-Developpement-federal-du-reseau-de-transport\\_2015-2025.pdf](http://www.elia.be/~media/files/Elia/Grid-data/grid-development/Plan-de-Developpement-federal-du-reseau-de-transport_2015-2025.pdf)

## II. L'INDUSTRIE ÉOLIENNE OFFSHORE GÉNÈRE DE L'ORDRE DE 15,000 À 16,000 EMPLOIS

Le développement de l'industrie éolienne offshore en Belgique pour la construction, l'exploitation et l'entretien des parcs, ainsi que l'activité d'exportation qui en découle, génère de l'ordre de 15,000 à 16,000 emplois en Belgique. Pour le secteur de l'énergie, qui compte aujourd'hui environ 50,000 emplois directs, l'industrie éolienne offshore pourrait continuer à apporter une contribution importante (directe et indirecte) à l'avenir<sup>3</sup>.

Comme le montre la Figure 2, ces emplois sont répartis d'une part entre les emplois créés par les déploiements en Belgique et d'autre part par les exportations belges pour les déploiements en Europe et dans le reste du monde. C'est principalement l'Europe qui contribue, l'industrie belge étant déjà activement impliquée dans ces déploiements.

La création d'emplois est générée par les services techniques à haute valeur ajoutée (par exemple l'ingénierie) avec près de 40% des emplois créés, et également les services de construction, de transport et les services financiers (chacun créant de 10 à 15% des emplois).

### Total employment effect from deployment in Belgium, in Europe and in the rest of the world (in jobs in that year, including construction and operations, both direct and indirect impact)

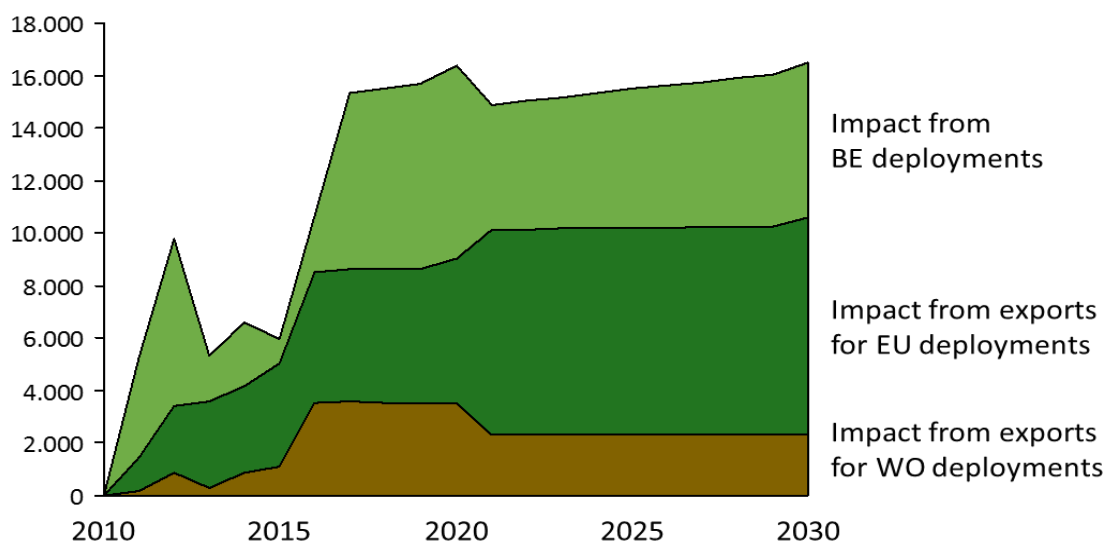


Figure 2. Impact des déploiements sur l'emploi en Belgique.

<sup>3</sup> La notion d'emplois directs et indirects se réfère respectivement à l'emploi dans les entreprises qui répondent directement à la demande finale (sous forme d'exportations, de consommation finale ou d'investissements) et d'emplois indirects chez leurs fournisseurs.

## III. L'ÉOLIEN OFFSHORE CONTRIBUE À L'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE AVEC PLUS D'1 MILLIARD DE VALEUR AJOUTÉE PAR AN

L'analyse indique un impact potentiel en termes de valeur ajoutée d'environ 13 milliards €<sub>2016</sub> cumulés sur la période 2010-2030, soit ~ 1 milliard €<sub>2016</sub> par an. Pour le secteur de l'énergie, qui génère aujourd'hui environ 10 milliards €<sub>2016</sub> de valeur ajoutée par an, l'industrie offshore pourrait donc continuer à offrir une contribution (directe et indirecte) importante à l'avenir.

Ces chiffres reflètent la valeur ajoutée de l'industrie éolienne offshore sur l'ensemble de la chaîne de valeur, à travers les activités directes (entreprises directement impliquées dans la construction des éoliennes) et indirectes (fournisseurs de ces entreprises).

Les impacts liés à la construction sont stables entre 2017 et 2030, avec une répartition relativement égale entre l'impact direct et indirect. La gestion opérationnelle des installations et leurs entretien et maintenance deviennent de plus en plus importants au fil du temps, avec l'augmentation des capacités installées.

**Total GDP impact from deployment in Belgium, Europe and world (in Mln €<sub>2016</sub> in that year)**  
including construction and operations, both direct and indirect impact

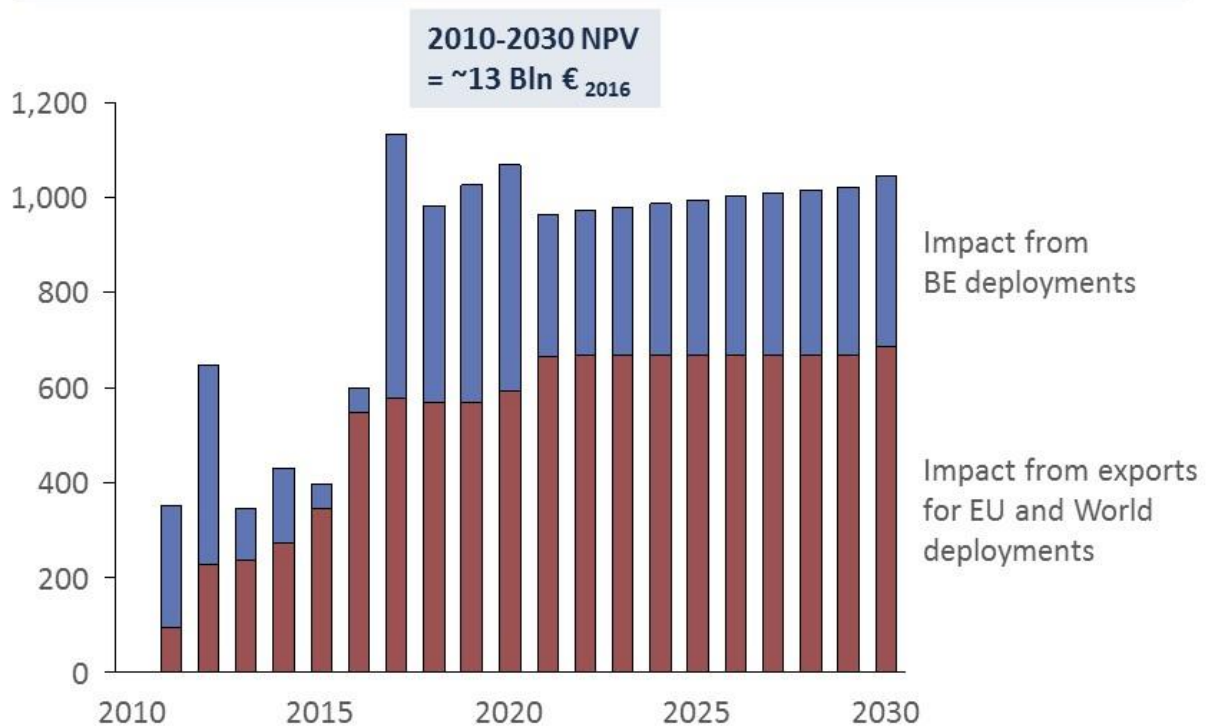


Figure 3. Impact des déploiements sur le PIB Belge.

## IV. LES INVESTISSEMENTS EN ÉOLIEN OFFSHORE AMÉLIORENT LA BALANCE COMMERCIALE

L'industrie éolienne offshore belge est activement impliquée dans le développement de l'industrie éolienne dans d'autres pays, au travers de l'exportation de connaissances, de savoir-faire, de produits et de services. La balance commerciale est la somme des importations d'électricité (diminuées en raison d'une production domestique plus élevée), de l'exportation supplémentaire des biens et services d'entreprises belges actives dans l'éolien offshore, desquels est soustraite l'importation des biens et services nécessaires à la construction des parcs éoliens offshore belges.

**La diminution des importations d'électricité** est basée sur les déploiements de capacité mentionnés ci-dessus, atteignant une production de 8.5 TWh en 2020 et 14.7 TWh en 2030. Cela représente une diminution des importations de près de 0.5 milliards €<sub>2016</sub> par an d'ici 2030 (sur base d'un prix de gros pour l'électricité de 40 € par MWh). **Les exportations** de l'industrie offshore belge s'élèvent à environ 1 milliard €<sub>2016</sub> par an jusqu'en 2030. **Les importations** de l'industrie offshore belge s'élèvent à un montant de ~ 0.5 milliard €<sub>2016</sub> par an jusqu'en 2030.

La valeur actuelle nette de l'effet de la balance commerciale est d'environ 13 milliards €<sub>2016</sub> cumulés sur la période 2010-2030 et atteint ~1.4 milliard €<sub>2016</sub> en 2030. C'est un élément essentiel de la dynamique induisant un impact macro-économique positif important car cela signifie que les flux monétaires sont réorientés vers l'économie belge.

Trade balance impact for Belgium (in Mln €<sub>2016</sub> in that year)

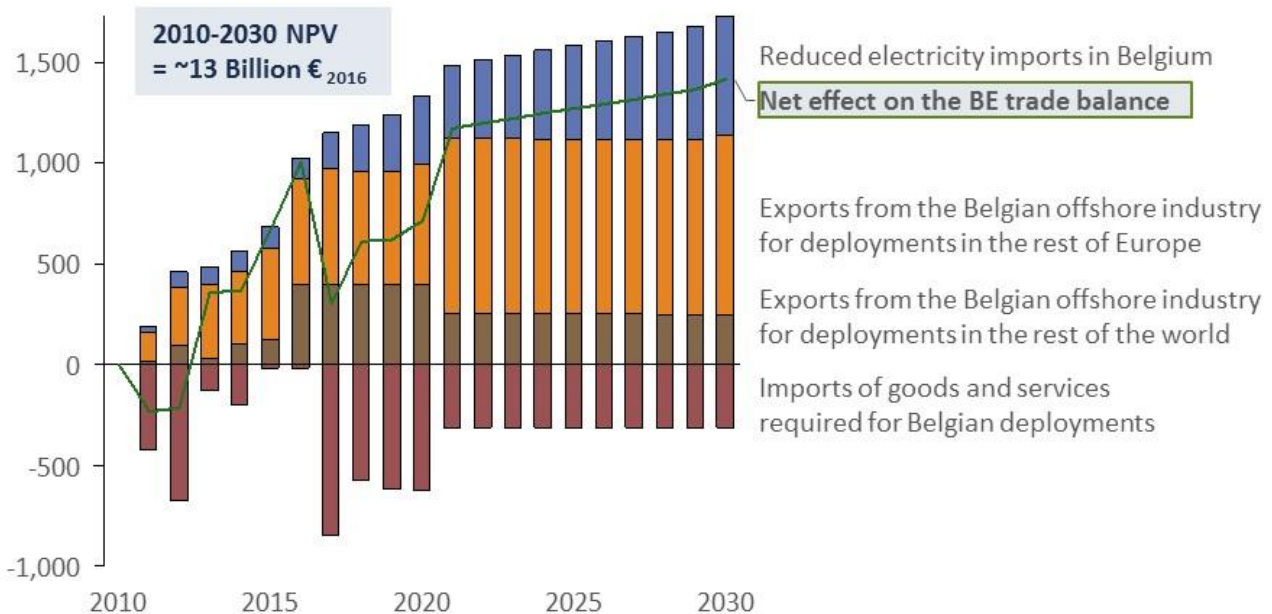


Figure 4. Impact sur la balance commerciale de l'éolien offshore.

V. L'IMPACT SUR LES FINANCES PUBLIQUES EST POSITIF

L'impact sur les finances publiques prend en considération l'ensemble de l'impact de l'industrie éolienne offshore. Il combine trois effets : la réduction des dépenses publiques grâce à la création d'emplois (ce qui diminue les frais de sécurité sociale), les recettes gouvernementales supplémentaires grâce à l'impôt sur des revenus plus importants et les dépenses gouvernementales requises pour soutenir le déploiement de l'éolien offshore. Ces différents montants sont directement liés aux déploiements en Belgique, dans le reste de l'Europe et dans le reste du monde.

La création d'emplois s'accompagne d'une réduction des **dépenses de sécurité sociale** d'environ 0.4 milliard €<sub>2016</sub> par an. Les **impôts sur le revenu** représentent environ 0.3 milliard €<sub>2016</sub> par an. Les deux augmentent avec les déploiements et la création d'emplois supplémentaires. Le **coût des subsides** représente près de 0.5 milliard €<sub>2016</sub> en 2020. Ces montants se basent sur les déploiements pour lesquels les subsides ont été définis jusqu'en 2020. Puisque le coût futur de l'éolien offshore n'est pas connu aujourd'hui, l'impact au-delà de 2020 n'a pas pu être chiffré.

**La combinaison des trois effets porte l'impact net sur les finances publiques bel, cumulé sur la période 2010-2020, à environ 1 milliard €<sub>2016</sub>.** Cela confirme que la discussion sur les subsides pour l'énergie éolienne offshore doit être complétée par les impacts positifs de l'industrie éolienne offshore sur les finances publiques.

Public finance impact (Mln €<sub>2016</sub>)

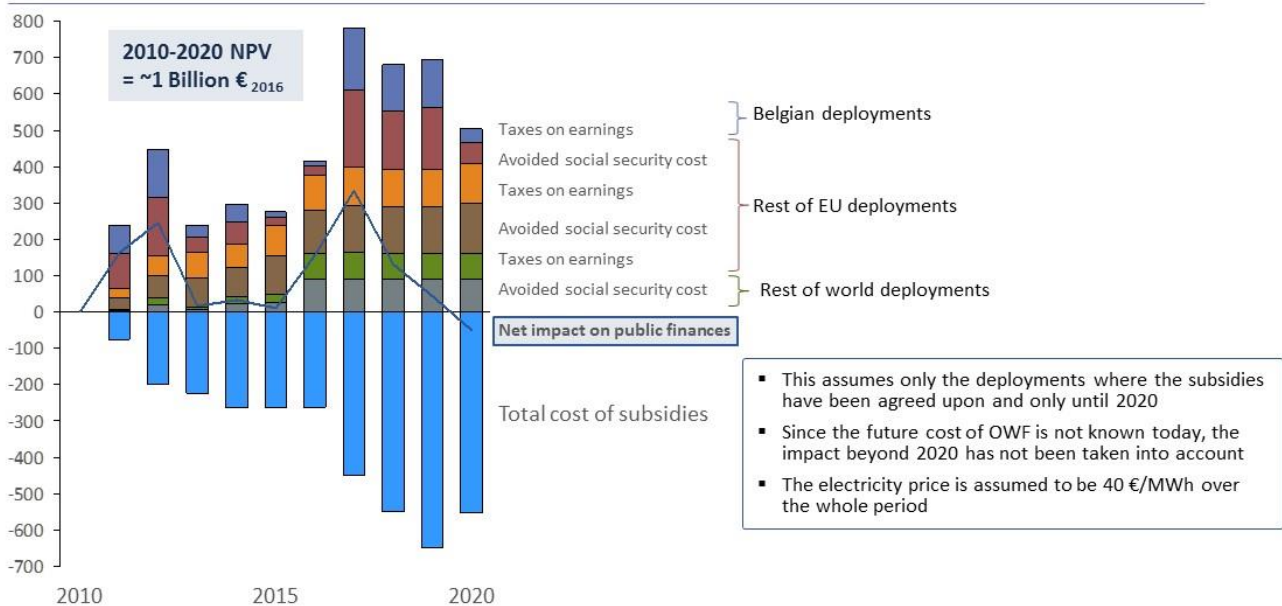


Figure 5. Impact net sur les finances publiques belges.



## VI. L'ÉOLIEN OFFSHORE INFLUENCE LES PRIX DE L'ÉLECTRICITÉ À LA BAISSÉ

Les technologies de production d'électricité à coûts opérationnels faibles (comme l'éolien offshore) influencent à la baisse le prix du marché de l'électricité. Cet effet s'applique à 100% de l'électricité achetée sur le marché (alors que les subsides ne sont bien entendu payés que pour la production éolienne offshore en tant que telle, qui représente environ 3 % de la production belge d'électricité en 2015).

Cet effet de 'Merit Order' est décrit dans plusieurs études. L'augmentation des sources d'énergie renouvelables contribue à contenir et même à réduire les prix de gros de l'électricité sur de nombreux marchés (à ne pas confondre avec la facture de l'électricité pour les consommateurs) en substituant une partie de la production des centrales thermiques classiques aux coûts de production plus élevés. Ces études estiment cet impact de 3 à 23 € par MWh. L'étude qui a examiné spécifiquement la Belgique a estimé l'impact dans la fourchette haute<sup>4</sup>.

L'effet de Merit Order est d'un ordre de grandeur similaire à l'impact des subsides pour l'éolien offshore. La CREG a reconnu cet effet dans son rapport de 2013<sup>5</sup> en déclarant que la réduction du prix de l'électricité sur ENDEX provenant de la contribution d'électricité de source renouvelable était plus importante que l'impact de l'éolien offshore sur la facture d'électricité (2,2 € par MWh vendu à l'époque). Le coût des subsides liés à l'éolien offshore est actuellement de 3,8 euros par MWh vendu<sup>6</sup>, toujours dans le bas de la fourchette identifiée pour l'effet de Merit Order (de 3 à 23 € par MWh).

En outre, le coût relatif des subsides diminue dans le temps car ils ne sont pas ajustés à l'inflation contrairement au reste de l'économie. Une inflation de 2% conduit à une réduction de 40% des subsides reçus au cours des dernières années de la période de subsides.

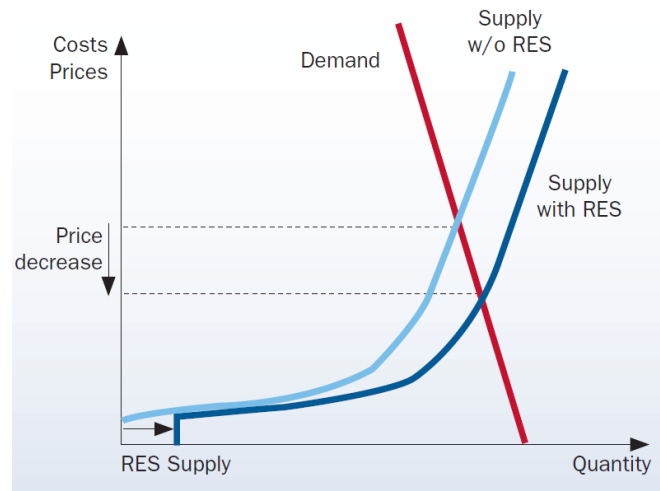


Figure 6. Impact de l'éolien sur le merit-order. Error! Bookmark not defined.

<sup>4</sup> Pöyry, Wind Energy and Electricity Prices, 'Exploring the merit order'. A literature review for the EWEA, 2010.

<sup>5</sup> Voir <http://www.creg.info/pdf/Studies/F1258NL.pdf>

<sup>6</sup> <http://www.creg.be/sites/default/files/assets/Tarifs/Elia/Elia-Tarifs2016-2019-FR.pdf>

## VII. L'ÉOLIEN OFFSHORE PERMET D'AUTRES EXTERNALITÉS POSITIVES

Les chiffres ci-dessus ne tiennent pas compte des effets positifs du déploiement de l'éolien offshore sur d'autres sujets comme la santé publique, la qualité de l'air et la baisse des émissions de gaz à effet de serre, ces différents effets étant identifiés comme les externalités positives.

Il est difficile de faire une estimation de ces coûts économiques, car les impacts couvrent un éventail large, comme les effets sur le commerce, les infrastructures, les risques géopolitiques et sécuritaires ainsi que les questions migratoires. Historiquement, les événements extrêmes liés au climat dans les États membres de l'Union européenne représentent plus de 400 milliards d'euros de pertes économiques depuis 1980<sup>7</sup>.

L'amélioration de la qualité de l'air a un effet positif direct sur les finances publiques grâce à la baisse des coûts des soins de santé. Selon les estimations de l'OCDE, le coût de la pollution atmosphérique représente environ 1% du PIB mondial<sup>8</sup>.

Les déploiements éoliens offshore en Belgique permettent des réductions significatives des émissions de gaz à effet de serre. La production d'énergie éolienne offshore représenterait une réduction d'environ 6 MtCO<sub>2</sub>e<sup>9</sup> par an en 2030, par rapport aux centrales au gaz (et le double par rapport à des importations d'électricité produites sur base du charbon). Cela représente 5% des 2015 émissions belges (118 MtCO<sub>2</sub>e) et 50% des émissions de la production d'électricité (12 MtCO<sub>2</sub>e)<sup>10</sup>. Selon le prix du carbone de 40 € par tCO<sub>2</sub>e nécessaire pour soutenir la décarbonation, cette réduction conduirait à des économies théoriques<sup>11</sup> allant jusqu'à ~200 Millions € en 2030.

<sup>7</sup> "Climate change poses increasingly severe risks for ecosystems, human health and the economy in Europe", EEA, 2017

<sup>8</sup> Voir <http://www.oecd.org/env/the-economic-consequences-of-outdoor-air-pollution-9789264257474-en.htm>

<sup>9</sup> Million de tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent

<sup>10</sup> Rapport Febeg : 12,15 MtCO<sub>2</sub>e pour le secteur de l'énergie, et Rapport environnemental du SPF : 118 MtCO<sub>2</sub>e pour la Belgique

<sup>11</sup> Les obligations européennes pour les gaz à effet de serre pour la production d'électricité sont déterminées par site de production sur l'ensemble de l'Europe par le système ETS. Cela signifie qu'il n'y a pas de lien direct entre les émissions évitées par l'éolien offshore et les obligations de ces entreprises ou des états.

## CONCLUSIONS

La Belgique est un des pays pionniers dans l'industrie éolienne offshore et devrait continuer à saisir les divers avantages de cette industrie.

L'éolien offshore pourrait soutenir encore davantage la production d'électricité propre, il pourrait contribuer à la décarbonation du secteur de l'électricité et permettre à la Belgique de bénéficier d'avantages économiques à long terme dont l'augmentation du PIB de l'ordre d'1 Milliard par an, de l'ordre de 15,000 à 16,000 emplois et l'amélioration de la balance commerciale de l'ordre de 1.4 milliards d'euros par an en 2030, tout en améliorant l'indépendance énergétique de la Belgique et l'impact positif sur la société. En outre, comme d'autres options de production d'électricité avec de faibles coûts opérationnels, l'éolien offshore peut conduire à une baisse des prix de gros de l'électricité du même ordre de grandeur que les subsides actuellement nécessaires.

Le développement éolien offshore présente un impact positif sur les finances publiques au travers des exportations qui génèrent des recettes fiscales complémentaires et des coûts de sécurité sociale inférieurs, ce qui compense le coût des subsides.

Poursuivre le développement de l'éolien offshore présente des avantages économiques, sociaux et environnementaux. Les déploiements en Belgique sont essentiels pour permettre à l'industrie belge de disposer d'avantages compétitifs et de participer pleinement aux développements à l'international.

## ANNEXE I: PRINCIPALES HYPOTHÈSES

Paramètre	Valeur	Source
Capacité éolienne offshore	2,200 MW en 2020 4,000 MW en 2030	Bureau Fédéral du Plan "EE/RES" scénario (RES 24% en 2020)
Inflation	2%	FPB/BNB
Discount rate	2%	Littérature
Taux d'imposition sur la valeur ajoutée	30.9%	Pr. Brechet & Pr. Eyckmans
Taux d'imposition sur le revenu	Inclus dans la taxe retenue sur la valeur ajoutée	Pr. Brechet & Pr. Eyckmans
Coûts de sécurité sociale évités (par la réduction du chômage)	25,000 € <sub>2016</sub> / emploi	Pr. Brechet & Pr. Eyckmans
Prix de l'électricité	40 € <sub>2016</sub> par MWh (présupposé stable au fil du temps en termes réels)	Entretiens avec des experts
Subsides	Le subside adéquat est appliqué à chacun des parcs	Arrêté Royal 16-07-2002 modifié, publications de la CREG

## ANNEXE II : METHODOLOGIE

L'approche des multiplicateurs entrée / sortie (I/O) a été utilisée pour développer le modèle socio-économique de l'énergie éolienne offshore<sup>12</sup>. Cette méthodologie est l'approche standard utilisée par le Bureau fédéral du Plan et utilise les mêmes multiplicateurs. Cette méthodologie est expliquée dans la Figure 7.



Figure 7. Méthodologie multiplicateurs entrée-sortie (I/O) utilisée dans cette étude

Grâce à la méthodologie des multiplicateurs entrée-sortie, la chaîne de valeur éolien offshore est liée aux secteurs sous-jacents de l'économie belge. Un modèle utilisant les multiplicateurs a été construit pour évaluer les impacts du déploiement offshore sur la production, les bénéfices et les emplois en fonction des dépenses dans l'industrie offshore, sur ses fournisseurs tels que les fabricants de pièces, le secteur de la construction, les fournisseurs du secteur de la construction etc.

Sur base d'une cartographie détaillée des composantes de la construction et de l'exploitation des éoliennes et des dépenses de la chaîne de valeur au fil du temps, les multiplicateurs ont été utilisés pour estimer les effets futurs sur le PIB et l'emploi: les dépenses dans la construction des éoliennes (CAPEX) créent une stimulation de la demande finale pour les produits et les services nécessaires pour réaliser cette dépense. Ces produits et services proviennent de la Belgique et d'autres pays. De même, l'exploitation et l'entretien des éoliennes stimulent la demande pour les produits et les services, avec un contenu domestique plus élevé.

<sup>12</sup> Les multiplicateurs représentent le ratio d'une variation dans le revenu national en raison d'un changement initial du niveau des dépenses de la demande finale: une augmentation (ou diminution) initiale du taux de dépenses entraînera une augmentation (ou une diminution) plus que proportionnelle du revenu national. Cette approche permet de saisir les effets directs et indirects d'un changement: la quantité d'un produit (bien ou service) produite par un (sous-)secteur donné dans l'économie est déterminée par la quantité de ce produit acheté par tous les utilisateurs du produit. Cela nous permet d'analyser l'économie belge comme un système interconnecté de secteurs qui s'influencent directement et indirectement entre eux, retraçant les changements structurels à travers des interconnexions sectorielles

La Figure 8 illustre la part estimée de l'industrie belge dans la construction de projets éoliens offshore en Belgique.

## Estimated share of Belgian expenditures in the construction of offshore wind projects in Belgium

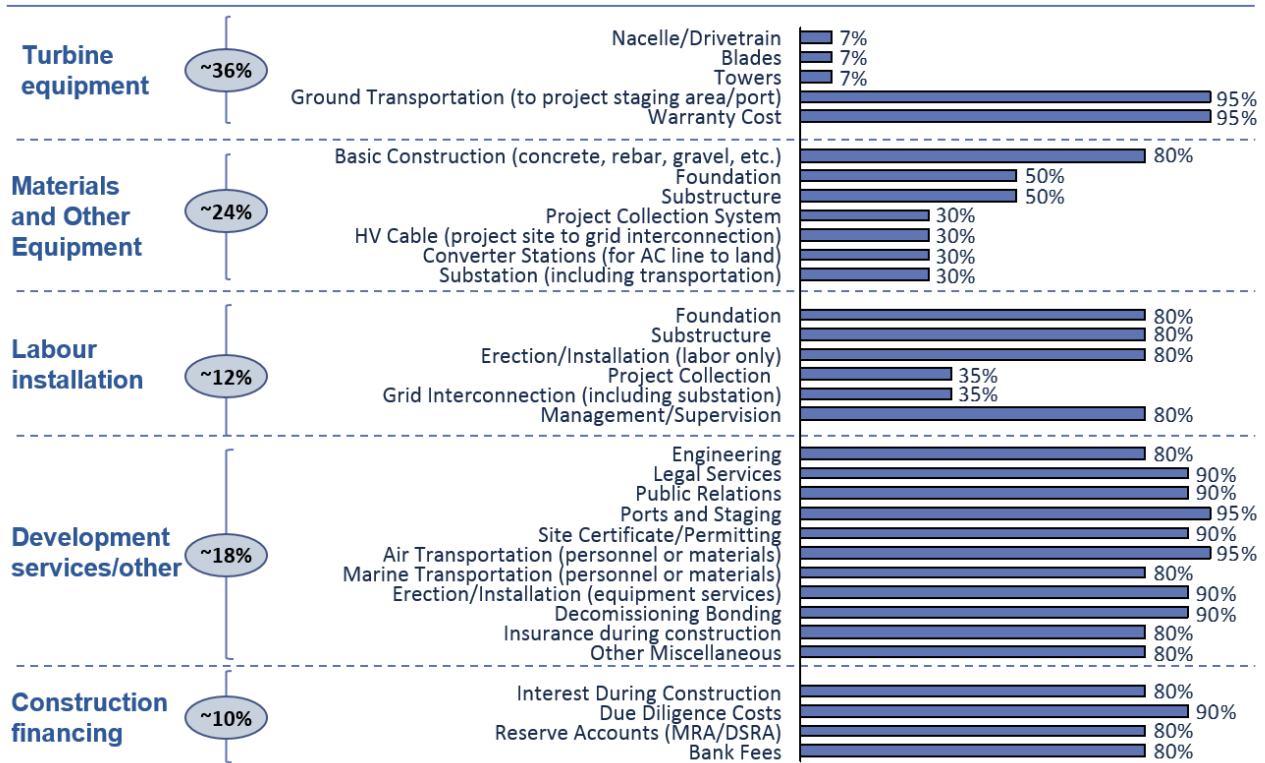


Figure 8. Part estimée des dépenses belges dans la construction d'éoliens offshore en Belgique.

La même logique s'applique aux opérations de projets éoliens offshore en Belgique. Pour les projets éoliens offshore dans le reste de l'Europe, la part de l'industrie belge a également été évaluée. Pour les déploiements internationaux, la part des opérations allouées à l'industrie belge est plus faible que pour les déploiements belges : les opérations auront tendance à être exécutées au niveau national et seront moins sous-traitées aux travailleurs belges.

## ANNEXE III : BIBLIOGRAPHIE/SOURCES/ÉTUDES CONSULTÉES

1. Commission wallonne pour l'énergie, Décision CD-5j18-CWaPE relative aux émissions de dioxyde de carbone de la filière électrique classique, 2005.
2. Assessment of National Renewable Energy Action Plans, Fraunhofer Inst. & Energy Economics Group, 2011
3. Etude relative à "l'analyse des coûts et le calcul de la partie non rentable pour l'éolien offshore en Belgique", CREG, 2011
4. Studie over de "de hervorming van de ondersteuning voor offshore windenergie met inbegrip van het jaarlijks verslag over de doeltreffendheid van de minimumprijs voor offshore windenergie", CREG, 2013
5. Richtlijnen over "de procedure voor de vastlegging van de waarden die in aanmerking worden genomen voor de bepaling van de minimumprijs per groenestroomcertificaat voor offshore windenergie", CREG 2014
6. CREG : Studie 1568. Studie over de analyse van ondersteuning van offshore windenergie met inbegrip van het jaarlijks verslag over de doeltreffendheid van de minimumprijs voor offshore windenergie. 2016
7. Wind Energy and Electricity Prices, Exploring the « merit order effect », a literature review for the EWEA, Pöyry, 2010
8. Macro-economic impact of the Wind Energy Sector in Belgium, Deloitte, 2012
9. Macro-economic impact of Renewable Energy Production in Belgium, E&Y, 2013
10. Support Activities for RES modelling post 2020, Fraunhofer, Energy Economics Group and Ecofys, 2012
11. Renewable & Sustainable Energy Review, Employment in Renewables: a Literature Review, Lachlan Cameron and Bob van der Zwaan, Submitted in 2013
12. Energieobservatorium Kerncijfers 2012, Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie, 2012
13. The European offshore wind industry - key trends and statistics 2014, EU Wind Energy Association, 2015
14. Dredging, Profit margins expected to remain fairly healthy until 2018, Rabobank 2013
15. The economic case of a tidal lagoon, Industry in the UK, a scenario based assessment of the macroeconomic impacts of tidal lagoons for power generation on the UK economy, Cebr, 2014
16. Greenhouse gas emissions from fossil fuel fired power generation systems, Joint Research Center, 2001
17. North Sea offshore wind, Developments in Belgium and the Netherlands, Loyens & Loeff, 2014
18. Transmission Line Jobs and Economic Development Impact (JEDI) Model, National Renewable Energy Laboratory, 2013
19. Evaluation des coûts socio-économiques des mesures du projet de plan Air-Climat-Energie wallon, Climact and Pr Bréchet, 2013
20. Scenarios for a Low Carbon Belgium by 2050, Climact and VITO 2013
21. Walking the green mile in Employment, Employment projections for a green future, Federal Planning Bureau, 2013

22. Economisch belang en concurrentievermogen van de Belgische baggersector, Federatie der Baggerwerken, Pr. Theo Notteboom, Pr. Willy Winkelmanns, 2006
23. Economische Impact Studie (EIS) voor de Belgische scheepvaartcluster, Policy Research Corporation voor Koninklijke Belgische Redersvereniging, 2013 & 2014
24. L'impact micro et macroéconomique des énergies renouvelables en Région wallonne, Tweed, 2014
25. Wind energy scenarios for 2020, EWEA, 2014
26. Wind in power, 2012 European statistics, EWEA, February 2013
27. CIRED, L'effet net sur l'emploi de la transition énergétique en France : Une analyse input-output du scénario négaWatt, Philippe Quirion, April 2013
28. B. Dahlby (2008). The marginal cost of public funds – theory and application, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
29. S. Barrios, J. Pycroft and B. Saveyn (2013). The marginal cost of public funds in the EU: the case of labour taxes versus green taxes, Taxation Papers n.35/2013, European Commission.
30. Coût d'opportunité des fonds publics et rareté des fonds publics, Quinet Report, Commissariat général à la stratégie et à la prospective, Paris, 2013.
31. G. Ruggeri (1999). The marginal cost of public funds in closed and small open economies, Fiscal Studies 20(1), 41-60.
32. B.J. Heijdra and F. van der Ploeg (1996). Keynesian multipliers and the cost of public funds under monopolistic competition, The Economic Journal 106(438), 1284-1296.
33. Brent R.J. (2006). Applied Cost-benefit Analysis, Second Edition, Edward Elgar Publishing.
34. Direct employment in the wind energy sector: An EU study, Elsevier in Energy Policy 37, Maria Isabel Blanco, Gloria Rodrigues, 2009
35. Job retention in the British offshore sector through greening of the North Sea energy industry, Elsevier in Energy Policy 39 Miguel Esteban, David Leary, Qi Zhang, Agya Utama, Tetsuo Tezuka, Keiichi N. Ishihara, 2011
36. Wind at work, Wind energy and job creation in the EU, Nicolas Fichaux, European Wind Energy Association, 2009
37. Wind Energy and Electricity Prices, Exploring the « merit order effect », a literature review for the EWEA, Pöyry, 2010
38. Innovation outlook offshore wind, IRENA, 2016
39. Cost of offshore wind energy after the latest Dutch auction, DONG Energy, 2016
40. Rapport annuel 2015, FEBEG, 2016
41. Plan de Développement fédéral du réseau de transport 2015-2025, ELIA, 2015
42. Bureau Fédéral du Plan, Le paysage énergétique Belge : perspectives et défis à l'horizon 2050, 2014
43. Bureau Fédéral du Plan, Etude sur les perspectives d'approvisionnement en électricité à l'horizon 2030, 2015
44. Cludius et al. (2014) The merit order effect of wind and photovoltaic electricity generation in Germany 2008–2016 estimation and distributional implications, Energy Economics 44 (2014) 302–313
45. Federal Planning Bureau, Cost-benefit analysis of a selection of policy scenarios on an adequate future Belgian power system, economic insights on different capacity portfolio and import scenarios, 2017