



Le coût de l'énergie renouvelable sans politique en matière de technologie

2016/1

11 | 03 | 2016



Résumé

La facture de l'énergie renouvelable dépend fortement de la politique en matière de technologie qui doit introduire la révolution renouvelable. La diffusion de technologies radicalement nouvelles exige toutefois une politique très soutenue au niveau technologique, accompagnée de mesures tant du côté de la demande que de l'offre. Sans une politique R&D préalable, la diffusion de technologies auparavant inefficaces menace de s'avérer inutilement coûteuse.

Les chiffres des ratios pull/push nous apprennent que l'Europe dépense 150 fois plus en subsides de production pour des technologies renouvelables relativement inefficaces que pour le développement de meilleures technologies moins coûteuses. De ce fait, la facture totale des subsides de production pour l'énergie renouvelable s'élèvera en 2030 à un montant oscillant entre 790 et 890 milliards d'euros. Si on avait d'abord investi dans le développement de meilleures technologies, la facture finale aurait indubitablement été moins importante.

JOHAN ALBRECHT
Senior Fellow Itinera Institute

Durable et faible en énergie ?

L'énergie renouvelable est d'une importance cruciale pour la politique climatique, mais elle a également un prix. La facturation des coûts de subvention de l'énergie renouvelable dans la facture d'électricité du consommateur final est budgétairement intéressante, mais a également des limites. Les subsides pour l'énergie renouvelable augmentent la facture d'électricité. En outre, de petites hausses peuvent également avoir de grandes conséquences. Cela peut avoir un impact sur la compétitivité de nos entreprises qui doivent être concurrentielles au niveau international. Dans des secteurs où les marges sont faibles, une petite hausse des coûts énergétiques peut causer une grande perte de part de marché. Mais la facture d'énergie doit également être surveillée pour nos familles. Selon la Fondation Roi Baudouin, une famille belge sur cinq vit aujourd'hui dans la pauvreté¹ énergétique et cette proportion ne cesse d'augmenter. Les coûts de subvention de l'énergie renouvelable contribuent dans une mesure très limitée à la pauvreté énergétique. Mais ces coûts de subvention augmentent au fil des ans, en raison des choix de politique antérieurs en matière de panneaux solaires, de vent off-shore et de biomasse.

Une facture d'électricité plus élevée signifie également que des familles doivent pouvoir consacrer moins à d'autres catégories de dépenses comme l'alimentation, les vêtements, la détente, le tourisme, etc. La politique en matière d'énergie renouvelable crée des emplois dans les entreprises énergétiques, mais entraîne aussi la disparition d'emplois dans d'autres secteurs comme la distribution et l'horeca.

Mais pourquoi la facture d'énergie renouvelable est-elle si élevée ? Voici quelques explications possibles. Les technologies énergétiques renouvelables dépendant de la météo doivent faire face à une densité énergétique réduite, à une utilisation faible de la capacité - par exemple 13 % pour les panneaux solaires - et à l'incapacité de suivre la demande d'électricité sans l'ajout d'un système de stockage. Ces limitations ont pour l'instant un prix, mais le développement technologique progresse également et peut procurer d'agréables surprises. La chute spectaculaire des coûts des panneaux solaires après 2010 en est une illustration. Un panneau solaire est toutefois une commodity qui, après la production de masse, peut être diffusé assez simplement sur le marché. Ce n'est pas tout à fait le cas des projets complexes comme les projets de biogaz ou des systèmes de stockage à grande échelle. Une autre explication du prix de revient relativement élevé de l'énergie renouvelable en Europe est la négation de l'importance des études technologiques préalables. La R&D est à la base des révolutions technologiques importantes. Sans une politique R&D forte, nous n'assisterons à aucune révolution, mais à des évolutions lentes...

¹ <https://www.kbs-frb.be/nl/Newsroom/Press-releases/2015/20151124ND>

Poussée technologique ('technology-push')

La transition énergétique sur la base de technologies énergétiques renouvelables est un projet radicalement technologique. Des technologies radicalement nouvelles ne tombent jamais du ciel, mais se préparent des décennies durant et sont introduites en phases successives avec des recherches de base financées publiquement, une collaboration public-privé entre les entreprises et les instituts du savoir, des recherches appliquées financées de façon privée, la création de marchés de niche définie directement et d'incitations financières². Ce cycle de phases successives est spécifique pour chaque (r) évolution technologique et peut, dans certains cas, prendre beaucoup de temps. De ce fait, nous pouvons aujourd'hui utiliser un trajet long d'environ 40 années de technologies de l'information très puissantes et toutefois très bon marché.

Des technologies énergétiques ne peuvent pas être comparées aux technologies appréciées des consommateurs comme les smartphones. L'électricité n'est rien de plus qu'une commodity. Le public général est apparemment fasciné par les tout derniers smartphones, mais présente un intérêt très limité pour l'électricité afin de recharger les batteries. Et tous les consommateurs ne veulent pas spontanément payer davantage pour de l'électricité verte. Dans ce marché difficile, des subsides sont nécessaires et les avancées nécessaires doivent être réalisées afin de minimiser les coûts de subvention. Malheureusement, les autorités ont, ces dernières décennies, accordé trop peu de moyens aux études technologiques, en ce qui concerne des technologies énergétiques renouvelables plus efficaces. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a publié en 2010 une comparaison entre les besoins estimés³ de recherches de base financées publiquement dans les pays de l'OCDE afin de pouvoir mener une politique climatique très ambitieuse et les dépenses publiques annuelles pour la recherche et le développement en matière de technologie de l'énergie. Le tableau 1 prouve que le fossé entre les dépenses R&D optimales et réelles est très important pour quelques technologies essentielles de la transition énergétique. L'AIE demande dès lors également une forte augmentation des dépenses R&D en matière d'énergie dans les pays de l'OCDE. Cet appel n'a, pour l'instant, pas reçu de réponse ou seulement un retour très hésitant. De ce fait, la chance d'assister à une transition énergétique abordable avec une forte réduction des émissions globales de CO₂ se réduit.

2 Des marchés de niche et des incentives fiscaux sont en principe utilisés, afin d'encourager temporairement la diffusion de technologies déterminées. Ainsi, les consommateurs et les utilisateurs peuvent évaluer de nouvelles technologies et donner un feed-back utile aux producteurs. Les producteurs peuvent également créer des effets d'apprentissage, permettant à terme de faire baisser les coûts de production. Sans une limitation dans le temps du marché de niche et des incentives fiscaux, il y a moins de pression auprès des entreprises pour réaliser des diminutions de coûts. Ce n'est avantageux ni pour les consommateurs ni pour les contribuables.

3 L'AIE chiffre les coûts minimaux de la transition sur la base d'une diminution attendue des coûts d'investissements pour les technologies à faibles émissions de carbone entre 2010 et 2050. Sur la base des données historiques, l'AIE fait une projection de la R&D nécessaire, afin de pouvoir réduire à terme les coûts d'investissements. De telles projections sont surtout indicatives.

Tableau 1 – Fossé entre les dépenses R&D optimales et réelles dans les pays OCDE (par an, million US\$)

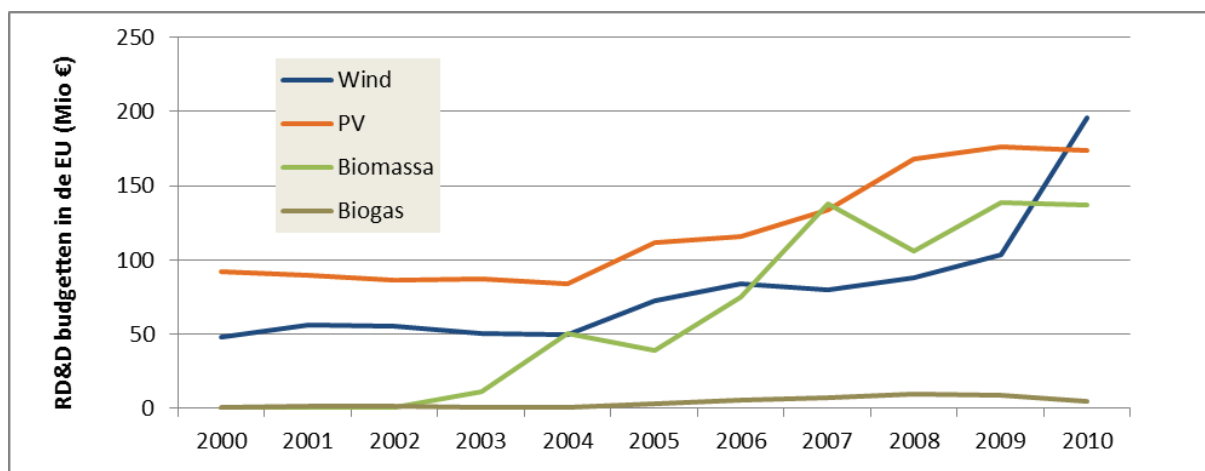
	Optimales (par an)	Réelles (par an)
Bioénergie (biomasse et combustibles bio)	1 500 – 3 000	530
Efficacité énergétique (industrie)	5 000 – 10 000	530
Smart grids	5 600 – 11 200	530
Solar (PV + CSP + solar heating)	1 800 – 3 600	680
Vent	1 800 – 3 600	240

Source ; IEA (2010). *Energy Technology Perspectives 2010 (tableau 12.2)*

Les recherches technologiques financées de façon publique sont essentielles pour des innovations radicales. Le secteur privé investit trop peu de moyens dans des études technologiques trop incertaines au temps de récupération très long. Ces sous-investissements privés dans le secteur R&D sont dès lors un exemple type de l'échec du marché. Nous trouvons la correction logique de cet échec du marché dans les efforts R&D publics. Ils renforcent les recherches de base qui permettront par la suite de nourrir de nouveaux secteurs technologiques. Sans la R&D publique, nous devons attendre beaucoup plus longtemps de nouvelles vagues technologiques et vous n'auriez pas encore pour l'instant de smartphone en main. Lorsque les autorités souhaitent subsidier une nouvelle technologie du marché, le choix doit être fait entre la subvention de la recherche de base afin de rendre la technologie plus efficace à terme, la subvention et la diffusion d'une technologie existante ou la combinaison de la subvention des recherches de base afin de pouvoir par la suite diffuser une technologie améliorée sur le marché.

Nous pouvons observer actuellement en Europe la signification concrète d'un sous-investissement systématique dans la recherche en matière de technologie énergétique. Dans la Figure 1, nous présentons d'abord les dépenses publiques en matière de recherches technologiques pour le vent, le PV, la biomasse et le biogaz dans l'Union européenne entre 2000 et 2010. Il s'avère ainsi que, pendant toute cette période, à peine 50 à 100 millions d'euros ont été chaque année consacrés au développement d'une technologie éolienne plus efficace. Toutefois, l'Europe s'attend à ce que l'énergie éolienne devienne à terme un composant très important de l'ensemble du système éolien européen. La technologie éolienne était-elle déjà si bonne et si abordable, aux environs de l'année 2000, que la recherche était encore à peine nécessaire ?

Figure 1 – Évolution des dépenses R&D publiques dans l'Union européenne, 2000 – 2010 (en millions d'euros)



Source ; Albrecht, J., Laleman, R. et Vulsteke, E. (2015). *Balancing demand-pull and supply-push measures to support renewable generation in Europe. Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49, 267-277

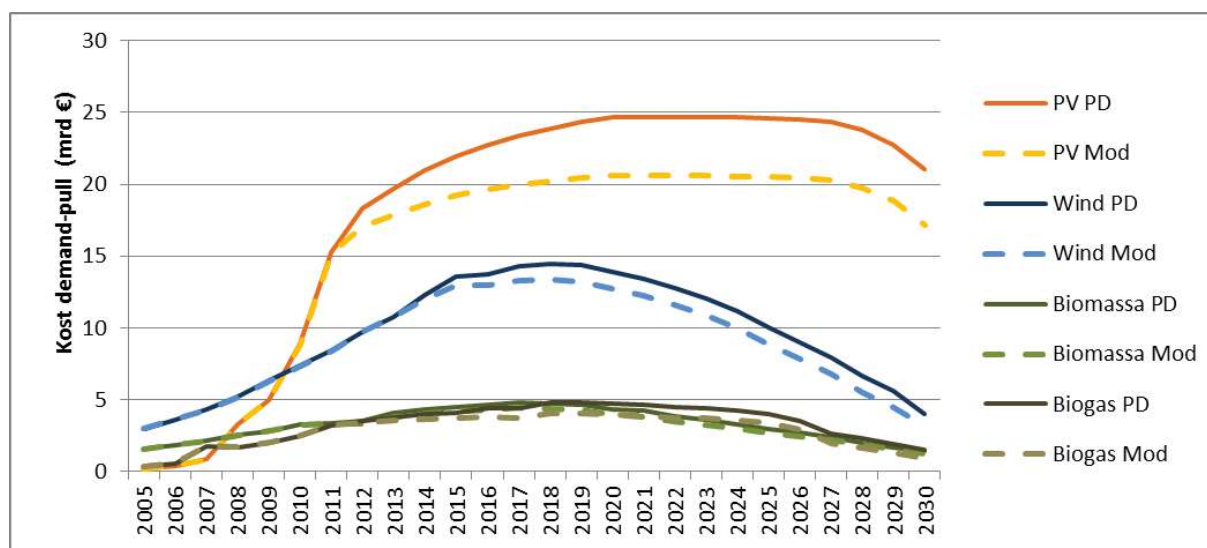
Après 2000, l'énergie renouvelable a reçu une place importante dans la politique climatique européenne. Cela s'est déroulé par étapes et a résulté en des objectifs obligatoires pour chaque État membre. Avec le paquet '20/20/20', l'Union européenne vise pour 2020 un apport d'énergie renouvelable de 20 % dans la demande totale d'énergie. C'est toutefois un objectif à court terme qui n'a pas été préparé par de grands efforts R&D durant la période 1985-2005. Afin de tout de même pouvoir réaliser l'objectif, les États membres n'ont d'autre possibilité que de subsidier les onéreuses technologies existantes sur le marché. Mais dès que les autorités ouvrent le robinet des subsides, le secteur ambitionnera un prix garantissant le rendement maximal au sein du cadre actuel des subsides. Avec des subsides généreux pour les technologies existantes, une partie de la pression d'innovation disparaît ; les autorités souhaitent toutefois subsidier la technologie aux coûts actuels du marché. Maximiser le volume est donc la priorité. Pourquoi, en tant qu'entreprise, investir de l'argent dans des recherches incertaines si les autorités n'ont tout de même d'autre choix que de subsidier généreusement la technologie actuelle du marché ? Il s'avère ainsi que des entreprises européennes actives dans le PV et la technologie éolienne ont à peine investi 0,5 à 1,5 % de leur chiffre d'affaires dans la R&D dans la période 2008-2013, alors que ce pourcentage était tout de même de 5 % pour l'engineering au sens large.

Via les subsides de production par MWh produit, les autorités optent pour des mesures du côté de la demande du marché ou des mesures *demand-pull*. La subvention de recherches technologiques est une mesure du côté de l'offre du marché ou une mesure *technology-push*. La facture élevée de ces subsides de production par MWh est partiellement la conséquence des subsides faibles pour les recherches de base technologiques.

Le coût des mesures 'demand-pull'

Les objectifs en matière d'énergie renouvelable à relativement court terme ont mené à des mécanismes de subside coûteux dont nous calculons les coûts cumulatifs dans la Figure 2. Pour chaque État membre européen, nous avons analysé le régime de subside pour quatre technologies – en tenant compte des modifications fréquentes intervenues au cours des années passées – et nous supposons un scénario d'extinction⁴ pour la période 2020-2030 (avec une différenciation par technologie). Une fois qu'aucun subside n'est plus attribué aux nouveaux projets, les coûts des mesures 'demand-pull' comme des subsides de production restent limités aux frais des projets existants. Vu que de nombreux projets sont subsidiés pendant 15 à 20 ans, il demeurera de nombreux flux de subsides en 2030 (peu importe la diminution des subsides pour de nouveaux projets pour 2030). Dans la figure, nous montrons deux scénarios par technologie, à savoir la politique (PD ou 'policy-driven') en plus d'une politique plutôt modérée (Moderate). Pour une politique ambitieuse, la part de chaque technologie dans la production totale est plus élevée que pour une politique modérée, tout comme les coûts totaux de subside.

Figure 2 – Coûts de subvention annuels pour l'énergie renouvelable dans l'UE, en milliards d'euros



Source ; Albrecht, J., Laleman, R. et Vulsteke, E. (2015). Balancing demand-pull and supply-push measures to support renewable generation in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49, 267-277

⁴ Pour plus d'informations, voir ; Albrecht, J., Laleman, R. et Vulsteke, E. (2015). Balancing demand-pull and supply-push measures to support renewable generation in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49, 267-277

Dans le Tableau 2, nous présentons les frais de subvention cumulatifs comme affichés dans la Figure 2. Il en ressort que les frais cumulatifs des subsides de production dans l'UE pour la période 2005 – 2030 s'élèvent à un montant oscillant entre 790 et 890 milliards d'euros. Les frais de subvention annuels pour l'énergie renouvelable continueront encore d'augmenter un moment avant de se stabiliser, puis de diminuer. Ce n'est pas une perspective alléchante pour la facture d'électricité. Face à ces montants importants, on trouve une part considérable, mais pas dominante, d'énergie renouvelable pour 2030.

Tableau 2 – Coûts cumulés des mesures 'demand-pull' dans l'UE, en milliards d'euros

		2005-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030	2005-2030
PV	PD	18,67	105,11	140,96	147,98	141,04	473,66
	Mod	18,67	97,00	120,12	123,57	116,96	407,06
Vent	PD	29,79	62,14	84,32	73,28	43,27	247,93
	Mod	29,79	61,25	78,57	66,34	36,65	230,62
Biomasse	PD	14,15	23,02	27,77	22,27	13,29	85,42
	Mod	14,15	21,93	25,61	20,26	11,95	79,81
Biogaz	PD	8,92	21,08	27,25	26,57	15,97	84,42

Source ; Albrecht, J., Laleman, R. et Vulsteke, E. (2015). *Balancing demand-pull and supply-push measures to support renewable generation in Europe. Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49, 267-277

Les Figure 2 et Tableau 2 sont, dans une mesure importante, la conséquence des efforts historiquement faibles en matière de R&D pour les technologies d'énergie renouvelable. Si les dépenses pour la R&D publique étaient un multiple des dépenses effectives dans la période 1985-2005, une autre génération de technologie renouvelable du marché aurait pu être subsidiée. De ce fait, les frais de subvention demand-pull cumulatifs pour une même énergie renouvelable étaient nettement moins élevés. Les coûts des subsides pour les panneaux solaires en Flandre en sont une belle illustration. La Flandre, petite région, a choisi d'accorder de très importants subsides - 450 euros par MWh pour un produit ayant une valeur de marché d'environ 50 euros par MWh - aux investisseurs dans le PV. Les conséquences sont connues : la petite part du PV dans la production totale est disruptive pour la facture du consommateur. Si la Flandre avait par contre attendu environ trois ans avant de subsidier les coûts nettement plus faibles des panneaux solaires, une politique

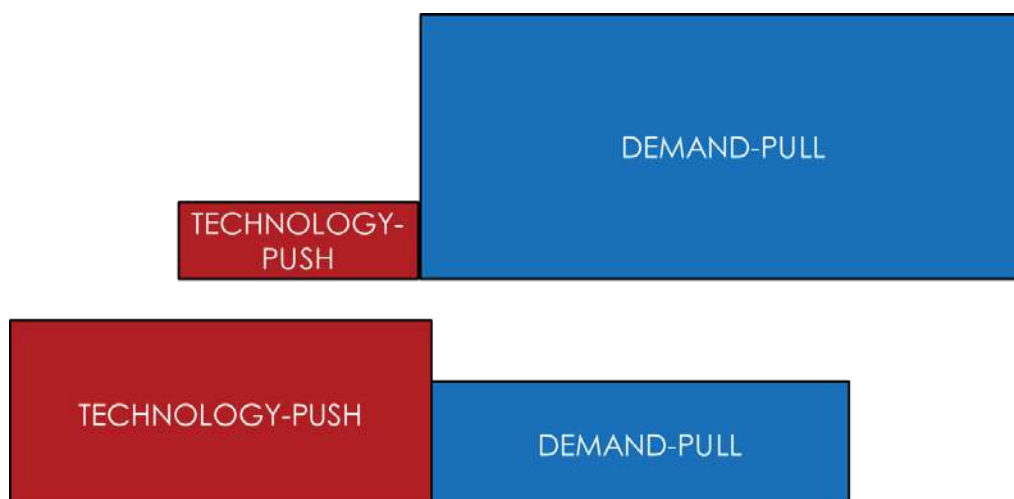
avec le même résultat final aurait⁵ vraiment coûté des milliards de moins. Des pays comme les Pays-Bas et l'Autriche ont attendu et en récoltent les fruits. Le contre-argument selon lequel la Flandre devait tout de même subsidier afin de réaliser des économies d'échelle et des effets d'apprentissage pour rendre le PV globalement moins cher n'est pas convaincant. La Flandre reste une petite région alors que, dans le même laps de temps, de grands volumes ont été installés en Allemagne, au Japon et aux États-Unis. En Europe, nous aimons penser que seule l'Allemagne - avec l'aide de la courageuse Belgique - a tiré la courbe d'apprentissage vers le bas, mais cela ne ressort pas de l'évolution de la capacité de grands pays comme les USA.

Dans la Figure 3, nous illustrons les deux options de politique pour réaliser un objectif comparable en matière d'énergie renouvelable. La partie supérieure de la figure illustre la politique actuelle dans l'UE. En raison des investissements historiquement faibles dans la R&D pour les technologies renouvelables, la facture de demand-pull ou subsides de production est importante, avec toutes les conséquences que cela entraîne pour le consommateur final. La partie inférieure de la figure montre une alternative où on a d'abord investi beaucoup dans la R&D pour attirer ensuite la technologie la plus efficace sur le marché. La facture des efforts R&D cumulés est un multiple de celle du premier scénario, mais la facture des subsides de production est bien entendu beaucoup plus faible. Appliquée à la politique européenne en matière d'énergie renouvelable, une partie importante des frais de subsides demand-pull attendus – 790 à 890 milliards d'euros – aurait pu être évitée par une multiplication des dépenses R&D dans la période précédente. Nous ne pouvons bien entendu pas prétendre avec certitude que, par exemple, un tiers de ces mesures demand-pull coûteuses aurait pu être évité, mais vu l'évolution du prix des panneaux solaires,⁶ il s'avère bien qu'attendre quelques années avant d'introduire des mesures 'demand-pull' aurait pu mener à de spectaculaires réductions de coûts. Il convient ici de bien insister sur le fait qu'« attendre » signifie que l'on travaille entre-temps d'arrache-pied aux innovations technologiques.

5 Itinera Institute (2012). Subsidies voor zonnepanelen; betaalt de Vlaming € 4 miljard of € 10 miljard teveel? [Subsidies pour les panneaux solaires ; le Flamand paie-t-il 4 ou 10 milliards d'euros de trop ?], <http://www.itinerainstitute.org/sites/default/files/articles/pdf/20121213zonnepanelennl.pdf>

6 La diminution des coûts de production des panneaux solaires est également le résultat des efforts R&D pour améliorer radicalement le processus de production des panneaux. De tels investissements ont souvent lieu après que la production a dépassé un certain seuil et sont généralement financés par des entreprises privées.

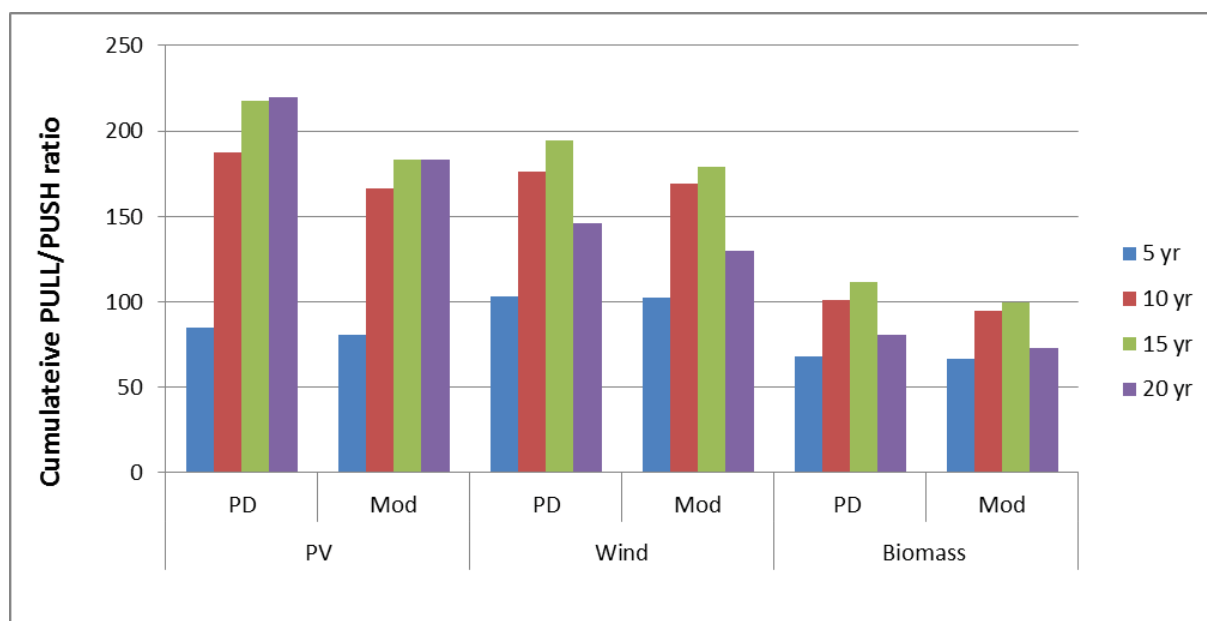
Figure 3 – Deux options de politique pour un seul et même résultat



Pour terminer, nous calculons également le rapport entre les dépenses demand-pull et technology-push cumulatives dans l'Union européenne. Pour chiffrer ces ratios pull/push, nous utilisons quelques lags ou retards, parce que nous supposons que les efforts R&D durant la période 2005-2010 ont surtout un impact sur les coûts d'investissements après 2010 ou 2015 (et donc pas tant sur les coûts d'investissement durant la même période). Il ressort de la Figure 4 que les faiseurs de politique européens ont opté pour une politique où les mesures demand-pull coûtent 150 fois plus que les investissements dans les mesures technology-push. Bien qu'il n'existe pas de cadre théorique convaincant pour définir le rapport idéal entre mesures demand-pull et technology-push pour les nouvelles technologies, la pratique européenne avec de très faibles investissements R&D n'est certainement pas optimale et très chère.

Le sous-investissement historique dans la R&D pour la technologie d'énergie renouvelable dans à peu près tous les pays occidentaux était une réalité que les faiseurs de politique de 2005 ont dû accepter. D'autre part, la politique climatique internationale existe au niveau institutionnel depuis 1992 et date des premières discussions sur les réductions de CO₂ via l'énergie renouvelable au sein de la Commission européenne de 1988 environ. Depuis lors, chaque document de politique prévoit un rôle important pour chaque énergie renouvelable. Il reste dès lors étonnant que la reconnaissance à juste titre du rôle de l'énergie renouvelable n'ait jamais mené à un soutien R&D technologique conséquent.

Figure 4 – Ratios pull/push cumulatifs pour le PV, le vent et la biomasse (avec 4 lags) dans l'UE



Source ; Albrecht, J., Laleman, R. et Vulsteke, E. (2015). Balancing demand-pull and supply-push measures to support renewable generation in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49, 267-277

La Figure 4 montre que les ratios pull/push sur la base de lags de seulement cinq années sont nettement inférieurs aux ratios sur la base de lags plus longs. Cette différence est due à une augmentation relativement récente des efforts R&D en matière d'énergie renouvelable dans la majorité des pays européens.

En Belgique également, les efforts R&D ont augmenté au cours des cinq dernières années. En raison des subsides de production très généreux pour l'énergie renouvelable, nous trouvons toujours pour notre pays des ratios pull/push relativement élevés, et ce malgré la récente augmentation des efforts en matière de R&D. Lorsque, sur la base des données disponibles pour la Belgique, nous divisons les coûts des mesures pull dans la période 2014-2016 par les coûts des mesures push dans la période 2011-2013, nous obtenons un ratio pull/push avec un lag de seulement 3 ans. Même pour cette période de dépenses R&D relativement élevées – desquelles nous pouvons attendre qu'elles compriment le ratio pull/push – nous trouvons pour le PV en Belgique un ratio pull/push de 85. Pour le vent, ce ratio pull/push s'élève en Belgique à 116. Pour la biomasse, nous obtenons toutefois un ratio pull/push d'environ 360 en raison de subsides très élevés pour les centrales de biomasse et du soutien technologique limité des nouvelles technologies de biomasse. Nous pouvons dès lors conclure que la Belgique utilise surtout des moyens pour diffuser des technologies existantes à un coût relativement élevé au lieu d'investir dans le développement de meilleures technologies qui peuvent être commercialisées par la suite à des coûts de subvention plus faibles.

Conclusions

Des technologies d'énergie renouvelables sont fondamentalement importantes pour la transition énergétique. La diffusion des technologies radicalement nouvelles exige une politique très soutenue au niveau technologique, tant du côté de la demande que de l'offre. 'Technology-push' ou des mesures d'offre comme des investissements R&D publics sont essentiels pour développer de meilleures technologies d'énergie. Par ailleurs, les mesures 'demand-pull' ou au départ de la demande - comme la création de marchés de niche temporaires, d'incentives fiscaux et de subsides de production sélectifs - veillent à des avantages d'échelle et à de nouvelles diminutions de coûts. Une politique efficace exige une bonne cohésion des mesures technology-push et demand-pull pendant une plus longue période ; des innovations technologiques radicales ne peuvent pas être mises en œuvre sur le marché, à court terme.

Malgré les grandes attentes en matière d'énergies renouvelables, la majorité des pays développés a négligé d'investir de façon ambitieuse dans la recherche de technologies d'énergie renouvelable plus efficaces. Il ressort d'analyses de l'AIE que les pays occidentaux devraient dépenser 5 à 10 fois plus en matière de recherche de technologie énergétique. Sans une politique R&D préalable, la diffusion de technologies auparavant inefficaces menace de s'avérer inutilement coûteuse. Toutefois, l'Europe a choisi des objectifs à court terme en matière d'énergie renouvelable sans stratégie R&D préalable. C'est une stratégie coûteuse parce que peu de consommateurs souhaitent spontanément payer plus pour de l'électricité verte. L'électricité est et reste un produit de base...

Les chiffres des ratios 'pull/push' nous apprennent que l'Europe dépense 150 fois plus en subsides de production pour des technologies renouvelables relativement inefficaces que pour le développement de meilleures technologies d'énergie, et donc moins coûteuses. De ce fait, la facture totale des subsides de production pour l'énergie renouvelable s'élèvera en 2030 à un montant oscillant entre 790 et 890 milliards d'euros. Si on avait d'abord investi dans le développement de meilleures technologies - financées par le contribuable - la facture de subvention finale aurait à coup sûr été moins importante. Une affaire regrettable pour le consommateur qui, dans la majorité des pays, se voit facturer ces frais de subvention dans sa facture d'électricité.

Il n'existe aucune loi économique fixant l'équilibre optimal entre 'technology-push' ou soutien de l'offre et 'demand-pull' ou soutien de la demande. Chaque trajet technologique est unique et demande une approche spécifique. Des visions technologiques radicales demandent toutefois une préparation technologique intense et de longue durée. La transition énergétique n'est pas un sprint, mais un marathon. La préparation à la course est toujours plus importante que la course elle-même. Ceux qui souhaitent bénéficier d'un projet radicalement technologique devront investir de façon conséquente.