

LE COUT DE L'ENERGIE VERTE EN WALLONIE

2003-2012¹

NICOLAS BOCCARD² & AXEL GAUTIER³

AVRIL 2015

Résumé

En 2003, la Wallonie a mis en place un système de certificats verts échangeables pour soutenir la génération d'énergie électrique "verte". Dans cet article, nous estimons que ce mécanisme de soutien a coûté 1,871 milliard € pour la période 2003-2012, soit un soutien de 107 €/MWh produit, avec de fortes différences entre filières de production, le photovoltaïque recevant jusqu'à 588 €/MWh. Les comparaisons internationales indiquent que le mécanisme wallon est particulièrement généreux. Nous montrons également que les économies induites de carbone sont extrêmement coûteuses avec un prix implicite pour la tonne de CO₂ évité de 425 €.

Abstract

In 2003, the Walloon region has installed a tradable green certificate mechanism to support the production of 'green' electricity. In this paper, we estimate that the total cost of the mechanism amounts to 1,871 billion € for the period 2003-2012, corresponding to a support of 107 €/MWh produced, with important differences between production technologies, the solar photovoltaic receiving up to 588 €/MWh. International comparisons indicate that the Walloon mechanism is particularly generous. We also show that the induced carbon savings are extremely costly with an implicit price of avoided CO₂ of 425 € per ton.

Codes JEL : Q42, Q48, L51

¹ Les auteurs remercient pour leur soutien financier le *FNRS* projet 'Beyond incentive regulation' (A. Gautier) et la *Generalitat de Catalunya* (AGAUR, XREPP) et le *Ministerio de Economía y Competitividad* (contract ECO2013-45395-R) (N. Bocard).

² Nicolas Bocard est professeur à l'Université de Gérone (Espagne). Email: nicolas.bocard@udg.edu

³ Axel Gautier est professeur à l'Université de Liège, HEC école de gestion et chercheur au LCII et au CORE. Email: agautier@ulg.ac.be

1) INTRODUCTION

La Région Wallonne a mis en place en 2003 un marché de certificats verts (CV), semblable à celui du Royaume Uni pour promouvoir le développement de la production d'énergie issue de sources d'énergie renouvelables (SER). En 2007, afin d'augmenter le soutien à la filière photovoltaïque, la Région Wallonne a modifié le taux d'octroi de CV pour cette dernière, passant ainsi de 1 CV/MWh produit à 7 CV/MWh. Ce changement a stimulé l'installation de panneaux solaires par les particuliers (+ de 25.000 nouvelles installations par an en 2011) mais il a été fortement décrié pour son coût⁴ et le rendement élevé garanti aux installations photovoltaïques de petite puissance (que le régulateur wallon de l'énergie –la CWAPE– évalue à 16% en 2010⁵).

L'objectif de cet article est d'évaluer le coût du mécanisme de soutien aux énergies vertes pour la période 2003-2012, soit la première décennie d'existence. Pour ce faire, nous développons une méthode de calcul qui incorpore tous les coûts liés aux certificats verts, en ce compris, le coût des CV manquants (avant 2007) et le coût des CV excédentaires (après 2007). Nos calculs n'incluent pas les coûts liés aux réseaux tels que coûts de connexion, de renforcement des réseaux, d'adéquation entre offre et demande, ni les subsides à l'investissement ou encore les abattements fiscaux liés aux unités de production SER. Le coût estimé se limite donc au seul mécanisme de soutien et représente 1,871 milliard € (en € équivalents de 2012) pour la période 2003-2012. A peu de choses près, ce montant a été intégralement versé aux producteurs d'énergie verte au titre de soutien à la production d'énergie SER. Ce subside est pris en charge intégralement par les consommateurs et une grande partie du montant a déjà été imputé.

Nous exprimons le coût du soutien en €/MWh produit et en €/t de CO₂ évitée. La première mesure est une estimation pour chaque filière de production du niveau de subside octroyé par unité d'énergie produite (MWh). Elle permet les comparaisons internationales et aussi entre les différentes technologies. Ce coût peut ensuite être rapproché aux bénéfices des énergies renouvelables en termes d'emploi, d'indépendance énergétique, d'innovation ou de croissance. L'estimation de ce bénéfice est particulièrement complexe et ne sera pas abordé dans cette étude.⁶ La deuxième mesure permet de jauger la politique de soutien aux énergies vertes au regard de l'objectif affiché de réduction des émissions de CO₂. Ce calcul permet de comparer le coût de la promotion de l'énergie électrique SER avec le coût du changement climatique, estimé par exemple par le GIEC ou la Commission Européenne, et plus en avant une comparaison avec d'autres politiques permettant d'atteindre le même objectif (la réduction des émissions de carbone).

⁴ Voir Collard (2013) pour une analyse critique du mécanisme de CV wallons.

⁵ Avis de la CWAPE concernant l'octroi anticipé de certificats verts aux installations de production d'électricité verte d'une puissance inférieure ou égale à 10 kW' du 23/11/2009 (référence CD-9k24-CWaPE-263).

⁶ Pour une estimation des bénéfices en termes d'emploi et de croissance des énergies SER voir Duscha et al. (2014).

2) LE MARCHE DES CERTIFICATS VERTS

Pour soutenir la production d'énergie SER, il existe deux types de mécanismes : les certificats verts échangeables (CV) et les tarifs d'injection plus connus sous l'acronyme anglo-saxon de FiT (feed-in tariff).⁷ Avec le tarif d'injection, le producteur reçoit un prix total, supérieur au prix du marché, pour injecter son électricité dans le système de transmission électrique (son injection est également prioritaire). Le grand avantage du FiT est de garantir un prix fixe et ainsi favoriser les investissements dans un environnement peu risqué. L'Allemagne et l'Espagne qui ont choisi ce système, ont considérablement développé les énergies renouvelables. Cependant, le tarif devrait être revu périodiquement pour prendre en compte le progrès technologique qui tend à réduire le coût des installations (et cela n'est pas toujours le cas). Avec le système alternatif des certificats verts, les producteurs d'électricité SER reçoivent, comme tout producteur, le prix de marché pour leur production et en plus un certificat vert dont la valeur est déterminée sur un marché spécifique. Le prix du certificat est une indication fidèle du soutien financier accordé aux SER; sur le marché des CV, la demande émane des fournisseurs qui sont contraints (par la loi) d'en acheter une proportion croissante chaque année. En théorie, le système de certificats pousse les investisseurs à choisir la ou les technologies les plus efficaces, dans la mesure où le prix du CV peut librement s'ajuster. A la différence du FiT, le mécanisme de CV ne garantit pas un soutien fixe pour les SER puisque le prix du CV fluctue. Il comporte dès lors un risque plus grand pour les investisseurs de la filière SER.

2.1 Le fonctionnement du marché des CV en Wallonie

En 2003, la Région Wallonne a mis en place un système de certificats verts pour soutenir la production d'électricité issue de sources renouvelables comme le solaire photovoltaïque, l'éolien, la biomasse, le petit hydraulique et la cogénération fossile. Du côté de l'offre, les producteurs d'électricité reçoivent des certificats au prorata de leur production. Le taux d'octroi par MWh varie par filière; il fut initialement basé sur la quantité de CO₂ évitée, ce qui tout fait recommandable d'un point de vue d'efficacité économique. L'éolien, l'hydraulique et le solaire reçoivent donc un CV par MWh produit tandis que le taux d'octroi pour la biomasse (de 0,7 à 1 CV par MWh) et la cogénération fossile (de 0,2 à 0,4 CV par MWh) sont logiquement inférieurs. En 2007 toutefois, le taux d'octroi fut modifié pour la filière photovoltaïque par l'application d'un coefficient multiplicateur de 7 pour les installations de petites puissances (<10 kWc), ceci dans le but de promouvoir le développement de la filière solaire (plan SOLWATT) ; ce taux d'octroi a progressivement été réduit pour les nouvelles installations à partir de 2012. Nous reprenons les taux d'octroi effectifs pour la période 2003-2012 dans le tableau 2 (section 2.2). Les CV sont octroyés pour une durée limitée de 10 ans. En 2007, la durée d'octroi fut allongée à 15 ans pour certaines filières moyennant l'application

⁷ Menanteau et al. (2003), Ringel (2006).

d'un coefficient de réduction pour les 5 dernières années et en 2014 la durée d'octroi fut ramenée à 10 ans pour le photovoltaïque.

Du côté de la demande, la loi oblige les fournisseurs d'électricité à remettre une quantité de CV correspondant à un pourcentage prédéterminé de l'électricité qu'ils ont vendu. En 2003, le quota nominal fut fixé à 3% et il a depuis évolué linéairement à concurrence d'une augmentation de 1% par an jusqu'en 2009 (arrivant ainsi à 9%). Pour la période 2010-2012, l'augmentation annuelle du quota de CV était de 2,25% (arrivant ainsi à 15,75% fin 2012), pour la période 2013-2016, l'augmentation annuelle est de 3,7% (arrivant ainsi à 30,4% fin 2016). Néanmoins, et comme dans tous les pays européens, certains grands consommateurs industriels ne sont pas inclus dans le système, ce qui implique que le quota effectif est inférieur au quota nominal. Les tableaux 1 et 2 reprennent les données relatives au quota effectif ainsi que le niveau de production d'électricité renouvelable en Wallonie.

Puisque les certificats sont octroyés à des producteurs mais sont exigible des fournisseurs, un marché a été mis en place pour faciliter les échanges de certificats. Les fournisseurs peuvent acquérir les CV manquants sur ce marché auprès des producteurs d'énergie verte. Le marché est organisé et géré par la CWAPE qui enregistre toutes les transactions de CV. La CWAPE est en outre tenue de remettre chaque année un rapport détaillé sur l'évolution du marché. Ces rapports constituent la principale base de données de notre étude. Un fournisseur qui ne remettrait pas la quantité de CV correspondant à son quota se voit infliger une amende administrative de 100€ par CV manquant. Par ailleurs, le gestionnaire de réseau de transport (GRT) ELIA se voit obliger de racheter les CV à un prix fixé de 65€. Il y a donc *de facto* un prix plancher (65€) et un prix plafond (100€) sur le marché des CV qui ne laissent qu'une petite bande de mouvement. La Région bruxelloise a mis en place un système similaire de CV et les fournisseurs peuvent remettre des CV wallons pour satisfaire leur quota en région bruxelloise si le nombre de CV disponible sur le marché bruxellois est insuffisant. Notons que les échanges de CV avec la Flandre qui utilise un mécanisme similaire ne sont pas possibles.⁸

Le coût du mécanisme est répercuté sur les consommateurs par les fournisseurs d'électricité et les gestionnaires de réseaux de distribution (GRD). Au niveau des fournisseurs, la répercussion du coût doit être transparente vis à vis des clients mais le prix facturé au client final n'est pas régulé.⁹ Le coût des CV rachetés par ELIA est transféré au consommateur final à travers d'une surcharge régionale facturée par les GRD et approuvée par le régulateur.

1.2 Historique du marché et de ses déséquilibres

De 2003 à 2006, la quantité de CV émis annuellement ne couvrait pas le quota de CV car la production SER était encore faible. Les fournisseurs se sont vus forcés de palier le manque de CV

⁸ Voir Collard (2012) pour une présentation détaillée des différents mécanismes de soutien aux énergies renouvelables en Belgique.

⁹ Dans la pratique, certains producteurs ont répercuté aux clients un montant par CV égal au montant maximal de 100€.

en payant l'amende de 100€ par CV manquant. Il faut noter que tous les CV émis n'ont pas été remis à la CWAPE et qu'un petit stock de CV s'est constitué malgré la pénurie. La constitution d'un stock de CV –dès la mise en place du marché– a assuré une certaine liquidité au marché.

A partir de 2007, le déséquilibre change de sens, lorsque la production annuelle de certificats commence à excéder le quota de certificats à remettre. Dans les années suivantes, ce déséquilibre s'accroît en raison du succès de la filière photovoltaïque (au vu du soutien généreux dont elle bénéficie). En 2012, la production de CV était deux fois supérieure au quota à remettre pour cette année. L'excédent de CV pour l'année 2012 correspond à peu de choses près aux CV octroyés au solaire photovoltaïque. Du fait de l'excès de CV par rapport au quota, le stock de CV non-utilisés n'a fait que s'accroître et les producteurs ont commencé à revendre leurs CV à ELIA au prix garanti de 65€. Fin 2012, il y avait plus de 4 millions de CV en stock, ce qui représente une année et demi de quota (151% du quota annuel). Le déséquilibre sur le marché des CV est illustré sur la figure 1 qui reprend, pour chaque année, la quantité de CV émis, la quantité de CV rendus aux régions, à ELIA et le stock de CV à la fin de l'année. Vu l'excès d'offre sur le marché, le prix du CV a baissé continuellement (voir tableau 1). Le prix reste cependant supérieur au plancher du fait de nombreux contrats d'achat de long-terme conclus entre producteurs et fournisseurs.

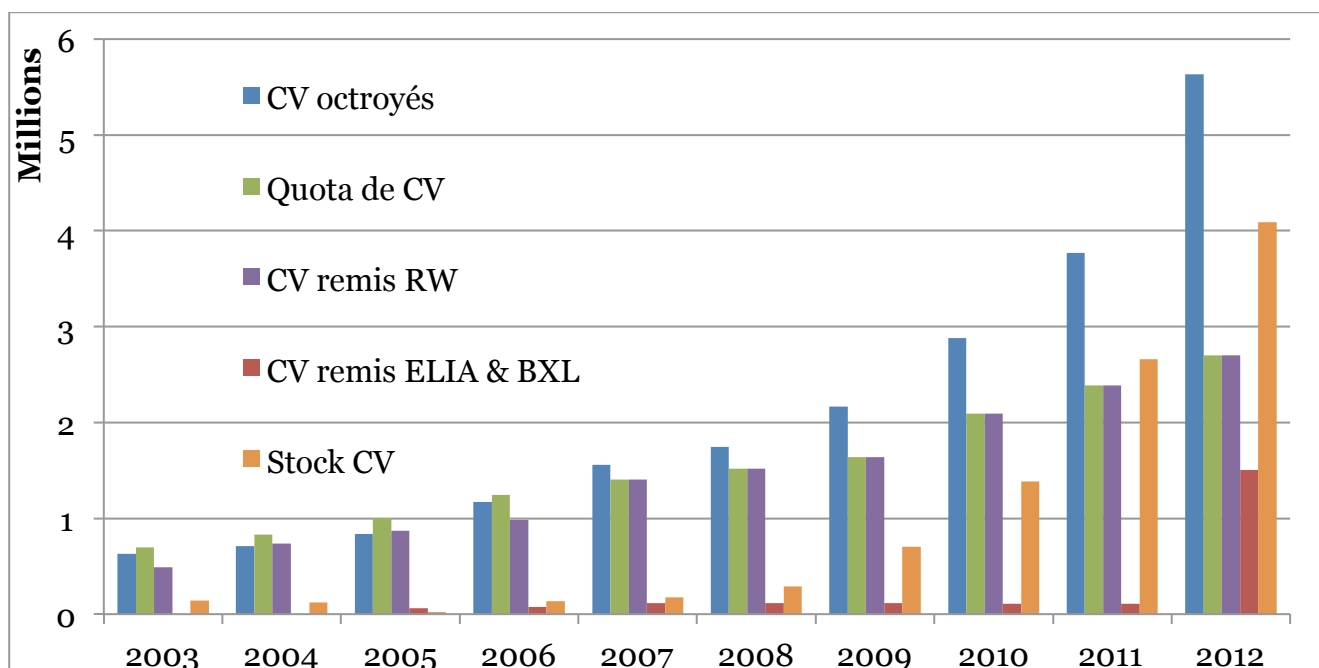


Figure 1 : Le marché des CV 2003-2012

1.3 La production d'énergie renouvelable en Wallonie

La production d'énergie verte a été multipliée par 6 en une décennie. En 2003, on produisait 567 GWh d'énergie renouvelable, principalement dans des centrales hydrauliques et de biomasse. En 2012, la production arrive à 3214 GWh d'énergie renouvelable ; le solaire représentait 13% de la production, l'éolien 37%, la biomasse 38% et l'hydraulique 11% et la cogénération fossile moins de 1%. La production d'énergie verte couvrait 14% de la consommation électrique wallonne. Le graphique 2 montre l'évolution de la production d'énergie verte. Sur le graphique 3 (qui conserve la même échelle), nous mettons en parallèle l'évolution du nombre de CV octroyés par filière. Le graphique montre clairement le soutien considérable accordé au solaire photovoltaïque. En 2012, celui-ci produisait 13% de l'énergie renouvelable mais recevait 48% des CV émis.

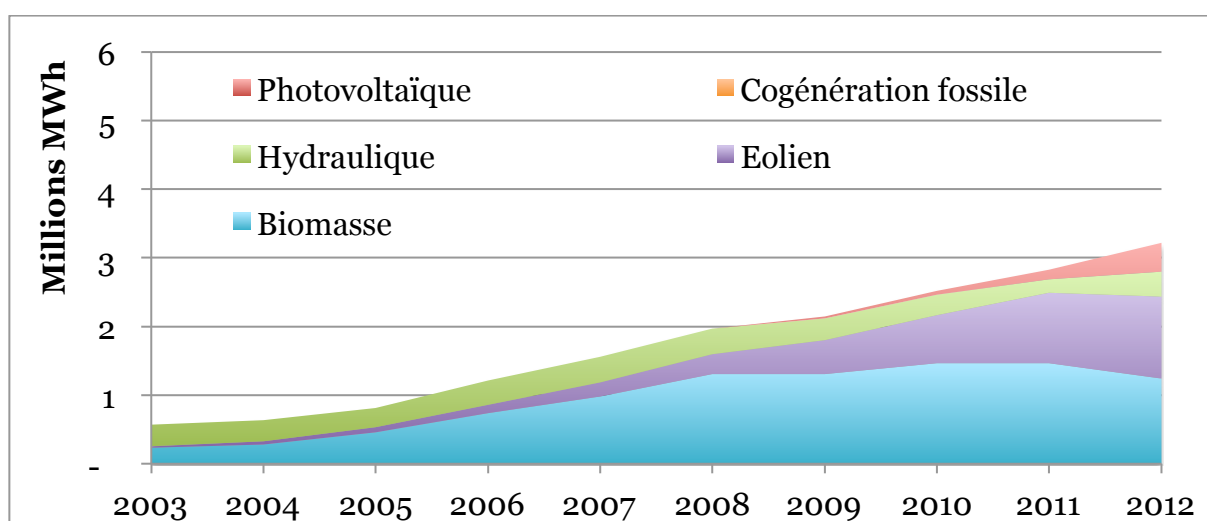


Figure 2 : Production d'énergie renouvelable par filière, 2003-2012

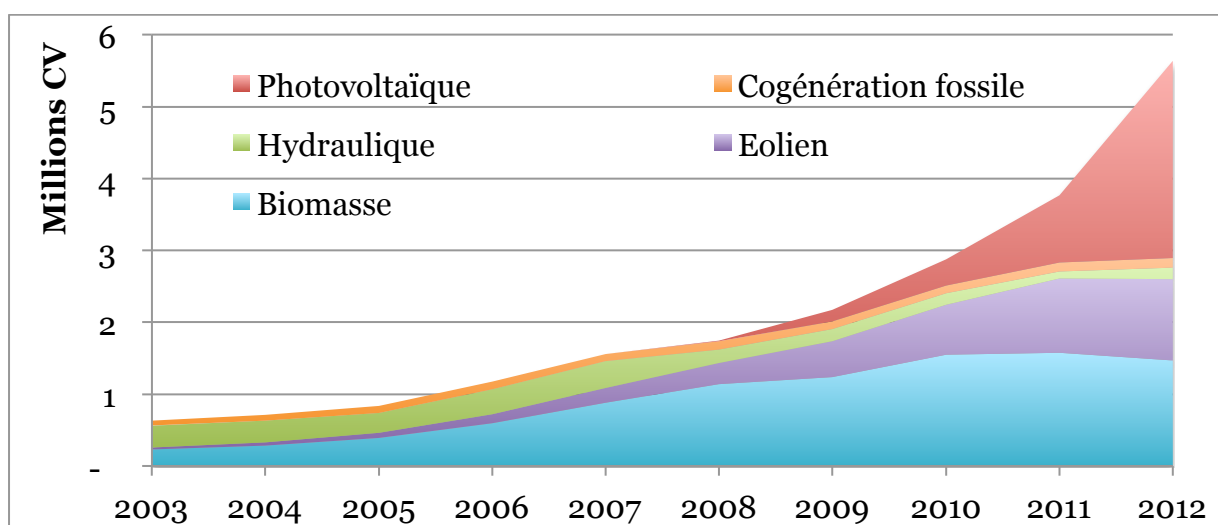


Figure 3 : Production de CV par filière, 2003-2012

1.4 Réformes de 2014 et perspective d'évolution du marché

En 2014, la région Wallonne a amendé le mécanisme de soutien aux énergies renouvelables et plus particulièrement le soutien au photovoltaïque. Avec cette réforme, les *nouvelles* installations photovoltaïques sont “sorties” du système de CV ; le nouveau mécanisme de soutien (QUALIWATT) garantit le rendement de l'installation au moyen de primes annuelles. Pour les installations déjà en place (plan SOLWATT), le taux d'octroi majoré (7CV/MWh) n'est pas modifié mais la durée d'octroi est limitée à 10 ans, cette disposition étant actuellement contestée devant la justice par des propriétaires de panneaux photovoltaïques.

De ce fait, les déséquilibres sur le marché des CV continuent après 2012, malgré le relèvement progressif du quota et la vente massive de CV à ELIA. Dans son rapport sur le marché de 2013, la CWAPE estime que le marché des CV reviendrait à l'équilibre en 2021 du fait du relèvement du quota et, avec le vieillissement des installations, de la diminution progressive du nombre de CV octroyé aux producteurs. Pour arriver à l'équilibre, il faudrait cependant vendre près de 23 millions de CV à ELIA au prix garanti de 65 € de 2013 à 2020, ce nombre inclut le stock accumulé fin 2012, ce qui représente un coût colossal à charge des consommateurs. Pour bien mesurer l'ampleur du déséquilibre sur le marché, il faut se rendre compte que l'excédent de CV émis, que ELIA rachètera, est plus ou moins équivalent au nombre total de CV émis durant la période 2003-2012. Le coût du mécanisme de soutien, qui est déjà considérable comme nous le montrons par après, ne va certainement pas diminuer.

2) LE COUT DU MECANISME DE SOUTIEN

Cette section explicite notre méthode et nos sources pour calculer le soutien financier octroyé par les consommateurs wallons aux énergies renouvelables dans le secteur électrique.

2.1 Données disponibles et méthode de calcul

Pour chaque année de 2003 à 2012, nous disposons de la production d'électricité par filière (en MWh), du nombre de CV octroyés par filière, du quota de CV à remettre, du nombre de CV remis et du prix des CV. Ces données viennent des rapports annuels de la CWAPE et sont reprises dans le tableau 1. Nous calculons le coût du mécanisme de soutien aux énergies renouvelables en faisant la somme de quatre composantes :

(1) Le coût des CV remis à la Région Wallonne (et à la Région Bruxelloise) par les producteurs pour couvrir leur quota. La valeur de ces CV est évaluée au prix du marché.

(2) Le coût des CV manquants. Pour chaque CV manquant, les producteurs payent une amende de 100€ et nous valorisons les CV manquants au prix de l'amende.¹⁰

¹⁰ Au premier trimestre de 2003, l'amende était de 75€. A partir du deuxième trimestre 2003, elle est de 100€. Pour l'année 2003, l'amende moyenne était de 81€.

(3) Le coût des CV remis à ELIA qui sont valorisés à 65 €.

(4) Le coût des CV en stock. A la fin de l'année 2012, il y a 4,1 millions de CV en stock qui ne sont pas encore monétisés. Nous supposons qu'ils seront écoulés en 5 ans auprès d'ELIA au prix de 65 € à raison de 1/5 du stock chaque année.

Année	Prix nominal	CV octroyés	Quota de CV	CV remis RW	CV manquants	CV remis ELIA	CV remis BXL	Stock CV
unité	€	M	M	M	M	M	M	M
2003	85	0,63	0,70	0,49	0,21	-	-	0,1
2004	92	0,71	0,83	0,73	0,09	-	-	0,1
2005	92	0,83	1,01	0,87	0,13	-	0,06	0,0
2006	92	1,17	1,24	0,98	0,26	-	0,07	0,1
2007	90	1,56	1,41	1,41	0,00	-	0,11	0,2
2008	88	1,75	1,52	1,52	0,00	-	0,12	0,3
2009	88	2,17	1,64	1,64	-	0,00	0,11	0,7
2010	85	2,88	2,09	2,09	-	0,00	0,11	1,4
2011	82	3,77	2,39	2,39	0,00	0,00	0,11	2,7
2012	74	5,64	2,70	2,70	-	1,43	0,08	4,1
Total		21,1	15,5	14,8	0,7	1,4	0,8	

Tableau 1 : Certificats Verts en Wallonie

Pour tenir compte de l'inflation, nous utilisons l'indice des prix à la consommation (et une prévision d'inflation de 1% pour les années postérieures à 2015). Le coût du mécanisme de soutien est exprimé en euros équivalent de 2012.

Avec cette méthode, nous calculons le coût total du mécanisme de soutien aux énergies renouvelables pour la période 2003-2012. Ce coût inclut les montants payés par les fournisseurs pour remplir leurs obligations de quota (CV remis et amende) et le coût des CV excédentaires. A l'exception du coût des CV remis pour satisfaire les obligations des fournisseurs en région bruxelloise, montant relativement modeste représentant moins de 4% du coût total, l'intégralité de ces coûts a été ou sera facturée aux consommateurs wallons. Notons que nous ne prenons en compte que le coût du mécanisme de certificats verts. D'autres coûts tels que les avantages fiscaux et les coûts induits par les énergies renouvelables sur le système (renforcement du réseau, gestion de l'intermittence, impact sur les énergies fossiles) ne sont pas comptabilisés par notre méthode.¹¹

2.2 Le coût du soutien aux énergies renouvelables

En appliquant notre méthode de calcul, nous obtenons un coût total du mécanisme de soutien aux énergies renouvelables pour la période 2003-2012 de 1,871 milliard €. Ce total se décompose de la manière suivante: les CV remis ont coûté 1,44 milliard € (dont 72 millions € pour les CV

¹¹ Notons toutefois que selon Marcantonini et Ellerman (2014) qui étudient en détail le cas de l'Allemagne, les coûts d'intégration des SER pour le système sont modestes relativement au montant des subsides.

wallons remis en région bruxelloise), les amendes représentent 78 millions €, les CV remis à ELIA ont coûté 93 millions € tandis que le stock de CV est évalué à 259 millions €. Puisque dans le même temps, les producteurs d'énergie verte se sont vus octroyer 21,1 millions de CV, la valeur moyenne du CV est donc de 88,7 €.

Sur cette base, nous calculons le soutien octroyé par filière de production. Le Tableau 2 reprend les CV reçus par chaque filière, la quantité d'énergie produite et le soutien pour chaque filière exprimé en €/MWh et en montant total.

SER 2003-12	Production	Taux d'octroi	Subside	
Photovoltaïque	635	6,6	588	374
Hydraulique	3.152	0,8	67	213
Éolien	4.189	1,0	87	366
Biomasse	9.458	1,0	88	828
Cogénération fossile	9.058	0,1	10	92
Total	17.448	1,2	107	1.872
unité	GWh	CV/MWh	€/MWh	M€

Tableau 2: la filière renouvelable en Wallonie

Le tableau 2 nous indique que c'est la filière biomasse qui coûte le plus cher mais c'est aussi la filière la plus productive (plus de la moitié de l'électricité SER). L'éolien et le photovoltaïque coûtent approximativement la même chose mais pour une production qui varie de un à sept (par construction des taux d'octroi).

2.3 Comparaisons internationales

Puisque le programme de soutien wallon émane d'une directive européenne, il est justifié de vouloir le comparer à ses voisins. Le rapport des régulateurs européens (CEER, 2013) estime, pour les années 2010 et 2011, le soutien aux énergies renouvelables dans 19 pays européens. La Belgique apparaît parmi les 3 pays les plus généreux quant au soutien par MWh renouvelable produit. Pour l'année 2010, le soutien moyen estimé par MWh est de 90€, la Belgique offrant quant à elle 40% de plus avec 126€ par MWh. Le rapport CEER ne donnant pas d'indications précises sur la méthode de calcul, c'est avec toutes les précautions d'usage qu'il faut lire le tableau 3 ci-dessous qui compare le soutien par filière estimé dans la présente étude avec les chiffres fournis par CEER pour les pays voisins (Belgique incluse).

€/MWh	Hydro	Eolien	Biomasse	Solaire
Wallonie	67	87	88	588
Belgique	46	95	98	414
France	13	34	52	487
Allemagne	42	43	132	371
Pays-Bas	101	75	75	388
Royaume Uni	64	71	60	245

Tableau 3: Soutien aux énergies renouvelables en Europe

3) LE COUT DE LA TONNE DE CO₂

Le soutien aux énergies renouvelables, en Wallonie comme ailleurs, découle de l'accord de Kyoto qui organise la lutte contre le changement climatique. Le danger que représente la hausse des températures à l'échelle mondiale a conduit les pays européens à prendre un engagement fort de réduction des émissions de carbone. La filière électrique a été identifiée comme un gros émetteur et en même temps comme une source d'économie de carbone facile à mettre en œuvre. Les gouvernements se sont donc tournés vers une décarbonisation du mix électrique, c'est à dire une substitution des sources polluantes par des sources moins polluantes (voire non polluantes). Si l'objectif technique est bien défini, la politique climatique européenne est cependant moins claire puisqu'elle emprunte deux voies distinctes : la promotion des énergies renouvelables dans chaque pays (Objectif Europe 2020) et la fixation de quotas d'émission de carbone au niveau européen.

Le niveau de production des SER a été négocié par les Etats Membres. La Wallonie a pour sa part, l'objectif de produire, en 2020, 8TWh d'électricité SER, ce qui doit représenter 25% de sa consommation annuelle (CWAPE, 2012, page 28). Cette politique de décarbonisation fixe des objectifs absolus de construction de centrales électriques SER (par exemple 50 MW annuels de capacité éolienne terrestre) mais elle n'a pas repensé le mix électrique. D'une façon générale, sa mise en œuvre dans les pays d'Europe s'est orientée vers des subsides à certaines filières de production ignorant globalement les possibilités d'économie d'énergie.¹²

Comme nous le commentons précédemment, l'Europe a aussi mis en place un système de quota pour les grands émetteurs de carbone (gros industriels et producteurs d'électricité). L'imposition d'un prix pour le carbone, que ce soit au moyen d'une taxe carbone ou d'un système de permis d'émission, donne à l'émetteur le choix entre l'émission de CO₂ couplée au paiement de la taxe/prix ou la réduction des émissions, par le moyen de son choix (réduction de demande, substitution technologique). En théorie, ce système doit atteindre l'objectif de réduction des émissions au moindre coût. Le système européen appelé "Emission Trading Scheme" (ETS) aurait dû nous

¹² La décarbonisation peut se faire en augmentant la production verte ou en diminuant la production d'énergies polluantes par une réduction de la demande que l'on peut obtenir par exemple en améliorant l'efficacité énergétique (isolation, LED, appareils intelligents).

amener vers cet idéal mais la crise économique de 2008 a réduit fortement la demande d'électricité et donc le besoin de permis. Dans la mesure où le quota global du système ETS ne baisse que très lentement, un surplus d'offre s'est produit, faisant chuter durablement le prix du carbone ; un permis s'échange actuellement à moins de 10 € la tonne sur le marché ETS (cf. [web update](#)).

Notre objectif dans cette section va être d'évaluer la politique de soutien aux SER en Wallonie en estimant le prix implicite du carbone pour le comparer avec le prix de marché ETS mais aussi avec le prix théorique recommandé par le GIEC.¹³ Un prix supérieur pour la tonne de CO₂ montrerait que la promotion des énergies renouvelables n'est pas le moyen le plus rentable pour décarboniser l'économie.

3.1 Méthode de calcul

Pour calculer l'épargne de CO₂ que permettent les SER, il faut savoir quelles sources elles remplacent. Idéalement une SER additionnelle, disons une centrale de 1MW, remplacerait la source la plus polluante, le charbon pour l'intégralité de sa production journalière. Deux phénomènes bien distincts empêchent la réalisation de cet idéal. Tout d'abord, chaque unité d'énergie verte (MWh vert) ayant priorité sur le réseau, il déplacera le MWh le plus cher de l'heure en cours, qui n'est pas souvent le charbon. Ensuite, l'éolien et le solaire étant intermittents, leur production journalière est changeante ce qui implique une substitution contre une énergie marginale changeante puisque le gaz tend à être marginal de jour, le charbon de nuit et l'hydraulique en pointe. Quoiqu'il en soit, ce qui se passe à la marge n'est que d'une utilité limitée pour notre exercice car les SER sont d'ores et déjà un acteur de poids sur le marché électrique (et vont le devenir plus encore). Il faut donc comparer le système actuel avec un système imaginaire dont seraient entièrement absentes les SER et calculer les émissions de carbone de cette alternative. Ainsi, la différence avec la réalité nous indique l'économie d'émission de CO₂.

Marcantonini et Ellerman (2014) suivent cette méthode et trouvent un effacement de 731 kgCO₂/MWh vert. Dans la mesure où nous ne disposons pas des données de production horaire des SER et autre filières pour la Belgique (et a fortiori pour la Wallonie), nous ne pouvons suivre cette approche précise. Nous utilisons donc une approximation qui consiste à estimer le taux d'économie par le taux moyen d'émissions des filières polluantes. Le rapport du GIEC de 2014 (WG3-ch.11-fig.22) nous indique les taux d'émission de carbone associées à chaque technologie dans une optique d'analyse de cycle de vie qui reprend les émissions sur toute la chaîne de production d'électricité (pas seulement la génération d'électricité dans la centrale). Nous utilisons ensuite les données de production mensuelles par filière recueillies auprès de ENTSO pour construire le tableau 4.

¹³ Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) indique dans son rapport de 2007 (AR4 WGIII [SPM](#) p19#23) qu'un prix du carbone grim pant de 20\$/tCO₂-eq vers 50\$ à l'horizon 2050 donnerait aux producteurs électriques les incitants suffisants afin de réaliser une transition rapide mais point traumatique vers un mix faible en gaz à effet de serre.

Fuel	Nucléaire	Gaz N.	Pétrole	Charbon	Lignite	Hydro	Solaire	Eolien	Biomasse	Pays	Sans SER
kgCO ₂ / MWh	18	463	839	954	1,002	107	50	15	431		
Mix DE 2006-12	22%	9%	0.6%	27%	24%	4%	1.9%	6.9%	3.9%	568	660
Mix BE 2003-12	53%	32%	0.1%	3%	5%	2%	0.1%	1.1%	4.2%	254	252

Tableau 4 : Émissions de CO₂ par filière

Nous indiquons le taux moyen actuel sur notre période d'étude pour la Belgique¹⁴ et sur la période d'étude de Marcantonini et Ellerman pour l'Allemagne. La dernière colonne recalcule le taux moyen en l'absence de SER.¹⁵ La valeur trouvée pour l'Allemagne est proche de l'estimation plus juste de Marcantonini et Ellerman ; ceci corrobore notre choix d'utiliser pour la Wallonie le taux d'effacement de 252 kgCO₂/MWh et non le taux de 456 retenu par la CWAPE au motif que les SER wallonnes remplaceraient à toute heure, durant toute l'année, une centrale au gaz. La raison fondamentale est que la Belgique dépend beaucoup du nucléaire et que l'injection massive d'électricité SER a vocation à déplacer ce dernier.

Nous pouvons finalement calculer le coût du carbone évité par les SER en Wallonie dans le tableau 5. Nous indiquons également le coût si l'on retient le taux CWAPE et ce que serait ce coût si la Wallonie possédait un mix de production électrique identique à l'Allemagne.

SER 2003-12	Subside	Coût estimé	CWAPE	«Allemagne»
Photovoltaïque	588	2,332	1,290	890
Hydraulique	67	268	148	102
Éolien	87	347	192	132
Biomasse	88	347	192	133
Cogénération fossile	10	40	22	15
Total	107	425	235	162
unité	€/MWh	€/tCO ₂	€/tCO ₂	€/tCO ₂

Tableau 5 : Émissions de CO₂ par filière

3.2 Résultats

La Wallonie subventionne l'énergie verte à raison de 107€/MWh, une règle de trois nous indique qu'une tonne de carbone évitée coûte en moyenne 425€. Ce chiffre peut être calculé pour

¹⁴ Le mix électrique calculé est orienté vers la production. La Belgique étant un importateur net d'électricité, le mix électrique orienté consommation donnerait un taux moyen d'émission de CO₂ plus élevé de 3% selon nos calculs, ce qui ne change rien aux conclusions auxquelles nous aboutissons.

¹⁵ Le taux Belge augmente car la biomasse est maintenant vue comme contribuant significativement aux émissions (200 kg dus à la déforestation et 230 kg dus au transport par moyen polluants).

chaque filière. Une tonne de CO₂ évitée par le placement de panneaux photovoltaïque sur un toit coûte 2332€.

Ce chiffre montre l'importance du soutien accordé aux énergies renouvelables (et facturé aux consommateurs). Sur le marché européen des quotas d'émission, le prix n'a jamais dépassé durablement 30€ et le prix moyen historique est en dessous de 15€. Le GIEC recommande la mise en place d'un prix pour le carbone de entre 20 et 50\$ par tonne afin de pousser le système énergétique mondial vers un développement plus soutenable.¹⁶ Ce chiffre est calculé pour atteindre les objectifs de réduction d'émissions compte tenu des possibilités technologiques existantes ou réalistes dans un futur proche. La Commission Européenne retient le chiffre de 50€/tCO₂ évité comme mesure du coût du changement climatique (Alberici et al., 2014, p15). La Wallonie a mis en place un système qui subsidie les réductions de carbone à un coût plus de cinq fois plus élevé que ce montant retenu par la Commission Européenne. Dès lors, les choix technologiques sont sub-optimaux. Concrètement la Wallonie a subsidié les économies de CO₂ au moyen de panneaux solaires à hauteur de 2332€ alors qu'il existe des technologies plus prosaïques qui permettent d'économiser du CO₂ à travers la réduction de la consommation qui induit une réduction de la génération (polluante) et une réduction des émissions et qui coûte 35€ la tonne ou moins.¹⁷

La Wallonie n'est évidemment pas la seule région d'Europe à subsidier au-delà du raisonnable les énergies vertes. Le tableau 3 montre des niveaux de soutien considérables dans plusieurs pays d'Europe. Mais du fait de la 'faible' empreinte carbone du mix énergétique (prédominance du nucléaire, absence de charbon), les émissions effacées sont beaucoup plus faibles qu'en Allemagne qui utilise lignite et charbon.¹⁸ A titre d'exemple, Marcantonini et Ellerman (2014) estiment le prix de la tonne de CO₂ effacée par le renouvelable en Allemagne à 57€/t pour l'éolien et 552€/t pour le photovoltaïque. Ces différences avec la Wallonie s'expliquent par le niveau de soutien et la composition du mix énergétique. Si la Wallonie utilisait le même mix énergétique que l'Allemagne, le prix de la tonne de CO₂ effacée serait de 132€/t pour l'éolien et 890€/t pour le photovoltaïque. La différence restante est due à la générosité du mécanisme de subvention.

De tels montants ne peuvent pas se justifier par la volonté de réduire les émissions de CO₂. Si c'est l'objectif politique, il existe des moyens beaucoup plus économiques pour l'atteindre. Le soutien politique aux SER résulte soit d'une volonté d'acquérir une indépendance énergétique et/ou de promouvoir l'emploi local, soit d'un calcul politique (cf. Ovaere et Proost, 2015). Dans tous les cas, il serait bon d'explicitier des objectifs clairs et de les mettre en relation avec les moyens mobilisés.

¹⁶ Cf. Note pied de page #8.

¹⁷ L'étude de McKinsey sur les coûts d'abattement identifie même des domaines avec coûts nets négatifs c'est à dire qui se payent tout seuls. Van den Bergh et Delarue (2015) étudient l'Europe de l'ouest et trouve qu'un prix de 35 €/tCO₂ entraîne un fort glissement de la production du charbon vers le gaz avec une conséquente réduction d'émissions.

¹⁸ L'Espagne et le Portugal où l'hydraulique est fort développée font face au même problème que la Wallonie.

4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Nous avons évalué le soutien aux énergies renouvelables pour la période 2003-2012, soit les dix premières années de vie du système. Nous mettons en avant le coût très important de ce mécanisme, notamment dû au soutien dont la filière photovoltaïque a bénéficié. Pour la décennie à venir, les coûts risquent d'être encore plus élevés. En effet, la réforme de 2014 a modifié tardivement le système de soutien au solaire, avec le plan QUALIWATT pour les nouvelles installations et la réduction de la durée d'octroi à 10 ans pour les installations historiques. En se basant sur les prévisions de la CWAPE de 2013¹⁹, qui prévoit, à politique inchangée, l'octroi de 72,8 millions de nouveaux CV de 2013 à 2022 dont 29 millions de CV pour la filière SOLWATT, nous estimons le coût du soutien aux énergies SER à 4,51 milliards € (en € équivalents de 2013), soit 451 millions €/an. Cette estimation valorise l'ensemble des CV émis au un prix plancher du CV et incorpore une prévision d'inflation de 1% par an.²⁰ Sur base de cette estimation, le soutien aux énergies vertes sera deux fois et demie plus élevé que lors de la première décennie d'existence du système. La filière photovoltaïque historique bénéficiera de 1,82 milliards € soit 40% du montant total.

La mise en place d'un marché de CV a pour objectif de laisser le marché déterminer le subside nécessaire pour atteindre les objectifs de production d'énergie verte fixés par la Région et représentés par le quota. Avec un prix du CV de 80€, seules les technologies nécessitant un soutien de 80€ ou moins seront mobilisées. Si cela ne permet pas d'atteindre le quota de CV, le prix du CV va augmenter jusqu'au moment où de nouvelles installations deviennent rentables. Si, à l'inverse, il y a un excédent de CV, le prix du CV va baisser et les modes de production nécessitant le plus de subsides ne seront plus rentables. Le système de CV doit en principe garantir la réalisation des objectifs de production d'énergie verte au moindre coût. Le système de CV aura cependant tendance à favoriser les technologies matures. Pour favoriser les nouvelles technologies comme le solaire photovoltaïque dont la rentabilité n'était pas garantie avec un subside compris entre 65€ et 100€/MWh²¹, il faut nécessairement augmenter le taux d'octroi de CV pour cette filière. Il faut cependant pouvoir adapter le subside aux technologies émergentes à l'évolution technologique, soit en modifiant le taux d'octroi,²² soit en supprimant le prix plancher pour les CV. Le maintien d'un prix plancher et d'un taux d'octroi élevé pour le solaire a transformé *de facto* le système des CV wallons à un FIT avec un prix minimum garanti de 455€/MWh (7x65€) pour le photovoltaïque auquel on ajoute le prix du marché. Le système de FIT est décrié pour se manquer de flexibilité i.e.

¹⁹ Rapport annuel spécifique 2013 sur l'évolution du marché des certificats verts (scénario 2, page 72).

²⁰ En 2014, J.-P. Hansen estimait le coût du soutien aux énergies renouvelables à 7 milliards € pour la période 2013-2020, en y incluant le coût du soutien à l'éolien off-shore (L'Echo 5/4/2014). Notre estimation, qui correspond à un coût total de 3,84 milliards € pour 2013-2020, n'inclut pas le soutien à l'éolien off-shore ni aux nouvelles installations photovoltaïques subsidiées par le plan QUALIWATT.

²¹ Hansen et Percebois (2010, p559) estiment le coût moyen du solaire photovoltaïque à 300€/MWh avec une fourchette qui s'étend de 200 à 450/MWh. Comme le montre l'étude de la CRE (2014), du fait de l'évolution technologique ce coût évolue rapidement. La CRE (2014, p44-45) estime un coût de production moyen de 152€/MWh pour les installations en projet. Pour les installations de petite puissance, le coût estimé est plus proche de 200€/MWh.

²² Le soutien à la filière photovoltaïque aux USA a baissé de 5\$/W en 2001 jusqu'à seulement 0.2\$/W en 2013 (cf. Barbose et al. (2014) Figure 9).

le prix doit être continuellement ajusté pour chaque filière aux évolutions technologiques. En principe, le système de CV réalise cet ajustement automatiquement via le prix du CV sauf si ce dernier est bloqué à un niveau plancher. La rigidité du système mis en place en Wallonie a garanti un rendement élevé pour les panneaux solaires et a stimulé les investissements dans les installations PV alors que l'évolution technologique a continuellement diminué le coût des installations. L'absence de flexibilité dans le mécanisme de soutien se traduit par un coût considérable que nous estimons à 588€/MWh et 2332€/t de CO₂ évitée. Au regard des objectifs poursuivis, notamment la lutte contre le réchauffement climatique, ce coût apparaît comme largement supérieur à d'autres alternatives.

REFERENCES

- Alberici, S. et al. (2014), Subsidies and costs of EU energy : Final report delivered to the European Commission, DG Energy.
- CEER (2013), Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in Europe.
- CRE (2014), Coûts et rentabilité des énergies renouvelables en France métropolitaine.
- CWAPE (2003-2013), Rapport annuel spécifique sur l'évolution du marché des certificats verts.
- CWAPE (2012), Rapport annuel.
- Barbose G., Weaver S. et D. Naïm (2014), Tracking the sun VII : An historical summary of the installed price of photovoltaics in the United States from 1998 to 2013, LBNL-6858.
- Collard, F. (2012), Certificats verts : à poursuivre ou à réformer ?, *Les analyses du CRISP en ligne*.
- Collard, F. (2013), À qui profitent les certificats verts ?, *Politique, revue de débats*, n° 82, p64-72.
- Duscha, V., et al. (2014), Employment and growth effects of sustainable energies in the European Union: Final report delivered to the European Commission, DG Energy.
- GIEC (2007), Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Hansen, J.-P. et J. Percebois (2010), *Energie : Economie et politiques*, De Boeck.
- Marcantonini C. et D. Ellerman (2014), The Implicit Carbon Price of Renewable Energy Incentives in Germany, EU Working Paper RSCAS 2014/28.
- Menanteau P., Finon D. et M. Lamy, (2003), Prices versus quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy. *Energy Policy*, 31, p799–812.
- Ovaere L. et S. Proost (2015), Buying votes with discriminative support for renewable energy technologies, *Reflets et Perspectives de la vie économique*.
- Ringel, M. (2006), Fostering the use of renewable energies in the European Union: the race between feed-in tariffs and green certificates, *Renewable Energy*, 31(1), p1-17.
- Van den Bergh K. et E. Delarue (2015), Quantifying CO₂ abatement costs in the power sector, *Energy Policy*, 80, p88–97.