

POLICY BRIEF

LA CO-COMBUSTION DE BOIS DANS LES CENTRALES CHARBON AUX ETATS-UNIS : UN MOYEN DÉTOURNÉ DE PROLONGER L'USAGE DU CHARBON» ?

Vincent BERTRAND^{1,2}

- **La co-combustion de biomasse dans les centrales charbon** est devenue très populaire aux États-Unis depuis 2014 et les premières annonces autour du Clean Power Plan de l'administration Obama.
- **Paradoxalement, l'intérêt pour cette stratégie perdure sous l'administration Trump**, en dépit de l'hostilité affichée vis-à-vis des politiques climatiques.
- **Cela s'explique par l'impact positif de la co-combustion** en termes d'emplois dans les industries du charbon et de l'exploitation forestière.
- **Un livre blanc publié récemment aux États-Unis propose au Président Trump** de mettre en place des politiques pour stimuler la co-combustion afin de soutenir les industries du charbon et de l'exploitation forestière, en crise depuis la révolution du gaz de schiste et le déclin constant de la demande de papier.
- **La réduction des émissions de CO2 induite ne serait alors qu'un co-produit** dont l'intérêt résiderait dans la possibilité de pouvoir éventuellement revenir à une politique climatique plus ambitieuse pour les États-Unis dans le futur, si l'on ne s'éloigne pas trop des trajectoires décidées lors de la COP 21.
- **Cette stratégie n'est cependant pas sans risque pour le climat à long terme**, si les mesures adoptées conduisent à l'éviction par le charbon de technologies non-carbonées et renouvelables.
- **De façon générale, toute politique visant à promouvoir de manière spécifique la co-combustion** comporte le risque de pénaliser les technologies non-carbonées et accroître les émissions de CO2 à long terme. Des études récentes montrent que ce risque existe en Europe.

¹ CRESE EA3190, Univ. Bourgogne Franche-Comté, F-25000 Besançon, France

² Chaire Économie du Climat, Univ. Paris Dauphine, Paris, France

Le 1^{er} juin 2017, en annonçant sa volonté d'entériner sa promesse de campagne de retirer les États-Unis de l'accord de Paris sur le climat, Donald Trump a provoqué un séisme dans la sphère des négociations climatiques, dont l'ampleur des répliques est encore inconnue. Malgré la réaction unanimement hostile des autres pays, qui ont affirmé leur intention d'œuvrer pour que leurs engagements soient tenus, ainsi que de dizaines de villes et d'États américains, la crainte d'une contagion et d'un effet domino demeure.

Cependant, au-delà des annonces de la nouvelle administration américaine, il convient de s'interroger sur la volonté réelle d'éloigner profondément les États-Unis des trajectoires compatibles avec l'accord de Paris. Donald Trump pourrait privilégier une gestion non-contraignante du risque climatique, en dehors de l'accord de Paris, permettant aux États-Unis de conserver une fenêtre de tir pour de futures politiques en faveur du climat, tout en assurant le dynamisme de vieilles industries comme le charbon, au cœur des enjeux de la campagne présidentielle récente. Dans ce contexte, la co-combustion de biomasse dans les centrales charbon semble s'imposer comme un élément important de la future politique énergétique américaine, capable de limiter l'impact environnemental du secteur électrique à moindre coût, de sauver des emplois dans le charbon, et de stimuler la filière forestière et l'industrie des pellets de bois.

Cette nouvelle donne pour les industriels de la biomasse apparaît dans nombre d'articles parus dans la presse spécialisée depuis quelques mois (voir les références à la fin de cet article), ainsi que dans le livre blanc proposé à l'administration Trump par le bureau d'étude FutureMetrics dès le mois de janvier. Ce document propose une stratégie reposant sur la co-combustion de biomasse dans les centrales charbon : "the strategy that the Trump administration could follow is a win-win-win for the coal sector, the forest products sector, and for the environment".¹ Cette orientation, si elle se confirme, peut être vue comme une politique du moindre mal, qui pourrait permettre aux États-Unis de ne pas trop s'éloigner des engagements pris à Paris. Cependant, au-delà du court terme, cette stratégie comporte un risque à travers les politiques de promotion du charbon qui pourraient être mises en œuvre sous couvert du développement d'une énergie renouvelable et neutre vis-à-vis des émissions de CO₂ : la biomasse. Ainsi, l'effet à long terme pourrait être une éviction des investissements dans les technologies renouvelables et non-carbonées au profit de plus de charbon et de CO₂ dans l'atmosphère.² Des interrogations existent également sur les conséquences pour la ressource forestière aux États-Unis.

1. La stratégie de co-combustion de la biomasse avec le charbon

Depuis 2014 et les premières annonces faites par l'administration Obama au sujet du Clean Power Plan (CPP), la co-combustion de biomasse dans les centrales charbon a retenu l'attention des industriels et décideurs aux États-Unis.³ Cette solution permet de réduire à moindre coût le contenu en carbone de l'électricité, en utilisant des

¹ Voir Strauss (2017).

² En particulier, l'inclusion de la co-combustion parmi l'ensemble des technologies renouvelables éligibles aux mécanismes de soutien pourrait produire ces effets préjudiciables à long terme. Voir Bertrand (2017) pour des simulations appliquées aux cas de la France et de l'Allemagne.

³ Notes de l'EPA présentant le CPP :

<https://blog.epa.gov/blog/2015/08/clean-power-plan-power-plant-compliance-and-state-goals/>

<https://blog.epa.gov/blog/2016/12/update-on-epas-clean-power-plan-model-rules/>

Article de presse sur l'intérêt porté à la co-combustion dans le cadre du CPP sous la présidence Obama :

<http://biomassmagazine.com/articles/12317/biomassundefineds-role-in-clean-power-plan>

centrales charbon existantes, sans investissements supplémentaires.⁴ En s'appuyant sur une technologie non-intermittente et dispatchable – le charbon – la co-combustion offre également une source fiable d'électricité d'origine *partiellement* renouvelable. Enfin, la co-combustion présente un intérêt du point de vue de l'emploi, à travers le développement des filières forestières et du pellet, ainsi que le maintien d'emplois dans les industries charbonnières plus intensives en main d'œuvre dans le cas de la co-combustion. Ce sont ces opportunités en termes d'emplois qui pourraient faire de la co-combustion une stratégie efficace pour l'administration Trump. La co-combustion pourrait permettre de soutenir les industries du charbon et de l'exploitation forestière, en crise depuis la révolution du gaz de schiste et le déclin de la demande de papier. Dans ce contexte, les réductions des émissions de CO₂ associées à la co-combustion seraient pour les États-Unis un *co-produit* de la protection des emplois américains. De ce point de vue, la stratégie de la co-combustion revêt une *valeur d'option* pour l'administration Trump, car elle offre la possibilité de revenir à une politique climatique plus ambitieuse dans le futur, en ne s'éloignant pas trop des trajectoires prévues lors de la COP 21. Cependant, cette stratégie comporte un risque vis-à-vis des émissions de CO₂ à long terme, si les mesures adoptées conduisent à l'éviction par le charbon des technologies non-carbonées et renouvelables. Mais ce n'est pas la priorité de l'actuel Président américain.

Le marché international des pellets de bois et les États-Unis

Au cours des dix dernières années, la production et le commerce de pellets de bois se sont considérablement développés à travers le monde. Un marché international du pellet a émergé pour répondre à une demande nouvelle en Europe sous l'effet des politiques énergie-climat mises en place par l'Union Européenne. Les États-Unis dominent largement ce marché avec près de 40% des exportations mondiales (EIA, 2016). En termes de capacités de production, les États-Unis sont passés de moins de 3 millions de tonnes en 2008 à plus de 12 millions de tonnes en 2014, faisant du pellet un segment significatif de la filière forestière américaine, en particulier dans les États du sud (Goetzl, 2015). Les exportations américaines de pellets qui étaient proches de zéro au début des années 2000, représentaient 4,06 puis 4,67 millions de tonnes en 2014 et 2015 (ITA, 2016). Près des trois-quarts des exportations américaines ont pour destination le Royaume-Uni, principalement pour la production d'électricité par co-combustion dans les centrales charbon (EIA, 2016).

Pour les énergéticiens, le pellet de bois se présente comme un combustible de haute qualité, qui se distingue en premier lieu par un taux d'humidité très réduit par rapport à des combustibles plus traditionnels tels que les pailles et déchets verts bruts ou encore les copeaux de bois. En raison de ses propriétés, le pellet de bois est particulièrement bien adapté à la co-combustion, puisqu'il limite les contraintes pouvant être induites sur les centrales charbon (pertes de rendement, corrosion, encrassement, usure). D'autres combustibles comme la biomasse torréfiée et le biochar présentent des niveaux de qualité plus élevés encore que le pellet, mais ils sont considérablement plus onéreux et disponibles en quantités beaucoup plus limitées, dans la mesure où il n'existe pas à ce jour de véritables marchés structurés pour ces combustibles, comme c'est le cas pour le pellet. Pour ces raisons, le pellet de bois demeure l'alternative la plus pertinente, ce qui explique son succès.

⁴ Des investissements peuvent être réalisés pour accroître la capacité de co-combustion des centrales existantes et réduire davantage les émissions de CO₂ et d'autres polluants (oxydes de soufre et d'azote notamment). Ces investissements représentent une charge faible par rapport au coût associé à la construction de nouvelles unités reposant sur des sources d'énergies renouvelables et souvent intermittentes. La capacité de co-combustion peut également être améliorée à travers la qualité du combustible-biomasse, ce qui rend plus attractifs les combustibles de qualité élevée comme les pellets de bois. Dans tous les cas, les pertes induites sur le rendement des centrales charbons sont très faibles (au maximum 10% de perte sur le taux de rendement de référence sans co-combustion ; Baxter, 2005).

Le cas du pellet en Europe : L'impact des politiques énergie-climat

L'Union Européenne représente environ 85% de la demande de pellets dans le monde. Une part importante de cette demande provient du secteur électrique et de la co-combustion, en particulier dans des pays comme le Royaume-Uni, le Danemark, les Pays-Bas, la Pologne ou la Belgique.⁵ Environ 45% de la demande européenne provient de ressources locales et d'échanges entre États membres de l'UE. La part restante est assurée par des importations en provenance majoritairement des États-Unis, du Canada et de la Russie (EIA, 2016).

Le dynamisme de la demande de pellets en Europe s'explique par la tarification du carbone mise en place avec le système européen d'échange de quotas de CO₂ (EU ETS) et les mesures de soutien aux énergies renouvelables (ENR) adoptées dans le cadre des objectifs européens des Paquets Énergie Climat 2020 et 2030.⁶ Ces dernières années, l'EU ETS n'a probablement pas été le principal driver de la forte augmentation de la demande observée en Europe, en raison d'un prix du carbone très bas, oscillant constamment autour de 5 à 6 Euros la tonne de CO₂.⁷ Dans ce contexte, les politiques de soutien aux ENRs ont vraisemblablement joué un rôle plus important, en particulier, pour le secteur électrique, dans les pays ayant inclus la co-combustion parmi les technologies éligibles aux mécanismes de soutien. Parmi ces pays, on compte notamment le Royaume-Uni, le Danemark, les Pays-Bas et la Pologne. La pérennité de l'inclusion de la co-combustion dans les mécanismes de soutien est cependant contestée dans plusieurs pays européens, dans la mesure où il apparaît paradoxal de planifier la fermeture de certaines centrales vieillissantes alors que ces mêmes unités reçoivent simultanément des subventions à travers la co-combustion.⁸

2. Un livre blanc pour promouvoir la co-combustion aux États-Unis

Donald Trump a clairement exprimé sa volonté de faire passer avant toute autre considération les emplois américains. Cette logique l'a conduit notamment à rejeter les initiatives de la présidence Obama en faveur du climat à travers le CPP, accusé de pénaliser toute la filière de l'électricité d'origine charbonnière, des mines jusqu'aux centrales. L'industrie du charbon connaît effectivement des difficultés aux États-Unis depuis la révolution du gaz de schiste et la concurrence de l'électricité reposant sur ce gaz à bas coût. Dans ce contexte, Donald Trump pourrait s'inspirer de l'exemple de Drax et de la co-combustion en Europe, afin de préserver les emplois du charbon et de dynamiser la filière forestière et l'industrie du pellet. C'est ce que suggère le bureau

⁵ Le cas de la centrale charbon de Drax au Royaume-Uni est emblématique. Au début des années 2010, la centrale a subi d'importants travaux lui permettant de fonctionner en co-combustion avec un pourcentage élevé de pellets de bois. Aujourd'hui, la centrale de Drax est la plus grande installation électrique au monde dont le fonctionnement repose sur la combustion de biomasse solide. En 2014, sa consommation de pellets approchait 4,1 millions de tonnes (EIA, 2016). À titre de comparaison, au cours de la même année la consommation totale de pellets était de 18,8 millions de tonnes dans l'UE-28 dont 4,7 millions de tonnes pour le Royaume-Uni (AEBIOM, 2015). Toujours en 2014, plus de 60% des exportations de pellets en provenance des États-Unis étaient livrées à Drax, ce même chiffre atteignant près de 55% pour le Canada (EIA, 2016).

⁶ Dans le cadre de l'EU ETS, les émissions de CO₂ qui résultent de la combustion de biomasse sont exemptées de l'obligation de délivrer un volume de quotas équivalent. Cela correspond à un facteur d'émission nul appliqué à la biomasse afin de refléter le cycle court du carbone. Se référer aux règles définies dans la Directive 2003/87/CE pour plus de détails.

⁷ À titre d'illustration, le seuil de rentabilité de la co-combustion en termes de prix du carbone se situe à environ 25 Euros la tonne de CO₂ (Bertrand *et al.*, 2014).

⁸ Article de presse pour le cas des Pays-Bas :

<http://www.nltimes.nl/2016/02/03/no-dutch-subsidies-for-coal-plants-could-threaten-biomass-use/>

Article de presse pour le cas du Royaume-Uni :

<https://www.theguardian.com/environment/2016/dec/19/power-station-shares-jump-ec-approves-wood-burning-subsidies-coal-switch>

d'étude FutureMetrics dans le cadre d'un livre blanc adressé à l'administration Trump et qui lui propose une stratégie reposant sur la co-combustion de pellets dans les centrales charbon américaines.⁹ Ce document conclut que le gouvernement américain devrait mettre en place une politique pour compenser le surcoût lié à la co-combustion par rapport à une utilisation classique des centrales avec le charbon comme combustible unique. À un taux de 10% de pellets dans les centrales charbon (donc 90% de charbon), le surcoût à compenser est estimé à 0.007 Dollars par kilowatt-heure électrique. En contrepartie, la co-combustion permettrait de sauver les emplois dans l'industrie du charbon et même d'en créer davantage par rapport à une utilisation classique des centrales. Actuellement, la production de pellets de bois aux États-Unis génère plus de 950 000 emplois dans la filière bois américaine. Ainsi, au-delà des emplois du charbon, le développement de la co-combustion pourrait permettre de créer des dizaines de milliers d'emplois supplémentaires dans la filière forestière américaine qui elle-même connaît des difficultés avec le recul de la demande de papier.

En résumé, cette stratégie présente deux avantages pour les États-Unis dont l'un concerne les emplois américains, la priorité de l'administration Trump.

1) Sauver les emplois dans l'industrie charbon et en créer de nouveaux dans la filière forestière

Selon ce livre blanc, aux États-Unis, la fourniture de combustibles à une centrale électrique de 400 MegaWatts génère un total de 1686 emplois lorsqu'il s'agit d'une centrale fonctionnant avec 100% de charbon. Si cette même centrale est utilisée en co-combustion avec 10% de pellets et 90% de charbon, le volume d'emplois généré est de 1757. En comparaison, 587 emplois sont nécessaires pour approvisionner une centrale gaz de même puissance, dans la mesure où l'extraction et le transport par pipeline sont beaucoup moins intensifs en travail que dans le cas du charbon, qui nécessite plus de travail pour le minage, le raffinage, et le transport par trains ou camions. Dans le cas de la co-combustion, la chaîne d'approvisionnement permet de générer davantage d'emplois encore, dans la mesure où les pellets de bois sont plus intensifs en travail que le charbon, de l'extraction en forêt jusqu'à la livraison à la centrale.

Les enjeux sont importants pour la filière forestière américaine, qui souffre de la diminution de la demande de papier et de la fermeture de nombreuses papeteries. Chaque fermeture menace des milliers d'emplois dans l'exploitation forestière et le transport. Dans ce contexte, le développement de l'industrie du pellet à travers la co-combustion permettrait de sauver les emplois existants et d'en créer davantage. Ainsi, à chaque fois que l'on produit 500 000 tonnes de pellets par an, cela permet de créer environ 800 emplois directs et indirects dans la filière forestière et l'industrie du pellet.¹⁰ Dans l'hypothèse d'une utilisation en co-combustion avec 10% de pellets pour 25% des centrales charbon aux États-Unis, la quantité de pellets nécessaire serait d'environ 20 millions de tonnes par an (contre 12 millions de tonnes actuellement). En termes d'emplois, le résultat serait très intéressant.

2) Réduire les émissions de CO₂ à court terme en améliorant le bilan carbone du charbon électrique

En incluant dans les centrales charbon un pourcentage de pellets de bois neutre vis-à-vis de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère, la co-combustion permet d'améliorer le bilan carbone des centrales existantes et

⁹ Se référer à Strauss (2017) pour le livre blanc. Voir également les articles de presse à la fin de cet article.

¹⁰ L'investissement nécessaire à la construction d'une usine à pellets pouvant fournir 500 000 tonnes par an est évalué à 125 millions de Dollars.

ainsi de réduire les émissions à court terme.¹¹ La réduction des émissions de CO₂ n'est clairement pas l'objectif premier de Donald Trump, dont la politique est beaucoup plus sensible à l'emploi aux États-Unis qu'à la stabilité du climat. Cependant, du point de vue de l'actuelle administration américaine, la possibilité de réduire les émissions de CO₂ peut être intéressante si elle intervient de façon indirecte dans le cadre d'une politique de promotion de l'emploi aux États-Unis. En ce sens, réduire les émissions de CO₂ grâce à la co-combustion serait pour les États-Unis un *co-produit* d'une politique de protection des emplois américains. Ainsi, la co-combustion pourrait permettre aux États-Unis de soutenir leur industrie du charbon sans s'éloigner trop fortement de leurs engagements pris dans l'accord de Paris sur le climat. De ce point de vue, la stratégie de la co-combustion revêt une *valeur d'option* pour l'administration Trump, car elle permet de ne pas trop réduire la fenêtre de tir permettant de revenir à une politique climatique plus ambitieuse dans le futur.

3. Une stratégie risquée pour la forêt et le climat ?

La stratégie proposée à l'administration Trump repose sur la mise en place d'un mécanisme de compensation du surcoût associé à la co-combustion par rapport à une utilisation classique des centrales charbon. Du point de vue des incitations, une telle politique pourrait pénaliser les technologies non-carbonées. Cette stratégie comporte donc un risque à long terme, si elle aboutit à un mix électrique avec plus de charbon et moins de renouvelables dans le futur.¹² Le livre blanc note qu'une utilisation en co-combustion de 25% des centrales américaines avec 10% de pellets et 90% de charbon se traduirait par une augmentation de 148 millions de tonnes de la consommation annuelle de charbon dans le secteur électrique aux États-Unis en 2030 par rapport à un niveau de référence sans la stratégie de co-combustion. Dans ce cas de figure, avec seulement 25% des centrales charbon en co-combustion, la quantité de pellets nécessaire serait d'environ 20 millions de tonnes par an. Or, ce même document estime également que la quantité maximale de pellets qu'est capable de fournir de manière soutenable (c'est-à-dire en assurant la reproduction de la ressource et le cycle court du carbone) la forêt américaine est de 20 millions de tonnes par an. Cette stratégie pourrait donc se révéler également risquée pour la ressource forestière aux États-Unis.¹³ Les études récentes sur l'impact des usages énergétiques du bois sur la ressource forestière américaine et son potentiel de séquestration du carbone montrent en général des résultats contrastés selon les hypothèses retenues sur le taux de prélèvement, le rythme de croissance de la ressource ou encore le choix d'espèces à durées de rotations plus ou moins longues.¹⁴ Il est donc difficile de conclure sur les conséquences pour la forêt américaine d'un tel développement du pellet. Des interrogations demeurent.

La co-combustion peut permettre de réduire les émissions de CO₂ à court terme, en substituant un combustible neutre vis-à-vis des émissions, la biomasse, à des combustibles fossiles fortement émetteurs. Cependant, si cette solution permet de tirer parti au mieux des installations en place en réduisant le bilan carbone des centrales charbon existantes, elle ne contribue pas à la transition vers un parc électrique dominé par des technologies renouvelables

¹¹ Le degré effectif de neutralité vis-à-vis du climat dépend de la gestion forestière qui doit être compatible avec le cycle court du carbone pour assurer l'objectif de zéro-émission. En particulier, le taux de croissance de la ressource doit au moins permettre de compenser les récoltes annuelles, et la priorité doit être donnée aux espèces à rotations de cultures courtes.

¹² La Figure 2 en annexes montre l'impact sur la consommation de charbon par rapport à une évolution au fil de l'eau sans la stratégie sur la co-combustion (Stauss, 2017).

¹³ Article de presse qui discute l'impact sur la ressource forestière aux États-Unis :

<http://www.pressherald.com/2017/01/17/eu-demand-for-pellets-holds-opportunities-for-maine/>

¹⁴ Voir par exemple Springer *et al.* (2017), Henderson *et al.* (2017), Dale *et al.* (2017), Dwivedi *et al.* (2016).

et n'émettant pas de CO₂. En ce sens, la co-combustion peut être considérée comme une solution transitoire permettant de limiter le coût à court terme d'une transition énergétique plus profonde à long terme. Au-delà du court-terme, si la co-combustion demeure durable, il existe un risque que cette solution à vocation transitoire évince les technologies non-carbonées et renouvelables au profit de plus de charbon et de CO₂ dans l'atmosphère. Dans cette optique, une tarification du carbone ambitieuse constitue probablement un instrument efficace, capable de stimuler la co-combustion à court terme sans remettre en cause pour autant la rentabilité à long terme d'investissements dans des technologies n'émettant pas de CO₂. En revanche, toute politique visant à promouvoir de manière spécifique la co-combustion comporte le risque de pénaliser les technologies non-carbonées. De même, l'inclusion de la co-combustion parmi les technologies renouvelables éligibles aux mécanismes de soutien peut être dangereuse, dans la mesure où cela consiste à accorder un traitement similaire à la co-combustion (solution peu coûteuse, mais *partiellement* renouvelable) et aux technologies renouvelables conventionnelles. Le résultat pourrait être une éviction des investissements dans les renouvelables conventionnels au profit de plus de charbon et de CO₂ dans l'atmosphère.¹⁵

¹⁵ Voir la Figure 3 en annexes pour une illustration des effets sur les émissions de CO₂ dans le cadre de simulations appliquées aux cas de la France et de l'Allemagne (Bertrand, 2017).

Références

- AEBIOM (European Biomass Association), 2015. *AEBIOM Statistical Report 2015 – European Bioenergy Outlook*.
- Baxter, L., 2005. Biomass-coal co-combustion: opportunity for affordable renewable energy. *Fuel*, 84(10), 1295-1302.
- Bertrand, V., 2017. *Co-firing coal with biomass under mandatory obligation for renewable electricity: Implication for the electricity mix*. CEC Working Paper n°2017-04.
- Bertrand, V., Dequiedt, B., and Le Cadre, E., 2014. Biomass for Electricity in the EU-27: Potential Demand, CO2 Abatements and Breakeven Prices for Co-firing. *Energy Policy*, 23, 631-644.
- Dale, V.H., Parish, E., Kline, K.L., Tobin, E., 2017. How is wood-based pellet production affecting forest conditions in the southeastern United States? *Forest Ecology and Management*, 396, 143-149.
- Dwivedi, P., Khanna, M., Sharma, A., Susaeta, A., 2016. Efficacy of carbon and bioenergy markets in mitigating carbon emissions on reforested lands: A case study from Southern United States. *Forest Policy and Economics*, 67, 1-9.
- EIA (U.S. Energy Information Administration), 2016. *International Energy Outlook 2016*.
- EurObserv'ER, 2016. *Baromètre biomasse solide*.
- Goetzl, A., 2015. *Developments in the Global Trade of Wood Pellets*. Office of Industries (U.S. International Trade Commission), Working Paper n°ID-039.
- Henderson, J.E., Joshi, O., Parajuli, R., Hubbard, W.G., 2017. A regional assessment of wood resource sustainability and potential economic impact of the wood pellet market in the U.S. South. *Biomass and Bioenergy*, 105, 421-427.
- ITA (U.S. International Trade Administration), 2016. *2016 ITA Renewable Fuels Top Markets Report*.
- Springer, N., Kaliyan, N., Bobick, B., Hill, J., 2017. Seeing the forest for the trees: How much woody biomass can the Midwest United States sustainably produce? *Biomass and Bioenergy*, 105, 266-277.
- Strauss, W., 2017. *Trump Wants to Save the Coal Industry. We Offer a Plan that can Help*. FutureMetrics.

Quelques articles de presse

- “Can Trump learn to love biomass?”, Argus Media, 14 Novembre 2016, <http://blog.argusmedia.com/can-trump-learn-to-love-biomass/>
- “White paper proposes co-firing to save coal jobs”, Canadian Biomass Magazine, 3 Janvier 2017, <https://www.canadianbiomassmagazine.ca/pellets/white-paper-proposes-co-firing-to-save-coal-jobs-6067>
- “Trump pledge to save coal plants could benefit Maine wood pellet industry”, Portland Press Herald, 17 Janvier 2017, <http://www.pressherald.com/2017/01/17/eu-demand-for-pellets-holds-opportunities-for-maine/>
- “White paper offers Trump a strategy to benefit coal, wood pellets”, Biomass Magazine, 18 Janvier 2017, <http://biomassmagazine.com/articles/14125/white-paper-offers-trump-a-strategy-to-benefit-coal-wood-pellets>
- “How Trump Could Save Coal with Wood Pellets”, Biomass Magazine, 15 Mars 2017, <http://biomassmagazine.com/articles/14245/how-trump-could-save-coal-with-wood-pellets>

Annexes

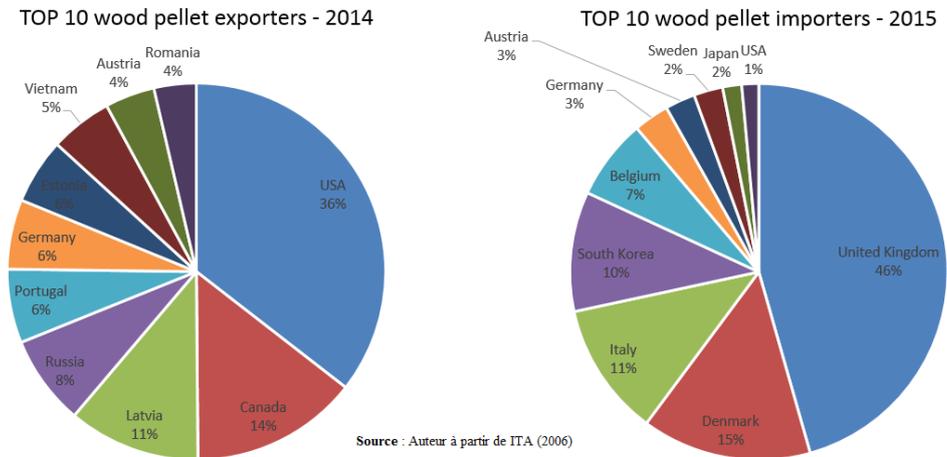


Figure 1 : Marché international du pellet de bois

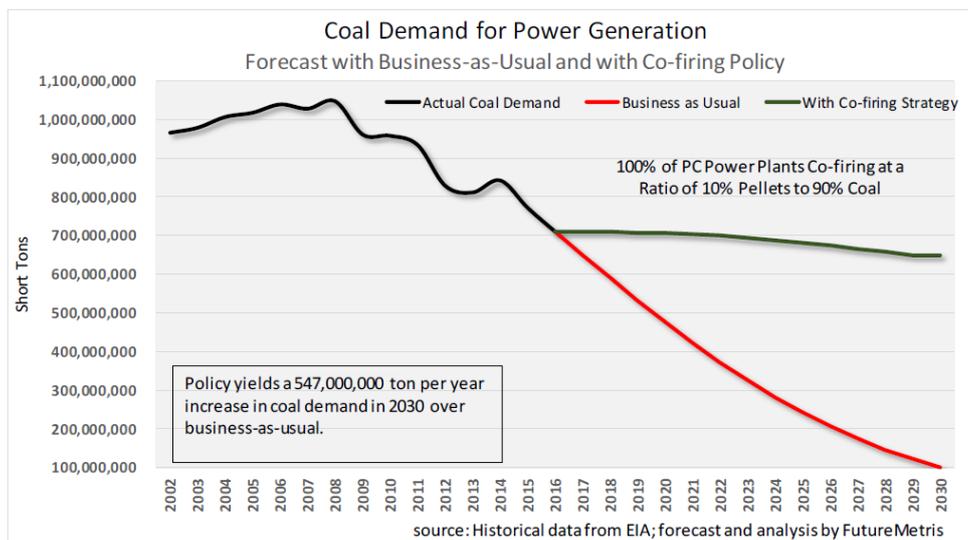
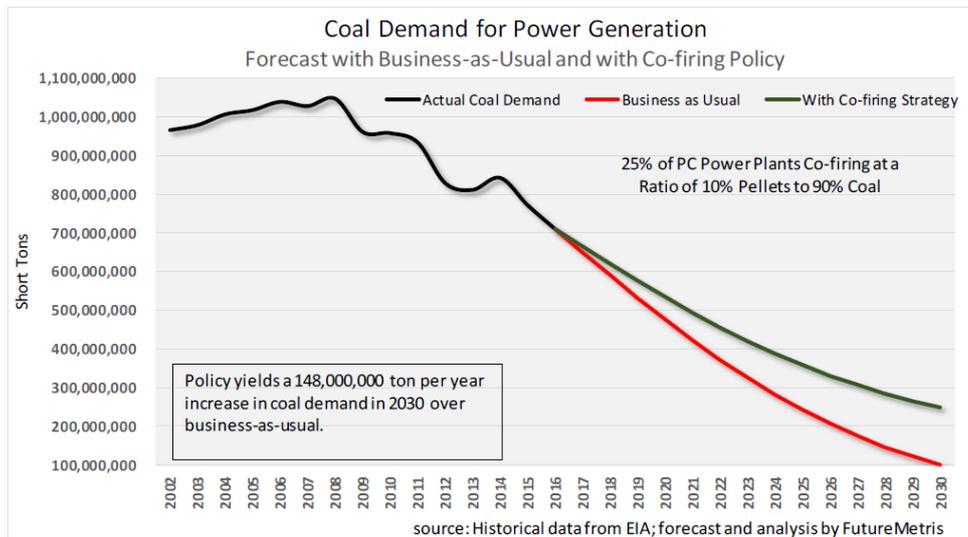


Figure 2 : Évolution de la consommation de charbon du secteur électrique aux États-Unis avec ou sans la stratégie de co-combustion (Stauss, 2017)

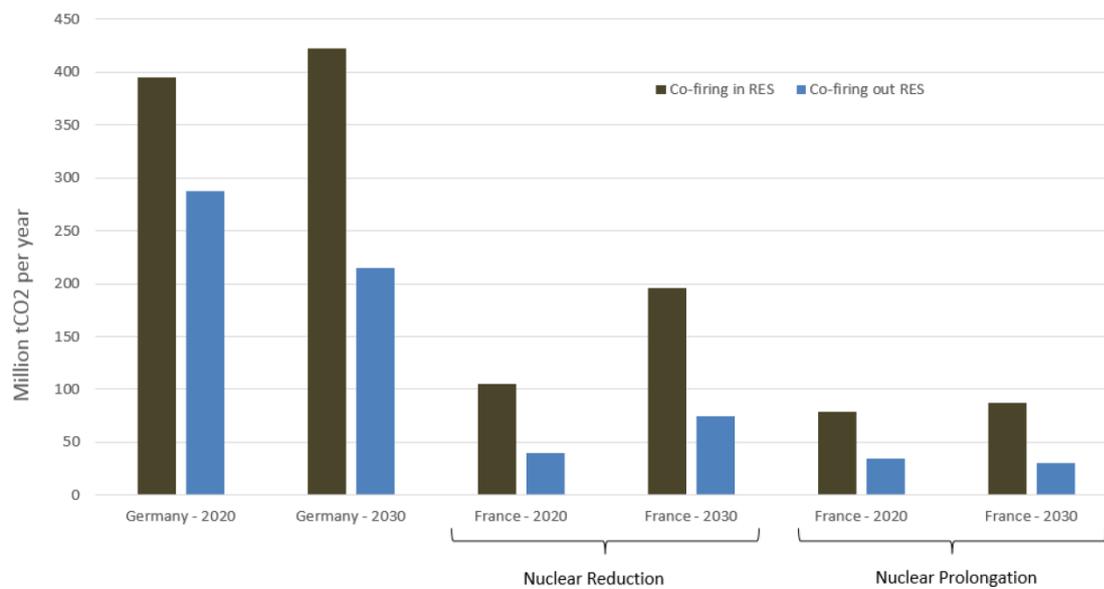


Figure 3 : Émissions de CO₂ associées à la production d'électricité en Allemagne et en France selon que la co-combustion soit intégrée (Co-firing in RES) ou non (Co-firing out RES) parmi l'ensemble des technologies renouvelables comptabilisées pour les objectifs européens des Paquets Énergie Climat 2020 et 2030 (Bertrand, 2017)