

---

# Charbon et biomasse :

# Enjeux pour le mix électrique

---

Vincent Bertrand

# Structure de la présentation

---

1. Introduction

2. Green Electricity Simulate

3. Co-combustion et électricité renouvelable

4. Conclusion

# 1. Introduction : Contexte de l'étude

---

## Usages électriques de la biomasse : Pourquoi ? Comment ?

- **Intérêt de la biomasse dans l'électricité**

- Pas d'émissions de CO<sub>2</sub> (cycle du carbone) dans un contexte de tarification du carbone en Europe

- ⇒ Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> quand substitution aux fossiles

- Biomasse = Énergie Renouvelable (ENR)

- ⇒ Augmentation de la part d'ENR dans la production d'électricité (Paquets Énergie-Climat)

- **Options techniques pour la biomasse dans l'électricité**

- Centrales dédiées biomasse = Centrales qui produisent exclusivement à partir de biomasse

- Co-combustion dans les centrales charbon = Combustion d'un mélange de biomasse et de charbon dans les centrales charbon

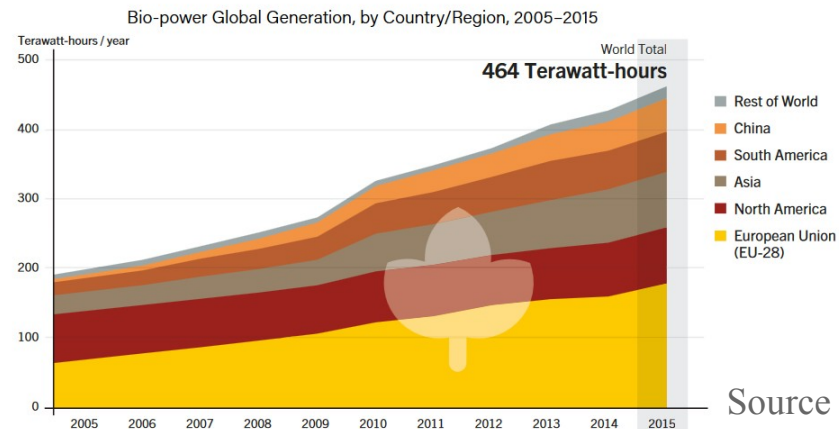
# 1. Introduction : Contexte de l'étude

## Usages électriques de la biomasse : Enjeux et développement récent

### ● Fort développement de la biomasse dans l'électricité depuis une décennie

→ Effet tarification carbone et autres politiques incitatives en faveur des ENRs et du bois-énergie

⇒ Développement de la production d'électricité à partir de biomasse = Principalement en Europe



→ Fort développement à travers la co-combustion dans les centrales charbon couvertes par l'EU ETS (marché européen du carbone)

⇒ Exemples d'installations = Drax Power Station (UK, 3960 MW), Tilbury Power Station (UK, 1428 MW), Ironbridge Power Station (UK, 1000 MW), Polaniec Power Station (Pologne, 1800 MW), Kladno-Dubská Power Station (République Tchèque, 1542 MW), etc

# 1. Introduction : Contexte de l'étude

---

## La co-combustion : Intérêt et implications pour le secteur électrique

→ Solution **peu coûteuse** et facile à mettre en oeuvre

⇒ Repose sur une technologie conventionnelle et **non-intermittente** = Le charbon électrique

⇒ Mise en œuvre dans les **centrales charbon existantes**

⇒ **Pas ou peu d'investissement**

→ Ressources pouvant être mobilisées

⇒ La Co-combustion peut représenter jusqu'à 80% de la demande de biomasse du secteur électrique en Europe (potentiel technique maximal du parc électrique actuel)

→ Abattements des émissions de CO<sub>2</sub> = Volumes annuels théoriques dans le périmètre de l'EU ETS (marché européen du carbone)

⇒ Co-combustion = Potentiel maximal théorique estimé à environ **360 Mt de CO<sub>2</sub> par an**

⇒ Substitution des centrales gaz (peu polluantes) aux centrales charbon (très polluantes) = Potentiel maximal théorique estimé à environ 150 Mt de CO<sub>2</sub> par an

# 1. Introduction : Motivations de l'étude

---

**Problématique de recherche** : Valorisation de la co-combustion comme un renouvelable ?

→ Question de l'étude = Quelles conséquences sur les décisions et les investissements des électriciens ?

⇒ Potentiel pour développer les renouvelables dans le secteur électrique à moindre coût ?

⇒ Risque d'éviction des renouvelables traditionnels (solaire, éolien, etc) au profit du charbon à travers la co-combustion ?

⇒ Impact sur la contribution du charbon et les émissions de CO<sub>2</sub> ?

→ Périmètre de l'étude = Allemagne et France

# Structure de la présentation

---

1. Introduction

2. Green Electricity Simulate

3. Co-combustion et électricité renouvelable

4. Conclusion

## 2. Green Electricity Simulate

---

### Modèle de simulation pour le secteur électrique

- **Le modèle** = Outil de simulation pour la co-combustion et les usages électriques de la biomasse
- **Principe** = Minimisation des coûts de production et d'investissement dans le secteur électrique = Équilibres annuels entre l'offre et la demande à horizon 2030
- **Exemples de problématiques pouvant être abordées avec le modèle**
  - Consommation de biomasse (et des autres combustibles) en fonction de différents scénarios de prix et de politiques ? Contribution de la co-combustion ?
  - Influence de l'évolution du prix du carbone et des autres instruments de politique énergie-climat ?
  - Impact de la co-combustion sur l'ordre d'appel des centrales ? Impact sur la substitution entre les centrales gas et charbon ?
  - Impact de la co-combustion sur les décisions de prolongation ou démantèlement des centrales charbon en fin de vie ?



# Structure de la présentation

---

1. Introduction

2. Green Electricity Simulate

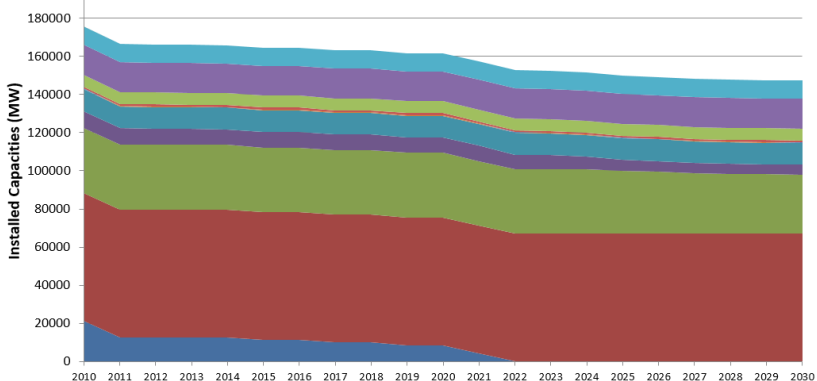
3. Co-combustion et électricité renouvelable

4. Conclusion

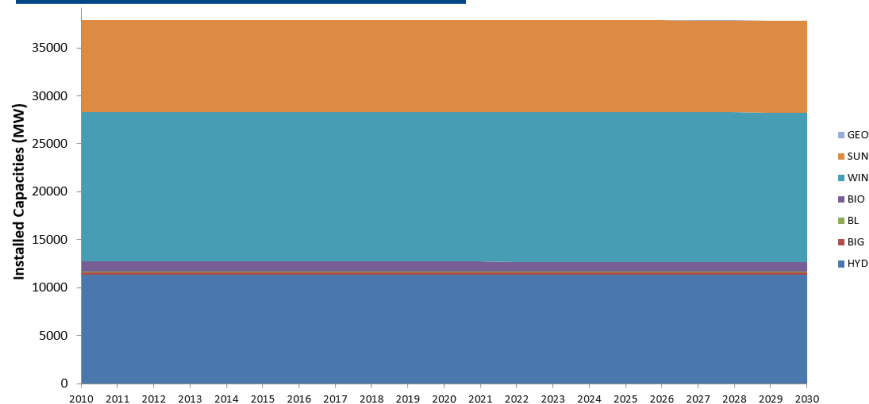
# 3. Co-combustion et électricité renouvelable : Résultats

## Investissements et évolution du mix électrique : Cas de l'Allemagne

Co-combustion parmi les renouvelables – Toutes technologies

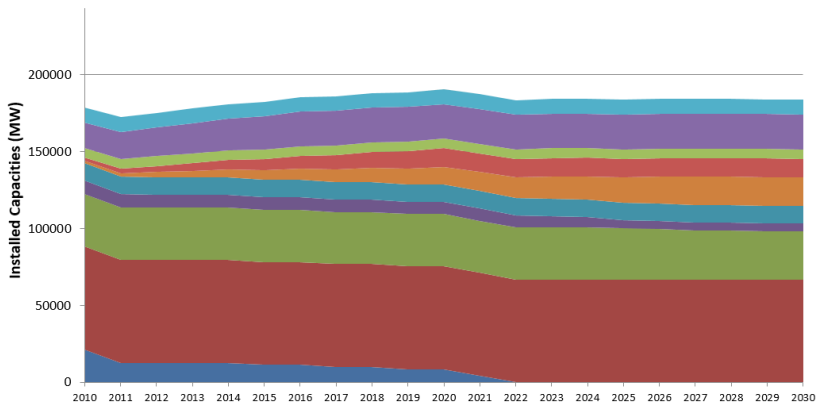


Co-combustion parmi les renouvelables – Technologies renouvelables

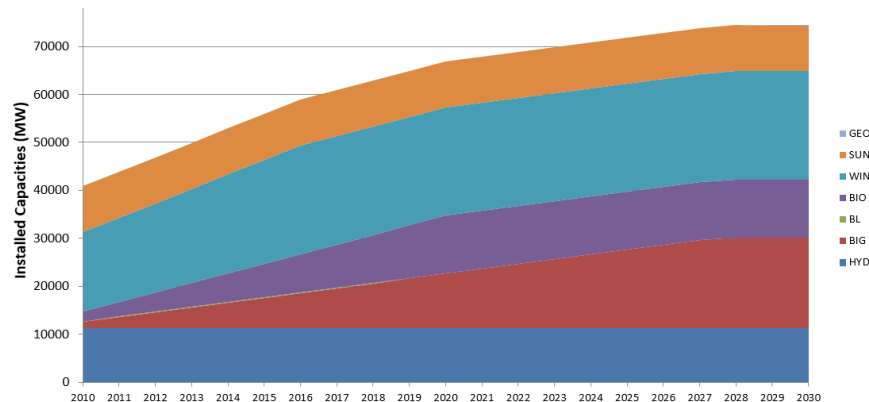


Pas de développement des capacités pour les renouvelables traditionnels = Pas d'investissements dans les renouvelables traditionnels

Co-combustion en dehors des renouvelables – Toutes technologies



Co-combustion en dehors des renouvelables – Technologies renouvelables

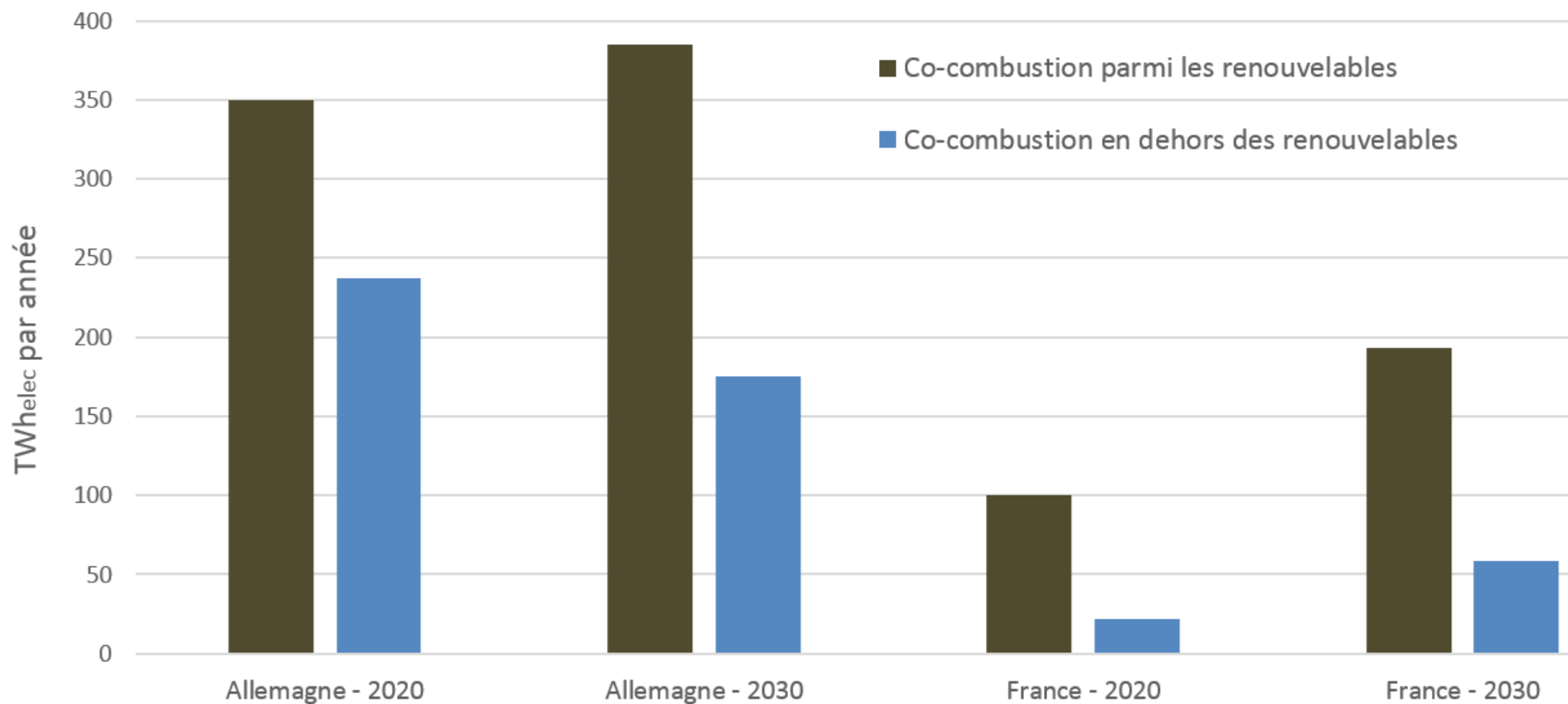


→ Pas d'investissement dans les renouvelables traditionnels si la co-combustion est comptabilisée parmi les renouvelables = Éviction des renouvelables traditionnels et augmentation de la contribution du charbon

⇒ Impact sur les émissions de CO2 à long terme ?

### 3. Co-combustion et électricité renouvelable : Résultats

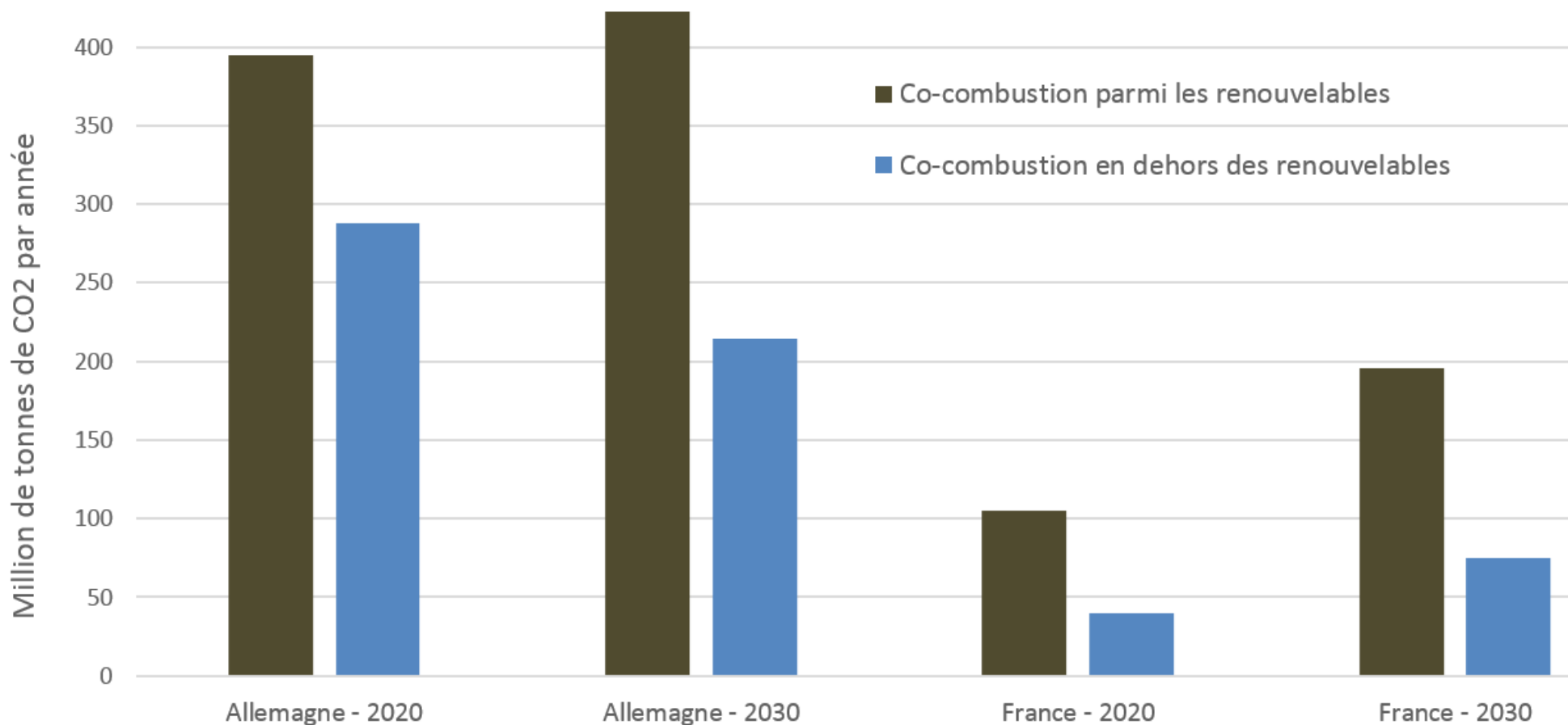
#### Impact sur la production des centrales charbon



→ Plus de charbon électrique lorsque la co-combustion est comptabilisée parmi les renouvelables

### 3. Co-combustion et électricité renouvelable : Résultats

#### Impact sur les émissions de CO2

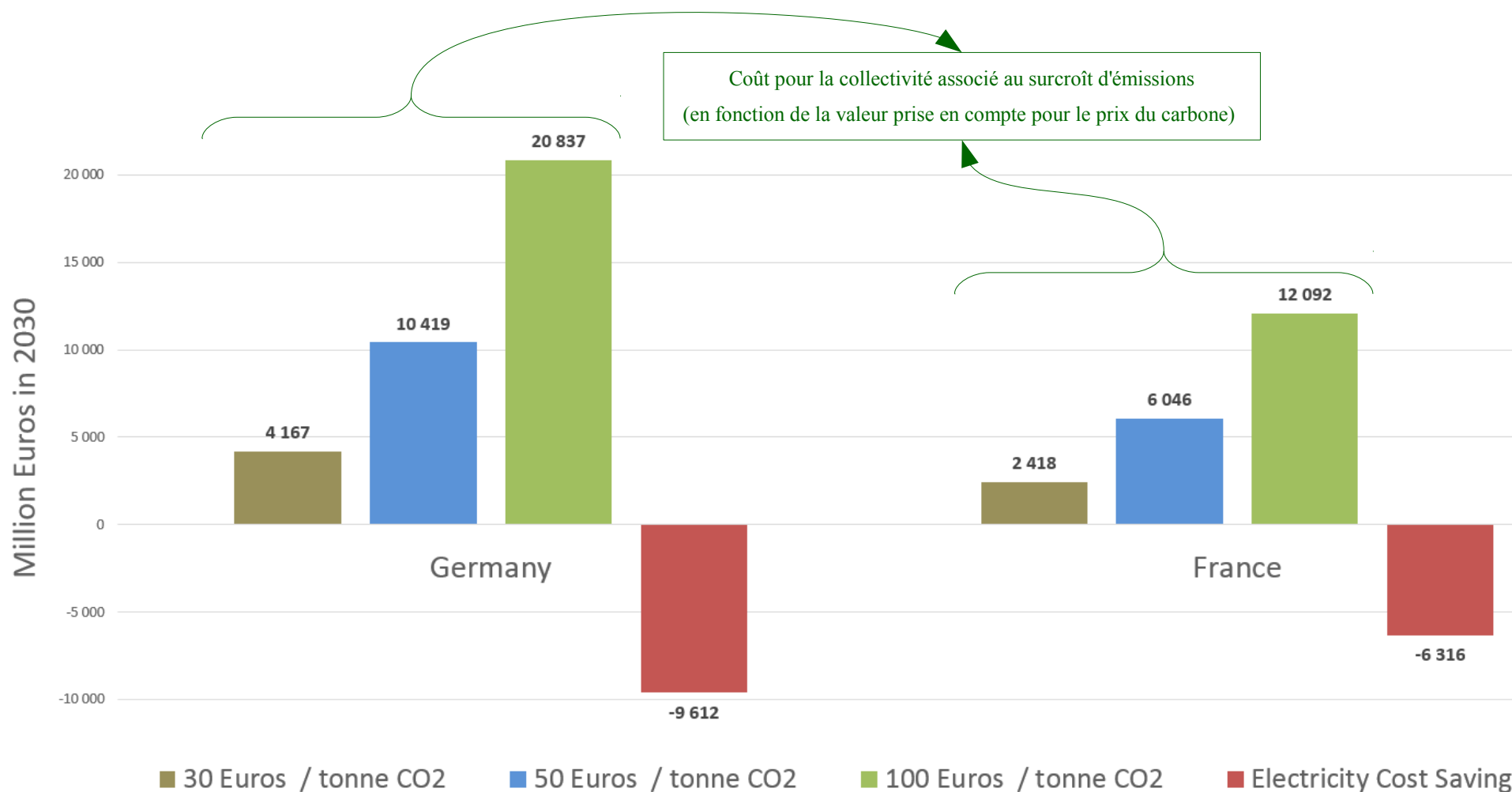


→ Plus d'émissions de CO2 lorsque la co-combustion est comptabilisée parmi les renouvelables

⇨ Substitution de la co-combustion (charbon avec moins d'émissions) aux renouvelables traditionnels (qui n'émettent pas de CO2)

### 3. Co-combustion et électricité renouvelable : Résultats

Économies dans le secteur électrique vs coût de l'augmentation des émissions de CO2



→ À partir de 50 euros / tonne CO2 = Valeur dommage environnemental > Économie pour le secteur électrique

⇒ Coût net pour la société si la co-combustion est intégrée parmi les renouvelables

# Structure de la présentation

---

1. Introduction

2. Green Electricity Simulate

3. Co-combustion et électricité renouvelable

4. Conclusion

## 4. Conclusion : Principaux enseignements de l'étude

---

- **Économies potentielles pour le secteur électrique** si la co-combustion est valorisée comme un renouvelable pour atteindre les objectifs d'augmentation de la part de renouvelable dans le mix électrique
- **Mais, risque d'éviction par le charbon des investissements dans les renouvelables traditionnels**
  - ⇒ Moindre pénétration des technologies non carbonées dans le mix électrique
  - ⇒ Risque d'une **transition énergétique plus lente et moins profonde avec plus d'émissions de CO2**

## 4. Conclusion : Prolongements

---

- Travaux à venir = Analyse de la conversion des centrales charbon en unités 100% biomasse dans un contexte de sortie du charbon électrique en Europe (projet de thèse avec des partenaires locaux)
- ⇒ Opportunités pour limiter le coût de la sortie du charbon électrique
- ⇒ Potentiels effets adverses (CO<sub>2</sub>, ressource forestière, etc) ?
- ⇒ Sujet d'actualité = Cas du projet de conversion de la centrale charbon de Cordemais (1200 MW, EDF, Loire-Atlantique)



---

# Merci pour votre attention

---

Plus d'informations sur le site internet du modèle GES :

[Green Electricity Simulate Project](#)



# Quelques références

---

## Publications scientifiques sur l'économie de la co-combustion

Bertrand, V., 2013. [Switching to biomass co-firing in European coal power plants: Estimating the biomass and CO2 breakeven prices](#). *Economics Bulletin*, 33 (2), 1535-1546.

Bertrand, V., Dequiedt, B., and E, Le Cadre., 2014. [Biomass for Electricity in the EU-27: Potential demand, CO2 abatements and breakeven prices for co-firing](#), *Energy Policy*, 73, 631-644.

Bertrand, V., and E, Le Cadre., 2015. [Simulating the use of biomass in electricity with the Green Electricity Simulate model: An application to the French power generation](#). CEC Working Paper Series, n°2015-03.

Bertrand, V., 2017. [Co-firing coal with biomass under mandatory obligation for renewable electricity: Implication for the electricity mix](#). CEC Working Paper Series, n°2017-04.

Bertrand, V., Caurla, S., Delacote, P., Le Cadre, E., 2017. [Heat or power: How to increase the use of energy wood at the lowest costs?](#) Cahier du LEF, n°2017-03. Révision dans *Energy Economics*.

## Articles à destination du grand public

Bertrand, V., 2018. [La co-combustion de bois dans les centrales charbon aux États-Unis : Un moyen détourné de prolonger l'usage du charbon ?](#) CEC Policy Brief, n°2018-02.

Bertrand, V., 2018. [États-Unis : associer bois et charbon pour produire de l'électricité, une solution risquée ?](#) *The Conversation*.

## Relais dans les médias

[La co-combustion de bois dans les centrales à charbon aux États-Unis](#). *Connaissance des Énergies*, 6 février 2018.

