



Chaire Modélisation Prospective
au service du développement durable

**Gouvernances nationale et internationale pour
la lutte contre le changement climatique**
Retours d'expériences et pistes d'amélioration

13 novembre 2019

9h30-16h30

MINES ParisTech

60 boulevard Saint Michel – 75006 Paris

Salles V115-V116

Ariane MILLOT (CMA)

**Orienter la future transition énergétique vers le zéro
émission nette de CO2 : le cas de la France et de la Suède**

Restitution réalisée par les élèves du cycle ingénieur civil de MINES ParisTech

La France et la Suède sont similaires sur bien des aspects : ce sont des pays européens développés qui, sur le plan de leur système énergétique, ont investi dans une électricité décarbonée par le nucléaire, l'hydraulique et disposent de ressources très importantes en biomasse. Enfin, ces deux pays ont des objectifs ambitieux en matière de neutralité carbone : l'atteindre en 2045, dans le cas de la Suède, et en 2050 pour la France.

Intéressons-nous à l'évolution du système énergétique depuis 1970. Avant les crises pétrolières, les systèmes énergétiques des deux pays reposaient sur la consommation massive d'énergies fossiles : le pétrole et le charbon en France, le pétrole en Suède. Les chocs pétroliers des années 1970 ont suscité de profonds changements. La France a alors développé un programme nucléaire très conséquent et a augmenté sa consommation de gaz. En Suède, le nucléaire a aussi été mis au service de la production, accompagné d'un fort développement de la biomasse (soutien cohérent et durable, programmes de recherche, etc.), des réseaux de chaleur (contrairement à la France) et d'une électrification massive du pays. Ainsi, on peut dire que la France a mis en place une transition électrique en se concentrant quasi exclusivement sur le nucléaire, au détriment d'autres mesures qui sont aujourd'hui doucement actionnées. La Suède, quant à elle, a vécu deux transitions : l'une dans le secteur électrique, reposant sur un mix diversifié, et l'autre dans le secteur du chauffage. L'ensemble de ces mesures ont d'abord été prises dans le but de réduire la dépendance de ces deux pays au pétrole, mais elles permettent aujourd'hui de soutenir leur action de réduction des émissions de GES.

Concernant les scénarios de transition énergétique de ces deux pays, les différences entre le scénario France et le scénario Suède, réalisés avec le modèle TIMES-France, sont notamment les suivantes : le taux d'actualisation pour la France est de 4,5% contre 3,5% pour la Suède ; la neutralité carbone est atteinte en 2050 pour la France et en 2045 pour la Suède. Enfin, il y a une contrainte nucléaire en France qui porte la capacité du nucléaire à 50% dans le mix électrique français. De manière globale, on peut observer qu'il est plus facile pour la Suède d'atteindre son objectif de neutralité carbone. Les défis pour la Suède résident majoritairement dans les transports et l'industrie. Elle sort du nucléaire de façon définitive en 2050. La Suède a également beaucoup recours à la géothermie et déploie des émissions négatives grâce à la technologie biomasse associée à la capture et séquestration du carbone dans le secteur de production d'électricité. En France, les défis concernent l'ensemble du système énergétique et la réduction du vecteur gaz. La consommation d'énergie finale doit être diminuée beaucoup plus qu'en Suède (à savoir de 24 % contre 7 % pour la Suède) pour pouvoir atteindre la neutralité carbone. De nouveaux investissements sont faits dans le nucléaire à partir de 2040. Le gaz naturel importé est remplacé progressivement par du biométhane, qui permet en plus de stocker le CO₂. Les importations d'électricité françaises augmentent à partir de 2035.

Dans les deux cas, le secteur de l'industrie est un secteur difficile à décarboner. En France, le coût marginal du CO₂ dépasse les 10 00€ par tonne en 2045, ce qui montre bien que les dernières tonnes

de CO2 sont extrêmement difficiles à supprimer et entraînent une véritable tension sur le système énergétique.