

Regulations and the incentive for environmental innovations on emissions

Stéphane Lemarié¹ Nicolas Pasquier^{1,2}

¹Univ. Grenoble Alpes, INRAE, UMR GAEL, France

²Bordeaux Sciences Economiques, Pessac, France

JRSS – 15-16 Décembre 2022 – Clermont-Ferrand

Introduction – contexte

- Les biocarburants limitent les émissions en comparaison des carburants d'origine fossile,
- Mais les coûts de production des biocarburants sont supérieurs,
- ⇒ Manque d'incitations privées à utiliser des biocarburants.
- ⇒ Mise en place de réglementations pour (1) obliger l'usage de biocarburants et (2) encourager l'innovation pour rendre les biocarburants plus intéressants.
- Exemples de réglementations: RED en 2009 (Europe), RFS en 2007 (USA).
Différents types d'instruments : quantités minimales, pourcentage minimal d'intégration, taxes différenciées selon le type de carburant, plafond d'émission.

Introduction – objectif de cet article

- Comparer différentes réglementations quant à leurs effets sur les incitations à innover pour diminuer le niveau d'émission lié au biocarburant.
- Exemple : amélioration de l'efficacité en azote du colza.
 - ⇒ Diminue le niveau l'usage d'azote pour un rendement donné (augmente le rendement pour un niveau d'azote donné).
 - ⇒ Diminue les émissions liées à la production de biodiesel car la production d'azote génère des émissions importantes.
- Analyse théorique en s'appuyant sur un modèle d'économie industrielle.

Littérature

- Clancy et Moschini (2018) : incitation à innover pour des innovations permettant de diminuer le coût de production, dans un contexte où l'offre de biocarburant est en concurrence parfaite.
⇒ Modèle très similaire, mais avec un type d'innovation différent, différentes hypothèse sur le pouvoir de marché lié à l'offre de biocarburant.
- Holland et *al.* (2009) : comparaison de différentes réglementations quant à leurs effets sur la production de biocarburant, sans et avec pouvoir de marché.
⇒ Analyse des incitations à innover (i.e. comparaison des profits avec/sans adoption d'innovation).

Le modèle

- Offre par une industrie en concurrence parfaite ou monopole qui produit du carburant à partir de deux sources :
 - Carburant fossile (quantité q_c)
 - Coût marginal de production constant : c_c
 - Niveau d'émission par unité normalisé à 1.
 - Biocarburant d'origine végétale (quantité q_r)
 - Coût marginal de production croissant : $c_r + q_r$ (avec $c_r > c_c$)
 - Niveau d'émission par unité : $\phi_r < 1$
- Demande de biocarburant supposée linéaire: $P = 1 - q$
avec $q = q_r + q_c$ et $c_c < c_r < 1$.
- Monopole en amont accorde une licence sur une innovation sur le biocarburant:
 - Permettant de réduire le niveau d'émission $\phi_r \rightarrow \phi_r - \psi$ (> 0)
 - Licence basée sur une royalty r par unité de biocarburant produite

Equilibre sans réglementation

- Sans réglementation, l'industrie produit uniquement avec du carburant fossile qui est moins cher.
- Equilibre : $P = 1 - q = c_c \Leftrightarrow q = 1 - c_c$.
- L'industrie ne fait pas de profit.

Réglementation sur les quantités

- Exemple: taux d'incorporation minimum : $q_r \geq \gamma q$
- Equilibre :

$$P = 1 - q = (1 - \gamma)c_c + \gamma(c_r + \gamma q)$$

$$\Leftrightarrow q = \frac{1 - c_c - \gamma(c_r - c_c)}{1 + \gamma^2} < 1 - c_c$$

- La réglementation conduit l'industrie à produire moins, des prix d'équilibre supérieurs et un profit positif pour l'industrie.
- **Une innovation sur le niveau d'émission n'est pas adoptée** car elle est sans effet sur la contrainte $q_r \geq \gamma q$ et donc sur les quantités et profit d'équilibre.
- Même propriété avec une réglementation qui impose une quantité minimum ($q_r \geq q_r^{min}$).

Réglementation sur le niveau d'émission

- Le niveau d'émission moyen par unité doit être inférieur à un plafond σ :

$$\frac{q_c + \phi_r q_r}{q_c + q_r} \leq \sigma \quad \Leftrightarrow \quad \frac{q_r}{q_c + q_r} \geq \frac{1 - \sigma}{\sigma - \phi_r}$$

- Une réglementation sur le niveau d'émission est équivalent à une réglementation sur un taux d'incorporation *dont le niveau dépend du niveau d'émission du biocarburant*.
- Deux effets d'une innovation sur le niveau d'émission ($\phi_r \Rightarrow \phi_r - \Psi$) :
 - Diminue le taux d'incorporation du biocarburant
 - Augmente la quantité totale de carburant

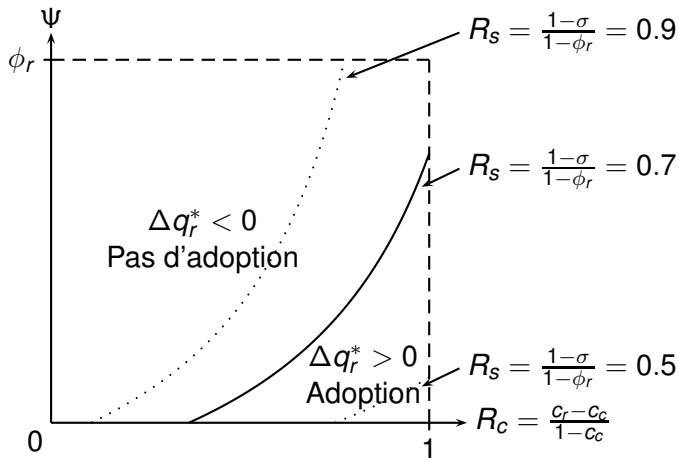
Condition d'adoption de l'innovation par l'industrie

- Profit de l'industrie : $\pi = q_r^2/2$. L'industrie augmente son profit si la quantité de biocarburant augmente.

$$\begin{aligned} \Delta q_r &= q_r(1) - q_r(0) = \frac{1 - \sigma}{\sigma - (\phi_r - \Psi)} q(1) - \frac{1 - \sigma}{\sigma - \phi_r} q(0) \\ &= \underbrace{\left(\frac{1 - \sigma}{\sigma - (\phi_r - \Psi)} - \frac{1 - \sigma}{\sigma - \phi_r} \right)}_{\text{Effet de ratio} < 0} q(0) + \underbrace{\frac{1 - \sigma}{\sigma - (\phi_r - \Psi)} (q(1) - q(0))}_{\text{Effet de quantité} > 0} \end{aligned}$$

- L'industrie a intérêt à adopter une innovation réduisant les émissions si celle-ci induit un effet de quantité supérieur à l'effet de ratio.

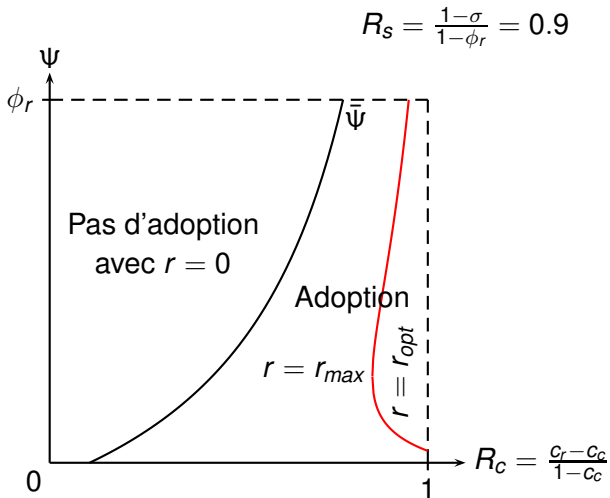
Adoption d'une innovation disponible gratuitement



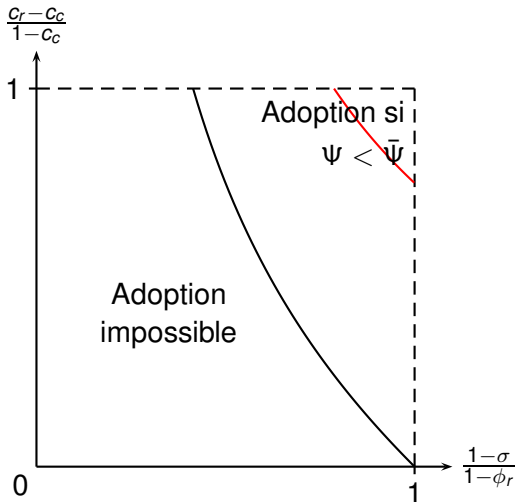
Condition d'adoption de l'innovation

- Si $r = 0$ alors $\Delta q_r > 0 \Leftrightarrow \Psi < \bar{\Psi} = (1 - \phi_r) \frac{2R_c R_s + R_s^2 - 1}{1 - R_c R_s}$
- **Si l'industrie est en concurrence parfaite, une innovation réduisant les émissions, disponible gratuitement, est adoptée si :**
 - l'innovation n'est pas trop forte (Ψ faible),
 - le biocarburant est coûteux (R_c élevé),
 - et la réglementation conduit à l'intégrer en proportion importante (R_s élevé).
- Si $\Psi < \bar{\Psi}$ alors, il est possible de définir un niveau de royalty maximum (r_{max}) en dessous duquel l'innovation est adoptée. L'innovateur en amont peut avoir intérêt à définir un niveau de royalty (r_{opt}) inférieur au ce niveau maximum.

Equilibre en concurrence parfaite

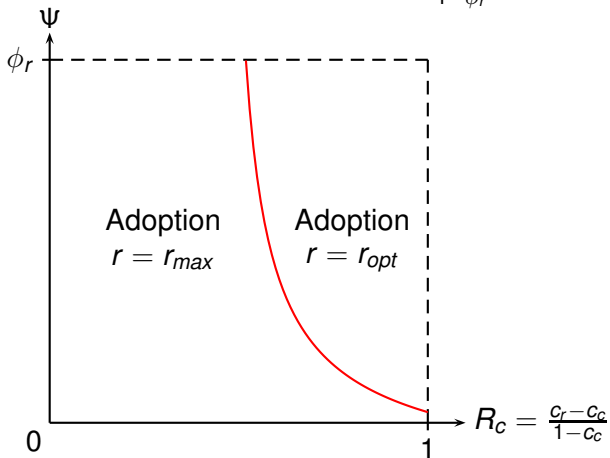


Equilibre en concurrence parfaite



Equilibre avec une industrie en monopole

$$R_s = \frac{1-\sigma}{1-\phi_r} = 0.9$$



Réglementation basée sur une taxe

- Une taxe indépendante du niveau d'émission est sans effet sur l'adoption
- Taxe d'assise dépendant du niveau d'émission : $t = \tau \cdot \frac{q_c + q_r \phi_r}{q_c + q_r}$.

$$\pi_c = P \cdot (q_c + q_r) - q_c c_c - q_r c_r - q_r^2 / 2 - \tau \cdot (q_c + q_r \phi_r)$$

$$FOC \Rightarrow q = 1 - c_c - \tau$$

$$q_r = \max[0, \tau(1 - \phi_r) - (c_r - c_c)]$$

- La taxe conduit à une baisse de la quantité totale indépendante du niveau d'innovation. Un taux de taxe assez élevé conduit à une production de biocarburant, dont la quantité augmente avec l'innovation.
- L'introduction d'un pouvoir de marché n'a pas d'effet sur les incitations à innover (résultat à confirmer).

Conclusion – synthèse des résultats

Une innovation réduisant les émissions...

- n'est pas adoptée en absence de réglementation ou si la réglementation définie une proportion ou quantité donnée de biocarburant à intégrer (indépendant du niveau d'innovation)
- peut être adoptée avec une réglementation sur le niveau d'émission si:
 - (avec une industrie est en concurrence parfaite) l'innovation n'est pas trop importante, le biocarburant est couteux et intégré en proportion importante,
 - il existe un pouvoir de marché suffisant dans l'offre de carburant
- est adoptée avec une réglementation basée sur une taxe d'assise, dont le niveau dépend du niveau d'émission.