Introduction à l'économie (ECO 361)
Juillet 2019

Examen final

Aucun document autorisé

A/ Questions courtes (3.5 points)

1/ Tout individu qui se fait vacciner ne peut plus contribuer à propager la maladie, ce qui exerce une **externalité positive** sur l'ensemble de la population. Afin d'éviter un taux de vaccination excessivement faible, l'Etat doit intervenir en récompensant le vaccination ou en pénalisant l'absence de vaccination, voir en rendant la vaccination obligatoire.

2/ Si l'émetteur de l'obligation (l'emprunteur) n'est pas capable de rembourser son créancier alors il fait **défaut** et est placé en liquidation. Plus la probabilité de défaut est élevée, plus l'obligation est risquée (ce qui se traduit par un prix plus bas et un taux d'intérêt plus élevé).

3/ La banque centrale augmente la masse monétaire en achetant des obligations, ce qui augmente leur prix et **diminue le taux d'intérêt nominal** correspondant. Cela réduit donc le taux d'intérêt réel (égal au taux nominal net de l'inflation), ce qui stimule la demande de consommation des ménages et la demande d'investissement des entreprises, ce qui **augmente le PIB**.

4/ Si D est la fonction de demande, l'elasticité-prix de la demande est donnée par:

$$\rho = -D'(p)\frac{p}{D(p)}$$

5/ Le budget total alloué au bien est donné par $pD(p)$. Avec une demande positive, $\frac{d}{dp}(pD(p)) = D(p) + pD'(p) > 0$ ssi $1 > -D'(p)\frac{p}{D(p)} = \rho$, c'est à dire $\rho < 1$. Pour $\rho > 1$, le budget alloué au bien est **décroissant** avec p.

6/ Une allocation est Pareto efficace lorsqu'il n'est pas possible d'augmenter le bien-être d'au moins un agent sans diminuer celui d'un autre. Autrement dit, pour augmenter le bien-être d'un agent, il faut forcément diminuer celui d'au moins un autre.

B/ Réchauffement climatique (8 points)

1/ Le coût marginal des réductions d'émissions est égal à:

$$\frac{d}{d\left(\bar{Q}_i - Q_i\right)}\left(\alpha_i \frac{\left(\bar{Q}_i - Q_i\right)^2}{2}\right) = \alpha_i\left(\bar{Q}_i - Q_i\right).$$

Le paramètre α_i détermine donc le coût marginal des réductions d'émissions pour un niveau d'effort $\bar{Q}_i - Q_i$ donné. Par example, les caractéristiques géographiques suivantes sont de nature à diminuer ce coût:

- Un fort ensoleillement améliore l'efficacité de l'énergie solaire;
- Une bonne exposition au vent augmente le potentiel des énergies éoliennes;
- Le relief et le climat peut être favorable aux énergies hydrauliques (mais, si les conditions sont particulièrement favorables, cela se traduira plutôt par une diminution de $\bar{Q}_i$ car cette énergie est rentable, même en situation de *laissez-faire*);
- Un climat clément permet de se passer de chauffage l'hiver ou d'air conditionné l'été.

2/ Le coût engendré par cette politique pour le pays i s'élève à $\alpha_i E^2/2$. Le coût marginal correspondant est donc de $\alpha_i E$. Avec $\alpha_N > \alpha_S$, le coût marginal des réduction d'émissions est supérieur dans le pays N que dans S, ce qui est Pareto inefficace. En effet, N peut payer S pour faire une partie de l'effort à sa place, ce qui est mutuellement bénéfique tout en maintenant l'effort de réduction d'émission égal à $2E$.

Supposons que S augmente ses réductions d'émissions d'une petite quantité ε, tout en étant compensé financièrement par N qui réduit son propre effort de ε. Pour compenser S de son surcroit d'effort, N doit lui verser:

$$\alpha_S \frac{(E+\varepsilon)^2}{2} - \alpha_S \frac{E^2}{2} \simeq \alpha_S E \varepsilon.$$

La diminution de l'effort de N lui permet d'économiser:

$$\alpha_N \frac{E^2}{2} - \alpha_N \frac{(E-\varepsilon)^2}{2} \simeq \alpha_N E \varepsilon.$$

La richesse de N augmente donc de:

$$\alpha_N E\varepsilon - \alpha_S E\varepsilon > 0.$$

Les émissions globales demeurent égales à $2E$, le pays S a été intégralement compensé par N pour son surcroit d'effort, et N a augmenté sa richesse. Cette politique est donc Pareto supérieur à la politique initiale qui était donc Pareto inefficace.

3/ (i) Après l'instauration de la taxe, les citoyens de chaque pays i choisissent un niveau Q_i d'émission qui minimise leurs coûts de pollution:

$$\alpha_i \frac{\left(\bar{Q}_i - Q_i\right)^2}{2} + \tau Q_i.$$

La condition de premier ordre est:

$$\alpha_i \left(\bar{Q}_i - Q_i\right) = \tau.$$

A l'optimum, la taxe est égale au coût marginal des réductions d'émissions.

La taxe doit engendrer une réduction globale des émissions de $2E$. On doit donc avoir:

$$\bar{Q}_N - Q_N + \bar{Q}_S - Q_S = 2E.$$

Ainsi:

$$\frac{\tau}{\alpha_N} + \frac{\tau}{\alpha_S} = 2E,$$

soit:

$$\tau = 2E \frac{\alpha_N \alpha_S}{\alpha_N + \alpha_S}.$$

Plus la réduction d'émission $2E$ est forte, plus la taxe est élevée. Si $\alpha_S = \alpha_N = \alpha$, alors $\tau = E\alpha$. En ce cas, plus α est élevé, plus les réductions marginales d'émissions sont coûteuses pour l'économie et, donc, plus la taxe est élevée. Enfin, si $\alpha_N > \alpha_S$, alors c'est le pays S qui réagira le plus fortement à la taxe et qui déterminera donc principalement le niveau de cette taxe. Cela se voit facilement dans le cas extrême où $\alpha_N = +\infty$, auquel cas $\tau = 2E\alpha_S$.

(ii) La réduction d'émission du pays i s'élève à:

$$\bar{Q}_i - Q_i = \frac{\tau}{\alpha_i}.$$

Au sein de chaque pays, les citoyens pollueurs perdent:

$$\alpha_i \frac{\left(\bar{Q}_i - Q_i\right)^2}{2} + \tau Q_i$$

à cause de la taxe carbone, mais l'Etat obtient des recettes fiscales égales à τQ_i. Le coût total pour le pays est donc égal à:

$$\begin{aligned}\alpha_i \frac{\left(\bar{Q}_i - Q_i\right)^2}{2} &= \alpha_i \frac{\left(\tau/\alpha_i\right)^2}{2}, \\ &= \frac{\tau^2}{2\alpha_i}.\end{aligned}$$

Plus les réductions d'émissions sont coûteuses pour un pays, moins la taxe carbone n'affecte la quantité d'émission et donc moins la politique est coûteuse pour ce pays.

(iii) La taxe étant fixé au niveau mondial, le coût marginal des réductions d'émissions est identique dans les deux pays, ce qui est Pareto efficace. En revanche, cette taxe n'aboutit pas à une répartition nécessairement équitable de l'effort de réduction d'émission. Ayant $\alpha_N > \alpha_S$, cette politique est plus coûteuse pour S que pour N, ce qui n'est pas nécessairement équitable. (Notez que les émissions du pays i s'élèvent à $Q_i = \bar{Q}_i - \tau/\alpha_i$. Par conséquent, si $\bar{Q}_S$ est nettement supérieur à $\bar{Q}_N$, il est possible que, malgré un effort supérieur de S, les émissions totales de S demeurent supérieurs à celles de N. En ce cas, la taxe carbone peut être perçue comme étant équitable.)

4/ (i) Soit p le prix de la permission d'émettre une tonne de CO2. Pour le pays i, le coût total des réductions d'émission est égal à:

$$\alpha_i \frac{\left(\bar{Q}_i - Q_i\right)^2}{2} + p\left(Q_i - C_i\right).$$

La minimisation de ce coût donne:

$$\alpha_i \left(\bar{Q}_i - Q_i\right) = p,$$

soit:

$$Q_i = \bar{Q}_i - \frac{p}{\alpha_i}.$$

Le prix d'équilibre égalise l'offre et la demande de permis d'émission:

$$\begin{aligned}C_N + C_S &= Q_N + Q_S, \\ \bar{Q}_S + \bar{Q}_N - 2E &= \bar{Q}_N - \frac{p}{\alpha_N} + \bar{Q}_S - \frac{p}{\alpha_S}, \\ 2E &= \frac{p}{\alpha_N} + \frac{p}{\alpha_S}, \\ p &= 2E \frac{\alpha_N \alpha_S}{\alpha_N + \alpha_S}.\end{aligned}$$

Le prix d'équilibre du CO2 est donc égal au niveau de la taxe carbone qui réduit les émissions de $2E$.

Le coût marginal de la réduction d'émission étant identique sous ces deux politiques, le niveau d'émission Q_i de chaque pays i est identique dans les deux cas. Les efforts sont réalisés là où ils sont le moins coûteux, ce qui est efficace.

(ii) Le coût total de la politique de quota d'émissions échangeables pour le pays i s'élève à:

$$\alpha_i \frac{\left(\bar{Q}_i - Q_i\right)^2}{2} + p\left(Q_i - C_i\right),$$

où $Q_i - C_i$ est le nombre de tonnes de CO2 acheté par i à l'autre pays. En utilisant le niveau d'émission $Q_i = \bar{Q}_i - p/\alpha_i$, on obtient:

$$\begin{aligned}
\alpha_i \frac{\left(\bar{Q}_i - Q_i\right)^2}{2} + p\left(Q_i - C_i\right) &= \alpha_i \frac{\left(p/\alpha_i\right)^2}{2} + p\left(\bar{Q}_i - \frac{p}{\alpha_i} - \bar{Q}_i + E\right), \\
&= \frac{p^2}{2\alpha_i} - \frac{p^2}{\alpha_i} + pE, \\
&= pE - \frac{p^2}{2\alpha_i}.
\end{aligned}$$

Le coût de la taxe carbone pour i, avec $\tau = p$, est de $p^2/(2\alpha_i)$.

Par conséquent, la taxe carbone est défavorable au pays S dont le coût α_S de réduction d'émissions est faible car c'est ce pays qui réalise l'essentiel de l'effort climatique. A l'inverse, une politique de quota dans lequel chaque pays se voit attribuer un quota inférieur à ses émission initiales $\bar{Q}_i$ d'un montant E, ce qui semble assez équitable, est favorable au pays S dont le coûts α_S est faible. En effet, le pays N pour lequel les réductions d'émissions sont coûteuses va choisir d'acheter à S une part de ses quotas, ce qui compense S pour ses efforts importants de réductions d'émissions.

En résumé, les échanges de quotas règlent le problème de l'efficacité, en s'assurant que les émissions soient réduites là où l'effort est le moins coûteux, tandis que l'allocation initiale des quotas entre pays peut être faite de manière à assurer l'équité du partage de l'effort climatique.

C/ Compétition spatiale et en prix (8 points)

1/ $\overline{x}$ est donné par:

$$p_1 + t(\overline{x} - x_1)^2 = p_2 + t(\overline{x} - x_2)^2$$

soit

$$\overline{x} = \frac{x_1 + x_2}{2} + \frac{p_2 - p_1}{2t(x_2 - x_1)}$$

Si cette solution est dans l'intervalle $[0, 1]$, tous les consommateurs $x > \overline{x}$ préfèrent le producteur 2 et les autres préfèrent le producteur 1. Si cette solution est < 0 alors tous les consommateurs préfèrent le producteur 2, et si elle est > 1 tous les producteurs préfèrent le producteur 1.

2/ La demande du producteur 1 est $\overline{x}$ et celle du producteur 2 est $1-\overline{x}$. On en déduit :

$$\begin{aligned}U_1(p_1,p_2) &= (p_1-c)\overline{x}\\ U_2(p_1,p_2) &= (p_2-c)(1-\overline{x})\end{aligned}$$

soit

$$\begin{aligned}U_1(p_1,p_2) &= (p_1-c)\left(\frac{x_1+x_2}{2}+\frac{p_2-p_1}{2t(x_2-x_1)}\right)\\ U_2(p_1,p_2) &= (p_2-c)\left(1-\frac{x_1+x_2}{2}-\frac{p_2-p_1}{2t(x_2-x_1)}\right)\end{aligned}$$

3/ Le profit de i est une fonction quadratique croissante puis décroissante en p_i, son maximum est donc donné par la condition de premier ordre $\frac{\partial U_i}{\partial p_i}=0$. Ceci nous donne :

$$\begin{aligned}P_1(p_2) &= \frac{1}{2}\left(p_2+c+t(x_2-x_1)(x_2+x_1)\right)\\ P_2(p_1) &= \frac{1}{2}\left(p_1+c+t(x_2-x_1)(2-x_2-x_1)\right)\end{aligned}$$

4/ A l'équilibre de Nash on a $p_1^*=P_1(p_2)$ et $p_2^*=P_2(p_1)$. On résout, ce qui nous donne :

$$\begin{aligned}p_1^* &= c+\frac{2}{3}t(x_2-x_1)(1+\frac{x_1+x_2}{2})\\ p_2^* &= c+\frac{2}{3}t(x_2-x_1)(2-\frac{x_1+x_2}{2})\end{aligned}$$

5/ On reporte l'expression de p_1^* et p_2^* pour trouver les profits d'équilibre :

$$\begin{aligned}N_1(x_1,x_2) &= \frac{2}{9}t(x_2-x_1)(1+\frac{x_1+x_2}{2})^2\\ N_2(x_1,x_2) &= \frac{2}{9}t(x_2-x_1)(2-\frac{x_1+x_2}{2})^2\end{aligned}$$

6/ Pour toute valeur de x_2, $N_1(x_1,x_2)$ est décroissant en x_1, ce qui montre qu'une localisation en $x_1=0$ est le seul maximisateur des profits, indépendamment de x_2. En d'autres termes, $x_1=0$ est une stratégie dominante pour le producteur 1. De même $x_2=1$ est une stratégie dominante pour le producteur 2.

7/ Comme le jeu admet des stratégies (strictement) dominantes, au seul équilibre de Nash ces stratégies sont jouées. On a donc $x_1=0$, $x_2=1$ seul équilibre de Nash.

8/ C'est un contraste fort avec le jeu de Hotelling dans lequel $x_1 = x_2 = \frac{1}{2}$ est le seul équilibre de Nash. Ici, à la différence du jeu de Hotelling, les prix sont choisis de manière endogène par les firmes. Une firme a deux intérêts allant dans des sens opposés. 1) se rapprocher de l'autre firme permet d'augmenter sa propre demande (comme dans Hotelling). 2) s'éloigner de l'autre permet d'avoir des consommateurs captifs, et donc d'augmenter ses propres prix. Avec des coûts de transport quadratiques comme ici, le second effet domine le premier et à l'équilibre les firmes sont en situation de différentiation maximale.