Microéconomie S5

TD1 - Externalités

Corrigé détaillé de l'exercice 3:

Outre les hypothèses sur les fonctions de coût faites dans l'énoncé, nous supposons que le coût marginal de chaque entreprise augmente avec sa propre production, c'est-à-dire que: $C_1''(y_1) > 0$ et $\frac{\partial^2 C_2}{\partial y_2^2}(y_1, y_2) > 0$.

1. Il existe une *externalité de production négative* entre ces deux entreprises car les coûts de production de l'entreprise 2 augmentent avec le niveau de production de l'entreprise 1 sans que ceci ne soit sanctionné par un prix ou un contrat entre les deux parties. La technologie décrivant la production de pollution / acier est une technologie à coefficients fixes car la production de chaque unité supplémentaire d'acier génère la même quantité de pollution, à savoir une unité. Avec une telle technologie, le seul moyen de réduire le niveau de pollution de h unités est de réduire le niveau de production d'acier de h unités. En particulier, l'entreprise 1 ne peut pas dépolluer à niveau de production constant.

2. Le profit de l'entreprise 1 s'écrit:

$$\pi_1(y_1) = p_1 y_1 - C_1(y_1)$$

et celui de l'entreprise 2 s'écrit:

$$\pi_2(y_1, y_2) = p_2 y_2 - C_2(y_1, y_2)$$

La c.p.o. déterminant le choix de la quantité produite d'acier (et donc de pollution) est:

$$\pi_1'(y_1) = 0$$

soit:

$$C_1'(y_1) = p_1 \tag{1}$$

L'entreprise 1 produit une quantité d'acier qui égalise son coût marginal de production au prix p_1. En faisant cela, elle ne prend pas en compte l'effet de son choix de production sur le coût de l'entreprise 2.
La c.p.o. déterminant le choix de la quantité de poisson est:

$$\frac{\partial \pi_2(y_1, y_2)}{\partial y_2} = 0$$

soit:

$$\frac{\partial C_2(y_1, y_2)}{\partial y_2} = p_2 \tag{2}$$

L'entreprise 2 produit une quantité de poisson qui égalise son coût marginal de production au prix p_2. Ce choix est affecté par la production d'acier (et donc de pollution) de l'entreprise 1 à travers l'effet de y_1 sur son coût marginal $\frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_2}$.

Conclusion: Les niveaux de production y_1^c et y_2^c des entreprises 1 et 2 lorsque chaque firme maximise son profit satisfont le système d'équations (1)-(2).

3. Si les entreprises fusionnent, l'externalité sera internalisée ce qui rétablira une situation socialement optimale. En effet, dans cet exercice, on considère que les seuls agents concernées par un problème d'externalité sont les entreprises 1 et 2 sorte qu'une fois la fusion opérée, il n'existe plus d'externalité. Dans ces conditions, le premier théorème de l'économie du bien-être s'applique et permet d'affirmer que l'équilibre concurrentiel (après fusion) est socialement optimal.
Le profit de l'entreprise fusionnée est donné par:

$$\pi_1(y_1) + \pi_2(y_1, y_2) = p_1 y_1 + p_2 y_2 - C_1(y_1) - C_2(y_1, y_2)$$

La c.p.o. par rapport à y_1 est:

$$\pi_1'(y_1) + \frac{\partial \pi_2(y_1, y_2)}{\partial y_1} = 0$$

soit:

$$C_1'(y_1) + \frac{\partial C_2(y_1, y_2)}{\partial y_1} = p_1 \tag{3}$$

La c.p.o. par rapport à y_2 est:

$$\frac{\partial \pi_2(y_1, y_2)}{\partial y_2} = 0$$

soit:

$$\frac{\partial C_2(y_1, y_2)}{\partial y_2} = p_2 \tag{4}$$

Par rapport au cas où les entreprises sont indépendantes, la règle de décision pour le choix de y_2 est la même (les c.p.o (2) et (4) sont identiques). Seule la règle de décision pour le choix de y_1 diffère. Lorsque les entreprises sont indépendantes, la quantité d'acier produite égalise le coût marginal de production d'acier de l'entreprise 1, qui est inférieur au coût marginal social $C_1'(y_1) + \frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1}$, au prix p_1. L'entreprise fusionnée, elle, prend en compte l'effet négatif de la pollution engendrée par la production d'acier sur le coût de production du poisson: elle choisit la quantité d'acier de façon à égaliser au prix p_1 son coût marginal de production d'acier $C_1'(y_1) + \frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1}$ qui coïncide avec le coût marginal social de production d'acier (puisqu'il n'y a plus d'externalité après la fusion).
Conclusion: Les niveaux de production d'acier et de poisson y_1^* et y_2^* qui maximisent le profit de l'entreprise fusionnée satisfont le système d'équations (3)-(4). Ces niveaux de production sont socialement optimaux.

Comparons y_1^* à y_1^c et y_2^c à y_2^*.
Comme (y_1^c, y_2^c) satisfait le système d'équations (1)-(2) et (y_1^*, y_2^*) satisfait le système d'équations (3)-(4), on a:

$$C_1'(y_1^c) = p_1 = C_1'(y_1^*) + \frac{\partial C_2(y_1^*, y_2^*)}{\partial y_1}$$

et:

$$\frac{\partial C_2(y_1^c, y_2^c)}{\partial y_2} = p_2 = \frac{\partial C_2(y_1^*, y_2^*)}{\partial y_2}$$

Puisque $\frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1} > 0$, on déduit de la première équation que:

$$C_1'(y_1^c) > C_1'(y_1^*)$$

Comme le coût marginal $C_1'(y_1)$ est croissant en y_1, on peut alors affirmer que:

$$y_1^c > y_1^*$$

L'externalité négative entraîne donc une *sur-production d'acier (et donc de pollution)* par rapport à la production (socialement optimale) de l'entreprise fusionnée.
Comparons maintenant y_2^c à y_2^*. Pour cela raisonnons par l'absurde. Supposons que $y_2^c \geq y_2^*$. On sait par hypothèse que le coût marginal de l'entreprise de pêche $\frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_2}$ est (strictement) croissant en y_1 et en y_2. Or on a supposé que $y_2^c \geq y_2^*$ et on a précédemment établi que $y_1^c > y_1^*$. On obtient donc:

$$\frac{\partial C_2(y_1^c, y_2^c)}{\partial y_2} > \frac{\partial C_2(y_1^*, y_2^*)}{\partial y_2}$$

Or ceci contredit le fait que $\frac{\partial C_2(y_1^c,y_2^c)}{\partial y_2} = p_2 = \frac{\partial C_2(y_1^*,y_2^*)}{\partial y_2}$. L'inégalité $y_2^c \geq y_2^*$ n'est donc pas vérifiée, ce qui veut dire que:

$$y_2^c < y_2^*$$

L'externalité négative entraîne donc *une sous-production de poisson* par rapport à la production (socialement optimale) de l'entreprise fusionnée.

Remarque: Une hypothèse simplificatrice (implicite) faite dans cet exercice est que la fusion d'une (seule) entreprise d'acier et d'une (seule) entreprise de pêche (ou un accord entre elles) n'affectera pas les prix p_1 et p_2 déterminés par les marchés concurrentiels des deux biens. Il est raisonnable de faire cette "approximation" s'il y a un grand nombre d'entreprises aussi bien dans l'industrie sidérurgique que dans l'industrie piscicole, c'est-à-dire si l'hypothèse d'*atomicité* des entreprises est justifiée. Une analyse où le prix concurrentiel après fusion est différent du prix concurrentiel avant fusion est proposée dans le cours et aboutit qualitativement aux mêmes résultats que ceux obtenus dans cet exercice.

4. Considérons le cas où l'entreprise d'acier détient les droits de propriété sur la pollution. Dans ce cas, l'entreprise de pêche doit lui verser de l'argent pour qu'elle pollue moins (en produisant moins). L'entreprise d'acier accepte de réduire marginalement (i.e. d'une unité infinitésimale) sa production d'acier si elle reçoit de la part de l'entreprise de pêche un montant au moins égal à sa perte marginale de profit $\pi_1'(y_1) = p_1 - C_1'(y_1)$. L'entreprise 2, elle, est prête à verser au maximum un montant égal à la diminution marginale du dommage qu'elle subit suite à une réduction marginale de la production d'acier de 1, c'est-à-dire $\frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1}$.
En $y_1 = y_1^c$, on a $p_1 - C_1'(y_1) = 0 < \frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1}$. Tant que $y_1 < y_1^c$ est tel que $p_1 - C_1'(y_1) < \frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1}$, l'entreprise 2 est prête à compenser l'entreprise 1 pour une réduction marginale de sa production d'acier. Par contre, si $p_1 - C_1'(y_1) > \frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1}$, l'entreprise 2 n'accepte pas de payer le montant minimal compensant l'entreprise 1 pour une réduction marginale de sa production d'acier. Ainsi, la négociation aboutit à une production y_1 d'acier (et donc de pollution) telle que:

$$p_1 - C_1'(y_1) = \frac{\partial C_2(y_1, y_2)}{\partial y_1}$$

c'est-à-dire une *production égalisant le bénéfice marginal de l'entreprise 1 au dommage marginal subi par l'entreprise 2.* On peut réécrire la dernière condition sous la forme :

$$C_1'(y_1) + \frac{\partial C_2\,(y_1, y_2)}{\partial y_1} = p_1$$

On retrouve ainsi la condition (3). Par ailleurs, y_2 doit satisfaire la condition (4) pour que le profit de l'entreprise 2 soit maximisé (c'est sa règle de décision). Ainsi, lorsque les entreprises négocient, leurs productions respectives satisfont le système d'équations (3) et (4). On peut donc affirmer que le niveau de production d'acier, et donc de pollution, à l'issue de la négociation sera y_1^* et que la production de poisson sera y_2^*.

Considérons maintenant le cas où l'entreprise de pêche détient les droits de propriété sur la pollution. Dans ce cas, l'entreprise d'acier doit lui verser de l'argent pour pouvoir produire de l'acier, et donc de la pollution.
L'entreprise de pêche accepte que l'entreprise d'acier augmente marginalement sa production d'acier si elle reçoit de sa part un montant au moins égal au dommage marginal qu'elle subit, à savoir $\frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1}$.
L'entreprise 1 accepte de payer au maximum un montant égal à l'augmentation marginale de son profit $\pi_1'(y_1) = p_1 - C_1'(y_1)$ à l'entreprise 2 pour que celle-ci l'autorise à augmenter marginalement sa production.
En $y_1 = 0$, on a $p_1 - C_1'(y_1) > \frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1}$ (si cette condition n'était pas satisfaite, on aurait $y_1^* = 0$, ce qu'on a implicitement exclu). Tant que $y_1 > 0$ est tel que $p_1 - C_1'(y_1) > \frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1}$, l'entreprise 1 est prête à compenser l'entreprise 2 pour le dommage marginal qu'elle subit suite à l'augmentation marginale de production d'acier (et donc de pollution). Par contre, si $p_1 - C_1'(y_1) < \frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1}$, l'entreprise 1 n'accepte pas de payer le montant minimal compensant l'entreprise 2 pour le dommage marginal qu'elle subit suite à une augmentation marginale de la production d'acier. Ainsi, la la négociation aboutit à une production y_1 d'acier telle que:

$$p_1 - C_1'(y_1) = \frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1}$$

On peut réécrire la dernière condition sous la forme:

$$C_1'(y_1) + \frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_1} = p_1$$

On retrouve donc la condition (3). La condition (4) est également satisfaite. Par conséquent, le niveau de production d'acier, et donc de pollution, à l'issue de la négociation sera y_1^* (et la production de poisson correspondante sera y_2^*).

Conclusion: Le niveau de pollution à l'issue de la négociation ne dépend pas de l'allocation des droits de propriété sur la pollution. Toutefois, cette allocation a un effet sur les profits des entreprises puisqu'elle détermine le sens du transfert monétaire opéré par une des entreprises en faveur de l'autre. Théorème de Coase: Cf cours.

5. Définition: La taxe pigouvienne est une taxe unitaire destinée à internaliser le coût externe d'une activité économique (notamment celui d'une activité polluante). Elle est égale au *dommage marginal à l'optimum social.*
Dans cet exercice, elle est donnée par:

$$t^* = \frac{\partial C_2(y_1^*,y_2^*)}{\partial y_1}$$

Voici le raisonnement permettant d'aboutir à l'expression de la taxe pigouvienne. En présence d'une taxe unitaire t, le profit de l'entreprise 1 est $p_1y_1 - C_1(y_1) - ty_1 = 0$. La c.p.o. par rapport à y_1 s'écrit donc:

$$C_1'(y_1) + t = p_1 \tag{5}$$

La c.p.o. par rapport à y_2 est toujours:

$$\frac{\partial C_2(y_1,y_2)}{\partial y_2} = p_2 \tag{6}$$

Pour que l'entreprise 1 produise la quantité y_1^* d'acier (ce qui entraînera une production y_2^* de la part de l'entreprise 2), il faut que système d'équations (5)-(6) admette la même solution (y_1^*, y_2^*) que le système d'équation (3)-(4). Pour cela, il faut que $t = t^* = \frac{\partial C_2(y_1^*,y_2^*)}{\partial y_1}$.