



Exercices **corrigés** de Microéconomie

Pierre Fleckinger

Version : Février 2023

Liste des Exercices

16. Le bruit de l'aéroport	2
17. Kyoto	2
18. Pétanque	4
19. La rémunération par objectifs	5
20. Recruter les bons candidats	6
21. Le propriétaire de la terre et l'agriculteur	7

Exercice 16 * *Le bruit de l'aéroport*

Dix mille locataires subissent le bruit d'un aéroport, et auraient été prêts à payer un loyer supérieur de 100 € par mois sans ce bruit. Son élimination est en fait possible mais coûterait à l'aéroport, propriété de l'Etat, 3 M€ par an, aux compagnies aériennes 6 M€ par an de carburant supplémentaire, et ferait perdre 12 minutes à chacun des 500.000 passagers qui transitent chaque année par cet aéroport.

Jusqu'à quelle valeur horaire du temps des passagers l'opération se justifie-t-elle du point de vue de la collectivité ? Comment en répartir le coût entre les personnes concernées ?

En prenant le surplus collectif comme critère de choix, on voit que l'opération procure un surplus positif de 12 M€ par an aux locataires, qui compense les surplus négatifs pour les autres acteurs tant que la « valeur du temps » des passagers est inférieure à 30 €/heure. Cette valeur est élevée si on la compare à un taux de salaire. De plus les passagers sont-ils vraiment sensibles à une attente, faible, de 12 minutes ?

Le critère du surplus ne se préoccupe pas des transferts de revenus entre les acteurs, mais ces transferts posent évidemment problème en pratique. L'opération anti-bruit crée un bien collectif dont tous les locataires vont profiter, qu'ils le financent ou pas.

De plus est-ce à eux de dédommager les autres acteurs ? Le coût de la diminution de l'effet externe bruit ne doit-il pas plutôt être payé par les passagers ? (Cf principe pollueur-payeur). L'aménagement de l'aéroport serait alors financé via une taxe sur les escales des compagnies aériennes, répercutée, comme le surcoût de carburant, dans le prix du billet. Il augmenterait alors au total de 90 €. Il n'y a en tout cas pas de raison de faire payer les contribuables, sauf à considérer qu'ils participent à un bien collectif "disponibilité de transports aériens rapides"...

Exercice 17 * *Protocole de Kyoto*

Dans le cas du protocole de Kyoto, les pays ont pris des engagements de réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre. Pour donner de la souplesse à la réalisation de ces engagements, ils ont également prévu un système de marchés de droits à polluer.

Considérons le cas simple de deux pays A et B se mettant d'accord pour réduire de moitié les émissions de gaz à effet de serre qui sont actuellement de 2000 par pays. Le point de référence est une allocation initiale des permis à polluer de 1000 par pays, correspondant à un effort de réduction réparti également entre A et B , 1000/1000. Les pays peuvent s'échanger ces droits, à un prix unitaire qu'on notera p . Echanger x permis permet donc qu'un pays paye l'autre pour qu'il fasse plus que l'objectif en passant à $1000 - x$, lui même pouvant alors se contenter de ne réduire ses émissions qu'au niveau $1000 + x$.

Les coûts d'une diminution de y des quantités émises, à partir de la situation initiale sont égaux respectivement pour les pays A et B à $C_A(y) = y^2$ et $C_B(y) = 1000.y$.

1. A quel prix s'échangeront les "droits" à émettre si le marché est concurrentiel, pour aboutir à quel niveau d'échange x ?

On pose $y_A = 1000 + x_A$ et $y_B = 1000 + x_B$ les réductions effectives des deux pays, où les x_i représentent donc les efforts additionnels par rapport à l'objectif de 1000 par pays. (Les x_i peuvent donc être positifs ou négatifs.)

Le pays i cherche à minimiser ses coûts totaux : $C_i(y_i) - p.x_i$, c'est-à-dire les coûts "physiques" auxquels on retranche les bénéfices des permis vendus (ou achetés en fonction du signe de x_i). En minimisant les coûts on obtient donc l'offre de chaque pays pour un prix unitaire p des permis :

$$\text{Min}_{x_A} (1000 + x_A)^2 - p.x_A$$

$$\Rightarrow x_A(p) = p/2 - 1000$$

$$\text{Min}_{x_B} 1000(1000 + x_B) - p.x_B$$

Tout simplement, chaque pays a intérêt à abattre lui-même les émissions tant que son coût marginal est inférieur au prix, et à acheter des permis si son coût marginal est supérieur au prix. Par exemple, pour le pays A, si le prix est de 1500, il est prêt à acheter 250 permis. Pour le pays B, il abat tout ou rien de sa pollution quand le prix est différent de 1000, et est indifférent quand le prix est 1000.

On peut représenter cela dans un graphe où en abscisse on met $x = x_A = -x_B$ et le prix en ordonnées.

Si le marché est concurrentiel, 1) les pays sont preneurs de prix, donc formulent leurs offres (ou demandes) de permis selon l'optimisation précédente, 2) le prix va s'établir au niveau où $x_A(p) = -x_B(p)$ (sans faire d'hypothèse a priori de signe sur les x_i).

cette dernière égalité

$$\Rightarrow x_B(p) = \begin{cases} -1000 & \text{pour } 0 \leq p < 1000 \\ [-1000, 1000] & \text{pour } p = 1000 \\ 1000 & \text{pour } p > 1000. \end{cases}$$

2. En quoi ce système est-il plus judicieux qu'un engagement sans possibilité d'échange de droits ? Au delà, comment justifier l'objectif de réduction globale de 2000 ?

Tant que les coûts marginaux de la réduction des émissions des deux pays, 2y pour A et 1000 pour B, ne sont pas égaux on peut encore diminuer le coût total de la création du bien collectif "moins d'effet de serre" dont bénéficient les deux pays. L'équilibre est donc atteint pour une réduction de 500 pour A et de 1500 pour B, correspondant à un prix d'échange des droits d'émettre égal à des coûts marginaux identiques de 1000.

Le coût total de réduction qui est de 2.000.000 pour une répartition 1000/1000, avec un coût égal pour chaque pays, n'est plus que de 1.750.000. A économise 750.000 mais doit acheter 500.000 de droits à B. B augmente ses coûts de 500.000 mais vend 500.000 de droits à A. Seul A y gagne financièrement, mais B n'y perd pas (c'est bien une amélioration au sens de Pareto).

Ce système est effectivement optimal, si B veut bien jouer le jeu. Si, au moment de la négociation de l'accord, on avait connu la valeur des coûts marginaux de A et B, on aurait pu directement convenir des objectifs différenciés de 500/1500 et d'une règle de partage des économies réalisées par rapport à 1000/1000. Mais, ne les connaissant pas, on est obligé de laisser jouer un marché des droits d'émission à partir d'une répartition égalitaire de ces droits.

Exercice 18 ** Terrain de pétanque

Au village, il y a 10 habitants dont certains aiment jouer à la pétanque. La liste de leurs disponibilités à payer pour pouvoir jouer à la pétanque est

$$\{v_i\} = \{0, 0, 0, 100, 240, 260, 500, 600, 800, 1000\}.$$

Ils ne disposent cependant pas de terrain adéquat : cela prendrait un terrassement pour un montant de T . Ce terrain de pétanque serait sous les fenêtres de Michel (un de ceux qui n'aiment pas la pétanque) et impliquerait une nuisance pour lui de $e = 1000$.

1. La construction du terrain constitue-t-elle une amélioration de Pareto pour le village si l'Etat finance T ? Quelle est la décision qui maximise le bien-être social du village si T est pris en charge localement?

La construction du terrain de pétanque dérange Michel, donc sa construction ne peut constituer une amélioration au sens de Pareto (sauf s'il est compensé au moins à hauteur de l'externalité pour lui, soit 1000). Le bien-être total du village compte tenu du coût de terrassement est $\sum v_i - T - e = 0 + 0 + 0 + 100 + 240 + 260 + 500 + 600 + 800 + 1000 - T - 1000 = 25000 - T$, donc la décision qui maximise le surplus collectif est de construire si et seulement si le coût est inférieur à 2500.

2. Si $T = 2000$, des joueurs de pétanques peuvent-ils former un club de pétanque privé avec une cotisation uniforme permettant de financer les travaux?

Soit c la cotisation pour avoir accès au terrain. Il faut construire la fonction d'adhésion au club, c'est-à-dire le nombre d'habitant $N(c)$ qui sont prêts à cotiser au prix c : c'est en fait la fonction de demande du club (on peut la représenter dans le diagramme classique quantité-prix, en ordonnant sur les abscisses les habitants par disponibilité à payer décroissante). On a $N(c) = 7$ tant que $0 < c \leq 100$, $N(c) = 6$ pour $100 < c \leq 240$, $N(c) = 5$ pour $240 < c \leq 260$, $N(c) = 4$ pour $260 < c \leq 500$, $N(c) = 3$ pour $500 < c \leq 600$, $N(c) = 2$ pour $600 < c \leq 800$ etc. Le revenu correspondant est $c.N(c)$, qui donne le budget permettant de financer les travaux. Le budget maximal est obtenu pour $c = 500$, et il est égal à $500.N(500) = 2000$. Donc si $T = 2000$, les 4 habitants avec les disponibilités à payer les plus élevés peuvent former un club. Cependant, le club exclut les habitants avec les disponibilités à payer de 100, 240 et 260, et le surplus du club est $500 + 600 + 800 + 1000 - T = 900$. Avec l'externalité de Michel, le bien-être sociale est donc au total négatif (-100).

3. René, joueur de pétanque, se présente contre Michel aux élections municipales. Les programmes de René et Michel diffèrent sur un seul point : René propose d'augmenter les impôts locaux d'un prélèvement uniforme pour construire un terrain de pétanque public. Michel propose de ne pas construire le terrain. Qui va être élu si $T = 2200$?

Si $T = 2200$, l'augmentation d'impôt pour chaque habitant est de 220, et le terrain est accessible à tous. Qui bénéficie de la construction ? Les six habitants qui ont des disponibilités à payer supérieures à 220, qui représentent une majorité. Donc René sera élu, le terrain sera construit et Michel sera très tenté de déménager, parce qu'il perd au total 1220.

Exercice 19 ** Rémunération par objectifs

Un employeur, en fonction de ce qui paraît habituellement raisonnable, demande à un salarié une production de 800, en échange d'une rémunération forfaitaire de $R = 10.000$.

L'employeur sait que le salarié peut en fait produire plus, moyennant certains efforts. Le critère de choix d'efforts du salarié, pour simplifier, est supposé être la maximisation de l'utilité globale $U = R - \frac{x^2}{200}$, où $\frac{x^2}{200}$ est la désutilité du niveau d'effort à fournir pour produire x , désutilité non connue par l'employeur.

Pour résoudre ce problème l'employeur offre au salarié un contrat de travail plus sophistiqué avec un objectif minimum de production de 800, toujours rémunéré 10000, mais où on lui demande de se fixer lui-même a priori un objectif de production X , éventuellement plus élevé, lui donnant alors droit à une rémunération supplémentaire $11(X - 800)$.

Le contrat prévoit une deuxième incitation sous forme d'une prime complémentaire a posteriori égale à $9(x - X)$ si la production effective x est supérieure à l'objectif annoncé, et une pénalité de $14(X - x)$ si elle est inférieure.

Quel sera le niveau de production du salarié ? Ce nouveau contrat est-il plus avantageux pour lui ?

En dépassement d'objectif ($x > X$), l'utilité U du salarié augmente tant que le taux 9 de la prime est supérieur au coût marginal de l'effort $x/100$, donc tant que $x < 900$. Pour $X < 900$, il choisira alors $x = 900$. Mais sa rémunération sera alors d'autant plus grande que X est élevé puisque la part variable de la rémunération est de $2X + 9x$. Il choisira alors $X = x = 900$.

En dessous de l'objectif ($x < X$), il n'a par ailleurs intérêt à s'en rapprocher que tant que la pénalité de 14 est supérieure à $x/100$, donc tant que $x < 1400$. Pour $X > 1400$, il choisira alors $x = 1400$. Mais sa rémunération globale sera alors d'autant plus faible que X est élevé puisque la part variable est de $-3X - 14x$. Il choisira alors $X = x = 1400$.

S'il avait fixé X tel que $900 < X < 1400$ il n'aurait intérêt ni à être au dessus de l'objectif ni à être en dessous, d'où encore $x = X$.

Avec $x = X$, l'objectif sera choisi en égalisant la rémunération marginale liée à X , qui est de 11, et le coût de l'effort marginal, $X/100$, soit $X = 1100$. L'utilité est alors plus élevée qu'avec la rémunération fixe.

Au total, le salarié a intérêt à annoncer un objectif de 1100 et à le réaliser.

Exercice 20 * Recruter les bons candidats

Pour un nombre de postes donné à pourvoir par une entreprise, il y a un très grand nombre de candidats (assimilable à l'infini), répartis en égale proportion entre "bons" et "mauvais". Pour un salaire s , la valeur économique des bons pour l'entreprise est de $15.000 - s$, et de $10.000 - s$ pour les mauvais. Enfin l'entreprise sait que les bons n'accepteront pas de salaire inférieur à 10.000, et les mauvais inférieur à 7.000.

1. Si l'entreprise peut distinguer les bons des mauvais, quels salaires proposera-t-elle pour maximiser son profit ?

Si on sait distinguer les bons des mauvais, on a intérêt à payer les bons et les mauvais le minimum qu'ils exigent, ce qui rapporte 5.000 pour un bon et 3.000 pour un mauvais : on ne prend que des bons à 10.000.

2. Si l'entreprise n'est pas capable de distinguer les bons des mauvais, quels salaires proposera-t-elle ? Quel phénomène s'ensuit dans ce cas ?

Si on ne sait pas faire la distinction, un salaire de 10.000 versé à une égale proportion de bons et de mauvais rapportera en moyenne 2.500, les mauvais ne rapportant rien. Avec un salaire de 7.000, on est sûr de n'avoir que des mauvais et on gagne 3.000. Les bons sont éliminés du marché : anti-sélection.

3. Que se passe-t-il si la proportion de bons passe de 50% à 80% ?

S'il y avait 80% de bons, avec un salaire de 10.000 on gagnerait en moyenne 4.000, quitte à avoir 20% de mauvais qui ne rapportent rien.

Exercice 21 ** *Le propriétaire de la terre et l'agriculteur*

Le propriétaire d'une terre hésite entre trois types de contrats à proposer à un agriculteur :

- (a) l'embaucher à un salaire de 1200,
- (b) lui louer la terre à 300,
- (c) mettre la terre à sa disposition en échange d'un prélèvement de 20% de la valeur de la récolte, sachant que cette dernière est de 2000 si la terre est bonne, de 1000 si elle est mauvaise.

Le propriétaire ne connaît pas la qualité de la terre, contrairement à l'agriculteur. Faute de cette information, le propriétaire attribue la même probabilité aux deux éventualités.

1. Quel contrat donne le meilleur gain moyen pour lui ? Quel est le contrat qui lui garantit le plus grand gain minimum ? Celui qui minimise le regret maximum de ne pas avoir choisi le contrat le plus adéquat à la qualité de la terre, une fois celle-ci connue au bout d'un an ?

Avec les trois types de contrats (salaire S , loyer L , % de la récolte) les gains du propriétaire sont :

Qualité :	Terre bonne	Terre pas bonne
S	800	-200
L	300	300
% récolte	400	200

Face à l'incertitude a priori sur la qualité de la terre, une équi-probabilité des deux hypothèses donne le même gain moyen de 300 pour S et le pourcentage que pour le gain sûr de L . Tout dépend de l'aversion au risque (ou du goût du risque ?). Le plus grand gain minimum correspond au loyer. Le regret maximum par rapport aux solutions optimales, S pour "bonne" et L pour "pas bonne", est minimisé par le choix pourcentage.

2. Le propriétaire peut aussi laisser le choix à l'agriculteur, entre ces contrats. A-t-il intérêt à le faire si ce choix ne peut plus ensuite être remis en cause ? Qu'en est-il s'il se réserve en fait le droit de revenir sur ce choix au bout d'un an, et selon que cette attitude est anticipée ou pas par l'agriculteur ?

Les gains de l'agriculteur sont :

Qualité :	Terre bonne	Terre pas bonne
S	1200	1200
L	1700	700
% récolte	1600	800

Si on lui laisse le choix du contrat, si la terre est bonne il choisit L, et S si elle n'est pas bonne, et les gains respectifs du propriétaire sont de 300 et -200.

Si le choix est irréversible ce n'est pas intéressant pour le propriétaire (stratégie dominée : il est sûr d'avoir le gain minimum dans tous les cas). Mais du coup le choix de l'agriculteur lui a révélé la qualité de la terre. S'il peut revenir sur le choix du contrat S ("renégociable") choisi par l'agriculteur (terre pas bonne) il repassera à L et vice-versa, avec cette fois les gains maximaux pour lui 800 et 300. Si l'agriculteur anticipe ce revirement, il aura intérêt à biaiser sa réponse pour tromper le propriétaire sur la qualité de la terre.

Mais le propriétaire peut à son tour anticiper que l'on va essayer de le tromper : situation typique de la théorie des jeux avec des joueurs ne se faisant pas par défaut confiance et équipés d'une rationalité illimitée. L'agriculteur peut alors par exemple choisir % récolte qui ne révèle aucune information sur la qualité de la terre.