

Economie de l'Environnement et du Climat

Matthieu Glachant, CERNA, MINES ParisTech

Exercices 2021

Exercice 1 - La tarification du service de collecte et de traitement des ordures ménagères

En France, les collectivités doivent pourvoir à la collecte et au traitement des déchets générés par les ménages. Pour financer ce service, elles utilisent un impôt local : la Taxe d'Enlèvement des Ordures Ménagères (TEOM). Cette taxe payée par tout ménage est perçue sur une assiette particulière : la valeur locative du logement occupée. Depuis quelques années, l'Etat a mis en place un autre système : la tarification incitative. La différence essentielle est que le niveau du tarif varie avec la quantité de déchets non triés générée par le ménage. Techniquement, cette quantité est mesurée par un système informatique de pesée embarquée sur les camions poubelles ou plus simplement par la vente de sacs poubelles qu'il est obligatoire d'utiliser pour conditionner ses déchets.

On considère une commune peuplée de n ménages identiques. Chaque ménage produit initialement une quantité de déchet q^0 . Il peut la réduire en faisant du compostage dans son jardin ou en achetant des produits peu emballés. Mais cela exige un effort de sa part qui correspond à un coût $\frac{1}{2}(q^0 - q)^2$ pour produire une quantité q .

Par ailleurs la collecte et le traitement d'une quantité Q de déchet donnent lieu à un coût technique $C^0 + \theta Q$ qui correspond aux opérations de traitement et de collecte. En outre, ces opérations génèrent des nuisances et donc un coût environnemental δQ .

Enfin, la municipalité utilise une tarification incitative qui dépend de la quantité de déchet générée par chaque ménage. Plus précisément, chaque ménage paie une redevance ρ par unité de déchet collectée.

1) Calculez le taux de la redevance minimisant le coût social (défini comme la somme de tous les coûts. Attention ne sont pas inclus les transferts.)

2) Est-ce que la redevance optimale permet de couvrir le coût du service municipal des déchets ? Sinon, proposez une version modifiée qui assure l'équilibre budgétaire. On suppose que le coût du service inclut les coûts environnementaux.

3) Un inconvénient de la tarification incitative est qu'elle fournit également des incitations à l'élimination illégale des déchets via des dépôts sauvages, le dépôt dans la poubelle du voisin ou l'incinération domestique non contrôlée. On suppose maintenant que l'élimination illégale exige un effort ε par unité de déchet éliminée ainsi, de la part du ménage. Par ailleurs, cette élimination génère un coût pour la société γ . On fait l'hypothèse que $\gamma + \varepsilon > \theta + \delta$. Que signifie cette hypothèse ? Quelle est la répartition optimale des déchets entre les 3 modes de traitement (réduction à la source, élimination légale et élimination illégale) ? (les calculs ne sont pas nécessaires). Calculez le taux de la redevance efficace dans ce nouveau contexte (on suppose que $\varepsilon < \theta + \delta$).

Exercice 2 – Responsabilité civile et prévention des marées noires

Vous êtes le PDG d'une compagnie pétrolière et vous devez choisir l'épaisseur de la coque de votre nouveau super tanker. Vos ingénieurs disent que la probabilité d'occurrence d'un accident déclenchant une marée noire (p) est inversement proportionnelle à l'épaisseur de la coque : $p \cdot t = 0.002$ avec t , l'épaisseur en centimètres. Mais le coût d'une coque plus épaisse augmente rapidement avec l'épaisseur. Le coût en millions d'euros est égal à t^2 . Par ailleurs vos experts estiment le coût d'une marée noire à 8 milliards d'euros, cette somme englobant le coût lié à la perte du navire et les dommages subis par les victimes.

- 1) Quelle est l'épaisseur de coque socialement optimale ?
- 2) Si le transport pétrolier est soumis à une règle juridique de responsabilité civile qui oblige votre entreprise à indemniser les victimes à hauteur des coûts subis en cas d'accident, quelle sera l'épaisseur de coque choisie ? La comparer avec 1)
- 3) Supposons maintenant que la valeur des actifs de votre entreprise soit de 1 milliard d'euros. En quoi cela modifie le raisonnement précédent ? Une autre politique publique est-elle nécessaire ? Si oui laquelle ?

Exercice 3 – Une politique de l'eau

Considérons un bassin versant dans lequel la pollution provient de deux pollueurs 1 et 2. Ces pollueurs sont identiques du point de vue des coûts de dépollution. Leur coût de dépollution est donné par une fonction $C(q)$ avec q la quantité de polluant rejeté dans le milieu est exprimé en quantité par litre d'effluent.

Leurs émissions polluent un point de captage de l'eau brute qui alimente une usine de production d'eau potable. Les pollueurs sont hétérogènes du point de vue de leur pouvoir polluant :

- 30% des émissions du pollueur 1 arrive au point de captage
- 60% des émissions du pollueur 2 arrive au point de captage

La législation requiert que l'eau potable distribuée ait une quantité de polluant par litre inférieur ou égale à x . L'usine d'eau potable peut réduire la teneur en polluant jusqu'au niveau requis par la législation à un coût $F(y-x)$ avec y la teneur initiale en polluant de l'eau brute. On a $F' > 0$ et $F'' > 0$. Caractériser les niveaux de pollution (q_1^* , q_2^*) permettant d'atteindre la norme à moindre coût pour la société.

Exercice 4 – La combinaison des instruments de régulation de la pollution de l'eau

En France, la régulation de la pollution de l'eau rejetée les entreprises et les ménages comprend deux volets. Le premier est réglementaire. Il est géré par l'État qui impose des normes sur les rejets des centrales d'épuration. Le second est financier et est géré par les Agences de l'Eau qui perçoivent auprès des pollueurs des redevances pollution et distribuent des subventions pour promouvoir l'épuration. L'exercice vise à comprendre l'effet de cette combinaison d'instruments.

Une centrale d'épuration rejette initialement une quantité q^0 de pollution dans une rivière. Elle peut réduire cette pollution à un coût $C(q)$ avec q , le niveau de dépollution, $C' > 0$ et $C'' > 0$. La centrale est soumise à la combinaison d'instruments mis en œuvre par une Agence de l'Eau à savoir :

- Une taxe t sur les rejets
- Une prime d'épuration d'un taux s sur la quantité de dépollution

- Une subvention sur le coût de dépollution dont le taux est a .

1) Quel sera le niveau de dépollution choisi par la centrale d'épuration ? Ce niveau sera défini implicitement, la non-spécification de la forme fonctionnelle de C empêche en effet une expression explicite. Les trois instruments sont-ils tous indispensables ? Peuvent-ils fonctionner isolément ?

2) Dans la réalité, les rejets sont également l'objet de réglementations. Supposons que la centrale est soumise à une norme prescrivant un niveau minimal de dépollution égal à N . Même question que 1). Est-il utile de combiner l'approche réglementaire avec les instruments économiques des Agences de l'Eau ? Un raisonnement graphique est suffisant.

3) Elargissez la réflexion en considérant une population de centrales dont les coûts de dépollution sont hétérogènes. Les calculs ne sont pas nécessaires.

Exercice 5 - La taxation environnementale des produits

On considère une population de producteurs-pollueurs que l'on résume par un producteur représentatif dont le coût de production est $C(q)$ avec q la quantité d'un produit générant lors de sa production un dommage δq . On suppose $C' > 0$, $C'' > 0$. Ce produit est vendu à une population de consommateurs que l'on assimile également à un consommateur représentatif retirant une utilité $U(q)$ de la consommation d'une quantité q du produit ($U' > 0$ et $U'' < 0$). On suppose que les échanges ont lieu sur un marché concurrentiel (le producteur et le consommateur considère que le prix est donné). On note p le prix de marché.

- 1) Caractériser est le niveau de production et de consommation socialement optimal ?
- 2) Quel est le taux de la taxe socialement optimale sur les produits ? (une taxe t par unité de produit payée par le consommateur).
- 3) On suppose maintenant que le consommateur est "vert", c'est à dire qu'il prend en compte le dommage environnemental dans sa décision d'achat. Quel est le taux de la taxe optimale ?

Exercice 6 - Le contrôle des politiques environnementales

Considérons un pollueur dont la fonction de coût d'abattement est $C(q) = \theta q^2/2$ avec q , le niveau d'abattement. Son niveau initial de pollution est Q . Le bénéfice environnemental s'écrit δq . Le gouvernement veut mettre en place une norme qui prescrit un niveau de dépollution N . Il dispose pour faire appliquer la norme d'un système de contrôle avec une sanction forfaitaire F (qui est un transfert) et une probabilité d'inspection du pollueur égale à p . La probabilité est endogène, c.à.d. qu'elle est choisie par le gouvernement. Le coût de contrôle est une fonction linéaire de p : wp . Quelle est la politique socialement optimale, c.à.d. les valeurs de p et de N qui maximisent le bien-être social ?

Exercice 7 - Incitation à l'innovation et instruments de politique environnementale

L'idée est de vous faire explorer l'effet de différents instruments de politique environnementale sur les incitations à innover. Justifiez et commentez toujours vos résultats. On considère un pollueur émettant initialement une quantité de pollution Q . Il peut réduire cette pollution moyennant un coût décrit par une fonction quadratique $C^o(q) = \theta q^2/2$. q est le niveau de dépollution. Il peut modifier cette fonction moyennant un effort de R&D dont le coût fixe est K . Cet effort conduit à une fonction de coût modifiée

$C(q)=\theta q^2/4$. Par ailleurs, la dépollution conduit à un bénéfice environnemental marginal constant et égal à δ .

- 1) On suppose que le réglementeur maximise le bien être. Il peut utiliser deux instruments: une norme et une taxe. On suppose qu'il choisit l'instrument en ignorant la possibilité que le pollueur innove. Caractériser la norme et la taxe socialement optimale sous cette hypothèse. Quel est l'instrument le plus efficace sans innovation ?
- 2) S'il est soumis à la norme de la question précédente, le pollueur va-t-il innover ?
- 3) Même question avec la taxe. Attention au timing : le pollueur innove ou pas, puis il fixe son niveau de dépollution.
- 4) Comparez les résultats des deux questions précédentes. Quel est l'instrument fournissant les incitations les plus importantes à innover ? EXPLIQUER VOS RESULTATS.
- 5) Quel est l'instrument le plus efficace quand on prend en compte l'innovation ? Pour simplifier les calculs, on supposera dans cette question que K est très petit.

Exercice 8 - La fiscalité sur la circulation routière

Ce problème vise à explorer quelques problèmes soulevés par la fiscalité sur les carburants et le bonus-malus automobile.

On s'intéresse à un automobiliste qui circule d km par an. Cela lui procure un surplus hors achat de carburants de $S(d)$. On a $S' > 0$, $S'' < 0$. Il possède une voiture qui consomme x par km. Enfin le prix des carburants est de p . Ce prix est donné et égal au coût marginal de production du carburant c qui est constant. Enfin la consommation d'un litre de carburant suscite un dommage environnemental δ que l'automobiliste ne prend pas en compte.

- 1) Caractériser la distance parcourue socialement optimale. On ne s'intéresse qu'aux solutions intérieures et on ignore l'intérêt des producteurs de carburants et des fabricants d'automobiles.
- 2) Calculer la taxe socialement optimale par litre de carburant t^* ?
- 3) On suppose maintenant qu'il n'a pas encore acheté sa voiture. Il existe un continuum de modèles (= une infinité de modèles) qui ne se différencient que par leur niveau de consommation x . Le prix de la voiture diminue avec x . Ce prix est égal à $\alpha(x)$ avec $\alpha' < 0$ et $\alpha'' > 0$ que l'on suppose égal au coût de production. La durée de vie d'un véhicule est un an. L'Etat dispose de deux outils : la taxe sur les carburants et une taxe à l'achat égale à rx . Quelle combinaison (t^*, r^*) doit-il choisir pour atteindre l'optimum social ? Commenter vos résultats.

Exercice 9 – Taxe, subvention ou norme ?

Fireyear et Goodstone sont deux entreprises produisant des pneus vendus dans un marché mondial très concurrentiel à un prix fixe de 60 euros la tonne. Le processus de production d'un pneu génère une pollution atmosphérique. La relation entre le niveau de production et de pollution est 1:1. Elle est fixe, non modifiable par les deux entreprises. On suppose que les coûts de production des quantités Q_F et Q_G des deux entreprises sont :

$$\text{Fireyear : } 300 + 2Q_F^2$$

$$\text{Goodstone : } 500 + Q_G^2$$

L'émission totale est $E_F + E_G = Q_F + Q_G$. Le dommage marginal par tonne de pollution est constant et égal à 12 euros.

- 1) En l'absence d'intervention publique, combien de tonnes de pneus sont produits par les deux entreprises ? Quel est le profit de chaque entreprise ?
- 2) Le gouvernement décide d'instaurer une taxe pigouvienne sur les émissions ? Quel est le taux de la taxe efficace ? Quels sont les niveaux de production et profit après la mise en œuvre de la taxe ?
- 3) Mêmes questions si le gouvernement décide de mettre en place une subvention sur la quantité de pollution évitée
- 4) Comparer les résultats des 3 questions et commenter les différences.

Exercice 10 - Les risques technologiques

On considère une usine chimique qui peut exploser avec une probabilité π . Dans ce cas, elle produit un dommage D supporté par les habitants vivant autour de l'usine.

L'usine peut réduire la probabilité d'explosion si elle fait des efforts de prévention. Ces efforts sont mesurés par un coût noté e . On suppose que la relation entre e et π présente les propriétés suivantes $\pi'(e) < 0$, $\pi''(e) > 0$.

- 1) Que signifie économiquement ces hypothèses ?
- 2) Quel est le niveau socialement optimal de l'effort e^* de prévention.
- 3) Montrer qu'un système juridique de responsabilité civile qui oblige l'usine à dédommager les victimes à hauteur des dommages subis conduit à cet optimum ?
- 4) Supposons maintenant qu'il n'y a pas d'habitants, et donc pas de victimes potentiels, autour de l'usine. Mais il est envisagé de construire une maison à une distance d de l'usine (avec $d \in [0, 1]$). On suppose que toute la surface disponible appartient à un vendeur unique et qu'il ne vendra qu'un terrain à bâtir (il ne construira pas la maison). On fait l'hypothèse que l'espérance statistique de dommage décroît avec la distance. Plus précisément, le dommage espéré est égal à $\pi(e)D(1-d)$ et est connu des habitants potentiels. Si un habitant s'installe, il construit la maison à un coût de construction que l'on suppose nul pour simplifier et en dérive une utilité totale égale à $U - \pi(e)D(1-d)$ avec $U > 0$. Cela signifie qu'en cas d'explosion, il n'est pas indemnisé par l'usine.
 - a) On suppose que les acquéreurs potentiels sont en concurrence pour acheter le terrain. Si la maison est à une distance d , quel sera le prix maximal de la maison acceptable par les acheteurs. On notera ce prix $p(d)$.
 - b) On suppose qu'il y a concurrence entre de nombreux acheteurs ce qui conduit le prix à être égal à $p(d)$. A quelle distance de l'usine sera construite la maison ?
 - c) Quel est le couple (e^*, d^*) définissant l'optimum social dans ce nouveau contexte dans lequel la maison n'est pas encore construite. Comparer le avec celui de la question 2).
 - d) Discuter les implications en termes de politiques de prévention des risques technologiques.

Exercice 11 - La régulation de la pollution diffuse : l'exemple du nitrate

On considère deux agriculteurs hétérogènes indicés par i ($i=1,2$). L'agriculteur i utilise des engrais en quantité q_i pour produire une quantité y_i de blé qu'il vend sur un marché à un prix p_y . Le prix de l'engrais

est p_E . Les deux prix sont donnés. Le processus de production est décrit par une fonction $y_i = F(q_i)$ qui décrit la quantité produite en fonction de la quantité d'engrais avec $F' > 0$ et $F'' < 0$. Son activité conduit également à un excédent azoté migrant vers les nappes d'eau. On suppose que le niveau de pollution dans la nappe d'eau est $x = a_1 q_1 + a_2 q_2 + B$ (avec $a_i < 1$ qui est spécifique à chaque pollueur). La quantité $a_i q_i$ est l'excédent azoté émis par l'agriculteur i (la part de l'engrais non absorbé par la plante). La pollution azotée induit un dommage environnemental δx .

- 1) Commenter les hypothèses sur la fonction de production. Expliquer en quoi les agriculteurs sont hétérogènes.
- 2) Caractériser le niveau de production de blé socialement optimal de chaque agriculteur.
- 3) Est-ce qu'une taxe sur les engrais à un taux t permet d'obtenir l'optimum social ?
- 4) Même question avec une taxe d'un taux τ sur l'excédent azoté. Est-elle simple à mettre en oeuvre dans la pratique ? Justifier les réponses.
- 5) Même question avec une taxe d'un taux γ sur la pollution ambiante x .
- 6) Comparer l'efficacité des trois instruments si le régulateur en relâchant l'hypothèse d'information parfaite du régulateur (sans calcul). Comparer leurs effets distributifs. Puis conclure sur l'intérêt comparé des trois options dans la pratique.

Exercice 12 - Les nuisances sonores autour d'un aéroport

Ce problème déroule une analyse de la politique française en matière de nuisances sonores aéroportuaires. Nous allons raisonner sur une situation très simplifiée. Dans cet esprit, considérons un aéroport sur lequel le nombre de mouvements par an (atterrissage ou décollage) est égal à m . L'aéroport est entouré par une population qui souffre du bruit associé à ce trafic. Pour simplifier, nous allons assimiler cette population à un habitant unique représentatif. Chaque mouvement d'avion lui fait supporter une nuisance sonore dont la valeur monétaire est c° . Par ailleurs, il existe une seule compagnie aérienne opérant sur l'aéroport et elle dégage un profit par jour qui dépend de l'intensité du trafic $\Pi(m)$. On fait l'hypothèse que $\Pi' > 0$ – ce qui signifie que le profit augmente avec le trafic – et $\Pi'' < 0$ – le profit marginal diminue quand le trafic augmente.

- 1) Caractériser le nombre socialement optimal de mouvements annuels m^* .
- 2) L'autorité publique en charge de l'intérêt général souhaite utiliser une taxe sur chaque mouvement. Quel est le taux t^* de la taxe optimale ?
- 3) Supposons maintenant que l'habitant peut réduire la nuisance en procédant à des travaux d'insonorisation ce qui occasionne un coût $(1/2)(c^\circ - c)^2$ avec c , le niveau de la nuisance sonore après insonorisation. Pour simplifier, on suppose que la durée de vie de l'investissement est de un an. Avec ces nouvelles hypothèses, calculez le nombre socialement optimal de mouvements et le niveau optimal d'insonorisation. Comparez le nombre de mouvements avec celui calculé dans la question 1. Expliquez la différence constatée.
- 4) Supposons que l'habitant reçoit une subvention qui couvre une proportion s de son coût d'insonorisation. Caractériser le niveau d'insonorisation qui sera choisi par l'habitant sous l'effet de la subvention s . Cette subvention est-elle justifiée du point de vue de l'intérêt général ? Peut-elle se substituer à la taxe sur les mouvements aériens ? Ou est-elle un complément nécessaire ? Quel est son taux socialement optimal ? Justifiez et commentez vos réponses.

Exercice 13 – Une pollution transfrontière

Une planète comprend deux pays : la Comté et la Moria. La Moria accueille une firme qui émet une quantité Q de pollution. Cette pollution génère un coût dans la Comté décrit par la fonction δQ avec Q le niveau des émissions. La firme en Moria émet initialement Q^0 . Mais elle peut réduire ses émissions d'une quantité q à un coût $C(q) = q^2/2$. Un régulateur est en charge de la politique environnementale dans chaque pays, mais il n'existe pas de régulateur planétaire.

- 1) Quelle sera la taxe mise en place dans chaque pays par le régulateur national (en supposant qu'il poursuit l'intérêt national) ?
- 2) Calculer la taxe sur les émissions que mettrait en place un régulateur en charge de l'intérêt général de la planète.
- 3) On suppose que la Comté peut établir un contrat avec la firme de la Moria dans lequel celle-ci s'engage à réduire sa pollution en échange d'une compensation financière. Quel sera le contenu de ce contrat ?
- 4) Comparer les scénarii des questions 1, 2 et 3. Quelle est la meilleure solution ?

Exercice 14 – Learning by doing

On étudie une situation qui comprend deux périodes : $T = 1, 2$ avec un pollueur. Le coût de dépollution du pollueur en période 1 est $\frac{a}{2}(q_1)^2$ avec q_1 le niveau dépollution et $\frac{a}{2}(1 - q_1)(q_2)^2$ en période 2 avec q_2 , le niveau de dépollution en période 2. On suppose que q_1 est toujours inférieur à 1 (par exemple, parce la dépollution est exprimée en pourcentage de réduction).

- 1) Interpréter la fonction de coût de seconde période. Pourquoi varie-t-elle avec q_1 ? Est-ce réaliste ?
- 2) Le bénéfice environnemental de la dépollution s'identifie à la dépollution (q_1 en période 1, q_2 en période 2). Faut-il différencier les taxes socialement optimales qui s'appliqueraient en période 1 et en période 2 ?

Exercice 15 - La labélisation énergétique des logements

On considère une ville composée de $2n$ logements vides qui diffèrent uniquement du point de vue de leur performance énergétique. En l'occurrence, n logements consomment chaque année une quantité d'énergie égale à E quand ils sont occupés ($E > 0$). Les autres ne consomment pas d'énergie.

$2n$ ménages arrivent dans la ville et souhaitent acheter l'un des logements. Ils sont également de deux types. n ménages ont un mode de vie qui les conduit à consommer beaucoup d'énergie (e.g. ils sont souvent dans leur logement, ils apprécient une température intérieure douce). S'ils achètent un logement inefficace énergétiquement, leur dépense énergétique sera égale à $E = E_{\max}$. S'ils achètent un logement efficace, leur dépense énergétique sera nulle. Les n autres ménages dépenseront $E = E_{\min}$ s'ils occupent un logement inefficace avec $E_{\min} < E_{\max}$, et 0 sinon. Par ailleurs, occuper un logement procure à tous les ménages une utilité identique égale à U par année. U est très grand (les ménages doivent absolument se loger). Enfin, les ménages meurent tous un an après leur arrivée et ils l'anticipent. Ils n'ont pas de descendants.

- 1) La performance énergétique individuelle de chaque logement est initialement inconnue des ménages au moment de l'achat; ils ne la découvrent qu'une fois installés (les économistes disent que c'est un « bien d'expérience »). Le prix des logements est donc identique. Ils savent en revanche avant

achat qu'il existe deux types de logements dont ils connaissent les caractéristiques et les proportions. Quelle est la consommation énergétique moyenne des logements une fois les achats réalisés ?

2) Supposons maintenant qu'un label informe les ménages de la performance énergétique des logements avant achat. Quel est l'effet de ce label sur les prix des logements ? Qui occupe quel logement une fois les achats réalisés ? Quelle est la consommation énergétique moyenne des logements ? Comparer avec les résultats de la première question.

3) Supposons maintenant que les ménages puissent investir dans la rénovation thermique dans le cas où leur logement s'avère inefficace. Cela leur coûte une somme I et le logement rénové ne consomme alors plus d'énergie. Pour simplifier on suppose que $E_{\max} > I > E_{\min}$. Quelle sera la consommation d'énergie moyenne des logements, une fois les achats réalisés et les investissements éventuels effectués dans le scénario sans label énergétique ? Même question dans le scénario avec label. Comparer les deux.

4) Du point de vue de l'intérêt général, le label est-il toujours une bonne chose ? On ignorera le prix du logement dans la fonction de bien-être social (c'est un transfert entre acheteurs et vendeurs). Un label conduit-il toujours à améliorer la performance énergétique des logements ?

Exercice 16 - L'adaptation au risque de submersion en bord de mer

La famille Durand souhaite s'installer en Charente Maritime dans une maison à proximité de la côte pour pouvoir se baigner tous les jours à la belle saison. Cette côte est malheureusement exposée à un risque de submersion suite au changement climatique. La probabilité de cette submersion décroît avec la distance entre la maison et le rivage.

Pour analyser le problème que crée cette situation, supposons que le coût espéré de la submersion pour la famille Durand soit $c(d)=2/d$ avec d , la distance en km entre la maison et la mer. Comme partout en France, la Loi « Littoral » interdit la construction d'une maison à moins de 100 m de l'eau. On a donc $d \leq 0,1$. Enfin, le coût de transport pour aller se baigner est de 1 € par km parcouru. Pour simplifier, on suppose que la famille ne prend qu'un bain de mer par an.

1) A quelle distance de la mer va s'installer la famille Durand ?

2) Supposons maintenant que l'Etat soucieux de protéger les citoyens contre le changement climatique s'engage à indemniser les victimes de submersion à hauteur des dommages subis. Où va s'installer la famille Durand ?

3) Même question si l'Etat construit une digue sur le rivage qui coûte C et qui supprime le risque de submersion.

4) A la lumière des réponses précédentes, quelle est la politique socialement optimale ? On supposera que le coût de construction de la digue est C .

5) Supposons maintenant que l'Etat n'avait pas mis en place de politique publique dans le passé (digue ou indemnisation) et que la famille s'est donc installée à la distance de la question 1. Quelle politique publique doit-il mettre en place aujourd'hui ?

Exercice 17 – Un marché de certificats d'électricité renouvelable

Vous allez analyser l'efficacité d'un système de marché de certificats, le baseline and credit, utilisé notamment pour promouvoir le développement des énergies renouvelables.

Deux producteurs d'électricité vendent chacun une quantité d'électricité q produite initialement avec du gaz. Le niveau de cette production est fixe. Une nouvelle politique oblige l'entreprise A à produire une part α_A de son électricité avec une source d'énergie renouvelables. L'obligation pour la firme B est α_B .

Par rapport au gaz, le surcoût du renouvelable est $(\alpha_A q)^2$ pour le fournisseur A et $(1/2)(\alpha_B q)^2$ pour le fournisseur B. Enfin chaque unité d'électricité produite avec du gaz génère un dommage environnemental δ .

- 1) Quels sont les valeurs socialement optimales de α_A et α_B ?
- 2) Le régulateur décide d'imposer une obligation uniforme α à chaque producteur. Mais il laisse à chacun la possibilité de faire plus ou moins que leur obligation individuelle à la condition que l'autre producteur compense la différence. Concrètement, un producteur peut payer l'autre producteur pour que ce dernier produise une quantité supplémentaire de renouvelables x par rapport à son obligation, lui-même pouvant alors se contenter de réduire sa production de renouvelables de la même quantité x . Ils ont donc créé un marché sur lequel ils peuvent s'échanger x une quantité d'électricité renouvelable à un prix p . Nous supposons que le marché est concurrentiel ; ils considèrent donc que le prix est donné. Montrer que ce système permet d'atteindre l'optimum s'il est convenablement calibré.