

► DIRECTION DES ETUDES ECONOMIQUES ET DE L'EVALUATION

ENVIRONNEMENTALE

► DOCUMENT DE TRAVAIL

# **BIEN PUBLIC GLOBAL ET INSTRUMENTS DES POLITIQUES NATIONALES UNILATERALES**

**Christine CROS ET Sylviane GASTALDO**

**SERIE ETUDES**

**N° 04 -E07**



Site internet : <http://www.ecologie.gouv.fr>

20 avenue de Ségur - 75302 Paris 07 SP

► RESUME

**BIEN PUBLIC GLOBAL ET INSTRUMENTS DES POLITIQUES  
NATIONALES UNILATERALES**

CHRISTINE CROS ET SYLVIANE GASTALDO

On explore les conséquences commerciales du caractère de bien public global de certains problèmes d'environnement, dont l'exemple le plus emblématique est l'effet de serre. Face à une pollution qui présente un caractère de bien public global, une approche coordonnée au niveau international serait souhaitable, mais est rarement possible. Cependant, le comportement de passager clandestin de certains pays ne doit pas justifier l'inaction de ceux qui souhaitent maîtriser cette forme de pollution. Or c'est bien lorsqu'une zone met en place une politique unilatérale de lutte contre un polluant que les enjeux de compétitivité et de délocalisation apparaissent naturellement. C'est pour examiner plus précisément cet aspect qu'un modèle de politique nationale de lutte contre une pollution globale est développé.

Il permet de montrer qu'une politique unilatérale d'environnement peut nécessiter le recours à une redistribution des recettes d'une taxe environnementale au *pro rata* de la production des pollueurs (ou de façon équivalente d'une allocation initiale de permis au *pro rata* de la production courante).

Puis le cas de l'effet de serre, et de la directive « permis » est examinée : son texte permettrait d'ores et déjà à un Etat membre de réaliser une allocation de quotas d'émissions au *pro rata* de la production courante, dans le cadre d'un montant d'émissions national fixé à l'avance. Toutefois les conditions d'un recours systématique à une telle approche mériteraient d'être consolidées.

*Ce document n'engage que ses auteurs et non les institutions auxquelles ils appartiennent. L'objet de cette diffusion est de stimuler le débat et d'appeler des commentaires et des critiques.*

Ce document de travail explore les conséquences du caractère de bien public global de certains problèmes d'environnement, dont l'exemple le plus emblématique est l'effet de serre. Un cadre d'analyse formalisé est proposé, qui permet de montrer qu'une politique unilatérale d'environnement peut nécessiter le recours à une redistribution des recettes d'une taxe environnementale au *prorata* de la production des pollueurs (ou de façon équivalente d'une allocation initiale de permis au *prorata* de la production courante).

Puis le cas de l'effet de serre, et de la directive « permis » est examinée : son texte permettrait d'ores et déjà à un Etat membre de réaliser une allocation de quotas d'émissions au *prorata* de la production courante, dans le cadre d'un montant d'émissions national fixé à l'avance. Toutefois les conditions d'un recours systématique à une telle approche mériteraient d'être consolidées.

## 1. Pollution globale et marges de manœuvre des politiques nationales : incidences

Face à une pollution qui présente un caractère de bien public global, une approche coordonnée au niveau international serait souhaitable, mais est rarement possible. Cependant, le comportement de passager clandestin de certains pays ne doit pas justifier l'inaction de ceux qui souhaitent maîtriser cette forme de pollution. Or c'est bien lorsqu'une zone met en place une politique unilatérale de lutte contre un polluant que les enjeux de compétitivité et de délocalisation apparaissent naturellement. C'est pour examiner plus précisément cet aspect qu'un modèle de politique nationale de lutte contre une pollution globale est développé.

### ♦ Hypothèses et notations<sup>1</sup>

Le monde est représenté par deux zones, et on repère par \* les données relatives à la zone avec laquelle il n'y a pas d'harmonisation possible des politiques environnementales. Les habitants des deux zones subissent les effets des émissions totales des deux zones,  $Z + Z^*$ , et la désutilité de la pollution est simplement  $\alpha.(Z + Z^*)$ .

Les émissions de polluant résultent du processus de production des entreprises  $i$  fabriquant des biens  $j$ . On suppose que les émissions  $z_i$  associées à la production  $q_i$  du producteur  $i$  peuvent être réduites, mais que cet effort de réduction est obtenu à un coût croissant en fonction de la production  $q_i$  et en fonction de l'ampleur de la réduction des émissions unitaires ( $z_i / q_i$ ), de la forme :  $(g_i - z_i / q_i)^2 . q_i / 4 . c_i$ . Le profit de l'entreprise  $i$ , dont le coût de production du bien  $j$  est noté  $C_i$  et qui fait face à un prix de vente  $p_j^2$  s'écrit :  $\pi_i = p_j . q_i - C_i(q_i)$  puisqu'elle choisit de rejeter  $z_i = g_i . q_i$  en l'absence de régulation environnementale.

On notera enfin  $\varepsilon_{iS}$ ,  $\varepsilon_{iS}^*$  les élasticités-prix des fonctions d'offre (fonction inverse du coût marginal de production) de chaque entreprise  $i$ , et  $\varepsilon_{jD}$ ,  $\varepsilon_{jD}^*$  l'opposé des élasticités-prix des fonctions de demande  $D_j$  et  $D_j^*$  de chaque catégorie  $j$  de bien produit. Ces notations seront utiles pour envisager l'effet de l'instauration d'une 'petite' accentuation de politique environnementale.

### ♦ Rappel des effets d'une politique environnementale « classique »

<sup>1</sup> Cette formalisation est très directement inspirée d'un sujet d'examen rédigé par Dominique BUREAU.

<sup>2</sup> On suppose que l'entreprise n'a pas d'influence sur le prix de vente de ses produits, ce qui est légitime si la concurrence sur les biens est suffisamment forte.

Face à une taxe sur les émissions appliquées au taux  $t$ , dont les recettes sont affectées au budget général, chaque entreprise choisit un niveau d'émissions tel que le coût marginal de réduction de ses émissions s'établit au niveau du taux de taxe, d'où :  $z_i = (g_i - 2.t.c_i).q_i$ . Par ailleurs, son offre de production est telle que le coût marginal de production s'établit à :

$p_j - t.g_i + t^2.c_i$ , autrement dit elle est la même que si le pays appliquait une taxe individualisée à la production d'un taux :  $t.(g_i - t.c_i)$ .

Dans le cas particulier où le prix de vente des produits n'évolue pas<sup>3</sup>, l'instauration d'une hausse de taxe environnementale de faible ampleur ( $dt$ ) se traduit donc au premier ordre par une baisse des émissions unitaires de  $d(z_i / q_i) = - 2.c_i.dt$  mais aussi une baisse de l'offre de l'entreprise  $i$  de :  $dq_i = - q_i.\varepsilon_i.s.[g_i.dt] / p_j$ . Ces deux effets se cumulent et se traduisent par une diminution du volume des émissions de  $d(z_i) / z_i = - [2.c_i / g_i + g_i.\varepsilon_i.s / p_j].dt$ . Le profit de l'entreprise diminue d'autant plus que ses émissions étaient élevées, puisque au premier ordre il évolue selon  $d(\pi_i) = - g_i.q_i.dt$ . Les dépenses de l'entreprise relatives à la protection de l'environnement (somme du coût de réduction des émissions et de la taxe acquittée sur les émissions résiduelles) s'élèvent à  $q_i.t.[g_i - t.c_i]$ . Enfin, les recettes fiscales de l'Etat progressent de  $dT = \sum_i (g_i.q_i).dt$ , donc d'autant plus que les émissions spontanées de la zone étaient élevées.

Si c'est un marché de permis qui est mis en place, l'entreprise  $i$  qui reçoit initialement une quantité forfaitaire<sup>4</sup>  $d_i$  de quotas à titre gratuit, doit en fin de période détenir au moins autant de quotas que d'émissions réalisées. Elle cherche alors à maximiser en  $q_i$  et  $z_i / q_i$  son profit de la forme :  $\pi_i = p_j.q_i - C_i(q_i) - (g_i - z_i / q_i)^2.q_i / 4.c_i - \tau.(z_i - d_i)$  où  $\tau$  désigne le prix d'échange des quotas, dont le niveau résulte de la quantité totale de quotas que l'autorité publique délivre *ex ante*. Face à ce marché de permis, les entreprises adoptent le même comportement d'émissions et de production que face à une taxe sur les émissions au taux  $\tau$ . Le profit diffère cependant selon l'instrument retenu, puisque l'allocation gratuite de permis se traduit, à comportement inchangé de la firme, par une augmentation du profit à hauteur de la valeur marchande des quotas qui lui ont été alloués gratuitement.

Dans la zone soumise à une régulation environnementale, les entreprises sont soumises à un système de prix  $[p - t.g + t^2.c]$  ou  $[p - \tau.g + \tau^2.c]$  de la production et un prix de  $t$  ou  $\tau$  pour les émissions.

**♦ Effets d'une politique environnementale moins classique ou étendue : avec redistribution des recettes ou allocation relative**

Face à une taxe sur les émissions appliquées au taux  $t$ , dont les recettes sont reversées aux entreprises émettrices au *prorata* de leur production au taux  $s_j$ , chaque entreprise choisit un niveau d'émissions tel que le coût marginal de réduction de ses émissions s'établit au niveau du taux de taxe, d'où :  $z_i = (g_i - 2.t.c_i).q_i$ . Par ailleurs, son offre de production est telle

<sup>3</sup> Cela est le cas quand la zone considérée représente une part peu importante dans la production du bien  $j$  – hypothèse du petit pays dans le vaste monde. Ce n'est cependant généralement pas le cas, du fait des effets d'équilibre général qui seront correctement appréhendés par la suite.

<sup>4</sup> La quantité de droits alloués à une entreprise peut être établie à partir de données historiques sur l'installation, que celles ci concernent ses émissions ou sa production passées. On a alors affaire à du *grandfathering*, puisque l'on attribue des quotas en fonction des comportements passés.

que le coût marginal de production s'établit à  $[p_j + s_j - t \cdot g_i + t^2 \cdot c_i]$ , autrement dit elle est la même que si le pays appliquait une taxe à la production d'un taux individualisé

$$[t \cdot (g_i - t \cdot c_i) - s_j].^5$$

C'est à ce schéma que correspond la taxe suédoise sur les oxydes d'azote décrite dans le cœur du rapport.

Dans le cas particulier où le prix de vente des produits n'évolue pas, l'instauration d'une hausse de taxe environnementale de faible ampleur ( $dt$ ) se traduit maintenant au premier ordre par une baisse des émissions unitaires de  $d(z_i / q_i) = -2 \cdot c_i \cdot dt$ . mais aussi une évolution de l'offre de l'entreprise  $i$  de  $dq_i = -q_i \cdot \varepsilon_{is} \cdot [g_i \cdot dt - ds_j] / p_j$ . Ces deux effets se combinent et se traduisent par une variation du volume des émissions de

$d(z_i) / z_i = - [2 \cdot c_i \cdot dt / g_i + (g_i \cdot dt - ds_j) \cdot \varepsilon_{is} / p_j]$ . Au premier ordre, le profit de l'entreprise évolue de  $d(\pi_i) = -q_i \cdot [g_i \cdot dt - ds_j]$ . Les dépenses de l'entreprise relatives à la protection de l'environnement (somme du coût de réduction des émissions et de la taxe acquittée sur les émissions résiduelles) s'élèvent à :  $q_i \cdot t \cdot [g_i - t \cdot c_i]$ . Enfin, les recettes fiscales de l'Etat varient

$$de \quad dT = \sum_i (g_i \cdot q_i) \cdot dt - \sum_j \left( \sum_{i \text{ fabrique } j} q_i \right) \cdot ds_j \cdot$$

Si c'est un marché de permis qui est mis en place, l'entreprise  $i$  qui reçoit initialement des quotas à titre gratuit en quantité inconnue mais proportionnelle (au taux annoncé  $\delta_j$ )<sup>6</sup> à sa production, doit en fin de période détenir autant de quotas que d'émissions réalisées. Elle cherche donc à maximiser son profit qui s'écrit :

$\pi_i = p_j \cdot q_i - C_i(q_i) - (g_i - z_i / q_i)^2 \cdot q_i / 4 \cdot c_i - \tau \cdot (z_i - \delta_j \cdot q_i)$  où  $\tau$  désigne le prix d'échange des quotas, dont le niveau résulte de la quantité totale de quotas que l'autorité publique délivre *ex post*. Face à ce marché de permis, les entreprises adoptent le même comportement que face à une taxe sur les émissions au taux  $\tau$  et une subvention sur le prix de vente au taux  $\delta_j \cdot \tau$ . Et la donnée des paramètres ( $\delta_j$ ) induit la quantité finale d'émissions,  $Z = \sum_i z_i = \sum_j \sum_i \delta_j \cdot q_i$  et donc la valeur du prix d'échange  $\tau$ .

<sup>5</sup> Pour que le système soit à l'équilibre budgétaire, il est nécessaire que  $t$  et  $s$  vérifient :  $t \cdot Z = s \cdot Q + F$  où  $F$  désigne les frais fixes de gestion de la mécanique redistributive. S'il y a plusieurs secteurs de production dans une zone, ce qui est une hypothèse raisonnable, il faut en fait définir un taux de subvention  $s_j$  pour chacun des biens. Donc l'abréviation  $s \cdot Q$  s'entend comme la somme pour chacun des types de biens du taux de subvention multiplié par la quantité produite. Les valeurs précises retenues pour les paramètres  $s_j$  induisent l'importance des transferts financiers entre les différents secteurs de production.

En effet, l'écriture précise de la contrainte budgétaire est  $t \cdot \sum_i z_i = \sum_j s_j \cdot \sum_{i \text{ fabrique } j} q_i + F$  alors que le bilan financier

pour le secteur de production du bien  $j$  dépend de l'importance relative des termes  $t \cdot \sum_{i \text{ fabrique } j} z_i$  et  $s_j \cdot \sum_{i \text{ fabrique } j} q_i$ .

Les valeurs des taux de subvention à la production retenus pour chaque secteur sont des paramètres d'ajustement des effets redistributifs.

<sup>6</sup> La discussion précédente sur les valeurs de  $s$  différenciées selon les secteurs de production se retrouve ici. En effet, il est raisonnable de supposer que l'on annonce un taux  $\delta_j$  unique pour les installations produisant le même bien, qui correspond à un coefficient unitaire d'émission par unité produite. Là encore, les valeurs précises retenues pour les paramètres  $\delta_j$  sont susceptibles d'induire des transferts financiers entre secteurs de production. Les valeurs des coefficients d'émission unitaire retenus pour chaque secteur sont des paramètres d'ajustement des effets redistributifs.

Ce schéma a par exemple été utilisé dans les années 1980 aux USA lors de l'accompagnement de la suppression du plomb dans l'essence. La deuxième partie de ce papier examine si ce schéma pourrait être appliqué aux émissions de gaz à effet de serre des entreprises européennes intensives en énergie, ce qui répondrait à la fois aux demandes de certains industriels qui espèrent des hausses de production, et aux craintes de certains détracteurs du Protocole de Kyoto qui voient un péril dans l'adoption unilatérale par l'Union européenne de la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre de ses secteurs industriels et énergétiques.

La formalisation proposée a montré le résultat suivant.

**Il y a une stricte équivalence entre la mise en place de deux instruments :**

- **fiscalité sur les émissions au taux  $t$  avec reversement des recettes au prorata de la production au taux  $s_j$ ,**
- **marché de permis avec allocation gratuite de quotas relative à la production courante, au taux  $\delta_j = s_j / \tau$ .**

Dans la zone soumise à une régulation environnementale « étendue », les entreprises sont soumises à un système de prix  $[p + s - t.g + t^2.c]$  ou  $[p + \delta.\tau - \tau.g + \tau^2.c]$  de la production et un prix de  $t$  ou  $\tau$  pour les émissions.

#### • **Renforcement unilatéral de la politique environnementale**

Généralement, les deux zones n'appliquent pas une politique environnementale optimale. Les pages précédentes ont montré que toute politique environnementale fiscale ou de quotas échangeables pouvait se caractériser par la donnée de paramètres  $(t, s_j)$ . A politique inchangée pour la zone \*, on examine les effets du renforcement unilatéral de la fiscalité environnementale dans la première zone, alors qu'initialement l'équilibre sur le marché du bien  $j$  s'écrit :

$$D_j(P_j) + D_j^*(P_j) = \sum_i C_i'^{-1}(P_j + s_j - t.g_i + t^2.c_i) + \sum_i C_i^{*'}^{-1}(P_j + s_j^* - t^*.g_i^* + t^{*2}.c_i^*)$$

La différenciation de cette équation permet de caractériser l'évolution du prix d'échange du bien  $j$ .

L'instauration d'une hausse de taxe environnementale de faible ampleur  $(dt, ds_j)^7$  se traduit au premier ordre par :

- une hausse du prix d'équilibre du bien<sup>8</sup> à hauteur de :

<sup>7</sup> Si l'on a affaire à une taxe dont les recettes sont distribuées forfaitairement comme dans le cas d'une taxe pigouvienne, les formules à suivre sont à restreindre au cas  $ds_j = 0$ .

Si on souhaitait imposer le respect de la contrainte budgétaire (avant et après modification de la politique environnementale) pour l'agence de redistribution des recettes fiscales, cela imposerait une condition sur  $(dt, ds_j)$  du type  $dt.z + t.dz = \sum_j ds_j.q_j + \sum_j s_j.dq_j$ .

<sup>8</sup> A l'exception du cas où le taux de subvention à la production est excessif, au point que  $ds_j > g_i.dt$ .

$$\frac{dP_j}{P_j} = \frac{\sum_{i \text{ fabrique } j} \varepsilon_i s_i q_i [g_i dt - ds_j]}{\varepsilon_j d.D_j + \varepsilon_j d^*.D_j^* + \sum_{i \text{ fabrique } j} \frac{P_j}{P_j + s_j - t.g_i + t^2.c_i} \cdot \varepsilon_i s_i q_i + \sum_{i \text{ fabrique } j} \frac{P_j}{P_j + s_j^* - t^*.g_i^* + t^{*2}.c_i^*} \cdot \varepsilon_i s_i^* q_i^*}$$

Le poids de la taxe sur les émissions est d'autant plus 'transmis' aux consommateurs au travers de la hausse du prix que les élasticités-prix des demandes et de l'offre étrangère sont faibles, ou que l'offre nationale est élastique ;

- une diminution des demandes des deux zones, toujours du fait de la hausse des prix, de :

$dD_j + dD_j^* = -(\varepsilon_j d.D_j + \varepsilon_j d^*.D_j^*).dP_j / P_j$  donc d'autant plus accentuée que l'offre nationale est sensible aux prix et que la demande et l'offre étrangère sont inélastiques ;

- une hausse de l'offre des entreprises de la zone \* du fait de la relance induite à l'étranger par la hausse du prix :  $dq_i^* / q_i^* = \varepsilon_i s_i^*.dP_j / [P_j + s_j^* - t^*.g_i^* + t^{*2}.c_i^*]$ . Du fait que les émissions unitaires des entreprises étrangères restent au même niveau, cette relance induit mécaniquement une hausse des émissions étrangères de

$dZ^* = \sum_j \sum_i \varepsilon_i s_i^*.g_i^*.q_i^*.dP_j / [P_j + s_j^* - t^*.g_i^* + t^{*2}.c_i^*]$ , donc d'autant plus prononcée que les demandes sont inélastiques et les offres sensibles au prix ;

- une diminution de l'offre de l'entreprise  $i$  de

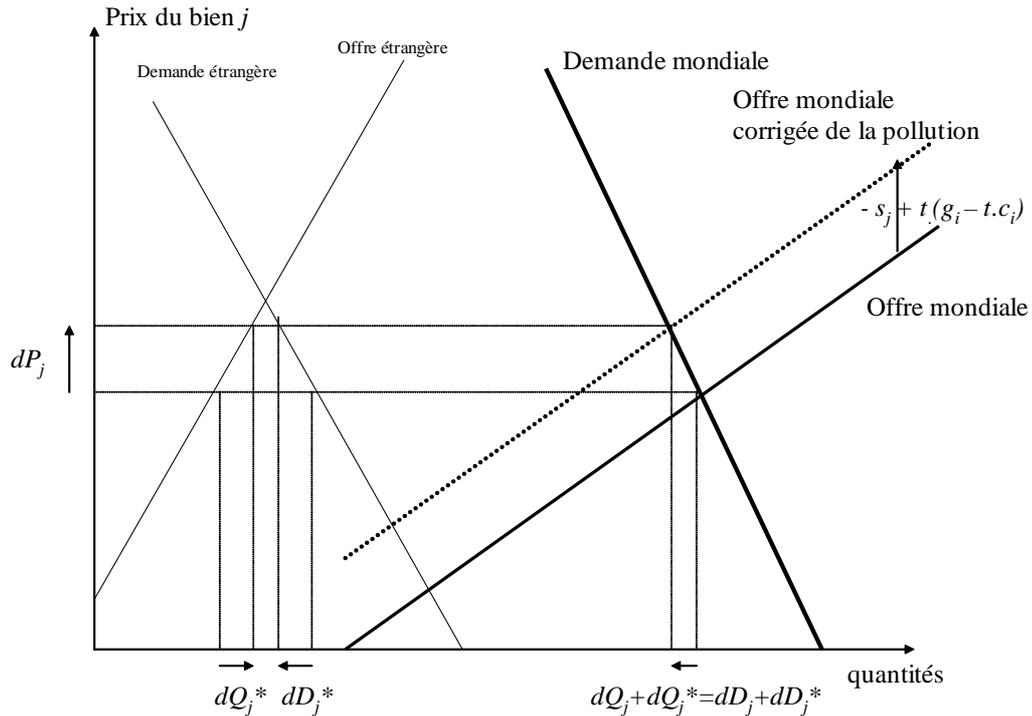
$dq_i / q_i = \varepsilon_i s_i.[dP_j - (g_i dt - ds_j)] / [P_j + s_j - t.g_i + t^2.c_i]$ , donc d'autant plus forte que l'offre nationale est sensible au prix, et que les autres élasticités sont faibles ;

- une diminution des émissions unitaires des entreprises de  $d(z_i / q_i) = -2.c_i dt$  qui, combinée à la diminution de l'offre provoque une forte réduction des émissions nationales de :

$$d(z_i) = -g_i q_i [2.c_i dt / g_i + \varepsilon_i s_i (dP_j - (g_i dt - ds_j)) / (P_j + s_j - t.g_i + t^2.c_i)].$$

Tous les effets décrits sont d'autant plus accentués que les procédés de la zone sont polluants et que les procédés étrangers sont spontanément peu émetteurs.

Par rapport à une taxe ou un marché de permis harmonisé au niveau mondial, une politique environnementale unilatérale a moins d'effet sur les émissions et réduit l'offre des producteurs de la zone concernée, ce qui fait monter le prix des produits, mais surtout, la réallocation de l'offre induite entre les deux zones n'est pas désirable, car cette augmentation du prix relance l'offre dans la zone où le coût des dommages associés aux émissions n'est pas internalisé.



♦ Dans le cas particulier de l'instauration unilatérale d'une petite mesure environnementale alors que la zone \* n'adopte aucune mesure

Ce cas de figure n'est pas irréaliste : il décrit implicitement la mise en place d'un marché de permis pour les industries européennes alors que les Etats-Unis n'imposent aucune contrainte carbone à leurs industriels.

Dans ce cas, les équations précédentes se simplifient grandement, et donnent :

$$\frac{dP_j}{P_j} = \frac{\sum_{i \text{ fabrique } j} \varepsilon_i s_i q_i [g_i dt - ds_j]}{\varepsilon_j d D_j + \varepsilon_j d^* D_j^* + \sum_{i \text{ fabrique } j} \varepsilon_i s_i q_i + \sum_{i \text{ fabrique } j} \varepsilon_i s_i^* q_i^*}$$

$$dD_j + dD_j^* = -(\varepsilon_j d D_j + \varepsilon_j d^* D_j^*) \cdot dP_j / P_j$$

$$dq_i^* / q_i^* = \varepsilon_i s_i^* \cdot dP_j / P_j, \quad dZ^* = \sum_j \sum_i \varepsilon_i s_i^* \cdot g_i^* \cdot q_i^* \cdot dP_j / P_j$$

$$dq_i / q_i = \varepsilon_i s_i \cdot [dP_j - (g_i dt - ds_j)] / P_j$$

$$d(Z) = - \sum_j \sum_i g_i q_i [2 \cdot c_i dt / g_i + \varepsilon_i s_i \cdot (dP_j - (g_i dt - ds_j)) / P_j]$$

A ce stade, on a donc montré les résultats suivants.

**Que l'on ait recours à la fiscalité ou à des quotas échangeables, le recours unilatéral à un instrument économique de régulation environnementale entraîne effectivement une baisse des émissions, qui passe par trois mécanismes :**

- des efforts de réduction qui dépendent des valeurs des paramètres techniques  $c_i$  des entreprises implantées sur la zone, mais aussi
- une réduction de l'offre dans la zone qui adopte cette politique par :

- la modification du niveau d'activité globale d'autant plus forte que les demandes et l'offre de la zone sont inélastiques, que l'offre étrangère est sensible au prix et que les émissions unitaires de polluant sont élevées ; la taxe est par ailleurs supportée par le coté relativement inélastique du marché ;
- la réallocation de la production entre les deux zones, d'autant plus forte que les courbes d'offre de la zone régulée sont élastiques.

## 2. Panoplie d'instruments à mettre en œuvre : optimum de premier rang et optima contraints

**• L'optimum de premier rang peut s'obtenir lorsque chacune des zones met en place une politique environnementale optimale**

L'optimum collectif se détermine par la recherche des allocations de consommation ( $D, D^*$ ), de production ( $Q, Q^*$ ) et d'émissions ( $Z, Z^*$ ) qui maximisent la somme des surplus de chaque pays corrigée du dommage de la pollution, sous contrainte d'équilibre du marché pour chaque catégorie de bien  $j$ .

Le lagrangien correspondant est donc

$$L(D_j, D_j^*, q_i, q_i^*, z_i, z_i^*) = \sum_j \mu_j \cdot \left( -D_j - D_j^* + \sum_{i \text{ fabrique } j} q_i + \sum_{i \text{ fabrique } j} q_i^* \right) \\ + \sum_j \int_0^{D_j} D_j^{-1}(q) \cdot dq - \sum_i C_i(q_i) - \sum_i (g_i - z_i / q_i)^2 \cdot q_i / 4 \cdot c_i - \alpha \cdot \sum_i (z_i / q_i) \cdot q_i \\ + \sum_j \int_0^{D_j^*} D_j^{*-1}(q) \cdot dq - \sum_i C_i^*(q_i^*) - \sum_i (g_i^* - z_i^* / q_i^*)^2 \cdot q_i^* / 4 \cdot c_i^* - \alpha \cdot \sum_i (z_i^* / q_i^*) \cdot q_i^*$$

si  $\mu_j$  désigne la valeur du multiplicateur de Lagrange associé à la contrainte de réalisabilité du bien  $j$ .

Les conditions du premier ordre en fonction des émissions unitaires impliquent que le coût marginal de réduction des émissions,  $(g_i \cdot q_i^{opt} - z_i^{opt}) / 2 \cdot c_i$ , doit être constant, au niveau du dommage marginal des émissions,  $\alpha$ , ce qui peut être obtenu simplement en imposant une taxe sur les émissions au taux  $\alpha$ .

Les conditions du premier ordre en fonction des demandes et des productions impliquent alors :  $D_j^{opt} = D_j(\mu_j)$ ,  $D_j^{opt*} = D_j^*(\mu_j)$  et pour toutes les entreprises qui produisent le bien  $j$ ,  $\mu_j = C_i'(q_i^{opt}) + \alpha^2.c_i + \alpha.(g_i - 2.\alpha.c_i) = C_i^{*'}(q_i^{opt*}) + \alpha.(g_i^* - \alpha.c_i^*)$ .

Enfin, la contrainte de réalisabilité impose que les valeurs de  $\mu_j$  vérifient :

$$D_j(\mu_j) + D_j^*(\mu_j) = \sum_{i \text{ fabrique } j} C_i^{-1}(\mu_j - \alpha.(g_i - \alpha.c_i)) + \sum_{i \text{ fabrique } j} C_i^{*-1}(\mu_j - \alpha.(g_i^* - \alpha.c_i^*))$$

Ces conditions du premier ordre sont respectées dès lors que les consommateurs des deux pays sont soumis au même prix  $\mu$ , et les producteurs de chaque pays confrontés à une taxe sur les émissions au taux  $\alpha$ , équivalente à une taxe à la production de  $\alpha.(g - \alpha.c)$ .

On trouve donc que l'application d'une taxe pigouvienne (taxe sur les émissions à hauteur du dommage marginal, et dont les recettes sont forfaitairement redistribuées) permet de décentraliser l'optimum mondial en internalisant le coût des dommages dans le comportement des entreprises.

Examinons dorénavant le cas où la zone \* ne mène pas de politique environnementale, et que la première zone décide de lutter unilatéralement contre une pollution globale.

• **Optimum de second rang si la politique environnementale est unilatérale et qu'il est possible de discriminer les prix entre les zones par taxes et subventions**

On suppose que la zone qui souhaite mettre en œuvre une politique environnementale dispose également d'instruments tarifaires (taxe à l'importation et subvention à l'exportation) qui lui permettent en fait d'isoler les prix qui prévalent dans la zone. Dans la zone \*, aucune politique environnementale n'est mise en place. L'optimum de deuxième rang (en intégrant la contrainte de non régulation environnementale de la zone \*) se détermine par la recherche des allocations de consommation ( $D$ ) et de production ( $Q$ ), le montant d'émissions ( $Z$ ) et le prix d'équilibre dans la zone \* ( $p$ ) qui maximisent la somme des surplus de chaque pays corrigée du dommage de la pollution, sous contrainte d'équilibre du marché pour chaque catégorie de bien  $j$ . Le lagrangien correspondant s'écrit :

$$\begin{aligned} L(D_j, q_i, z_i, p_j) = & \sum_j \mu_j \cdot \left( -D_j - D_j^*(p_j) + \sum_{i \text{ fabrique } j} q_i + \sum_{i \text{ fabrique } j} q_i^*(p_j) \right) \\ & \sum_j \int_0^{D_j} D_j^{-1}(q) \cdot dq - \sum_i C_i(q_i) - \sum_i (g_i - z_i / q_i)^2 \cdot q_i / 4 \cdot c_i - \alpha \cdot \sum_i (z_i / q_i) \cdot q_i \\ & + \sum_j \int_0^{D_j^*(p_j)} D_j^{*-1}(q) \cdot dq - \sum_i C_i^*(q_i^*(p_j)) - \alpha \cdot \sum_i g_i^* \cdot q_i^*(p_j) \end{aligned}$$

si  $\mu_j$  désigne la valeur du multiplicateur de Lagrange associé à la contrainte de réalisabilité du bien  $j$ .

Les conditions du premier ordre en fonction des émissions unitaires impliquent que le coût marginal de réduction des émissions,  $(g_i \cdot q_i^{opt2} - z_i^{opt2}) / 2 \cdot c_i$ , doit être constant, au niveau du dommage marginal des émissions,  $\alpha$ , ce qui peut être obtenu simplement en imposant dans la zone régulée une taxe sur les émissions au taux  $\alpha$ .

Les conditions du premier ordre en fonction des demandes et des productions impliquent alors :  $D_j^{opt2} = D_j(\mu_j)$  et pour toutes les entreprises qui produisent le bien  $j$ ,  $\mu_j = C_i'(q_i^{opt2}) + \alpha.(g_i - \alpha.c_i)$ .

Les conditions du premier ordre sur les prix qui prévalent dans la zone \* impliquent :

$$\mu_j \cdot \left( \varepsilon_j d^* . D_j^* + \sum_{i \text{ fabrique } j} \varepsilon_i s^* . q_i^* \right) - p_j . \varepsilon_j d^* . D_j^* - p_j . \sum_{i \text{ fabrique } j} \varepsilon_i s^* . q_i^* - \alpha . \sum_i g_i^* . \varepsilon_i s^* . q_i^* = 0$$

$$\text{d'où } \mu_j^{opt2} = \mu_j(p_j) = p_j + \alpha . \frac{\sum_i g_i^* . \varepsilon_i s^* . q_i^*(p_j)}{\left( \varepsilon_j d^* . D_j^*(p_j) + \sum_{i \text{ fabrique } j} \varepsilon_i s^* . q_i^*(p_j) \right)}$$

Enfin, la contrainte de réalisabilité impose que les valeurs de  $p_j$  sont solution de :

$$D_j(\mu_j(p_j)) + D_j^*(p_j) = \sum_{i \text{ fabrique } j} C_i'^{-1}(\mu_j(p_j) - \alpha.(g_i - \alpha.c_i)) + \sum_{i \text{ fabrique } j} C_i^{*-1}(p_j)$$

Ces conditions du premier ordre sont respectées dès lors que les agents de la zone régulée sont soumis au même prix  $\mu$ , et les producteurs de la zone régulée confrontés à une taxe sur les émissions au taux  $\alpha$ , équivalente à une taxe à la production de  $\alpha.(g - \alpha.c)$ .

On trouve donc que l'application d'une taxe pigouvienne (taxe sur les émissions à hauteur du dommage marginal, et dont les recettes sont forfaitairement redistribuées) et la mise en œuvre d'un droit de douane et d'une subvention à l'exportation du même montant, permettent de décentraliser l'optimum de second rang qui intègre la contrainte de non régulation de l'environnement dans le reste du monde.

**Les droits de douane et les subventions à l'exportation à mettre en place valent**

$$\mu_j^{opt2} - p_j = \alpha . \frac{\sum_i g_i^* . \varepsilon_i s^* . q_i^*(p_j)}{\left( \varepsilon_j d^* . D_j^*(p_j) + \sum_{i \text{ fabrique } j} \varepsilon_i s^* . q_i^*(p_j) \right)}$$
 et sont donc croissants en

fonction du dommage marginal, du caractère polluant des processus de production à l'étranger, de l'élasticité des offres à l'étranger, et décroissants en fonction de l'élasticité-prix de la demande étrangère. Ces résultats s'interprètent bien si l'on se rappelle que la régulation environnementale relance la production de l'autre zone.

On peut donc rétablir la politique environnementale à son niveau optimal si sa mise en place s'accompagne de la mise en œuvre d'un droit de douane et de subventions à l'exportation déconnectant les prix des deux zones, et corrigeant l'effet indésirable sur la réallocation de l'offre, par un effet de sens contraire. Bien qu'un tel droit de douane soit socialement souhaitable (au niveau mondial) puisqu'il ne vise qu'à éviter les dommages associés à l'offre des entreprises dans les zones qui n'ont pas mis en place de politique de régulation, son acceptabilité par l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) est sujette à caution, d'autant que cela remettrait éventuellement en cause l'habitude de ne pas considérer les procédés et méthodes de production.

♦ **Optimum de troisième rang si la politique est unilatérale et sans possibilité de tarification aux frontières**

On suppose que l'isolement des prix de la zone n'est plus réalisable, autrement dit que la taxe environnementale impose une taxe à la production aux producteurs nationaux qui subissent nécessairement une distorsion de prix par rapport à leurs concurrents étrangers. En l'absence d'instrument tarifaire complémentaire, le niveau de la taxe (ou de la quantité de permis) est le seul paramètre pour arbitrer entre l'effet favorable sur les efforts de protection dans la zone où elle s'applique, et la relance non désirée de l'offre et donc des émissions de l'autre zone.

Dans la zone \*, aucune politique environnementale n'est mise en place. L'optimum de troisième rang (en intégrant la contrainte de non régulation environnementale de la zone \* et l'exposition de la demande des consommateurs de la zone régulée aux prix nationaux) se détermine par la recherche des allocations de production ( $Q$ ), le montant d'émissions ( $Z$ ) et le prix d'équilibre ( $p$ ) qui maximisent la somme des surplus de chaque pays corrigée du dommage de la pollution, sous contrainte d'équilibre du marché pour chaque catégorie de bien  $j$ . Le lagrangien correspondant s'écrit donc :

$$\begin{aligned} L(q_i, z_i, p_j) = & \sum_j \mu_j \cdot \left( -D_j(p_j) - D_j^*(p_j) + \sum_{i \text{ fabrique } j} q_i + \sum_{i \text{ fabrique } j} q_i^*(p_j) \right) \\ & \sum_j \int_0^{D_j(p_j)} D_j^{-1}(q) \cdot dq - \sum_i C_i(q_i) - \sum_i (g_i - z_i / q_i)^2 \cdot q_i / 4 \cdot c_i - \alpha \cdot \sum_i (z_i / q_i) \cdot q_i \\ & + \sum_j \int_0^{D_j^*(p_j)} D_j^{*-1}(q) \cdot dq - \sum_i C_i^*(q_i^*(p_j)) - \alpha \cdot \sum_i g_i^* \cdot q_i^*(p_j) \end{aligned}$$

si  $\mu_j$  désigne la valeur du multiplicateur de Lagrange associé à la contrainte de réalisabilité du bien  $j$ .

Les conditions du premier ordre en fonction des émissions unitaires impliquent que le coût marginal de réduction des émissions,  $(g_i \cdot q_i^{opt3} - z_i^{opt3}) / 2 \cdot c_i$ , doit être constant, au niveau du dommage marginal des émissions,  $\alpha$ , ce qui peut être obtenu simplement en imposant dans la zone régulée une taxe sur les émissions au taux  $\alpha$ .

Les conditions du premier ordre en fonction des productions impliquent alors pour toutes les entreprises qui produisent le bien  $j$ ,  $\mu_j = C_i'(q_i^{opt3}) + \alpha \cdot (g_i - \alpha \cdot c_i)$ .

Les conditions du premier ordre sur les prix impliquent :

$$\begin{aligned} L(q_i, z_i, p_j) = & \sum_j \mu_j \cdot \left( -D_j(p_j) - D_j^*(p_j) + \sum_{i \text{ fabrique } j} q_i + \sum_{i \text{ fabrique } j} q_i^*(p_j) \right) \\ & \sum_j \int_0^{D_j(p_j)} D_j^{-1}(q) \cdot dq - \sum_i C_i(q_i) - \sum_i (g_i - z_i / q_i)^2 \cdot q_i / 4 \cdot c_i - \alpha \cdot \sum_i (z_i / q_i) \cdot q_i \\ & + \sum_j \int_0^{D_j^*(p_j)} D_j^{*-1}(q) \cdot dq - \sum_i C_i^*(q_i^*(p_j)) - \alpha \cdot \sum_i g_i^* \cdot q_i^*(p_j) \\ & \mu_j \cdot \left( \varepsilon_j \cdot d \cdot D_j + \varepsilon_j \cdot d^* \cdot D_j^* + \sum_{i \text{ fabrique } j} \varepsilon_i \cdot s^* \cdot q_i^* \right) - p_j \cdot \varepsilon_j \cdot d \cdot D_j - p_j \cdot \varepsilon_j \cdot d^* \cdot D_j^* - p_j \cdot \sum_{i \text{ fabrique } j} \varepsilon_i \cdot s^* \cdot q_i^* - \alpha \cdot \sum_i g_i^* \cdot \varepsilon_i \cdot s^* \cdot q_i^* \end{aligned}$$

$$\text{d'où } \mu_j^{\text{opt3}} = \mu_j^3(p_j) = p_j + \alpha \cdot \frac{\sum_i g_i^* \cdot \varepsilon_i s^* \cdot q_i^*(p_j)}{\left( \varepsilon_j d \cdot D_j(p_j) + \varepsilon_j d^* \cdot D_j^*(p_j) + \sum_{i \text{ fabrique } j} \varepsilon_i s^* \cdot q_i^*(p_j) \right)}$$

Enfin, la contrainte de réalisabilité impose que les valeurs de  $p_j$  sont maintenant solution de :

$$D_j(p_j) + D_j^*(p_j) = \sum_{i \text{ fabrique } j} C_i^{-1}(\mu_j^3(p_j) - \alpha \cdot (g_i - \alpha \cdot c_i)) + \sum_{i \text{ fabrique } j} C_i^{*-1}(p_j)$$

Ces conditions du premier ordre sont respectées dès lors que les producteurs de la zone régulée sont confrontés à une taxe sur les émissions au taux  $\alpha$ , équivalente à une taxe à la production de  $\alpha \cdot (g - \alpha \cdot c)$ .

On trouve donc que l'application d'une taxe pigouvienne (taxe sur les émissions à hauteur du dommage marginal, et dont les recettes sont forfaitairement redistribuées) et la mise en œuvre d'une subvention à la production permettent de décentraliser l'optimum de troisième rang qui intègre la contrainte de non régulation de l'environnement dans le reste du monde.

**Les taux de subvention à la production ou, de façon équivalente, les coefficients unitaires d'attribution de quotas gratuits à mettre en place valent**

$$\alpha \cdot \frac{\sum_i g_i^* \cdot \varepsilon_i s^* \cdot q_i^*(p_j)}{\left( \varepsilon_j d \cdot D_j(p_j) + \varepsilon_j d^* \cdot D_j^*(p_j) + \sum_{i \text{ fabrique } j} \varepsilon_i s^* \cdot q_i^*(p_j) \right)}$$

et sont donc croissants en fonction

du dommage marginal, du caractère polluant des processus de production à l'étranger, de l'élasticité des offres à l'étranger, et décroissant en fonction des élasticité-prix des demandes.

### **3. Application à l'effet de serre et les émissions des industriels français / européens dans le cadre de la directive permis**

Certains gaz permettent de piéger autour de la terre une partie de la chaleur du rayonnement solaire qu'elle ré-émet vers l'atmosphère. Ce phénomène, appelé effet de serre, est indispensable à la vie sur terre. Cependant l'accroissement des émissions anthropiques<sup>9</sup> de gaz à effet de serre se fait dans des proportions et à une rapidité telles qu'il va augmenter les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et entraîner une modification du climat au niveau de la planète jamais connue depuis 10 000 ans. Ce problème peut être considéré comme un idéal-type représentatif des problèmes provoqués par un bien public global car l'effet de serre n'est ni appropriable ni excluable : non seulement son bénéfice ou maléfice sur un pays n'empêche pas le bénéfice ou maléfice sur un autre pays, mais en plus, du fait que les gaz à effet de serre sont parfaitement assimilables dans l'atmosphère, il n'est pas possible d'exclure des bénéfices d'une action, un pays qui ne serait pas prêt à en verser le prix. Il n'est donc pas possible de déterminer le niveau efficace de protection via le marché et c'est donc à l'ensemble des pays à fixer l'étendue de la protection du climat considérée comme collectivement désirable.

Cette caractéristique de bien public mondial de l'effet de serre est à l'origine de la convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique qui, au nom du principe de précaution, réunit l'engagement de 194 pays à " prévoir, prévenir ou atténuer les causes de changement climatique et en limiter les effets néfastes " (Art.3).

#### **3.1. Les engagements des pays industrialisés sont formulés en valeur absolue, et la directive permis adopte cette même logique**

La préservation d'un bien public nécessite la réduction institutionnelle de ce bien ou de ses caractéristiques à un bien ou service appropriable dont la gestion de la rareté pourra être organisée suivant des méthodes courantes : rationnement quantitatif ou fixation d'un prix. Dans le cas du maintien de l'effet de serre dans certaines proportions, il ne s'agit pas d'approprier l'atmosphère mais de limiter l'usage de sa capacité d'absorption, en d'autres termes de limiter les émissions de gaz à effet de serre. Cet objectif pouvait être atteint par un rationnement quantitatif des émissions de gaz à effet de serre ou par l'imposition d'un prix à chaque émission. Les négociations internationales qui ont abouti au protocole de Kyoto ont finalement opté pour la première solution de maîtrise quantitative, qui est la plus traditionnelle sur la scène internationale<sup>10</sup> en environnement : 38 pays industrialisés ont pris des engagements quantitatifs de limitation de leurs émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2008-2012. Ces engagements quantitatifs sont assortis de mécanismes de flexibilité autorisant les Etats à échanger des quotas. Cette possibilité d'échange permet, comme l'aurait fait une taxe internationale, d'homogénéiser les coûts de réduction au niveau international, et de fixer donc un prix collectif à l'émission de gaz à effet de serre, même si ce prix n'est pas connu *ex ante*.

Au 15 avril 2004, le protocole de Kyoto n'est toujours pas en vigueur, et les pays qui l'ont ratifié ne seront liés par leurs engagements que lorsqu'il entrera en vigueur. Cependant les délais nécessaires à l'infléchissement de trajectoires d'émissions de gaz à effet de serre

---

<sup>9</sup> Dues aux activités humaines.

<sup>10</sup> Il se trouve cependant que dans le cas de l'effet de serre qui est une pollution de stock dont les dommages évoluent peu en fonction des réductions immédiates d'émissions, la courbe de dommage marginal est assez plate, et que dans ce cas, c'est l'instrument de maîtrise des coûts que les économistes auraient préconisé. Pour voir cet argument développé, se référer au rapport n°39 du CAE rédigé par Roger GUESNERIE sur « Kyoto et l'économie de l'effet de serre », publié à la Documentation Française en 2003.

dépendent de contextes économiques structurants qui ne peuvent être modifiés qu'à moyen voire long terme pour certains secteurs. C'est pourquoi il est nécessaire de prendre des mesures sans attendre.

La Communauté européenne a ratifié le protocole en tant que telle et s'est engagée à réduire les émissions de gaz à effet de serre du quinquennat 2008-2012 de 8 % par rapport à celles de 1990. Pour cela, elle a mis en place un programme européen sur le changement climatique. Dans ce cadre, elle a adopté le 13 octobre 2003 la directive 2003/87/CE établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre. Le choix de cette politique répond à plusieurs préoccupations :

- la mise en place d'un cadre communautaire unique afin qu'il n'y ait pas de distorsions de concurrence entre installations localisées dans différents Etats membres ;
- la définition d'une politique qui permette de préserver la compétitivité des secteurs soumis à la concurrence internationale ;
- l'apprentissage de la maîtrise de l'instrument de marché qui prévaudra lors de l'entrée en vigueur des accords internationaux.

La directive met en place un système fondé sur deux piliers distincts. D'une part elle instaure un dispositif d'autorisation pour les émissions de gaz à effet de serre, qui s'applique à certaines activités exercées par les installations classées, et fixe des obligations de surveillance et de contrôle des émissions pour les installations visées ; et d'autre part elle crée des quotas d'émissions de gaz à effet de serre représentatifs de l'émission d'une tonne de dioxyde de carbone. Ces quotas sont transférables.

Un exploitant est tenu de restituer à leur Etat d'origine, chaque année, un nombre de quotas égal au total des émissions de gaz à effet de serre de ses installations. Si l'exploitant n'est pas en conformité avec cette obligation, il doit payer une amende et restituer, l'année suivante les quotas manquants.

Les quotas sont alloués de manière prévisionnelle par un plan national d'affectation de quotas (PNAQ). Ce plan est élaboré pour une première période de trois ans (2005-2007), et ensuite pour des périodes de cinq ans qui devraient correspondre aux périodes d'engagement des pays sur la scène internationale. Le PNAQ fixe la quantité maximale de quotas affectés par installation en fonction des engagements internationaux pris dans le cadre du protocole de Kyoto, mais aussi des prévisions d'évolution de la production des activités, des possibilités techniques et économiques de réduction des émissions, et du respect des règles de la concurrence. Les quotas sont ensuite délivrés aux exploitants de manière annuelle. Le jeu des dates de délivrance annuelle des quotas assure une fongibilité temporelle de fait à l'intérieur des périodes. Ce n'est qu'à la fin d'une période qu'un exploitant pourrait se retrouver en infraction avec ses obligations de restitution de quotas.

A partir de la seconde période, les quotas inutilisés durant une période pourront être reportés à la période suivante. La directive ne statue pas sur la reconduction de quotas qui n'auraient pas été utilisés en première période pour la seconde période. Elle laisse le choix ouvert aux Etats membres.

A partir de la seconde période, les Etats membres pourront appliquer la directive à des activités, installations ou gaz qui ne sont pas couverts par le champ d'application prévu pour la première période.

Deux dispositions transitoires ont été introduites :

- lors de la première période, certaines installations visées par le champ d'application de la directive peuvent être exclues sous condition qu'elles soient soumises à des exigences équivalentes en termes de surveillance et de limitation des émissions. Elles doivent également être soumises aux mêmes sanctions que les installations couvertes par le système en cas d'infraction avec leurs engagements ;
- plusieurs exploitants peuvent demander à l'Etat de mettre en commun la gestion de leurs quotas.

Suite au rationnement quantitatif des émissions de gaz à effet de serre introduit sur la scène internationale, la directive a donc mis en place un marché de quotas qui peut fonctionner au niveau communautaire de manière indépendante : ce ne sont pas les mêmes types d'unités qui s'échangent sur les deux marchés. Ce système pourra s'étendre en reconnaissant d'autres systèmes nationaux de pays ayant ratifié le protocole de Kyoto. Enfin, un amendement à la directive est en cours de discussion au Conseil et au parlement européens, amendement qui permettrait aux industriels d'utiliser les crédits issus des mécanismes projet du protocole de Kyoto pour remplir leurs obligations quantitatives dans le cadre de la directive. L'effet conjugué de ces deux éléments, devrait conduire à une homogénéisation des prix des unités en circulation sur les scènes internationale et communautaire, c'est-à-dire vers la préservation d'un prix unique à l'utilisation du bien public qu'est l'atmosphère.

### **3.2. Un Etat-membre pourrait, dès 2008 et tant qu'il ne dépasse pas la quantité totale annoncée, distribuer des quotas à ses installations industrielles en fonction de leur production**

La directive a ceci de paradoxal qu'elle met en place un instrument de régulation quantitatif mais ne fixe aucune quantité par elle-même. En cohérence avec leurs engagements nationaux, les Etats membres de la communauté doivent déterminer les limites quantitatives de manière subsidiaire lors de l'élaboration de leur PNAQ. Les modalités d'élaboration et d'acceptation des plans sont établies aux articles 9, 10 et 11, et les règles générales qu'ils doivent respecter sont édictées à l'annexe III de la directive.

L'article 10 établit que 95 % des quotas alloués lors de la première période et 90 % lors de la seconde doivent l'être à titre gratuit. Rien n'est précisé à ce propos pour les périodes ultérieures.

Les paragraphes 1 et 2 de l'article 11 stipulent que l'Etat membre doit décider avant le début d'une période de la quantité maximale qu'il va allouer ainsi que l'attribution de ces quotas à chaque exploitant. Le paragraphe 4 de l'article 11 explique que la délivrance de fractions de la quantité totale de quotas est effectuée sur une base annuelle. L'article 11 procède donc en trois temps :

- l'allocation de quotas, qui fixe la quantité maximale de quotas à distribuer et est déterminée avant le début d'une période ;
- l'affectation de quotas qui est la répartition de l'allocation prévisionnelle entre installations qui est également déterminée avant le début d'une période ;
- la délivrance de quotas qui est le moment de transfert d'un droit véritable à un exploitant et qui est effectuée chaque année.

Le paragraphe 4 de l'article 11 contraint la quantité maximale de quotas délivrés à rester dans l'enveloppe globale établie aux paragraphes 1 et 2 du même article. Il ne dit rien cependant sur les modalités de répartition annuelle des quotas.

La répartition qui devrait<sup>11</sup> être retenue dans le PNAQ français lors du premier plan d'allocation est prévue sur la base de formules du type suivant :

$$d_j = \frac{[a_j \cdot q_{j(2005-2007)} \cdot z_{j(0)}/q_{j(0)}]}{\sum_j [a_j \cdot q_{j(2005-2007)} \cdot z_{j(0)}/q_{j(0)}]} \cdot d \quad (1)$$

$$d_{ij} = \frac{z_{i(0-n)}}{\sum_{i \text{ fabrique } j} [z_{i(0-n)}]} \cdot d_j \quad (2)$$

avec :

- $d$  : quantité totale de quotas du plan d'allocation
- $d_j$  : quantité de quotas affectés gratuitement au secteur  $j$
- $d_{ij}$  : quantité de quotas affectés gratuitement à l'installation  $i$  du secteur  $j$  et allouée chaque année
- $a_j$  : coefficient de progrès technique affecté au secteur  $j$
- $z_{j(0)}/q_{j(0)}$  : émissions spécifiques<sup>12</sup> du secteur  $j$ , au cours de l'année de référence historique, notée 0
- $z_{i(0-n)}$  : émissions (historiques) de l'installation  $i$  du secteur  $j$  lors de l'année (0-n)
- $q_{j(2005-2007)}$  : anticipations de la production du secteur  $j$  en moyenne annuelle sur la période [2005-2007].

Une enveloppe globale ( $d$ ) est d'abord déterminée afin que la maîtrise des émissions des installations couvertes par la directive soit intégrée dans la politique globale de respect des engagements pris lors de la ratification du protocole de Kyoto. L'équation (1) décrit ensuite la répartition des quotas entre secteurs en fonction des potentiels technologiques des secteurs et de leurs prévisions de production, tout en respectant la limite quantitative fixée par l'enveloppe globale. L'équation (2) décrit enfin la répartition des quotas du secteur entre les installations concernées au *pro rata* de leurs émissions historiques.

Conformément au texte de la directive, cette méthode d'allocation fixe précisément *ex ante* la quantité totale de quotas par installation. La croissance de la production a tendance à faire augmenter les émissions de gaz à effet de serre. Cette tendance peut être contrebalancée par des améliorations technologiques ou des substitutions de combustibles. Or l'objectif de la politique mise en place est avant tout d'inciter les industriels à développer des technologies moins émettrices. L'incitation serait donc plus clairement orientée sur les améliorations technologiques si l'allocation peut être augmentée en fonction de l'évolution de la production.

<sup>11</sup> A la date de rédaction de cet article, le PNAQ était encore en discussions.

<sup>12</sup> Les émissions spécifiques sont les émissions liées à la production d'une unité de produit.

La transposition de la directive en droit français prévoit que la délivrance des quotas pourra être modulée en fonction d'augmentations de production. La modulation n'est pas clairement précisée, mais il s'agirait pour la première période, au lieu de distribuer le tiers de l'enveloppe individuelle chaque année, d'en distribuer davantage les premières années et moins la dernière, le total restant inchangé.

Dans la logique par étapes retenue, il y a deux endroits où une indexation sur la production pourrait être introduite : dans l'allocation sectorielle ou dans l'allocation par installation. L'indexation ne peut pas se faire sur la production courante parce que les quotas sont, d'après le texte précis de la directive, distribués sur une base annuelle et *ex ante*. Or on ne peut connaître la production de l'année dès le début de celle-ci. La délivrance des quotas d'une année est réalisée au 28 février de cette même année, date à laquelle on connaît au mieux la production de l'année précédente. C'est pourquoi les mécanismes d'indexation proposés par la suite reposent sur la production de l'année précédente, voire plus ancienne.

#### • Indexation de l'allocation sectorielle à la production

Il suffit de remplacer la production moyenne annuelle anticipée  $q_{j(2005-2007)}$  par la production de l'année précédente  $P_{(t-1)}$  dans l'équation (1). Elle devient alors :

$$d_j = \frac{[a_j \cdot q_{j(t-1)} \cdot z_{j(0)} / q_{j(0)}]}{\sum_j [a_j \cdot q_{j(t-1)} \cdot z_{j(0)} / q_{j(0)}]} \cdot d \quad (3)$$

Cette formule combinée avec (2) aurait un effet amplificateur de substitutions sectorielles. En effet, si la production d'un matériau A est fortement émettrice de gaz à effet de serre, et que celle d'un matériau B qui peut lui être substitué est moins émettrice, la mise en place du marché de permis, en appliquant le même coût social de la tonne de carbone aux deux types de production va conduire à une diminution des parts de marché du premier par rapport au second. Cet effet serait amplifié par une indexation sectorielle de la production.

Cette indexation a cependant un effet limité au niveau individuel, puisqu'elle capture l'évolution relative de la production d'un secteur par rapport à un autre, mais ne tient pas compte, au sein d'un secteur, de l'évolution relative des productions des installations. Si, dans un même secteur, une installation voit sa production augmentée et une autre diminuée dans les mêmes proportions, alors la production totale du secteur ne bouge pas, donc l'allocation sectorielle n'en tient pas compte l'année suivante. Dans ce cas, les installations qui ont augmenté leur production s'en trouvent relativement pénalisées, alors que celles qui ont réduit leur production bénéficient du dynamisme moyen du secteur. Autrement dit, le mécanisme d'allocation individuelle ne favorise pas directement les évolutions techniques, et propose même un effet de distribution qui va en sens inverse de l'évolution de production.

#### • Indexation de l'allocation par installation sur la production, à enveloppe sectorielle constante

Il suffit d'indexer l'équation (2), autrement dit l'allocation par installation au sein d'un secteur, sur la production passée. Elle devient alors :

$$d_{ij} = \frac{z_{i(0-n)} \cdot q_{ij(t-1)}}{\sum_{i \text{ fabrique } j} [z_{i(0-n)} \cdot q_{ij(t-1)}]} \cdot d_j \quad (4)$$

Cette formule combinée avec (1) a un effet incitatif au niveau individuel de la réduction d'émissions par le biais technologique au lieu d'une réduction de production. Elle a cependant tendance à limiter les substitutions sectorielles.

- **Indexation de l'allocation par installation sur la production, à enveloppe sectorielle indexée**

Il suffit d'adopter à la fois (3) et (4). La combinaison de ces deux indexations permet d'infléchir l'incitation vers le progrès technologique vu d'une manière large, c'est-à-dire en incluant la comparaison de technologies de production de biens distincts mais substitués.

Ces trois modes d'indexation permettent de respecter la détermination préalable de la quantité totale de quotas *ex ante*, quantité qui doit être précisée en valeur absolue dans le PNAQ, conformément aux articles 9 et 11 de la directive. Ils ne respectent cependant pas à la lettre la disposition du paragraphe 1 de l'article 11 qui précise que l'Etat attribue les quotas *ex ante* à chaque installation. Cependant le paragraphe 2 de ce même article ne demande que de « lancer le processus d'attribution ». Cette rédaction peut laisser penser qu'une formule d'indexation serait compatible avec le lancement du processus d'attribution, à partir de la seconde période. Ces formules seraient en conformité avec l'annexe III de la directive qui met l'accent sur les potentiels technologiques de réduction des émissions. De plus, elles pourraient être justifiées par la volonté de préserver la croissance industrielle en tenant compte de la compétitivité internationale, justification reconnue valable par le paragraphe 11 de l'annexe III : « Le plan peut contenir des informations sur la manière dont on tiendra compte de l'existence d'une concurrence de la part des pays ou entités extérieurs à l'Union. »

Si une telle évolution était retenue, l'évocation de cette possibilité dans le rapport d'étape que la Commission doit réaliser sur la mise en œuvre de la directive serait utile, pour en apprécier les conditions d'utilisation systématique, et éventuellement l'opportunité d'une harmonisation sur ce point.