

Évaluation de mécanismes de flexibilité dans la mise en œuvre de la politique environnementale

Andrea BARANZINI¹⁾ et Philippe THALMANN²⁾

¹⁾ Haute Ecole de Gestion de Genève

²⁾ Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Résumé

Ce papier étudie la mise en œuvre concrète d'une politique environnementale visant la réduction de la consommation énergétique dans le domaine du bâtiment. Nous proposons et évaluons (ex ante) différents mécanismes selon les principes du développement durable, i.e. l'efficacité environnementale, l'efficacité économique et l'équité. Le contexte est celui dans lequel les autorités utilisent la menace d'une réglementation que les émetteurs redoutent, afin de les amener à prendre des mesures « volontairement ». Ce contexte est intéressant, car il permet de combiner les avantages des mesures contraignantes – la garantie que des résultats seront atteints – avec ceux des mesures volontaires – la possibilité pour les émetteurs de prendre les mesures les moins coûteuses avec également une meilleure acceptabilité politique. De plus, l'autorité chargée de la mise en œuvre préférerait ne pas appliquer les mesures contraignantes prévues par la Loi. Ce contexte réunit donc toutes les conditions pour que l'autorité ait envisagé d'introduire des mécanismes de flexibilité, dont elle doit néanmoins vérifier la compatibilité avec ses propres objectifs, notamment d'efficacité et d'équité.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le soutien financier accordé à Andrea Baranzini par la Haute École Spécialisée de la Suisse Occidentale (HES-SO), Réseau de compétences Économie et Management, dans le cadre du projet « Bourse électronique d'échange de la consommation énergétique dans le secteur du bâtiment ». Toute erreur est évidemment de notre responsabilité.

1. Introduction

Selon un rapport récent de l'OCDE (OECD, 2003), les approches volontaires (AV) sont l'instrument de politique environnementale ayant connu le plus grand développement ces dernières années. Elles sont appliquées dans tous les domaines de la politique environnementale des pays de l'Union européenne et sont pratiquement le seul instrument de la politique climatique des Etats-Unis. Les AV sont aussi au centre de la politique climatique et énergétique suisse définie par les Lois fédérales sur la réduction des émissions de CO₂ et sur l'énergie.

Bien que les AV soient déjà largement utilisés, la recherche académique sur leur mise en œuvre et leurs effets en est encore à ses débuts. Le contexte général est celui d'agents économiques qui ont un impact négatif sur l'environnement et qui décident de le réduire sans être légalement tenus de le faire. Nous considérons ainsi comme réduction volontaire seulement les réductions qui vont au-delà de la législation existante ou les efforts effectués en l'absence de législation. Dans la pratique, il existe des nombreuses formes d'AV, qui se distinguent notamment par le degré de contrôle de l'autorité et par le degré de contrainte des engagements. On peut ainsi distinguer trois types d'AV (cf. Thalmann et Baranzini, 2004) :

1. L'*auto-régulation*, qui se réfère aux efforts de réduction initiés par les entreprises elles-mêmes, sans contrepartie substantielle de la part de l'autorité. Cependant, l'autorité peut communiquer les objectifs, faciliter, encourager et disséminer l'information, offrir de l'assistance technique, etc. Les entreprises ne sont généralement pas liées de manière contraignante au respect des objectifs. On peut classer dans cette catégorie d'AV les systèmes de management environnemental et les normes ISO 14'000.

2. Les *accords négociés*, qui sont des contrats sur mesure entre l'autorité et une entreprise ou un groupe d'entreprises, qui définissent les objectifs et le timing pour la réduction de la pollution, les incitations et les pénalités. Typiquement, les incitations pour la participation sont des exemptions par rapport à des taxes ou à des régulations existantes ou prévues. En Suisse par exemple, les engagements formels inclus dans la Loi sur le CO₂ prévoient l'exemption des entreprises signataires lors de l'introduction de la taxe sur le CO₂.

3. Les *programmes volontaires publics* sont des menus d'efforts requis et de compensations proposés par l'autorité, que les entreprises peuvent choisir ou non d'accepter. En général, plus les compensations sont généreuses, plus les efforts demandés sont exigeants et contrôlés. Nombreux programmes de ce type sont par exemple proposés par l'administration environnementale aux Etats-Unis.

La difficulté est naturellement de faire participer les pollueurs à des approches volontaires. Pourquoi s'engageraient-ils à prendre des mesures coûteuses pour réduire leurs impacts sur l'environnement lorsqu'ils ne sont pas obligés de le faire ? La littérature propose plusieurs réponses (pour un survol, voir Khanna et Ramirez, 2004). Pour commencer, les mesures ne sont pas forcément coûteuses. L'économie d'énergie ou le remplacement de certaines matières peut être rentable financièrement. L'AV permet alors d'informer les pollueurs sur ces opportunités de gain bilatéral (*win-win*) et de les aider à les saisir. En plus de l'assistance technique gratuite, une petite incitation financière (subvention, avantage fiscal) peut rendre la mesure profitable. Parfois les AV ont servi à défendre une position dominante sur un marché ou à cacher des accords de type cartellaire (Brau et Carraro, 2004).

Beaucoup d'AV ont été adoptées en Europe par des entreprises ou groupes d'entreprises en échange de l'exemption d'une réglementation ou d'une taxe (Khanna et Ramirez, 2004). Les AV sont parfois utilisées dans un jeu stratégique destiné à influencer la politique environnementale (Grepperud et Pedersen, 2004; Lyon et Maxwell, 2004). Les pollueurs adoptent une approche volontaire en anticipation de mesures plus contraignantes, donc dans le but de les prévenir ou d'y échapper. C'est le cas, en Suisse, dans le cadre la Loi fédérale sur la réduction des émissions de CO₂. Les autorités ont promis de ne pas introduire ou de moduler le taux d'une taxe sur le CO₂ en fonction des réductions obtenues avec les AV (Baranzini, Thalmann et Gonseth, 2004).

N'oublions pas enfin les motivations plus nobles de nombreuses entreprises soucieuses de réduire leur impact environnemental. Leurs efforts sont récompensés par une réputation écologique, souvent reconnue par un label, et éventuellement par des conditions plus favorables auprès de leurs créanciers et assureurs, qui reconnaissent que les risques de responsabilité environnementale sont ainsi réduits (Segerson et Roti Jones, 2004).

La politique environnementale analysée dans ce papier s'inscrit dans le cadre de la réduction de la consommation d'énergie fossile dans le domaine des bâtiments résidentiels collectifs dans le canton de Genève. Dans ce cas, la motivation provient de la possibilité pour les participants (les propriétaires des bâtiments), d'obtenir une dérogation d'une réglementation qu'ils n'aiment pas. On trouve des configurations analogues dans les pays qui ont introduit une taxe sur le CO₂ mais proposent aux émetteurs pour lesquels la taxe représenterait une charge financière lourde de les exempter en échange d'une réduction des émissions

comparables à celle qu'ils fourniraient face à la taxe (Danemark depuis 1993, voir Bjørner, 2004; Grande-Bretagne depuis 2001, voir de Muizon et Glachant, 2004). De manière intéressante, l'autorité chargée d'exécuter la Loi à Genève préférerait aussi mettre en œuvre des AV qui pourraient être plus efficaces tant en termes de résultats pour l'environnement qu'en termes de coûts. En effet, la Loi définit une mesure précise, laquelle n'est pas forcément la plus efficace. La négociation entre l'autorité et les propriétaires permet d'identifier des solutions plus efficaces, voire même profitables. Il est bien connu que les pollueurs omettent parfois d'adopter des mesures d'économie d'énergie profitables, par ignorance ou par incapacité à prendre certaines décisions (DeCanio, 1993; Velthuisen, 1993; Howarth, Haddad et Paton, 2004).

Dans le cas qui nous intéresse, l'autorité veut développer et proposer des solutions, appelées *mécanismes de flexibilité*, comme alternatives aux mesures prévues par la Loi. La participation étant facultative – les propriétaires d'immeubles concernés peuvent toujours choisir la mesure prévue par la Loi – on peut parler d'approches volontaires, plus précisément d'accords négociés. Dans ce papier, nous proposons et évaluons quelques mécanismes par rapport aux critères d'efficacité environnementale, d'efficacité économique et du point de vue de leur équité. En d'autres termes, nous allons évaluer (*ex ante*) des instruments des politiques publiques selon les principes du développement durable.

Certains des mécanismes examinés sont des réglementations flexibles. D'autres combinent réglementation et instrument économique, en particulier des certificats échangeables, l'instrument imaginé par Dales (1968), dont l'efficacité a été formellement démontrée par Montgomery (1972) et qui connaît un développement « fulgurant » en comparaison avec l'idée plus ancienne des taxes d'orientation. La possibilité d'échanger des certificats dans le cadre d'un accord négocié introduit la flexibilité pour la répartition des efforts de réduction de la consommation d'énergie qui fait cruellement défaut avec la réglementation uniforme (de Muizon et Glachant, 2004).

Le papier est structuré comme suit. La section 2 présente le contexte légal de la politique de réduction de la consommation d'énergie analysée. La section 3 décrit les mécanismes prévus dans la Loi et ceux que nous proposons. Nous évaluons ensuite, dans la section 4, les quatre mécanismes les plus représentatifs. La section 5 conclut.

2. Le contexte légal

En 1986, la population du canton de Genève a accepté à une large majorité une initiative intitulée « L'Énergie notre affaire » inscrivant dans la Constitution que le canton s'oppose à la construction d'installations nucléaires, favorise les économies d'énergie et le développement des énergies renouvelables. Dès lors, la Constitution exige « une répartition adéquate des frais de consommation de chaleur, notamment par le décompte individuel de chauffage pour tous les bâtiments » (art. 160E). Le décompte individuel des frais de chauffage (DIFC) implique ainsi l'obligation d'installer dans chaque logement un appareil permettant de mesurer et donc de facturer la consommation individuelle de chaleur (Loi sur l'énergie du 18 septembre 1986, art. 22D à 22G, RSG L 2 30).

L'installation de ces appareils représente toutefois une solution coûteuse dont l'efficacité ne convainc pas tout le monde. En effet, la dépense de chaleur d'un logement ne dépend qu'en partie du comportement de ses habitants. Elle dépend au moins autant des caractéristiques thermiques du logement et des installations de production de chaleur. Dans de nombreux cas, la dépense de chaleur peut être réduite à moindres coûts par des réglages et un assainissement du bâtiment plutôt qu'en installant le DIFC. Il n'existe pas de loi, cependant, qui permettrait de forcer les propriétaires de bâtiments existants à en améliorer l'efficacité thermique. D'où l'idée d'utiliser l'obligation du DIFC pour entrer en négociation avec les propriétaires.

En effet, la Loi et son règlement d'application prévoient l'exemption de l'obligation d'installer le DIFC pour les bâtiments dont l'indice de dépense de chaleur (IDC) est inférieur à 600 MJ par m² de surface chauffée brute par an, s'ils ont été construits avant 1993, comme la grande majorité des bâtiments du parc immobilier genevois. Les propriétaires de bâtiments construits avant 1993 et dont l'IDC dépasse 600 MJ/m².an en 2001 sont ainsi face à trois alternatives :⁸³

1. Installer le DIFC dans les deux ans après la mise en demeure.
2. Prendre les mesures nécessaires pour diminuer l'IDC de manière à respecter le plafond imposé de 600 MJ/m².an dans les deux ans après la mise en demeure.
3. Ne pas se mettre en conformité et payer chaque année de non-conformité ou à chaque notification (à préciser) l'amende prévue pour la violation de la Loi.

Il suffirait donc, pourrait-on penser, que les propriétaires prennent les meilleures mesures pour réduire leur dépense de chaleur en dessous de ce plafond. Peu l'ont fait, pour deux raisons principales. D'abord, les assainissements thermiques se font en général à l'occasion de la rénovation du bâtiment, qui ne se fait que tous les 30 ans environ. Ensuite, la situation du marché du logement pendant les années 90 rendait difficile la rentabilisation de tels travaux.

La plupart des propriétaires se retrouvent donc aujourd'hui face à l'obligation légale d'installer le DIFC. L'autorité d'application n'y tient pas et elle est disposée à entrer en matière pour des solutions plus efficaces. Elle s'appuie cependant sur la Loi : soit le propriétaire installe le DIFC, soit il réduit l'IDC au-dessous de 600 MJ. L'autorité entend cependant être flexible avec les propriétaires qui choisissent la deuxième voie. En effet, elle est disposée à admettre qu'ils ne réduisent pas immédiatement la dépense de chaleur, à condition que leur réduction à partir d'une date ultérieure compense les excès de dépense jusqu'à cette date. L'autorité peut aussi admettre qu'un propriétaire ne réduise pas l'IDC de certains de ses immeubles au-dessous du plafond de 600 MJ, pour autant que la dépense totale de chaleur de son parc soit inférieure au plafond. Elle pourrait même admettre des compensations entre propriétaires, certains réduisant leur IDC davantage pour que d'autres puissent le réduire moins.

Tout ceci ressemble beaucoup au type de répartition des efforts de réduction de la pollution que l'on obtient avec l'instrument de politique environnementale des certificats d'émissions échangeables. Le contexte est intéressant : il est clair que l'assainissement thermique est plus facile et avantageux pour certains types de bâtiments que pour d'autres. Il est évident également que le marché local de la construction et des installations de chauffage serait rapidement saturé si tous les propriétaires assainissaient leurs bâtiments en même temps. Ces considérations pratiques s'ajoutent donc aux objectifs d'efficacité pour appeler des mécanismes de flexibilité. Ces mécanismes devront cependant encore remplir d'autres conditions : compatibilité avec la Loi, équité, acceptabilité, administration facile, etc. Dans ce papier, nous décrivons et évaluons par rapport à ces conditions les mécanismes de flexibilité proposés à l'autorité.

3. Les mécanismes

L'autorité dispose d'une certaine marge de manœuvre pour accorder des dérogations partielles ou temporaires à la Loi, accorder des délais pour la mise en conformité, modifier les

⁸³ Il en existe en fait une 4^{ème} : obtenir la certification Minergie, qui reconnaît que l'IDC ne dépasse pas 288 MJ/m².an et que des conditions précises sont remplies concernant l'isolation thermique, le renouvellement d'air, et la production de chaleur, de froid et de lumière, tout ceci pour un surcoût de 10% au plus par rapport à une rénovation conventionnelle. Cette option étant bien plus difficile à atteindre que la baisse de l'IDC à 600 MJ, elle n'est pas considérée ici.

implications financières des différentes alternatives, voire ajouter des options au menu. Elle doit toutefois respecter les principes fondamentaux du droit (proportionnalité, égalité de traitement, légalité).

Nous avons envisagé et évalué divers mécanismes possibles pour octroyer et gérer les délais de mise en œuvre. Par *mécanisme* on entend le menu de choix proposé aux propriétaires de bâtiments soumis. La Loi définit un mécanisme que nous appellerons *mécanisme de référence* (qui correspond au mécanisme C, décrit plus bas), mais nous avons envisagé de nombreux autres mécanismes. L'analyse des mécanismes consiste alors dans la compréhension et la mise en évidence des impacts possibles des mécanismes proposés sur les choix que feront les propriétaires. Nous avons d'abord considéré des mécanismes simples (A, B), qui ne sont pas sérieusement envisagés ou incompatibles avec la Loi, pour ensuite passer à des mécanismes plus complexes et compatibles avec la Loi (E à K) (voir Tableau 1). La présentation de mécanismes simples nous permet de mettre en évidence les éléments importants qui nous seront utiles pour analyser et juger les mécanismes plus complexes. Pour simplifier et limiter la longueur de ce texte, seuls les mécanismes A à C, F et K1 et K2 seront détaillés. La section 4 évalue ensuite ces mécanismes, en particulier par rapport à différents critères (environnementaux, économiques et équité) en liaison avec l'objectif de développement durable.

En fonction des critères que nous présentons dans la section 4, de leur pondération, mais également sur la base d'autres critères, l'autorité pourrait effectivement choisir de mettre en oeuvre un des mécanismes proposés. Bien que dans ce papier nous mettons déjà en évidence des aspects pratiques et des difficultés liés à la mise en oeuvre des différents mécanismes, il est évident que la conception pratique définitive du mécanisme spécifique choisi demanderait une étude plus approfondie.

Tableau 1 : Mécanismes envisagés

Mécanisme	Nom de la famille du mécanisme	Caractéristiques principales
A	Réglementation technologique uniforme	DIFC obligatoire pour tous les bâtiments soumis
B	Réglementation uniforme sur la performance	Plafond à l'IDC $E^*=600 \text{ MJ/m}^2.\text{an}$ imposé à tous les bâtiments soumis
C	Réglementation mixte technologie-performance	Choix entre réduire l'IDC à E^* et installer le DIFC
D	Réglementation technologique avec exonération en fonction des efforts	Exonération lors d'efforts déjà consentis
E	Réglementation technologique uniforme avec délai	Délai pour l'option de réduire l'IDC à E^*
F	Réglementation sur la performance avec délai	Délai pour l'option de réduire l'IDC à E^* mais IDC moyen limité à E^*
G	Redevance environnementale avec taux variable dans le temps	Pénalité financière forfaitaire progressive dans le temps
H H1 H2 H3	Redevance environnementale avec taux variable	<p>Pénalité liée à l'excédent d'IDC</p> <ul style="list-style-type: none"> - taux de pénalité croissant pour amener tous les bâtiments à conformité - taux de pénalité supprimant l'avantage financier du report des travaux - taux de pénalité majoré du coût externe
I	Redevance environnementale combinée avec subvention	Pénalité financière avec restitution du montant payé, une fois en règle
J	Redevance environnementale combinée avec subvention environnementale	Pénalité combinée avec une prime pour les efforts supplémentaires
K K1 K2 K3 K4	Certificats environnementaux échangeables	<p>Certificats échangeables (avec choix du DIFC possible)</p> <ul style="list-style-type: none"> - certificats personnalisés - certificats échangeables entre propriétaires de bâtiments soumis - certificats échangeables avec tous les propriétaires - certificats échangeables avec d'autres secteurs

Mécanisme A - DIFC obligatoire pour tous les bâtiments soumis

Essentiellement, ce mécanisme réduit artificiellement la palette des choix possibles pour les bâtiments soumis, en la restreignant à une seule option qui est rendue obligatoire pour tous. Ce mécanisme s'applique déjà pour tous les bâtiments construits depuis 1993. Pour qu'il soit crédible, il est crucial de l'accompagner par une sanction (par exemple une amende) suffisante pour que le non-respect de cette obligation ne soit pas vraiment envisageable, donc une amende qui dépasse le coût du DIFC (dorénavant nous supposons toujours que les sanctions suffisent à garantir le respect des mécanismes). Ce mécanisme correspond à ce que l'on appelle dans la littérature la réglementation directe uniforme (*command and control*), basée sur un standard technologique (cf. Keohane, Revesz et Stavins, 1998). On peut admettre qu'il implique un coût uniforme par appartement, quel que soit son IDC (ligne *bce* dans la Figure 1).⁸⁴

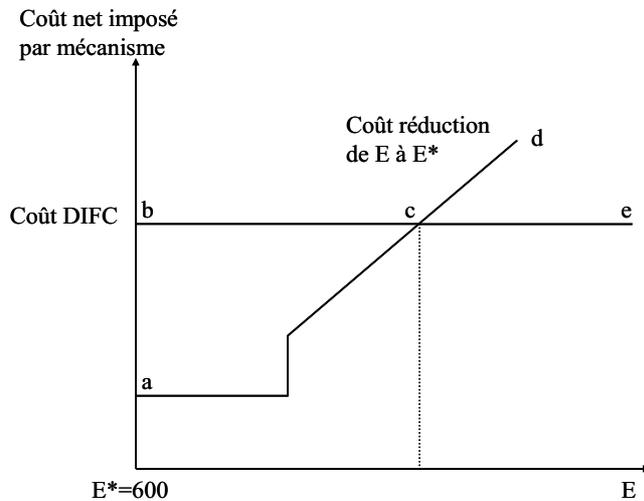


Figure 1 : Illustration des mécanismes A, B et C : DIFC ou réduction de la consommation à E^*

Mécanisme B - Plafond à l'IDC E^* imposé à tous

Comme pour le mécanisme A, avec B on réduit artificiellement la palette des choix possibles à une seule option. Toutefois, dans ce cas, on exige pour tous les bâtiments soumis la baisse de l'IDC à $600 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$, indépendamment de leur IDC actuel ou passé (et donc aussi de leurs coûts de mise en conformité). Ce mécanisme est aussi une forme de réglementation directe uniforme. Toutefois, il est plus flexible que le mécanisme A, car il est basé sur la performance, sans dicter les mesures à mettre en œuvre pour atteindre le plafond de consommation énergétique (cf. Keohane, Revesz et Stavins, 1998).

On peut raisonnablement supposer que le coût de réduction de l'IDC en dessous du plafond E^* de $600 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$ est d'autant plus élevé que l'IDC initial E est élevé. Le mécanisme impose donc au propriétaire un coût par appartement qui augmente avec la différence entre l'IDC effectif (E) et l'IDC nécessaire pour respecter l'IDC plafond de $600 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$ (E^*) au-delà d'un certain seuil d'IDC. En deçà, le coût est faible et constant, puisque des réglages vont suffire pour atteindre E^* (ligne brisée *acd* dans la Figure 1).

⁸⁴ Le coût net est la valeur actuelle, par appartement, des frais à la charge du propriétaire qui sont nécessaires pour mettre le bâtiment en conformité avec le mécanisme, déduction faite d'éventuelles subventions et déductions fiscales.

Mécanisme C - Choix entre réduire l'IDC à E^* et installer le DIFC

Le mécanisme C est le mécanisme de référence prévu par la Loi. Par rapport aux deux mécanismes précédents, il introduit un élément de choix, car il laisse aux propriétaires la possibilité de réduire l'IDC ou d'installer le DIFC. Toutes choses égales par ailleurs (en particulier la possibilité de répercuter les coûts additionnels sur le locataire et le traitement fiscal des dépenses), le choix du propriétaire sera dicté par la différence dans les coûts pour réduire l'IDC à E^* et les coûts de l'installation du DIFC. Comme le mécanisme B, le mécanisme C impose donc un coût croissant en fonction de la différence entre l'IDC actuel et l'IDC limite ($E - E^*$). Cependant, avec le mécanisme C, ce coût possède un plafond égal au coût pour installer le DIFC puisque le propriétaire d'un bâtiment soumis à toujours cette option (ligne brisée *ace* dans la Figure 1.).

Mécanisme F - Délai pour l'option de réduire l'IDC à E^* mais IDC moyen limité à E^*

Ce mécanisme ne dicte pas le délai pour que l'IDC effectif tombe au-dessous de E^* , mais il exige que l'IDC *moyen* du bâtiment sur une période de 20 ans ne dépasse pas E^* . Ainsi, le propriétaire peut retarder les mesures de mise en conformité et de continuer à dépenser plus de chaleur que E^* , pour autant qu'il fasse un effort plus important au moment des travaux afin de compenser sur le solde des 20 ans l'excédent de dépense de chaleur durant la période de non-conformité.

Avec ce mécanisme, les propriétaires de bâtiments soumis font face aux alternatives suivantes :

1. Installer le DIFC dans les deux ans
2. Réduire tout de suite l'IDC à E^* , de manière à respecter le plafond de $600 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$
3. Retarder la réduction de l'IDC dans le futur, mais ensuite réduire davantage l'IDC

Pour le propriétaire, il s'agit de trouver la date optimale pour réduire l'IDC afin de minimiser le coût total (Figure 2).

Error! Reference source not found. Retarder les travaux implique dans un premier temps une économie de coût d'autant plus grande que la différence entre E et E^* est élevée et la période de temps longue. Dans un deuxième temps par contre, le propriétaire sera confronté avec un coût net d'autant plus élevé que la différence entre E et E^* était élevée et la période de non-conformité longue. Le choix de la date optimale est influencé par la possibilité de combiner la mise en conformité avec d'autres travaux qui seraient à effectuer de toute manière, réduisant ainsi le coût.

La difficulté principale dans la conception pratique du mécanisme F est de déterminer la longueur de la période sur laquelle l'IDC moyen ne doit pas dépasser E^* , sur la base de critères objectifs et acceptables. Ensuite, il faut aussi admettre que ce mécanisme exige de la part des propriétaires une analyse relativement approfondie et non triviale des différents choix inter-temporels.

Mécanismes K - Certificats échangeables (avec choix du DIFC possible)

Le mécanisme K est en fait une famille de mécanismes qui s'apparente à un programme de "certificats échangeables". L'intérêt de ce mécanisme repose notamment sur le fait qu'il peut se combiner de manière relativement simple avec la réglementation en vigueur, tout en introduisant d'importants éléments de flexibilité (cf. Carlson et al., 2000). A la base de ce mécanisme, il y a l'observation banale que le propriétaire d'un immeuble ne possède pas seulement le droit d'acheter de l'énergie (en payant le prix de marché évidemment), mais aussi le droit de la brûler et d'émettre les fumées résultantes dans l'atmosphère. Toute la

législation qui vise à réduire la dépense de chaleur entend limiter ce second droit, par exemple avec la réglementation directe. Cependant, elle peut aussi lui donner corps sous la forme de certificats, qui explicitent ce droit. Dans ce cas, le propriétaire doit détenir pour chaque immeuble un nombre de certificats correspondant à sa dépense de chaleur. Les certificats ne sont pas propres à un immeuble particulier mais peuvent être transférés à un autre bâtiment, voire à un autre propriétaire. Tout transfert de certificats implique d'un côté une réduction supplémentaire de la dépense de chaleur et de l'autre une augmentation correspondante. Le transfert des certificats se fera de lui-même contre compensation. Ceci est tout à fait naturel et même souhaitable, puisque c'est ainsi qu'on obtient une répartition économiquement efficace des efforts de réduction de la dépense de chaleur : les propriétaires de bâtiments dont la dépense de chaleur peut être réduite à un coût relativement faible le feront et vendront des certificats aux propriétaires d'immeubles beaucoup plus coûteux à assainir, permettant à ces derniers d'éviter des coûts disproportionnés.

Il est possible de définir les certificats par rapport à la dépense de chaleur totale ou par rapport à la dépense qui dépasse la valeur cible E^* , donc sur $E-E^*$. Dans ce qui suit, nous décrivons le fonctionnement du mécanisme lorsque les certificats sont définis par rapport à la dépense totale. La mise en œuvre procède de la manière suivante.

D'abord, pour chaque bâtiment soumis on calcule la dépense de chaleur E^* correspondant au plafond imposé de $600 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$. Puis on donne au propriétaire du bâtiment le nombre de certificats correspondant à cette dépense. Le bâtiment ne peut dépenser que la quantité de chaleur pour laquelle son propriétaire détient des certificats. Prenons par exemple un bâtiment pour lequel E^* correspond à une dépense de $800'000 \text{ MJ/an}$. Son propriétaire reçoit alors $800'000$ certificats (ou 800) donnant le droit de dépenser chacun 1 MJ (ou 1 GJ) de chaleur sur une année. Si les certificats n'étaient pas échangeables, cela reviendrait au même que de limiter la dépense de chaleur à 800 GJ et donc le mécanisme K correspond à la réglementation sur la performance (mécanisme B).

Le changement fondamental consiste dans le fait que les certificats sont échangeables, ce qui signifie que le propriétaire de l'exemple précédent peut dépenser plus que 800 GJ, s'il est trop coûteux de réduire son IDC ou s'il veut attendre un meilleur moment pour le faire. Il doit toutefois acheter les certificats supplémentaires nécessaires. De la même manière, le propriétaire qui arrive à réduire sa dépense de chaleur au-dessous du nombre de certificats qu'il détient peut vendre les certificats excédentaires aux propriétaires qui dépassent leur allocation initiale. En d'autres mots, si le propriétaire entreprend des mesures qui réduisent son IDC à moins de $600 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$, il reçoit une compensation financière pour les efforts supplémentaires accomplis.

Avec ce mécanisme, il n'est pas nécessaire de fixer de pénalité pour dépassement.⁸⁵ Les propriétaires négocient eux-mêmes la contrepartie à l'échange des efforts de réduction, de manière à que ce soit avantageux pour *tous* les propriétaires qui sont parties à l'échange. Une limite supérieure au prix des certificats sera donnée par l'option du DIFC.

En plus d'offrir des avantages non négligeables en termes de décentralisation de l'information, ce mécanisme garantit le respect du plafond d'IDC de $600 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$ sur l'ensemble des bâtiments soumis, puisqu'on émet seulement le nombre de certificats correspondant. Par contre, si l'on désire que chaque bâtiment respecte le plafond d'IDC, alors il faut réduire le nombre total de certificats échangeables dans le temps. Par exemple, il est tout à fait possible de réduire d'un pourcentage donné par année ou par période le nombre de

⁸⁵ La fixation d'une pénalité pour le dépassement, ou d'une compensation pour la réduction, est nécessaire pour les mécanismes C, H, J du Tableau 1, basés sur des taxes et/ou des subventions (pas présentés ici).

certificats détenus par chaque propriétaire, jusqu'à ce que tous les propriétaires soient en conformité. Si la réduction du nombre de certificats en circulation par année est annoncée à l'avance, les propriétaires peuvent planifier leurs investissements.

Le mécanisme des certificats échangeables peut être mis en pratique selon différentes modalités (ou une combinaison de celles-ci), dont les principales sont les deux suivantes.⁸⁶

Sous-mécanisme K.1 - Certificats personnalisés

Le mécanisme peut interdire le transfert des certificats entre différents propriétaires. Il n'offre alors comme flexibilité supplémentaire par rapport au mécanisme de référence que la possibilité de répartitions internes de la dépense de chaleur autorisée. Cette répartition peut s'effectuer entre différents bâtiments du même propriétaire ou dans le temps pour un même bâtiment.

La flexibilité entre bâtiments vise à réduire les coûts sur le parc immobilier d'un même propriétaire. L'autorité détermine pour chaque bâtiment le nombre de certificats équivalant à une dépense de chaleur respectant l'IDC de 600 MJ/m².an puis attribue ces certificats au propriétaire. Dans ce cas, l'IDC E* peut être dépassé dans un bâtiment s'il y a une réduction équivalente de l'IDC dans les autres bâtiments. De cette manière, on permet au propriétaire de faire des efforts de réduction supplémentaires dans les bâtiments pour lesquels c'est moins cher et donc d'économiser sur les bâtiments qui coûtent davantage.

La flexibilité inter-temporelle est donnée par la possibilité d'utiliser les certificats pour différentes années. L'autorité attribue au propriétaire le nombre total de certificats équivalents au plafond de 600 MJ/m².an pour l'ensemble de la période considérée (par exemple 20 ans). Chaque année, le propriétaire doit rendre le nombre de certificats correspondant à sa dépense de chaleur effective. Il a ainsi la possibilité de répartir l'effort de réduction sur l'ensemble de la période. Si sa dépense de chaleur dépasse 600 MJ/m² pour une année, il sera obligé d'entreprendre des efforts de réduction supplémentaires les années suivantes. Il aura ainsi "emprunté" des certificats des périodes suivantes, qu'il devra "rembourser" en réduisant d'autant sa dépense de chaleur future. De cette manière, l'IDC *moyen* du bâtiment sur la période considérée ne dépassera pas E*.

Cette flexibilité inter-temporelle est habituellement introduite dans les programmes de certificats échangeables au moyen du "banking" et du "borrowing" (voir par exemple Farrell, Carter et Rauffer, 1999 ; Fischer, Kerr et Toman, 1998). Son défaut est connu : le « borrowing » permet au pollueur de retarder les mesures d'assainissement et de se mettre dans une situation insoluble. Dans notre cas, elle est justifiée parce qu'il n'est pas souhaitable qu'un bâtiment soit assaini sur le plan de sa consommation d'énergie en dehors du cycle normal de rénovation.

Le sous-mécanisme K1 offre une flexibilité inter-temporelle avec compensation analogue à celle du mécanisme F, mais plus grande, puisqu'un propriétaire qui fait des efforts supplémentaires une année peut les reporter sur les années suivantes en dépensant plus d'énergie. Il est peu probable, toutefois, qu'il fasse usage de cette possibilité, puisque la consommation énergétique d'un bâtiment ne devrait plus augmenter après son assainissement. Les efforts supplémentaires ne seront donc vraiment récompensés que si le propriétaire peut utiliser les certificats ainsi libérés pour d'autres bâtiments ou les vendre à d'autres propriétaires.

⁸⁶ Les sous-mécanismes K3 et K4 mentionnées dans le Tableau 1 nécessitent la coordination avec la politique générale de réduction de la consommation d'énergie fossile au niveau du canton, voire du pays. Nous avons analysé ces mécanismes en relation avec la création éventuelle de marchés de certificats échangeables à ces niveaux, mais nous ne les présenterons pas ici.

Sous-mécanisme K.2 - Certificats échangeables entre propriétaires de bâtiments soumis

Avec plusieurs propriétaires, le mécanisme fonctionne comme décrit plus haut. Par rapport à un seul propriétaire, qui par définition possède l'information nécessaire pour pouvoir décider de ces efforts de réduction, il est ici important de remarquer qu'il pourrait y avoir des problèmes d'information. En effet, le mécanisme est d'autant plus efficace et intéressant pour les propriétaires qu'il y a plus d'échanges. Or, une condition préalable aux échanges entre propriétaires c'est évidemment qu'un propriétaire soit informé des efforts effectués par les autres, respectivement des certificats qu'ils pourront lui céder. Dans ce contexte, l'autorité de surveillance pourrait jouer un rôle de "facilitateur des échanges", par exemple en créant une "bourse électronique" permettant d'échanger des efforts de réduction de la dépense de chaleur, telle que par exemple développée aux Etats-Unis dans le contexte de la réduction des émissions de SO₂ (voir par exemple USEPA, 2003).

4. Critères pour l'évaluation des mécanismes

Tableau 2 : Récapitulation des mécanismes analysés

Mécanisme	DIFC	Réduire E en dessous de E*	Souplesse/dérogation	Compensation
A : DIFC pour tous	obligatoire	non obligatoire	non	non
B: plafond E* pour tous	non obligatoire	obligatoire	non	non
C: choix DIFC ou E* = <i>mécanisme de référence</i>	option	option	non	non
F: DIFC ou E* avec délai et compensation	option	option	délai	niveau moyen de $E \leq E^*$ sur intervalle de temps
K1: certificats personnalisés	option	option	cible pour ensemble du parc d'un propriétaire ou délai	niveau moyen de $E \leq E^*$ sur intervalle de temps et/ou ensemble du parc
K2: certificats échangeables entre tous les propriétaires soumis	option	option	cible pour l'ensemble des propriétaires soumis	paiement pour l'achat des certificats lorsque $E > E^*$; récompense due à la vente de certificats lorsque $E < E^*$

Le Tableau 2 résume les caractéristiques des mécanismes présentés dans la Section 2. Nous avons imaginé ces mécanismes parce qu'on doute de l'équité et de l'efficacité du mécanisme de référence, on craint qu'il impose des fardeaux disproportionnés à de nombreux propriétaires et qu'il ne soit pas réalisable dans les délais prévus. Il convient maintenant de préciser ces notions pour en faire de véritables critères permettant la comparaison des mécanismes. Nous allons donc définir des critères d'évaluation et les utiliser pour « noter » les mécanismes imaginés, sans pour autant donner d'ordre de priorité ou d'importance aux critères. C'est à l'autorité de décider du poids qu'elle entend attacher à chacun. Dans ce qui suit, nous allons présenter, étudier et comparer les mécanismes par rapport aux trois critères principaux suivants, qui découlent des principes du développement durable :

- Effectivité et efficacité environnementales
- Efficacité économique

- Équité

4.1 Effectivité et efficacité environnementales

4.1.1 Définition et indicateurs

De manière générale, l'effectivité environnementale mesure la propriété du mécanisme par rapport à l'objectif visé, ici la diminution de la dépense de chaleur. On vérifiera notamment si le mécanisme ramène l'IDC à un niveau égal ou inférieur à $600 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$ pour tous ou partie des bâtiments soumis et dans quel délai.

L'efficacité environnementale prend en compte, en plus de l'effectivité, la manière dont l'objectif est atteint, dans la mesure où celle-ci a aussi des conséquences environnementales. Ainsi, il est souhaitable que les propriétaires qui peuvent réduire leur IDC avec le moins d'interventions le fassent en premier et si possible même qu'ils le diminuent en deçà du plafond légal E*. Pour les bâtiments qui nécessiteraient des interventions massives, il est préférable même du point de vue environnemental d'attendre l'occasion d'une rénovation lourde ou l'apparition de nouvelles solutions, voire de les laisser dépenser plus de chaleur que le plafond légal.

Dans un bilan environnemental complet, il faudrait tenir compte de l'énergie dépensée pour assainir un bâtiment, de l'énergie grise des matériaux et appareils additionnels, du traitement des matériaux et appareils enlevés, de l'énergie et des matières utilisées pour entretenir les nouveaux appareils, etc. On pourrait même s'interroger sur l'opportunité de chercher les économies d'énergie dans le bâtiment et non ailleurs.

L'effectivité et l'efficacité environnementales peuvent se traduire par les questions suivantes :

- *Certitude* : le mécanisme permet-il d'atteindre l'objectif visé de $600 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$ de manière certaine ?
- *Durabilité* : les effets du mécanisme sont-ils durables, i.e. le mécanisme permet-t-il de maintenir dans le temps l'incitation de respecter l'objectif de $600 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$?
- *Dynamique* : le mécanisme adopté est-il dynamique, i.e. donne-t-il des incitations continues dans le temps pour faire encore mieux que l'objectif visé et réduire l'IDC en deçà des $600 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$?
- *Efficacité environnementale* : le mécanisme a-t-il pour effet d'encourager les propriétaires qui peuvent réduire leur IDC au moindre coût environnemental à le faire en premier et de choisir la solution la plus efficace du point de vue environnemental ?

4.1.2 Comparaison des mécanismes

Le Tableau 3 résume l'évaluation des mécanismes sur le plan de l'effectivité et de l'efficacité environnementale, évaluation qui est détaillée après le tableau.

Tableau 3 : Comparaison des mécanismes sur les plans de l'effectivité et de l'efficacité environnementales

Mécanisme	Certitude	Durabilité	Dynamique	Efficacité environ.
A: DIFC pour tous	non	Non	(non)	(oui)
B: plafond E* pour tous	oui	Oui	non	non
C: choix DIFC ou E*	(non)	(non)	(non)	(non)
F: DIFC ou E* avec délai et compensation	oui	(oui)	(non)	(non)
K1: certificats personnalisés	oui	oui	non	(oui)
K2 à K4: certificats échangeables	oui	oui	oui	oui

Note : (non) signifie "plutôt non"; (oui) signifie "plutôt oui"

Le mécanisme A ne satisfait pas les critères pour l'effectivité environnementale, essentiellement parce qu'il vise seulement indirectement la diminution de l'IDC à 600 MJ/m².an. En fait, selon les estimations de l'autorité, le DIFC permettrait uniquement une réduction d'environ 10% à 15% de la dépense de chaleur, qui ne serait de surcroît que temporaire. Ce mécanisme ne donne aucune incitation dynamique, car une fois que le propriétaire a installé le DIFC, il est en règle avec les normes et n'a donc plus aucune incitation à entreprendre des mesures supplémentaires en vue de réduire l'IDC de ses bâtiments. Notons cependant que, en présence du DIFC, les locataires peuvent être amenés à changer leurs comportements, si la facture énergétique s'alourdit. Par conséquent, si le prix de l'énergie augmente suffisamment dans le temps, le DIFC pourrait inciter les locataires à réduire de plus en plus leur dépense de chaleur pour parvenir, éventuellement, à l'objectif de 600 MJ/m².an, voire mieux pour l'ensemble du bâtiment. Or les mesures prises par les locataires pour réduire leur dépense de chaleur (aération prudente, abaissement de la température moyenne, économie d'eau chaude) sont souvent les plus efficaces sur le plan environnemental.

Le mécanisme B permet par définition d'atteindre l'objectif de réduction de la dépense de chaleur et de le maintenir dans le temps. Cependant, ceci est vrai uniquement si les contrôles et les sanctions sont suffisants et si les propriétaires de bâtiments soumis peuvent tous ensemble entreprendre les mesures nécessaires sur tous les bâtiments concernés pour se mettre en conformité, sans goulots d'étranglement au niveau de leur propre gestion ou du secteur de la construction. Toutefois, le mécanisme B n'est pas dynamique, car une fois en règle, les propriétaires n'ont plus aucune incitation à faire mieux et réduire l'IDC en deçà des 600 MJ/m².an. De plus, en forçant les propriétaires à réduire l'IDC de tous les bâtiments soumis, sans aucun égard pour les mesures qui sont nécessaires pour y parvenir, on peut aboutir dans certains cas à des aberrations du point de vue d'un bilan environnemental global de l'amélioration thermique.

Le mécanisme C est le mécanisme de référence prévu par la Loi. Il laisse le choix entre réduire l'IDC à E^* ou installer le DIFC. Pour cette raison, on ne peut pas être certain que l'objectif de réduction de la dépense de chaleur sera atteint. Une majorité des propriétaires pourrait choisir d'installer le DIFC et on aboutirait à une situation semblable à celle décrite pour le mécanisme A. En revanche, l'option du DIFC limite le risque de surinvestissement pour la mise en conformité. Comme le DIFC est parfois la mesure la plus efficace sur le plan environnemental, cette option améliore le score de ce mécanisme selon ce critère par rapport au mécanisme B.

Le mécanisme F accorde la liberté du délai de mise en conformité aux propriétaires des bâtiments soumis, mais avec compensation des retards par des réductions plus importantes. Les propriétaires peuvent aussi installer le DIFC. Davantage de propriétaires choisiront de réduire leur IDC plutôt que d'installer le DIFC par rapport au mécanisme C, parce qu'on leur offre plus de souplesse pour le faire. On ne sait pas quand ils se mettront en conformité, mais au moins l'effet environnemental est assuré parce que l'IDC doit être inférieur à E^* sur la période de calcul. Sur le plan de la durabilité des effets environnementaux, le mécanisme F souffre du fait qu'il laisse des propriétaires se contenter d'installer le DIFC. En revanche, en exigeant que les propriétaires choisissant de réduire leur IDC plus tard prennent des mesures plus importantes, il permettra d'abaisser leur IDC en dessous de E^* , réduisant ainsi la dépense de chaleur totale à long terme (i.e. au-delà du délai ultime accordé). Ce mécanisme n'offre pas pour autant d'incitation à une amélioration continue de l'IDC pour les propriétaires qui ont réduit leur IDC moyen à E^* . C'est seulement dans les bâtiments équipés du DIFC qu'une hausse continue du prix de l'énergie pourrait apporter des améliorations.

Le mécanisme K1 des certificats personnalisés permet de maîtriser parfaitement la dépense de chaleur des bâtiments de chaque propriétaire, puisqu'on lui délivre le nombre correspondant de certificats et qu'on vérifie que ses bâtiments ne dépensent pas plus (sauf s'il choisit plutôt le DIFC). Le plafond E^* sera donc respecté en moyenne sur l'ensemble du parc immobilier d'un propriétaire. Ce mécanisme va inciter les propriétaires de parcs importants à répartir les réductions d'IDC de façon à minimiser les coûts, ce qui est souhaitable du point de vue de l'efficacité environnementale et économique. Les propriétaires d'un seul bâtiment pourront au moins choisir le meilleur moment pour assainir leur bâtiment. En revanche, l'impossibilité d'échanger les certificats entre propriétaires prive ce mécanisme du gain supplémentaire de la répartition efficace des efforts entre tous les propriétaires. Cette possibilité est prévue dans le mécanisme K2. De plus, le propriétaire qui réduit son IDC en deçà de E^* possède des certificats en excédant par rapport à sa dépense de chaleur qu'il pourra vendre. Cette possibilité de vendre des certificats incite les propriétaires à faire mieux que la valeur cible, également dans le temps.

4.2 Efficacité économique

4.2.1 Définition et indicateurs

De manière générale, l'efficacité économique signifie qu'un résultat est atteint au coût *global* le plus faible possible. Par conséquent, par définition, l'efficacité économique ne s'intéresse pas à comment les coûts sont répartis entre les propriétaires (cette problématique est plutôt analysée avec la question de l'équité, voir 0), mais se concentre uniquement sur le coût global auquel la baisse de dépense de chaleur est atteinte. Comme les mécanismes que nous allons comparer n'atteignent pas tous le même résultat (cf. l'effectivité environnementale ci-dessus), nous vérifions ici seulement à quel coût leur résultat est atteint.

Concrètement, l'efficacité économique peut être définie à trois niveaux :

- *Pour l'ensemble des bâtiments* : pour que les coûts de réduction de la dépense de chaleur soient aussi faibles que possible, les travaux doivent d'abord être entrepris dans les bâtiments où la dépense peut être réduite aux moindres coûts. Ils devraient être entrepris dans les bâtiments où le rapport du coût des travaux par rapport à l'économie d'énergie réalisable est le plus faible, donc où les travaux sont les plus efficaces (il peut s'agir de bâtiments à IDC élevé).⁸⁷ Elle devrait même y être réduite en deçà du plafond de 600 MJ/m².an, afin que des bâtiments dans lesquels on ne pourrait réduire l'IDC que moyennant des investissements disproportionnés puissent les éviter. Ce résultat ne devrait pas être perturbé par les rapports de propriété : il est fort possible que la solution efficace prévoie que certains propriétaires feront beaucoup plus d'efforts que d'autres.
- *Pour le bâtiment individuel* : l'efficacité économique implique que les mesures énergétiques les plus économiques soient entreprises. Si on anticipe que les coûts des mesures baisseront dans le futur, par exemple avec l'apparition de nouvelles solutions ou avec la possibilité d'attendre des travaux de rénovation à effectuer de toute manière, alors il faut pouvoir avoir la possibilité d'attendre.
- *Pour les habitants* : le confort énergétique devrait répondre à leurs besoins et leurs préférences. Ceux qui ont besoin d'une température relativement élevée (personnes âgées) devraient pouvoir l'obtenir sans être pénalisés par un appartement coûteux à chauffer. Ceci est efficace sur un plan économique pour autant que chacun paie le « juste » prix de ses choix. Dans l'idéal, les bâtiments à haute dépense de chaleur devraient d'abord être assainis et les bâtiments à relativement faible niveau de dépense devraient permettre à leurs habitants de payer pour leur dépense de chaleur individuelle.

On peut parvenir à l'efficacité économique soit de façon dirigiste, soit de façon décentralisée. La solution dirigiste consiste à imposer une réglementation sur l'IDC de chaque bâtiment en fonction des coûts nécessaires dans chaque cas pour l'atteindre, ainsi qu'un échancier différencié permettant de reporter dans le temps les investissements nécessaires si les coûts futurs sont plus faibles. Cette solution implique donc que l'autorité dispose de toute l'information nécessaire et ensuite qu'elle négocie avec chaque propriétaire au cas par cas, avec un coût administratif qui sera donc relativement élevé. La solution décentralisée donne des incitations telles que la répartition efficace des efforts soit obtenue et que les propriétaires eux-mêmes choisissent la solution la plus économique.

La différenciation des efforts selon les coûts va impliquer des gains en termes de coûts globaux pour atteindre l'objectif visé par rapport à une solution non différenciée. Ces gains peuvent être très importants si les conditions suivantes sont réunies :

- De grandes différences dans les coûts de réduction de la dépense de chaleur entre les bâtiments. Évidemment, plus les coûts de la réduction de l'IDC sont dispersés au niveau des bâtiments, plus il y a aura des économies de coûts qui peuvent être réalisées en différenciant les efforts de réduction entre les bâtiments.
- Un grand nombre de bâtiments dont l'IDC excède le plafond de 600 MJ/m².an. A parité des autres paramètres, plus ce nombre est élevé, plus les économies de coût pouvant être réalisées sont importantes.

⁸⁷ D'ailleurs, dans cette optique, on devrait considérer les coûts de réduction de l'ensemble des bâtiments ou encore mieux l'ensemble des agents consommant de l'énergie et donc pas uniquement les bâtiments soumis. C'est à partir de ces considérations que nous avons proposé les mécanismes K3 et K4, pas présentés ici.

- L'existence de réelles possibilités de réduction de l'IDC par divers moyens, y compris un certain potentiel d'innovation. En particulier, les gains au niveau des coûts sont potentiellement plus importants si l'objectif de réduction n'est pas trop proche du maximum techniquement possible. En effet, cela offre la possibilité aux propriétaires de choisir entre plusieurs modes d'intervention plutôt que de prendre la solution technique maximale. On verra donc des efforts différenciés pour atteindre l'objectif de réduction.

4.2.2 Comparaison des mécanismes

Le tableau ci-dessous résume l'évaluation des mécanismes sur le plan de l'efficacité économique, évaluation qui est détaillée après le tableau.

Tableau 4 : Comparaison des mécanismes sur le plan de l'efficacité économique

Mécanisme	Ensemble des bâtiments	Bâtiment individuel	Habitants
A: DIFC pour tous	non	non	(oui)
B: plafond E* pour tous	non	(oui)	(oui)
C: choix DIFC ou E*	(non)	(oui)	non
F: DIFC ou E* avec délai et compensation	(non)	oui	(non)
K1: certificats personnalisés	(non)	oui	(non)
K2 : certificats échangeables entre tous les propriétaires soumis	oui	oui	(non)

Note : (non) signifie "plutôt non"; (oui) signifie "plutôt oui"

Le mécanisme A ne garantit pas que l'IDC va tomber en dessous de la cible de 600 MJ/m².an. Il ne différencie pas du tout entre les bâtiments, ni en fonction des autres possibilités de réduction de l'IDC, ni en fonction des coûts d'installation du DIFC. De plus, il est probable que même la réduction de la dépense de chaleur obtenue avec le DIFC pourrait être atteinte de manière moins coûteuse avec d'autres mesures. En revanche, il a pour avantage d'améliorer la vérité des prix pour les habitants : la facture de chacun sera plus proche de sa dépense de chaleur effective et chacun sera libre de choisir son confort énergétique (mais pas sa dépense de chaleur, puisqu'elle dépend des qualités du bâtiment).

Le mécanisme B exige que l'IDC soit abaissé au-dessous du plafond de 600 MJ/m².an dans tous les bâtiments. Il ne différencie donc pas selon les coûts de réduction de l'IDC. Il laisse toute liberté aux propriétaires dans le choix des moyens pour y parvenir, donc on peut espérer qu'ils choisiront les solutions les moins coûteuses. En revanche, il ne leur laisse pas le choix de reporter la date des travaux. Quant aux habitants, ils subiront une hausse des loyers couvrant le coût des travaux, mais pourront à l'avenir choisir une température relativement élevée dans leur logement sans que cela se traduise directement dans leur facture de chauffage.

Le mécanisme C assouplit les contraintes des mécanismes A et B, puisqu'il permet un choix entre le DIFC et toute autre mesure qui permet de réduire l'IDC. Du point de vue de l'efficacité économique, il est évident que ni l'un ni l'autre ne sont justifiés pour de nombreux bâtiments. Le mécanisme laisse la liberté des moyens, mais pas de la date aux propriétaires. Du point de vue des habitants, il conduit au résultat inverse de l'idéal, puisque ce sont les bâtiments à IDC élevé qui seront plutôt équipés du DIFC (une amélioration thermique à E* coûtant cher), alors que les bâtiments dont l'IDC n'est déjà pas très élevé seront assainis aux frais de tous les locataires.

Le mécanisme F permet le report des travaux, mais contre compensation sous la forme de travaux encore plus importants. Son efficacité dépend largement de savoir s'il est efficace de demander une économie d'énergie supplémentaire lorsqu'on autorise le report des travaux. Dans de nombreux cas il en sera ainsi, surtout lorsque le report permettra de combiner l'amélioration thermique avec une rénovation lourde. Par contre, cette option risque de piéger des propriétaires qui choisissent de reporter les travaux parce qu'ils seraient trop coûteux immédiatement, mais qui feront face à des coûts encore plus élevés lorsqu'il faudra réduire l'IDC encore davantage. Dans ce cas, l'efficacité économique demanderait plutôt d'effectuer les travaux immédiatement et de réduire moins l'IDC.

Le mécanisme K1 des certificats personnalisés permet de répartir les réductions d'énergie entre les bâtiments d'un même propriétaire mais pas entre tous les bâtiments, donc l'efficacité économique par rapport à l'ensemble des bâtiments est réduite, en particulier lorsque la propriété immobilière est fragmentée. On peut s'attendre à ce que chaque propriétaire réduise l'IDC là où cela lui coûte le moins, donc où le gain de dépense de chaleur par franc est le plus grand, ce qui va un peu dans le sens de l'efficacité du point de vue des habitants. Le fait que le mécanisme permette à chaque propriétaire de choisir la meilleure manière et le meilleur moment pour réduire l'IDC garantit l'efficacité au niveau du bâtiment individuel.

Le mécanisme K2 prévoit un plus grand nombre d'acteurs que K1. Par conséquent, on peut s'attendre à une plus grande différence dans les coûts de réduction et donc des gains en termes d'efficacité économique. Cependant, l'efficacité économique de K2 dépend du bon fonctionnement du marché des certificats, en particulier de sa taille, du nombre d'échanges et des coûts que les agents doivent supporter pour acquérir l'information et pour parvenir à des accords (i.e. des coûts de transaction). Les coûts de transaction seront d'autant plus faibles que l'information sur le marché des certificats est largement répandue et facilement accessible, d'où l'importance d'une institution qui serait chargée de la collecte et de la dissémination de l'information (rôle pouvant être assuré par l'autorité, à travers par exemple la création d'une bourse électronique des certificats).

4.3 Équité

4.3.1 Définition et indicateurs

Le fardeau de la mise en conformité avec un mécanisme comprend des coûts d'investissement et d'exploitation, éventuellement des taxes et pénalités, mais aussi, en déduction, l'économie des frais d'énergie. Nous définissons le fardeau par appartement, sans distinguer son partage entre le propriétaire et les locataires.

Le fardeau va largement dépendre des circonstances particulières et des caractéristiques de chaque bâtiment. Pour pouvoir évaluer de manière générale l'équité des mécanismes, nous adoptons des hypothèses simplificatrices plausibles. Ainsi, le coût d'installation et d'exploitation du DIFC ainsi que l'économie d'énergie obtenus sont à peu près les mêmes pour tous les appartements, quel que soit l'IDC. Par contre, le coût des mesures permettant de réduire l'IDC est d'autant plus élevé que la réduction est importante et que des mesures

d'économie d'énergie ont déjà été prises au préalable, alors que l'économie obtenue par la réduction de l'IDC est la même quel que soit l'IDC préalable. Enfin, nous supposons que les propriétaires qui ont le choix entre différentes mesures choisissent celle qui implique le fardeau le plus faible.

L'évaluation de l'équité des mécanismes est compliquée par le fait qu'il n'existe pas un critère unique universel.⁸⁸ Il convient ainsi de distinguer entre équité horizontale, équité verticale simple et équité verticale qualifiée, ainsi qu'entre équité statique et équité dynamique.

Le critère de l'équité horizontale compare les fardeaux imposés pour deux appartements pour lesquels la dépense de chaleur est la même, en exigeant que le même fardeau leur soit imposé. Le critère de l'équité verticale compare les fardeaux imposés pour deux appartements dont l'IDC diffère. Il peut exiger ou non une relation entre le fardeau et l'IDC. L'équité verticale *simple* est ordinale. Elle demandera par exemple que l'appartement qui dépense plus de chaleur subisse un fardeau plus élevé, donc que le fardeau augmente avec l'IDC. L'équité verticale *qualifiée* est cardinale. Elle demandera par exemple que l'appartement qui dépense deux fois plus de chaleur subisse un fardeau deux fois plus élevé ou n'importe quelle autre règle de progression du fardeau par rapport à l'IDC. Sans pouvoir dire qu'elle est la relation équitable entre le fardeau et l'IDC, nous fixons un étalon et qualifierons de *normale* la relation qui est obtenue en exigeant pour tout bâtiment dont l'IDC dépasse E^* qu'il soit ramené à E^* . La relation sera dite *faible* si le fardeau augmente moins rapidement que l'IDC ou s'il y a un plafond au fardeau (par exemple l'option du DIFC).

La Loi impose le DIFC pour tous les bâtiments dont l'IDC dépasse le plafond et seulement pour ces bâtiments. Elle adopte donc une perspective d'équité verticale simple, pour autant qu'on ne compare que les deux catégories de bâtiments pour lesquels $E \leq E^*$ ou $E > E^*$.

Le critère de l'équité statique ne compare les fardeaux qu'avec les IDC actuels. Dans l'optique de l'équité horizontale, l'équité statique est obtenue si deux appartements qui ont le même IDC subissent le même fardeau. En fait, l'IDC d'un immeuble peut avoir été réduit lors de la construction ou avant la mise en œuvre du mécanisme par rapport à un niveau « normal » pour l'époque et le type de bâtiment, que l'on notera E_0 . Le critère de l'équité dynamique tient compte de ces efforts en comparant l'effort exigé par le mécanisme avec l'IDC normal et non l'IDC actuel. Dans l'optique de l'équité horizontale, l'équité dynamique est obtenue si deux appartements dont l'IDC normal est le même – donc qui sont structurellement semblables et de la même époque – subissent le même fardeau, y compris le fardeau volontairement encouru avant l'introduction du mécanisme.

Comparons par exemple les appartements de même type construits à la même époque avec un IDC normal de $900 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$, les uns, disons les appartements A, ayant bénéficié d'efforts particuliers pour réduire leur IDC à $700 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$, alors que les autres, disons les appartements B, sont restés à $900 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$. Du point de vue de l'équité statique, le mécanisme devrait imposer le même fardeau aux appartements A qu'à d'autres appartements dont l'IDC est de $700 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{an}$, et un fardeau plus faible qu'aux appartements B. Du point de vue de l'équité dynamique, le mécanisme devrait imposer aux appartements A un fardeau qui additionné aux efforts antérieurs est égal à celui que le mécanisme impose aux appartements B. Observons que selon les deux critères d'équité le mécanisme devrait imposer un fardeau plus faible aux appartements A qu'aux appartements B, mais les points de comparaison ne sont pas les mêmes.

⁸⁸ Il y a évidemment une littérature très nombreuse sur les critères d'équité, notamment appliquée aux critères permettant de définir un "bon" système fiscal (voir par exemple Musgrave et Musgrave, 1989; Weber, 1997; ou encore Thalmann, 1997, dans le domaine des impôts écologiques).

La Loi ne tient compte que de l'IDC actuel pour imposer ou non le DIFC. Elle adopte donc une perspective statique. Mais l'autorité dispense de l'obligation du DIFC les bâtiments dont l'IDC a été réduit de 15% entre la moyenne de 1993-1995 et la moyenne de 1998-2000. Ceci suggère qu'elle accepte une optique d'équité dynamique.

Les critères d'équité sont résumés dans le Tableau 5 : E désigne l'IDC et E_0 désigne l'IDC « normal » pour le type de bâtiment et l'époque de construction. Nous comparons en principe les fardeaux imposés aux appartements soumis aux mécanismes, donc ceux dont l'IDC dépasse le plafond $E^* = 600 \text{ MJ/m}^2.\text{an}$, mais nous ferons occasionnellement aussi référence aux appartements qui ne sont pas soumis.

Tableau 5 : Critères d'équité

Critères d'équité		
Statique	Horizontale	même fardeau pour tous les appartements soumis qui ont le même E
	Verticale simple	fardeau qui augmente avec E pour tous les appartements soumis
	Verticale qualifiée	relation entre fardeau et $E-E^*$ pour tous les appartements soumis
Dynamique	Horizontale	même fardeau pour tous les appartements soumis qui ont le même E_0
	Verticale simple	fardeau qui augmente avec E_0 pour tous les appartements soumis
	Verticale qualifiée	relation entre fardeau et E_0-E^* pour tous les appartements soumis

4.3.2 Comparaison des mécanismes

Le tableau ci-dessous résume l'évaluation des mécanismes sur le plan de l'équité, évaluation qui est détaillée après le tableau.

Tableau 6 : Comparaison des mécanismes sur le plan de l'équité

Mécanisme	Statique horizontale	Statique verticale simple	Statique verticale qualifiée	Dynamique horizontale	Dynamique verticale simple	Dynamique verticale qualifiée
A: DIFC pour tous	oui	Non	non	non	non	non
B: plafond E^* pour tous	oui	Oui	normale	oui	oui	normale
C, F, K1 et K2	oui	(non)	faible	(non)	(non)	très faible

Note : (non) signifie "plutôt non"; (oui) signifie "plutôt oui"

Le mécanisme A impose pour tous les appartements dont l'IDC dépasse $600 \text{ MJ/m}^2.\text{an}$ un fardeau égal au coût d'installation et d'entretien du DIFC moins l'économie d'énergie qui en résulte. Avec les hypothèses de la section 0, on peut supposer que le fardeau est le même pour

tous. Ce mécanisme ne satisfait pas les critères d'équité verticale, puisque le fardeau est le même quel que soit l'IDC effectif ou « normal ». Pour l'équité dynamique, le mécanisme est un peu meilleur que l'absence de tout mécanisme, puisqu'il impose un fardeau – le DIFC – aux appartements pour lesquels un effort insuffisant de réduction de l'IDC a été engagé, ce qui les rapproche des fardeaux librement consentis pour les appartements qui ne sont pas soumis. Par contre, il ne tient pas compte des efforts déjà consentis en imposant le DIFC à tous les appartements soumis.

Le mécanisme B impose aux appartements dont l'IDC dépasse E^* un fardeau égal au coût de mise en conformité moins l'économie d'énergie qui en résulte. Avec les hypothèses faites ci-dessus, on peut admettre que ce fardeau est d'autant plus important que l'IDC initial est élevé. Ceci s'applique aussi aux appartements pour lesquels des mesures ont déjà été prises, leur niveau initial étant celui précédant ces mesures. Dans la mesure où les coûts de mise en conformité augmentent avec la différence entre l'IDC E et le plafond E^* , le mécanisme B impose un fardeau que l'on peut considérer grossièrement comme proportionnel à $E - E^*$. Il satisfait donc les critères d'équité statique, pour autant que l'on admette que le fardeau soit quasi nul pour E proche de E^* (il suffit de faire des réglages) et complètement nul au-dessous. On peut aussi admettre que le mécanisme B satisfait les critères d'équité dynamique si l'on prend en compte les efforts consentis avant l'obligation de mise en conformité. Il limite toutefois l'effort imposé à la réduction de l'IDC jusqu'à E^* , ce qui représente un fardeau plus faible que celui accepté volontairement pour certains appartements pour réduire encore davantage leur IDC.

Sur le plan des fardeaux, le mécanisme C ressemble au mécanisme B, avec une borne inférieure égale à zéro pour tous les propriétaires dont l'IDC est déjà conforme et en plus une borne supérieure égale au coût du DIFC. Ce mécanisme n'est pas équitable dans une perspective verticale, puisque le fardeau augmente à mesure que l'IDC actuel excède E^* (pour ceux qui choisissent de réduire l'IDC à E^*) puis plafonne à un niveau constant, voire légèrement décroissant, à partir d'un niveau d'IDC où il est plus avantageux d'installer le DIFC que d'assainir (voir Figure 1). Notons E_D ce niveau. Ce mécanisme ne peut être considéré comme équitable dans une perspective verticale que si le nombre des appartements dont $E > E_D$ est faible. Dans l'optique de l'équité dynamique, ce mécanisme est aussi équitable que le mécanisme B pour tous les appartements dont $E_0 < E_D$: les efforts antérieurs réduisent simplement les efforts encore nécessaires pour atteindre E^* . Pour les appartements dont $E > E_D$, donc pour lesquels le DIFC est plus avantageux, tous les efforts antérieurs de réduction de l'IDC sont perdus. Il reste les appartements dont $E_0 > E_D$ mais $E < E_D$: le DIFC aurait été plus avantageux pour ces appartements, mais comme les efforts ont déjà été consentis, il vaut mieux réduire leur IDC à E^* . Ils subissent donc un fardeau plus élevé que les autres appartements dont l'IDC normal est le même et l'IDC effectif dépasse encore E_D .

Pour les mécanismes F et K, il faut d'abord noter que les propriétaires utiliseront la flexibilité qui leur est offerte pour réduire les fardeaux. Ceux-ci augmenteront moins avec l'IDC initial, mais on peut raisonnablement supposer qu'ils continueront de le faire. En termes d'équité, l'évaluation est donc la même que celle du mécanisme C. Pour le critère de l'équité verticale qualifiée, la relation entre l'IDC et le fardeau imposé est encore plus faible. Dans l'optique de l'équité dynamique, la flexibilité offerte creuse encore l'écart entre les appartements qui ont déjà subi des efforts et ceux qui ne les subissent que du fait du mécanisme. Elle la creuse d'autant plus qu'elle est généreuse, donc qu'elle demande peu de compensation.

5. Conclusion

Le Tableau 7 résume l'évaluation des mécanismes selon les critères que nous avons présentés. Les critères ont été synthétisés de manière à faciliter la comparaison. Pour la synthèse, aucune

pondération particulière n'a été appliquée, par exemple aux différentes dimensions de l'efficacité environnementale ou de l'équité. Le Tableau contient également le critère supplémentaire de la simplicité. Du point de vue des propriétaires, la simplicité a été évaluée par rapport à sa compréhensibilité (est-ce que le mécanisme ressemble à des instruments déjà utilisés dans le domaine immobilier ?), transparence et prévisibilité. Du point de vue de l'autorité, la simplicité se réfère à la difficulté pour la mise en œuvre et les coûts administratifs du suivi du mécanisme adopté. Comme on peut le remarquer à la lecture du Tableau, la bonne performance relative des certificats aux niveaux économique, environnemental et de l'équité est au prix d'une moindre simplicité.

Tableau 7 : Comparaison des mécanismes sous l'angle de tous les critères : synthèse

Mécanisme	Effectivité et efficacité environnementales	Efficacité économique	Equité	Simplicité
A: DIFC pour tous	(non)	(non)	non	oui
B: plafond E* pour tous	(oui)	(non)	oui	oui
C: choix DIFC ou E*	(non)	(non)	(oui)	(oui)
F: DIFC ou E* avec délai et compensation	(oui)	(oui)	(oui)	(oui)
K: certificats échangeables				
K1: certificats personnalisés	(oui)	(oui)	(oui)	(non)
K2: certificats entre tous les propriétaires soumis	oui	(oui)	(oui)	(non)

Note : (non) signifie "plutôt non"; (oui) signifie "plutôt oui"

Ce papier montre les possibilités de conception d'instruments lorsque l'autorité doit assurer la mise en œuvre d'une politique à laquelle elle adhère – la réduction de la consommation d'énergie fossile – alors que l'instrument contenu dans la Loi ne lui paraît pas le meilleur pour cet objectif. Encore faut-il que la Loi prévoie la possibilité de dérogations, ce qui est presque toujours le cas, le législateur étant lui-même préoccupé par le fardeau économique que sa Loi peut imposer aux entreprises et aux citoyens. Afin de gérer les dérogations de manière efficace, nous avons envisagé des mécanismes de flexibilité parmi lesquels l'autorité politique pourra choisir. Ces mécanismes de flexibilité sont originaux, car ils permettent de combiner des instruments économiques avec les accords volontaires. De plus, nous discutons les mécanismes dans un contexte – la consommation énergétique des bâtiments – qui contribue de manière importante aux problèmes environnementaux, mais dans lequel les politiques mises en œuvre se fondent généralement sur les réglementations directes uniquement. Le défi était donc de proposer des mécanismes novateurs dans un domaine dans lequel les

interventions publiques utilisent des instruments d'intervention très classiques. L'évaluation (*ex ante*) que nous avons menée demandait que l'on précise d'abord des critères – et nous avons choisi de nous référer aux principes du développement durable – pour ensuite les appliquer concrètement aux mécanismes proposés et au contexte concret des bâtiments.

Bibliographie

BARANZINI, A., P. THALMANN et C. GONSETH (2004) "Swiss Climate Policy: Combining VAs with other Instruments under the Menace of a CO2 Tax", in A. Baranzini et P. Thalmann (Eds.) *Voluntary Approaches in Climate Policy*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 249-276.

BJØRNER, T.B. (2004) "An Empirical Analysis of the Effect of the Danish Energy Agreements", in A. Baranzini et P. Thalmann (Eds.) *Voluntary Approaches in Climate Policy*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 277-297.

BRAU, R. et C. CARRARO (2004) "Voluntary Approaches as Climate Policy Tools: Competition Issues and the Role of Market Structure", in A. Baranzini et P. Thalmann (Eds.) *Voluntary Approaches in Climate Policy*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 89-104.

CARLSON, C., D. BURTRAW, M.L. CROPPER et K.L. PALMER (2000) "Sulfur Dioxide Control by Electric Utilities: What Are the Gains from Trade?" *Journal of Political Economy* 108(6): 1292-1326.

DALES, J.H. (1968) *Pollution, Property, and Prices*, Toronto, Ontario: University of Toronto.

DE MUIZON, G. et M. GLACHANT (2004) "The UK Climate Change Levy Agreements: Combining Negotiated Agreements with Tax and Emission Trading", in A. Baranzini et P. Thalmann (Eds.) *Voluntary Approaches in Climate Policy*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 231-248.

DECANIO, S.J. (1993) "Barriers within firms to energy-efficient investments", *Energy Policy* 21(9): 906-914.

GREPPERUD, S. et P.A. PEDERSEN (2004) "Negotiated Agreements and the Demand for Political Legitimacy", in A. Baranzini et P. Thalmann (Eds.) *Voluntary Approaches in Climate Policy*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 157-169.

HOWARTH, R.B., B.M. HADDAD et B. PATON (2004) "Energy Efficiency and Greenhouse Gas Emissions: Correcting Market Failures Using Public Voluntary Programmes", in P. Thalmann (Ed.) *Voluntary Approaches in Climate Policy*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 189-206.

KEOHANE, N.O., R.L. REVESZ et R.N. STAVINS (1998) "The Choice of Regulatory Instruments in Environmental Policy", *Harvard Environmental Law Review* 22(2): 313-367.

KHANNA, M. et D.T. RAMIREZ (2004) "Effectiveness of Voluntary Approaches: Implications for Climate Change Mitigation", in P. Thalmann (Ed.) *Voluntary Approaches in Climate Policy*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 31-66.

LYON, T.P. et J.W. MAXWELL (2004) "Public Voluntary Programmes for Mitigating Climate Change", in A. Baranzini et P. Thalmann (Eds.) *Voluntary Approaches in Climate Policy*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 126-142.

MONTGOMERY, W.D. (1972) "Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs", *Journal of Economic Theory* 5(3): 395-418.

MUSGRAVE, R.A. et P.B. MUSGRAVE (1989) *Public Finance in Theory and Practice*, 5 Edition, New York: McGraw-Hill.

OECD (2003) *Voluntary Approaches for Environmental Policy. Effectiveness, Efficiency and Usage in Policy Mixes*, Paris: OECD.

SEGERSON, K. et K. ROTI JONES (2004) "Do Voluntary Approaches to Climate Change Lead to Efficient Environmental Protection?" in A. Baranzini et P. Thalmann (Eds.) *Voluntary Approaches in Climate Policy*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 67-88.

THALMANN, P. (1997) *Impôts Ecologiques. L'Exemple des Taxes CO2*, Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

THALMANN, P. et A. BARANZINI (2004) "An Overview of the Economics of Voluntary Approaches in Climate Policy", in A. Baranzini et P. Thalmann (Ed.) *Voluntary Approaches in Climate Policy*, Cheltenham, UK and Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 1-30.

USEPA (2003) "*Acid Rain Program. 2002 Progress Report*", Office of Air and Radiation, Clean Air Markets Division, EPA-430-R-03-11, Washington D.C.

VELTHUIJSEN, J.W. (1993) "Incentives for investment in energy efficiency: An econometric evaluation and policy implications", *Environmental and Resource Economics* 3(2): 153-169.

WEBER, L. (1997) *L'Etat, Acteur Economique*, 3 Edition, Paris: Economica.