

FLASH N°21 – Janvier 2011

L'ÉNERGIE AU DANEMARK

Par Sébastien DELPONT (DTU Copenhague & EC Lille 2005)

Le Danemark a une empreinte carbone par habitant parmi les plus élevées de l'Union Européenne et pourtant le Danemark est souvent cité comme un modèle dans le développement des technologies vertes : pourquoi ? Comment a évolué la politique énergie/climat danoise ces dernières années et quelles sont ses perspectives ? Quelles différences majeures avec la situation de la France ?

Au sommaire de ce numéro

L'énergie au Danemark.....page 1

Le marché du Carbone.....page 3

Réagissez à ces articles sur le forum de www.centrale-energie.fr, thème «Géopolitique et Economie de l'Énergie et de l'Environnement »

Dates à retenir

par Christiane DREVET (ECN 65)

9 février 2011 ASIEM Nucléaire : le point sur génération IV

10 mars 2011 ASIEM Innovations en économies d'énergie dans le bâtiment

5 avril 2011 ASIEM Changement climatique : faits connus et modèles

12 mai 2011 ASIEM Géothermie

ASIEM :

6, rue Albert de Lapparent, 75007 Paris, Métros : Ségur ou Sèvres-Lecourbe

Le mode d'inscription est précisé sur l'invitation, insérée au site www.centrale-energie.fr, six semaines environ avant chacune des conférences

Au sommaire du numéro 22 (mars 2011)

.Gaz non conventionnels

.Bâtiments : RT2020

.Développement de l'industrie photovoltaïque en France

Comité de rédaction Gilles Fontanaud, Emmanuel Meneu, Christiane Drevet

Un contexte délicat

Le Danemark est un petit pays de 5 millions d'habitants, grosso modo grand et peuplé comme le Nord Pas de Calais et la Picardie réunis et qui pourtant arrive à faire entendre sa voix sur les sujets énergie / climat dans le concert des nations.

Cet intérêt particulier du pays pour ces sujets date du 1^{er} choc pétrolier. Ce pays s'est alors découvert particulièrement fragile. Le mix énergétique de ce pays, sans ressources hydroélectriques, était constitué à 99% d'énergies fossiles importées : charbon et pétrole.

Des changements énergétiques

Comme dans beaucoup de pays, le choc pétrolier a bouleversé la stratégie énergétique nationale mais le virage énergétique danois a alors été différent de celui pris par la France. Ses points clés ont été :

- Un grand programme d'économies d'énergies dans l'industrie et le secteur du bâtiment
- Le développement de réseaux de chaleur, notamment en cogénération, en maximisant la part de la biomasse et de l'incinération (de 15% en 1980 à 45% aujourd'hui) aux dépens du fioul et du charbon
- Le développement de projets d'exploitation de pétrole et de gaz dans la mer du nord comme les hollandais, britanniques et norvégiens (mais à une moindre échelle)
- Le refus de développer l'énergie nucléaire en misant sur le développement de l'éolien, de la biomasse (paille, bois et biogaz) et de l'incinération à haut rendement

Une réglementation forte

Le déploiement de cette nouvelle politique énergétique est passé par un certain nombre de réglementations fortes :

- Réglementation thermique des bâtiments
- Réglementation pour limiter les consommations des équipements électriques
- Raccordement obligatoire des bâtiments aux réseaux de chaleur urbains s'ils existent
- Interdiction du chauffage électrique dans les bâtiments neufs

Une fiscalité énergie climat

Le programme énergétique danois a aussi bénéficié de la mise en place d'une fiscalité énergie / climat adaptée :

- Taxation forte des combustibles fossiles utilisés pour le chauffage. Cette taxation lancée dans les années 70 a été maintenue, même pendant le contre choc pétrolier et alors que le Danemark est depuis devenu un producteur pétrolier (au contraire de nombreux pays producteurs, le Danemark taxe fortement le pétrole)
- Taxation des automobiles à hauteur de 180% du prix au moment de l'achat et taxation annuelle variable selon la consommation du véhicule : à 3l/100 km c'est 20€/an et à plus de 19l/100 km c'est 3300 €/an. Le lobby automobile est faible car il n'y a pas de constructeur de voiture danois, ce qui a permis à l'Etat d'agir pour limiter la place de la voiture de façon sereine. (Le taux d'équipement automobile est parmi les plus bas d'Europe, 338 pour 1000 hab., en France : 491 pour 1000 hab.)
- Taxation carbone de l'énergie de l'industrie avec une différence faite entre industrie lourde (moins taxée) et l'industrie légère (plus fortement taxée car moins soumise à la compétition internationale). Avec dans les 2 cas un abattement important de cette taxe si les entreprises participent à un programme d'efficacité énergétique volontaire
- Taxation de l'électricité pour financer des tarifs d'achat pour l'éolien et la cogénération

Investissement public et citoyen

La réussite du programme énergétique tient aussi à une transparence sur les coûts et une implication des citoyens dans le financement de celui-ci.

Le succès du développement de l'éolien et de son acceptation par la population tient, entre autres, au développement de l'investissement par des citoyens dans des parcs éoliens sur leur commune. Les citoyens trouvent les éoliennes plus belles dans le paysage lorsqu'ils en sont actionnaires et que les revenus des tarifs d'achat leur reviennent à eux aussi et pas seulement à des développeurs privés (la voie inverse a été

suivie en France, la loi ne permet que de développer de très grands parcs, ce qui exclut de fait le développement de petits projets à échelle locale finançables par les citoyens).

La plupart des réseaux de chaleur ont été développés par des coopératives citoyennes ou des municipalités avec une grande transparence sur les coûts réels facturés, ce qui a contribué à créer une adhésion du public sur le sujet.

Emergence de leaders industriels

L'orientation de la politique énergétique a été claire et constante depuis les années 70, ce qui a permis à des filières industrielles de se développer sereinement. Rockwool (isolants), Danfoss (valves), Grundfos (pompes) ont surfé sur le programme d'efficacité énergétique. Les leaders mondiaux de l'éolien que sont Vestas, Nordex, LM Windpower et Siemens Wind sont danois (c'est par le rachat du Danois Bonus Energy que Siemens est entré dans l'éolien). Novozymes et Danisco sont les N°1 et N°2 mondiaux des enzymes industrielles nécessaires au développement des biocarburants de 2^e génération. Le soutien sur le marché intérieur de ces acteurs leur a permis de prendre de l'avance et ils font désormais l'essentiel de leur business à l'export.

On peut noter que dans le « Cleantech index », indice de référence des entreprises Cleantech cotées, on trouve autant d'entreprises Danoises que Françaises et que dans le dernier top 100 des start-up Cleantech fait par le Guardian il y avait 2,5 fois plus d'entreprises Danoises que Françaises, ce qui peut sembler surprenant au vu des poids respectifs des économies des deux pays.

Etat des lieux aujourd'hui

Si la part des énergies renouvelables est passée de 0 à 30% depuis les années 70 (dont les 2/3 du fait de l'éolien), le mix électrique danois reste à 70% d'origine fossile. Si les Danois consomment en moyenne 20% d'énergie de moins que les Français (cf. tableau suivant), les émissions de CO₂ par habitant des Français sont inférieures de 35% à celles des Danois, pénalisés par leur électricité encore très carbonée. Si l'on raisonne en émissions de CO₂ par unité de PIB (PIB danois par habitant supérieur de 40% au PIB français), l'écart n'est plus que de 10% en faveur de la France. Il n'est resté pas moins que le Danemark n'est pas encore au bout du chemin. Il est intéressant de noter que malgré une production de pétrole et de gaz désormais supérieure à ses besoins énergétiques intérieurs, le développement des énergies renouvelables s'est poursuivi de façon significative.

Perspectives

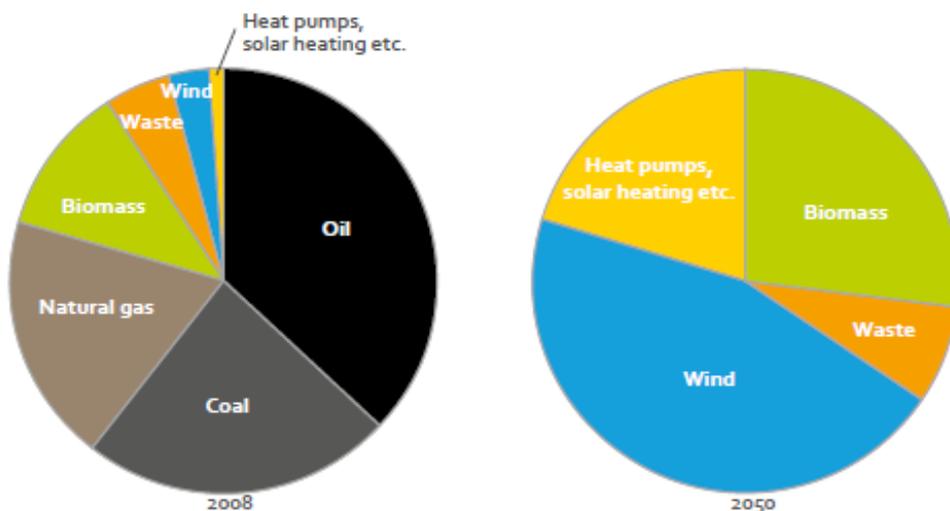
La commission climat mise en place par le gouvernement a estimé que le pays devait et pouvait devenir 100% ENR ou au moins zéro carbone, avec ENR et CCS (capture et stockage du CO₂) en 2050.

Pour atteindre cet objectif, au côté des efforts continus en termes d'efficacité énergétique, les grands chantiers énergie/climat sur lesquels le Danemark se concentre aujourd'hui sont :

- Eolien offshore : les sites « sur terre » étant tous occupés, la poursuite du développement éolien se fera, et se fait déjà, en mer.

- Biocarburant de 2^e génération : production d'éthanol lignocellulosique ou de biodiesel à partir de résidus agricoles sous l'action notamment d'enzymes

- Voiture électrique : le déploiement à grande échelle de véhicules électriques est en préparation avec Renault et Better Place. Non soumis à la taxe automobile de 180%, ces véhicules seront vite compétitifs. (Ça n'est évidemment intéressant d'un point de vue climat qu'avec une électricité bas carbone)



Mix énergétique danois en 2008 et ambition pour 2050

- Capture et stockage du CO₂ (CCS) : c'est un sujet majeur pour un pays gros consommateur d'énergies fossiles pour sa production électrique

- D'autres filières comme les énergies marines, la gazéification de biomasse, les piles à combustible et systèmes smart grid font aussi l'objet d'efforts de R&D importants

Synthèse

La réputation d'excellence du Danemark en matière énergie / climat n'est pas usurpée : c'est le pays européen aux performances les meilleures en termes d'efficacité énergétique par unité de PIB et il a réussi à augmenter la part des ENR de 0 à 30% dans son mix électrique depuis les années 1970. Partant de loin (99% fossile) et ayant refusé le nucléaire, le pays est pénalisé dans ses performances climat par son électricité très carbonée, du moins en attendant que leur vision 2050 : « électricité zéro carbone » ne prenne forme.

Indicateurs clés énergie climat (IEA 2008)

	Danemark	France
Consommation énergie (TPES) / Population (tep / habitant)	3.46	4.16
Consommation énergie (TPES) / PIB (tep / 1000 USD)	0.11	0.18
Emissions CO₂ / Consommation énergie (TPES) (t CO ₂ / tep)	2.55	1.38
Emissions CO₂ / Population (t CO ₂ / habitant)	8.82	5.74
Emissions CO₂ / PIB (kg CO ₂ / USD)	0.27	0.24

TPES : Total primary energy supply = approvisionnement total en énergie primaire
tep : tonne équivalent pétrole

Emissions de GES et Marché du Carbone

par Christiane DREVET (ECN 65)

Cet article fait suite à la conférence donnée par Madame Claire Barreteau le 15 décembre 2010.

Contexte Mondial et jalons de décroissance des GES

Dès **1979**, l'ONU, consciente des problèmes d'environnement liés à l'industrialisation, lance le Plan des Nations-Unies pour l'Environnement (PNUE)

1988 à 2007 : Le GIEC est créé au sein de l'ONU, groupe d'experts compilant tous les travaux scientifiques de par le Monde concernant les émissions de GES anthropiques (CO₂, Méthane, N₂O, HFC,...) et leurs effets sur le climat. Des rapports sont publiés tous les 6 ans, avec des synthèses pour l'aide à la décision des gouvernements sur les actions à entreprendre. Le dernier rapport date de **2007**.

Le résultat majeur en est la nécessité de diviser par 2 les émissions mondiales de GES d'ici **2050**, par 4 pour les pays développés, pour limiter à + 2°C l'élévation de température moyenne du globe en **2100** (insoutenabilité des 3,4 à 6°C dans le scénario BAS, Business As Usual).

~~Des jalons progressifs sont conjointement dégagés. :~~

1992, la 1^{ère} Convention-Climat de l'ONU à Rio, propose un retour en **2000** aux niveaux de rejets de GES de **1990**, mais tous n'y sont pas parvenus.

1997, le protocole signé à Kyoto, sous l'égide de l'ONU, par 55 pays de l'Annexe 1 (OCDE + bloc de l'Est + Japon), représentant 55% des émissions mondiales de GES, décide d'une baisse de 5% (-8% pour l'Europe) de ces émissions en **2008-2012** par rapport à **1990**. Dans ce cadre, des mécanismes de ventes et achats de permis d'émissions sont autorisés. Le protocole de Kyoto n'est ratifié qu'en **2003**.

2003, l'Europe et la France s'engagent sur le facteur 4 en **2050**. Le marché européen du Carbone, l'**EU ETS**, European Union Emission Trading Scheme, commence sa mise en place pour les *industriels* (système « cap and trade » d'allocations et de marché de quotas de CO₂). La France définit son Plan Climat **2004-2012** (P. Radanne à la MIES).

2005, l'**EU ETS** et sa traduction française, le **PNAQ**, Plan national d'Allocations des Quotas, démarrent réellement, pour les deux grandes phases : **2005-2007**, puis **2008-2012**.

2007, le Grenelle de l'Environnement Français tente de définir des normes et des moyens d'action pour répondre à son Plan Climat, impliquant cette fois *tous les secteurs d'émissions*.

2008, le plan *Energie-climat* de l'Europe est voté, proposant le jalon à **2020** suivant, pour l'objectif facteur 4 en **2050** :

- Diminuer de 20% les émissions, tous secteurs confondus (industrie, transports, bâtiments,...)
- Passer à 20% d'énergies renouvelables
- Augmenter l'efficacité énergétique de 20%.

2009 et 2010, les négociations internationales de Copenhague et Cancun pour l'**après-2012** aboutissent à un accord a minima sur la volonté de ne pas dépasser +2°C en **2050**, mais sans proposition de moyens pour y parvenir. Les 2 plus gros émetteurs, la Chine et les USA, ne veulent s'engager sur aucune décroissance, ni chiffrée, ni contrôlée. L'Europe, qui est responsable du quart des émissions mondiales, continue sur la lancée de son plan à **2020**, et prolonge son marché du carbone, qui n'est *qu'un* des moyens pour y parvenir.

2013-2020, le marché Européen du carbone **EU ETS** montera en puissance.

Rappel sur les Marchés Mondiaux du Carbone

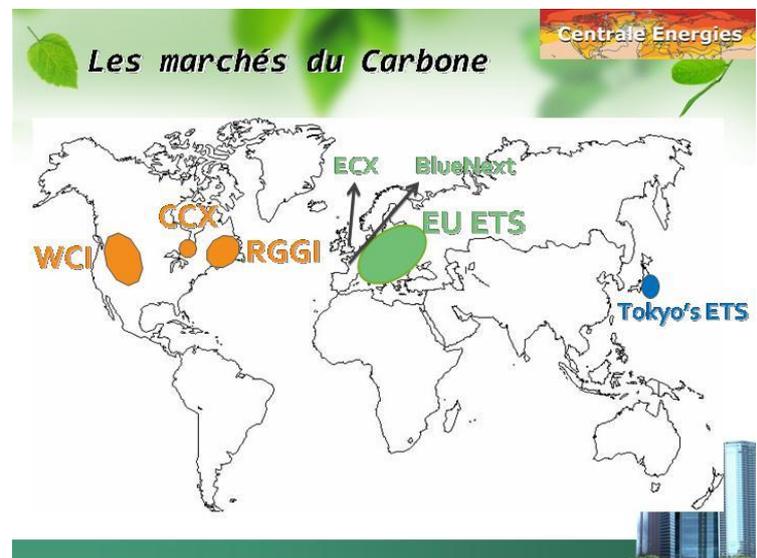
Après le protocole de Kyoto, d'autres marchés du carbone sont créés dans le Monde. L'objectif est bien d'inciter les acteurs à réaliser des économies d'émissions, si ces dernières coûtent moins cher que l'achat de quotas.

Aux Etats-Unis :

en **2007**, le **Western Climate Initiative** voit le jour sur la côte Ouest ; c'est un système « cap and trade » et le seul qui fonctionne actuellement.

en **2003**, le **Chicago Climate Exchange** est un système d'échanges de quotas, sans valorisation en dollars (« cap »), et implique ONG, universités, villes. Il devait être nationalisé, mais vient d'être refusé et fermé par le Congrès en octobre 2010.

en **2008**, le **Regional Greenhouse Gas Initiative** est un test sur 10 états du Nord et concerne les grands producteurs d'Énergie. C'est un système d'échanges et d'enchères sans allocations de quotas (« trade »). Il doit être nationalisé.



En Asie :

En **2010**, le Tokyo's ETS est un marché « cap and trade », précurseur d'un futur marché national. Il concerne bureaux et usines, avec en objectif une baisse des émissions de 25% par rapport à 2000. Il démarre en 2011.

Les différents marchés cités n'en sont qu'au tout début, et le retour d'expérience en est encore faible. D'autres moyens sont aussi à mettre en œuvre pour arriver aux objectifs de réduction globale, impliquant tous les autres secteurs de l'économie, transports, bâtiments, agriculture, etc.... (certificats d'économie d'énergie, taxes carbone, énergies renouvelables, reforestation, etc....)

Structure de fonctionnement du marché d'échange européen du carbone, EU ETS

Seul le CO₂ a été pris en compte initialement en Europe, ce dernier ne représentant que 75% des GES émis (en pouvoir de réchauffement à 100 ans). Après attribution à chaque pays de quotas d'émissions autorisées (un quota = une tonne de CO₂), deux marchés d'échange principaux ont été créés :

Le marché d'échange « **Bluenext** », partenariat entre le Nyse Euronext et la CDC (Caisse des Dépôts et Consignations, qui gère les bilans annuels d'émissions et les échanges de quotas), est un marché « spot », contrats au

comptant, qui concerne les activités internes à l'EU ETS (EUA, ou European Union Allowance, en quotas de CO₂), mais aussi les Mécanismes de Développement Propre, MDP ou de Mises en Œuvre Conjointes, MOC (en eq CO₂). Ce marché ne concerne que 30% des quotas échangés.

L' « **ECX** », European Climate EXchange, situé à Londres, est un marché de « futures », contrats à terme, et concerne 60% des échanges.

Nota : quatre autres marchés se partagent les 10% des échanges restants en Europe : le Nord Pool à Oslo, l'European Energy Exchange à Leipzig, le Climex à Utrecht et le Energy Exchange Austria à Vienne.

Caractéristiques des quotas Européens attribués dans le cadre de l'EU ETS

Première phase 2005-2007 :

Le prix initial du quota de CO₂ a été fixé à 31 euros la tonne. 12.000 industriels ont été impliqués représentant 2,31 milliards de quotas attribués (45% des émissions de CO₂ européennes), dont 95% alloués gratuitement. Les secteurs d'application ont été l'énergie (60%), le papier, le verre, le ciment, la sidérurgie, les raffineries, la chimie,.... Une amende de 40 euros la tonne de CO₂ dépassée par rapport au quota alloué était prévue. Mais, sans visibilité sur les années précédentes, les quotas alloués ont été trop importants, et le prix de la tonne a fluctué, descendant jusqu'à 0,28 euros.

2ème phase 2008-2012 :

Les quotas s'échangent maintenant autour de 15 euros la tonne de CO₂. Sur la période, 12.000 industriels ont à nouveau été concernés, avec les mêmes secteurs d'application qu'en 2005-2007, représentant 2,08 milliards de quotas attribués, dont 90% alloués gratuitement (pour les industriels tournés vers l'International, le % gratuit est de 100 %). L'amende est maintenant de 100 euros par quota dépassé.

Troisième phase 2013-2020 :

De nouveaux secteurs industriels seront intégrés (pétrochimie, aviation, industrie chimique,...) ainsi que deux autres GES, le protoxyde d'azote et les PFC, afin de parvenir à couvrir 50% des émissions européennes. Les quotas seront attribués pour parvenir à une baisse de 1,74% des émissions par an d'ici 2020 (jalon pour le facteur 4 en 2050). 50% des quotas seront mis aux enchères dès 2013, pour arriver progressivement à 100% en 2027.

Rappel sur les Mécanismes de Développement Propres et de Mise en Œuvre Conjointe

Les Mécanismes de Développement Propre (**MDP**) ou de Mise en Œuvre Conjointe (**MOC**) sont relatifs à des projets investis par un état ou une entreprise signataires du protocole de Kyoto dans des pays en développement (PVD) ou dans d'autres pays de l'annexe 1 (OCDE et ex-bloc soviétique) ; ils donnent droit à des attributions de quotas de CO₂ supplémentaires, grâce aux émissions de tonnes-équivalent CO₂ évitées dans ces pays (CER, Certified Emission Reduction dans les PVD ; URE, Unités de Réduction d'Emissions, dans les pays de l'Annexe 1) .

Ces projets, contrairement au marché interne Européen qui ne concerne aujourd'hui que l'Industrie, peuvent traiter en outre des déchets, du secteur résidentiel et tertiaire, du transport, de l'agriculture, du reboisement, ce dernier limité chaque année à 1% des émissions de 1990. C'est l'ONU qui décide de l'éligibilité de ces projets.

Bilans en 2008 des marchés Européens EU ETS, MDP et MOC.

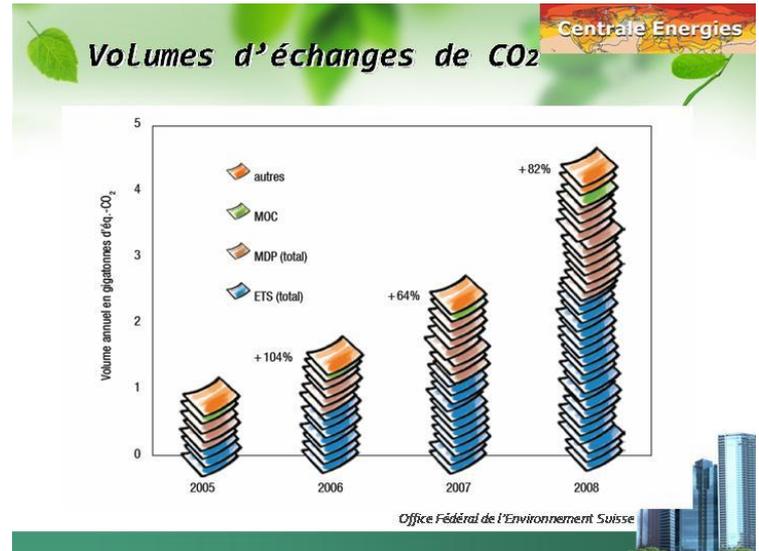
3 Milliards de tonnes de CO₂ ont été échangées par les Industriels Européens, pour une valeur de 62,5 milliards d'euros. Le volume impliqué représente 2/3 du volume

mondial échangé, le 1/3 restant concernant principalement le MDP, avec par ailleurs 65 millions de tonnes pour le RRGi américain ! Les valeurs d'actifs échangés par les Industriels représentent les 3/4 des actifs mondiaux, le reste étant principalement dédié aux MDP, avec seulement 167 Millions d'euros pour le RRGi américain !

Le plan national d'allocations des quotas Français (PNAQ)

C'est la CDC qui gère l'attribution des quotas et recueille les bilans annuels des entreprises. Dans la phase d'essai 2005-2007, 156 Millions de quotas ont été attribués gratuitement à 1.100 sites Industriels. Dans la seconde phase de stabilisation 2008-2012, 10% de quotas en moins ont été attribués, soit 135 Millions pour la période entière.

Le graphique ci-dessous, montre la montée en puissance des échanges en Europe entre 2005 et 2008.



Marchés du carbone, taxe carbone, certificats d'économie d'énergie ?

Les deux plus grands instruments incitatifs pour diminuer les émissions mondiales de GES sont le système de permis d'émission que nous venons de voir et la taxe Carbone. En complément, d'autres moyens existent, tels les Certificats d'Economie d'Energie (à voir dans un prochain flash). Si le permis d'émissions s'applique bien aux grosses installations industrielles, il est difficilement extrapolable aux pollutions diffuses créées par les systèmes de transport ou le chauffage des bâtiments. La mise en place d'une taxe carbone semble plus adaptée à ces derniers cas.

Chaque système a ainsi son avantage. Si les permis répartis correspondent à un plafond d'émission global et permettent de converger de manière décentralisée vers le niveau de décroissance à atteindre, sans avoir à connaître les caractéristiques détaillées de chaque entreprise, il ne permet pas de fixer un prix au carbone, celui-ci résultant du niveau de restriction (offre du régulateur) et de la demande. Par contre, dans un système de taxe carbone, le prix de ce dernier est fixé, mais le résultat en niveau d'émissions n'est pas forcément connu et n'est donc pas maîtrisable.

Jusqu'à présent, les allocations de quotas ont été majoritairement faites à titre gratuit pour le marché EU ETS. Cette gratuité a pu amener certaines entreprises à s'attribuer une part de la rente carbone, si les diminutions d'émissions ont été peu coûteuses, ou si ces entreprises ont été trop largement dotées en droits à polluer au départ.

Dans le cas d'une mise aux enchères par les Etats, ces derniers pourront capter une partie des montants, ceci leur permettant, en théorie, d'engager diverses actions tournées vers l'objectif final (comme le financement de recherches dans des technologies vertes, ou des incitations à les développer par des primes ou des subventions, ...)