



## NOTE DE CADRAGE SUR LE CONTENU CO<sub>2</sub> DU KWh PAR USAGE EN FRANCE

14 janvier 2005

### 1. Le contexte

Le calcul du contenu en carbone de l'électricité représente en France un enjeu important pour l'évaluation des actions dans le domaine de la lutte contre le changement climatique. Si pour bon nombre de pays, cette question ne soulève pas de difficulté majeure, elle est complexe à démêler dans notre pays compte tenu de la spécificité du secteur électrique français.

En effet, en France, les émissions de CO<sub>2</sub> de l'électricité à la production varient fortement selon que l'on considère la moyenne annuelle sur l'ensemble des moyens de production France, les émissions des seuls parcs hydrauliques et nucléaires (sans émissions), ou la production du parc de centrales au charbon (de l'ordre de 900 gCO<sub>2</sub>/kWh). Ceci conduit de fait, en France, à des variations horo-saisonniers importantes du contenu en CO<sub>2</sub> du kWh livré sur le réseau, tandis que dans les autres pays européens, cette dispersion est limitée dans la mesure où la production d'électricité à partir de centrales thermiques à combustibles fossiles représente une partie importante de la production en base.

De plus, dans la mesure où les moyens émetteurs (centrales thermiques à flamme) fonctionnent en « terme de bouclage » de l'équilibre offre-demande France, la moyenne nationale varie assez sensiblement en fonction des conditions de température et des caractéristiques de fonctionnement du parc. Après avoir tendancielllement diminué depuis 1990, le contenu en CO<sub>2</sub> de l'électricité évolue désormais dans une fourchette de 60 à 120 gCO<sub>2</sub>/kWh, bien en-deçà de la moyenne européenne (environ 340 gCO<sub>2</sub>/kWh).

En conséquence, l'approche, par un seul indicateur, du contenu CO<sub>2</sub> moyen du kWh français s'est révélée insuffisante, et la volonté d'un certain nombre d'acteurs a été d'utiliser des contenus CO<sub>2</sub> différenciés par usage.

Cependant sur le réseau, les électrons sont totalement indifférenciés. Ainsi, la question consistant à rechercher la centrale de production qui alimente tel utilisateur n'a pas de sens d'un point de vue physique. Le calcul d'un contenu en CO<sub>2</sub> par usage relève donc nécessairement de simplifications méthodologiques et de conventions, qu'il convient de bien expliciter pour en connaître les limites et éviter d'en faire un sujet de controverses.

Cette problématique, et plus particulièrement la question du contenu en CO<sub>2</sub> du chauffage électrique fait partie des sujets retenus dans les conventions entre l'ADEME et EDF. Dans ce cadre, un consensus a émergé entre les deux partenaires pour élaborer conjointement une méthodologie d'évaluation du contenu CO<sub>2</sub> du kWh par usage ainsi que pour publier des résultats communs.

## 2. La méthode

Un travail commun a donc été entrepris entre l'ADEME et EDF depuis l'été 2003, qui a permis d'aboutir à des conventions, une méthodologie et des résultats partagés.

Les grands principes qui ont guidé ce travail ont été les suivants :

- Choix d'une méthode qui respecte le critère d'additivité, c'est à dire que, sur une année, la somme des émissions de CO<sub>2</sub> de l'ensemble des différents usages est égale (ni plus, ni moins) au total des émissions du parc de production.
- Choix d'une méthode basée sur les données historiques partagées. La période retenue (1998-2003) est volontairement longue afin de gommer les variations dues à des situations particulières, aussi bien en terme de fonctionnement du parc qu'en terme de climatologie.
- Le périmètre retenu est celui de la France continentale hors production auto-consommée : il ne s'agit pas ici d'évaluer le kWh d'un acteur particulier dans l'objectif d'une démarche commerciale mais bien de définir le contenu d'un kWh consommé sur notre territoire, afin d'aider à la mise en œuvre de politiques publiques au niveau français.
- Utilisation de données au pas mensuel : d'une part la « variance » du contenu CO<sub>2</sub> est en grande partie expliquée par la composante saisonnière (par opposition aux variations horaires au sein d'une semaine) et d'autre part, les études à pas de temps plus fin sont moins robustes et difficilement reproductibles.

Plus précisément, la méthode a consisté pour chaque type de production (nucléaire, lac, énergies renouvelables, charbon, fuel et cogénération) à séparer la production entre une fraction en base (environ 400 TWh annuels) et une fraction saisonnalisée (environ 100 TWh), afin de calculer le contenu CO<sub>2</sub> de chacune de ces deux composantes de la production. Les deux valeurs correspondantes sont en moyenne respectivement de 40 et 180 gramme par kWh livré à l'utilisateur final<sup>1</sup>.

Concernant la consommation, l'étude a conduit à identifier un coefficient de saisonnalisation à chaque usage. Ainsi, on considère que le chauffage électrique est saisonnalisé à 100 %, mais l'industrie à 10% seulement. Afin d'affecter à chaque usage un contenu CO<sub>2</sub>, les valeurs des deux composantes de production obtenues précédemment ont été pondérées pour chaque usage par le coefficient de saisonnalisation : pour le chauffage on obtiendra une valeur identique à la composante saisonnalisée tandis que pour l'industrie elle sera calculée en prenant 10% de la valeur saisonnalisée et 90% de la valeur en production de base, etc.

La combinaison de ces deux approches sur des données mesurées permet de tenir compte à la fois des caractéristiques intrinsèques à chaque usage, et de l'adaptation du système de production à ces usages.

---

<sup>1</sup> Les émissions de CO<sub>2</sub> sont ramenées à la quantité d'électricité servie par le réseau après déduction des consommations du système électrique. Le contenu en CO<sub>2</sub> du solde import/export (de 58 à 77 TWh) est conventionnellement affecté d'une valeur correspondant à la production en base du parc électrique français.

### 3. Les résultats

Les résultats permettent de distinguer **4 niveaux d'émissions** par usages.

Ces 4 indicateurs offrent une vision facilement partageable pour les utilisations les plus courantes. Ils se fondent sur un lot d'indicateurs détaillés (cf. annexe) qui peuvent être utilisés pour des besoins plus précis.

- L'usage de l'électricité pour le **chauffage** résidentiel et tertiaire (chauffage électrique et pompes de circulation des chaudières fuel et gaz), exclusivement hivernal, se voit attribuer le contenu CO<sub>2</sub> de la production saisonnalisée, à savoir **180 g/kWh**
- L'**éclairage**, qu'il soit résidentiel, tertiaire, public ou industriel a un contenu CO<sub>2</sub> d'environ **100 g/kWh**
- Les usages résidentiels (**cuisson, lavage et produits bruns**), les usages tertiaires et industriels autres que l'éclairage ont une consommation qui suit la courbe de charge globale et se voient donc attribuer un contenu CO<sub>2</sub> à peu près égal à la moyenne nationale à savoir environ **60 g/kWh**
- Enfin, les autres usages de base (**froid, ECS, autres usages résidentiels, agriculture, transports, BTP et armées**), dont les variations ne suivent pas le rythme des saisons et la **climatisation dans le secteur tertiaire** (dont la saisonnalité est inversée par rapport au cycle de production électrique) se voient affecter un contenu en CO<sub>2</sub> d'environ **40 g/kWh**.

Ces indicateurs sont des moyennes pondérées sur la période d'analyse. Ils se situent dans des plages de variation parfois importantes, comme pour l'éclairage résidentiel où l'indicateur varie d'une valeur de 93 à 151 gCO<sub>2</sub>/kWh pour la période 1998-2003.

Ceci retrace la variabilité du contenu en CO<sub>2</sub> de l'électricité produite, elle-même en rapport avec trois paramètres majeurs : les aléas climatiques, la disponibilité des modes de production (en particulier de l'hydraulique et du nucléaire) et l'équilibre de gestion dans l'appel des différents modes de production. Malgré une analyse approfondie, aucune corrélation simple n'a pu être mise en évidence entre ces facteurs et le nombre de données disponibles est trop faible pour rechercher des corrélations plus élaborées.

### 4. L'utilisation des résultats et leur domaine de validité

Ces résultats étant désormais partagés et validés, le cadre d'application défini de manière concertée est le suivant :

- Ils ont vocation à être utilisés par l'ADEME et par EDF pour rendre compte de l'impact en termes d'effet de serre lors de ***l'évaluation de projets au niveau local***.

Ils seront notamment utilisés par l'ADEME pour l'instruction et le suivi des projets visant à promouvoir ou à mettre en œuvre des actions de maîtrise de l'énergie, de développement des énergies renouvelables et de politique énergétique locale en collaboration avec les collectivités territoriales et/ou en concertation avec les opérateurs énergétiques locaux.

- o Ces résultats ont été présentés, au niveau national, aux autorités compétentes pour contribuer à l'émergence d'un référentiel national utilisable dans le cadre des **politiques publiques**
- o Ces chiffres n'ont pas d'incidence sur les quotas de CO<sub>2</sub> attribués aux entreprises dans le cadre du PNAQ. Celui-ci ne considère en effet que les émissions directes.

Ces indicateurs, établis sur une référence historique, correspondent à la meilleure estimation existante à ce jour.

En toute rigueur, pour estimer l'impact de projets ou de programmes ayant des durées de vie ou des périodes d'action dépassant 10 ou 15 ans, il faudrait employer une méthode tenant compte des évolutions futures dans la structure de production et des changements de profils de consommation. Dans l'attente de disposer de ces évaluations prospectives, ces indicateurs seront utilisés pour le moyen terme, en veillant à les réactualiser périodiquement (tous les quatre ans).

Par ailleurs, un travail méthodologique sur une évaluation prospective du contenu CO<sub>2</sub> des usages sera entrepris dans le cadre de la convention ADEME/EDF 2004-2007.

Enfin, une évaluation sera parallèlement réalisée pour mettre au point des indicateurs de CO<sub>2</sub> évité par le développement des productions d'électricité d'origines renouvelables (éolien, hydraulique, photovoltaïque, bois...).



**ANNEXE**

A LA NOTE DE CADRAGE DU 14/01/2005 SUR  
LE CONTENU CO<sub>2</sub> DU KWh PAR USAGE EN FRANCE :

**TABLEAU DES RESULTATS DETAILLES PAR USAGE**

**Indicateurs de contenu en CO<sub>2</sub> de l'électricité consommée en France  
(en g de CO<sub>2</sub>/kWh<sub>e</sub>)**

indicateurs détaillés	Référence (valeur moyenne)	à titre indicatif : plages de variation	indicateurs simplifiés	
chauffage+ pompes de circ.	180	129 à 261	180	Chauffage
éclairage résidentiel	116	93 à 151	100	Eclairage
éclairage tertiaire	80	64 à 88		
éclairage public et industriel	109	85 à 134		
usages résidentiels : cuisson	82	66 à 93	60	Usages intermittents
usages résidentiels : lavage	79	63 à 88		
usages résidentiels : produits bruns	62	50 à 81		
usages tertiaires : autres	52	41 à 77		
usages industriels (hors éclairage)	55	38 à 86		
usages résidentiels : ECS	40	20 à 72	40	Usages "en base"
usages résidentiels : froid	40			
usages résidentiels : autres	39			
usages tertiaires : climatisation	37			
agriculture-transport	38			
autres (BTP, recherche, armée, etc.)	35			

source : ADEME et EDF, 2004

*Indicateurs CO<sub>2</sub> et volumes de consommation*

