

**Rejets de CO<sub>2</sub> de la production d'électricité**

Jean-Paul HULOT

**1. INTRODUCTION**

Pour mesurer l'impact environnemental de la production d'électricité deux paramètres sont intéressants :

- Le pourcentage de production décarbonée,
- Le rejet de CO<sub>2</sub> exprimé en g/kWh ou en Mt sur une période donnée.

Ces deux paramètres ne sont pas mesurables mais résultent de calculs. Autant le premier paramètre est facile à déterminer, autant le deuxième est plus complexe car il dépend des valeurs de référence prises pour chaque moyen de production.

**2. NATURE DES REJETS**

Les rejets de CO<sub>2</sub> sont de deux natures :

- Rejets directs issus du fonctionnement des moyens de productions, Ces rejets sont émis sur les lieux des moyens de production. Ces rejets concernent principalement les combustibles fossiles.
- Rejets indirects, ces rejets sont liés à la construction des moyens de production, à l'obtention des sources d'énergie, aux déchets. Ils sont issus d'une analyse du cycle de vie (ACV) des moyens de productions. Ces rejets peuvent être émis dans des lieux différents (mines d'extraction du combustible, préparation du combustible, traitement des déchets..). A titre d'exemple le tableau ci-contre donne les rejets indirects du nucléaire [Référence 1].
- Les rejets totaux regroupent les rejets directs et indirects.

ACV Nucléaire (g/kWh)	
Mines	1,704
Conversion	0,278
Enrichissement	0,626
Fabrication UO <sub>2</sub>	0,035
Réacteurs	2,140
Retraitement	0,376
Fabrication MOX	0,027
Déchets	0,104
<b>TOTAL</b>	<b>5,290</b>

**3. VALEURS TRANSMISES**

Les valeurs qui sont transmises sont, soit uniquement les rejets directs, soit les rejets totaux. Pour ces deux types de valeurs les calculs sont établis à partir de références. Il existe plusieurs sources de références, celles-ci sont plus ou moins détaillées, le tableau ci-dessous donne quelques références, en particulier les références utilisées par RTE depuis 2017<sup>1</sup>. Les rejets totaux ont été définis à partir de plusieurs sources et résultent parfois d'une évaluation à partir de plusieurs valeurs<sup>2</sup>.

Nature des rejets	REFERENCES DES REJETS DE CO <sub>2</sub> EN g/kWh												
	Nucléaire	Hydraulique	Combustibles fossiles						Energies renouvelables		Thermiques renouvelables		
			CCG	Cogénération	TAC	Autres	Charbon	Fioul	Eolien	Photovoltaïque	Déchets	Biomasse	Biogaz
Rejets directs (RTE) [Référence 2]			352	352	486	583	986	777			494		
Rejets totaux [Référence 3]	6	6	418				1060	778	7	55	500	22	11

<sup>1</sup> RTE détaille les différents moyens de productions à partir du gaz et prend une valeur de référence pour chacun des moyens. Les productions à partir du fioul sont également détaillées mais la valeur de référence est commune.

<sup>2</sup> Il s'agit d'une évaluation personnelle tout à fait discutable.

RTE indique, sur son site eco2mix, une valeur de rejets de CO<sub>2</sub> en g/kWh pour chaque pas de mesure (15 minutes pour les mesures temps réel et 30 minutes pour les mesures consolidées et définitives). Ces valeurs correspondent uniquement aux rejets directs.

#### 4. QUELQUES EXEMPLES

Des calculs ont été fait à partir de ces références et des données RTE de production disponibles sur le site eco2mix. Ces calculs sont présentés dans le tableau ci-dessous, ils concernent les années 2019 et 2020 ainsi que les mois de janvier et février 2021.

Quelques précisions sur les calculs :

- Pour les rejets en g/kWh :
  - Les rejets directs RTE sont la moyenne des rejets indiqués pour chaque pas de mesure,
  - Les rejets directs calculés sont la moyenne des rejets calculés, pour chaque pas de mesure, à partir des différentes productions et des valeurs de référence des moyens de production, ils permettent de confirmer les valeurs obtenues à partir des rejets directs RTE.
  - Les rejets totaux sont la moyenne des rejets calculés, pour chaque pas de mesure, à partir des différentes productions et des valeurs de référence des moyens de production.
  - Le ratio entre les rejets totaux et directs calculés est indiqué.
- Pour les rejets en Mt
  - Les rejets directs RTE sont la somme des quantités calculées pour chaque pas de mesure à partir du produit du rejet en g/kWh par la production d'électricité.
  - Les rejets directs calculés sont la somme des quantités calculées pour chaque pas de mesure à partir du produit, pour chaque moyen de production, du rejet en g/kWh par la production d'électricité du moyen de production concerné, ils permettent de confirmer les valeurs obtenues à partir des rejets directs RTE.
  - Les rejets totaux sont la somme des quantités calculées pour chaque pas de mesure à partir du produit, pour chaque moyen de production, du rejet en g/kWh par la production d'électricité du moyen de production concerné.
  - Le ratio entre les rejets totaux et directs calculés est indiqué.
- Le pourcentage de production décarbonée est obtenu à partir de la somme des productions nucléaire, hydraulique, éolienne et photovoltaïque par rapport à la production totale.

Période	Rejets de CO <sub>2</sub> en g/kWh				Rejets de CO <sub>2</sub> en Mt				% de production décarbonée
	Directs		Totaux	Ratio Totaux / directs	Directs		Totaux	Ratio Totaux / directs	
	RTE	Calculés			RTE	Calculés			
Année 2019	34,2	35,9	47,2	1,31	18,3	18,9	24,9	1,32	90,5%
Année 2020	33,2	33,6	44,9	1,33	16,5	16,7	22,3	1,33	90,7%
Janvier 2021	48,9	49,1	61,2	1,25	2,70	2,69	3,38	1,26	88,3%
Février 2021	38,4	38,6	50,0	1,29	1,79	1,78	2,33	1,31	89,8%

Mesures définitives pour 2019 et mesures consolidées pour 2020 et 2021

#### 5. CONCLUSIONS

Quelles conclusions peuvent être tirées de cette analyse :

- Les valeurs, de rejet de CO<sub>2</sub> en g/kWh, données par RTE ne sont que les rejets directs et sont conformes aux valeurs de références annoncées. Les écarts entre les valeurs calculées selon la méthode RTE et les valeurs données par RTE sont faibles.
- Les rejets totaux calculés sont de l'ordre de 30 % plus élevé que les rejets directs. Ceux-ci sont plus représentatifs de la réalité mais reposent sur des références de rejet par moyen de production susceptibles de discussion.
- **Le bilan des rejets de CO<sub>2</sub> lié aux importations n'est pas pris en compte. L'électricité importée sera toujours plus carbonée que celle produite en France<sup>3</sup>, à contrario nos voisins bénéficieront d'exportations d'une électricité décarbonée.**

<sup>3</sup> A titre d'exemple l'électricité en provenance de l'Allemagne aura, en moyenne, un rejet de CO<sub>2</sub> supérieur à 300 g / kWh.

## 6. RÉFÉRENCES

- [1] [https://www.researchgate.net/publication/261293395\\_Assessment\\_of\\_the\\_environmental\\_footprint\\_of\\_nuclear\\_energy\\_systems\\_Comparison\\_between\\_closed\\_and\\_open\\_fuel\\_cycles](https://www.researchgate.net/publication/261293395_Assessment_of_the_environmental_footprint_of_nuclear_energy_systems_Comparison_between_closed_and_open_fuel_cycles)
- [2] <https://www.rte-france.com/eco2mix/les-emissions-de-co2-par-kwh-produit-en-france>
- [3] <https://www.bilans-ges.ademe.fr/static/documents/%5BBase%20Carbone%5D%20Documentation%20g%C3%A9n%C3%A9rale%20v11.0.pdf>  
<https://www.equilibredesenergies.org/12-10-2018-le-contenu-en-co2-du-kwh/>