

Note de cadrage : Révision de la méthode de calcul des facteurs d'émission et du facteur de conversion en énergie primaire de l'électricité

Le projet de programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) porte l'orientation de finaliser et mettre en œuvre la nouvelle réglementation environnementale des bâtiments notamment en :

- Rendant obligatoire un taux minimum de chaleur renouvelable dans tous les bâtiments neufs (individuel, collectif, tertiaire) dès 2020 ;
- Actualisant les facteurs de conversion en énergie primaire de l'électricité utilisés dans la réglementation des bâtiments neufs (RT 2012, Label E+C-, RE 2020) pour prendre en compte le mix électrique projeté en 2035 dans la PPE. La méthode de calcul utilisée sera celle retenue par l'Union européenne dans le cadre de la révision de la directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique ;
- Intégrant un critère sur les émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment, veillant à limiter l'effet sur la pointe électrique.

La présente note de cadrage explicite l'actualisation du facteur de conversion en énergie primaire de l'électricité, et présente une évolution de la méthode de calcul des facteurs d'émission de l'électricité.

L'actualisation du facteur de conversion en énergie primaire a pour but de refléter au mieux l'évolution du mix électrique. Si cela s'avérait nécessaire, il conviendra d'accompagner cette modification par une augmentation du niveau d'exigences sur les consommations d'énergie primaire ou les besoins bioclimatiques.

La révision des facteurs d'émission doit permettre d'être plus proche de la réalité des émissions afin de mettre en avant les vecteurs plus sobres en carbone, tout en conservant une efficacité énergétique élevée. Si cela s'avérait nécessaire, il conviendra d'accompagner cette modification par une augmentation du niveau d'exigences sur les consommations d'énergie primaire ou les besoins bioclimatiques ainsi que sur les émissions de gaz à effet de serre du bâtiment sur l'ensemble de son cycle de vie.

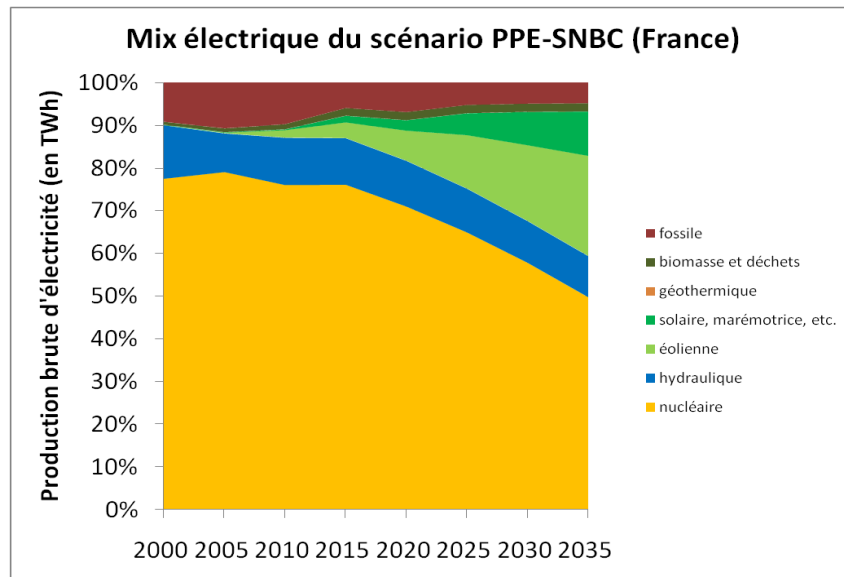
METHODE DE CALCUL DU FACTEUR DE CONVERSION EN ENERGIE PRIMAIRE

La directive EPBD impose que « *La performance énergétique d'un bâtiment est exprimée au moyen d'un indicateur numérique d'utilisation d'énergie primaire en kWh/(m²/an), pour les besoins tant de la certification de la performance énergétique que de la conformité aux exigences minimales en matière de performance énergétique* ». De ce fait, un coefficient d'énergie primaire (PEF) est appliqué aux consommations électriques et exprime le rapport entre l'énergie électrique finale qui est utilisée par le bâtiment, et l'énergie primaire qui a été nécessaire pour produire et transporter cette électricité.

La méthode définie par la Commission européenne, actée dans le considérant (40) de la directive EED révisée, donne un PEF du réseau électrique européen de 2,1 en utilisant les données du scénario PRIMES 2016.

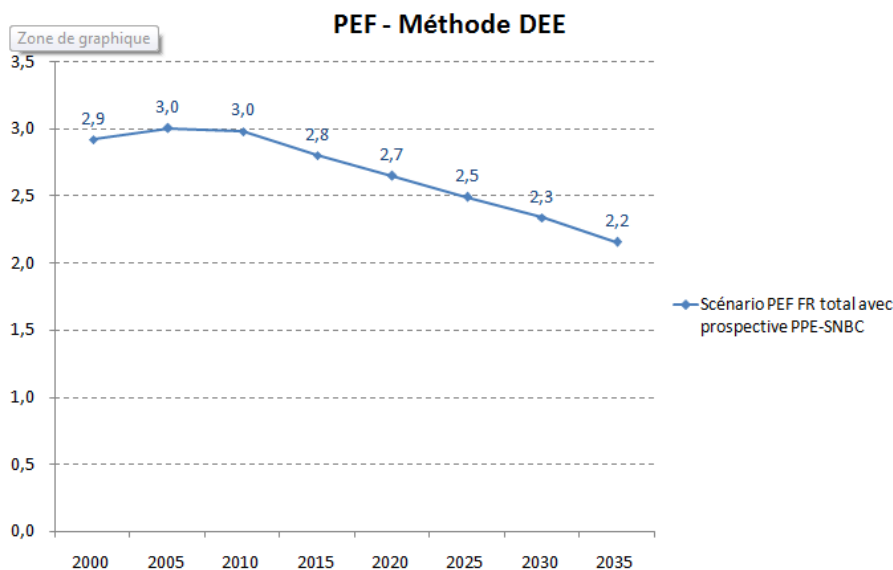
Les bâtiments étant conçus pour être exploités au moins 50 ans, il est proposé de calculer le PEF sur le mix prospectif 2035 tel que prévu par la PPE.

La trajectoire PPE-SNBC est la suivante :



L'utilisation de la trajectoire PPE-SNBC conduit à un PEF situé entre 2,1 et 2,2 en 2035 (variabilité due aux pertes du réseau électrique, chiffre en cours de consolidation).

Voici la courbe comparée des PEF donnés par la trajectoire PPE-SNBC (chiffre en cours de consolidation) :



METHODE DE CALCUL DES FACTEURS D'EMISSION

Les facteurs d'émission de l'électricité sont aujourd'hui évalués par la méthode appelée "méthode saisonnalisée par usage". Partant du principe que les moyens de production les plus carbonés sont utilisés lorsque les usages de l'électricité sont les plus forts, cette méthode permet d'associer à un usage un facteur d'émission de l'électricité qui dépend du caractère saisonnalisé de l'usage (le chauffage a un facteur élevé car très saisonnalisé). Pour le chauffage électrique, **cette méthode aboutit à un facteur d'émissions de 210 gCO₂/kWh dans la réglementation E+/C-, à comparer au facteur moyen de l'électricité de 59 gCO₂/kWh en 2016.**

Des discussions sur les facteurs d'émission de l'électricité ont lieu dans le cadre du groupe de travail électricité de la base carbone. En septembre 2018, les acteurs du groupe de travail sont tombés d'accord pour dire que la méthode saisonnalisée par usage devait être révisée car techniquement non satisfaisante.

La DGEC propose de changer la méthode de calcul du facteur d'émission de l'électricité pour aller vers une méthode mensualisée par usage. **Cette méthode associe à chaque mois de l'année un contenu carbone moyen et à chaque usage une consommation différente pour chaque mois de l'année, ce qui permet de calculer un facteur d'émission annuel moyen pour chaque usage.** Cette méthode a de nombreux avantages : simplicité, transparence, objectivité, compatibilité avec le fichier de calcul de la RT atteignable avec peu d'effort, bon reflet de la saisonnalité des usages, respect de l'additivité des usages. Elle ne permettrait pas en revanche de mettre en avant les usages flexibles (chauffage intelligent, chauffages bi-énergies...) de l'électricité comme pourrait le faire une méthode horaire. D'après des travaux menés par l'Ademe à la fin de l'année 2015, **elle conduirait à un facteur d'émission pour le chauffage à hauteur d'environ 80 gCO₂/kWh soit une réduction du facteur d'émission d'environ 60 % par rapport à la méthode actuelle.** Le chiffre de 80 gCO₂/kWh doit simplement être pris comme un ordre de grandeur indicatif et non comme le chiffre qui sera in fine retenu après la révision.

La révision de la méthode de calcul des facteurs d'émission de la base carbone modifiera les facteurs présents dans la base carbone de l'Ademe ainsi que les facteurs utilisés dans le cadre de la réglementation environnementale des bâtiments (RE2020). Elle pourra aussi entraîner une modification des facteurs utilisés dans le cadre d'autres politiques comme le Diagnostique de Performance Energétique.

La DGEC a comparé la méthode mensualisée avec les autres principales méthodes qui avaient été présentées lors des discussions concernant l'expérimentation E+/C-. Au contraire de la méthode mensualisée par usage, les méthodes horaire et jours type risquent d'être difficilement compatibles avec le fichier de calcul météo de la RT (notamment en ce qui concerne les simulations de l'éolien) en plus d'être complexe à mettre en œuvre. De la même manière, les méthodes « moyenne » et « marginale » sont repoussées car elles ne permettent

pas de distinguer entre les usages et sont trop peu représentatives. Le tableau ci-dessous résume l'évaluation menée :

Méthode	Positif	Négatif	Valeur obtenue pour 2016 (gCO ₂ eq/kWh)	Valeur obtenue pour mix 2030 (gCO ₂ eq/kWh)
Marginale	Reflète bien la construction neuve (ajout d'une source de chauffage)	Défaut d'additivité Pas de distinction des usages	-	-
Moyenne	Extrêmement simple	Peu représentative du fonctionnement électrique Pas de valorisation des systèmes flexibles Pas de distinction des usages	59	68
Saisonnalisée par usage	Méthode déjà utilisée	Consensus pour changer de méthode Problème de prise en compte de la climatisation et du solaire ni des systèmes flexibles	27-193	52-133
Mensualisée par usage	Simple et objective Reflète correctement la saisonnalité	Pas de valorisation des systèmes flexibles	26-88	48-89
Jours type	Reflète la saisonnalité Donne un signal pour les systèmes flexibles	Difficile d'être pleinement compatible avec le fichier RT Difficile d'obtenir des jours type représentatifs	32-63	non obtenue
Horaire	Méthode plus objective	Difficile d'être pleinement compatible avec le fichier RT Peu de personnes pouvant produire ces données Complexe	19-104	non obtenue

Note : Les facteurs d'émissions indiqués dans le tableau ci-dessus sont compris dans diverses fourchettes comme entre 26 et 88 gCO₂/kWh pour la méthode mensualisée par usage 2016. Les valeurs dépendent des usages. Etant très saisonnalisé, le chauffage se situe en règle générale dans le haut de la fourchette des facteurs d'émission indiqués.

Les facteurs d'émission de l'électricité seront évalués par rapport à **des données historiques**. Au contraire du coefficient de conversion énergie primaire/énergie finale, il semble difficile de projeter les facteurs d'émission de l'électricité à l'horizon 2035 car de nombreuses hypothèses supplémentaires doivent être effectuées notamment sur le climat futur qui influence les différents usages ou sur les productions mensualisées des différents modes de production d'électricité.

Annexe 1 : Brève description de la méthode permettant de définir le facteur de conversion en énergie primaire de l'électricité

Cette méthode est liée au mix de production électrique, ainsi qu'aux pertes du réseau électrique. Schématiquement :

- Pour chaque moyen de production d'électricité, on divise la production électrique par le rendement du moyen de production. On retrouve ci-dessous les rendements utilisés pour les différents modes de production d'électricité :

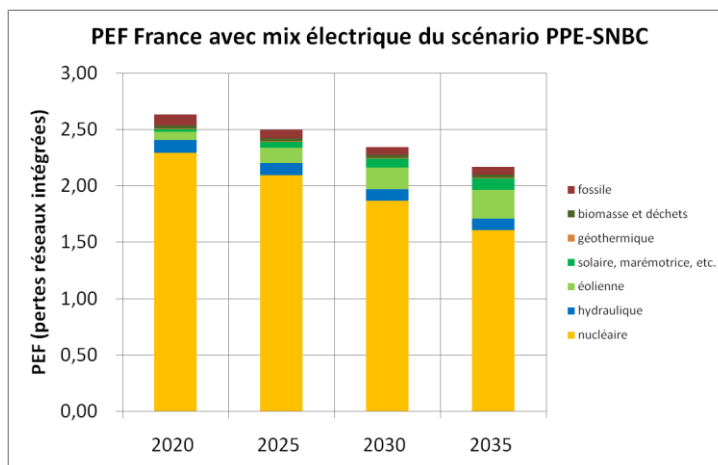
Énergie	2035
Géothermie (CE)*	10%
Nucléaire (CE)	33%
Biomasse/déchets	Rendement observé (de l'ordre de 35%)
Fossile	Rendement observé (de l'ordre de 60%)
Autres énergies renouvelables (CE)	100%

*(CE) : valeur conventionnelle imposée dans la méthode de calcul, et non mesurée.

- Puis on déduit de ces consommations d'énergie primaire la part liée à la cogénération de chaleur,

- Puis on divise par la production nette d'électricité après déduction des pertes réseau (ces dernières ayant une valeur autour de 6% à 7%).

Le graphique ci-dessous représente la part du PEF liée à chaque moyen de production électrique, avec un scénario PPE-SNBC :



On constate que la production nucléaire a un poids important dans le calcul du PEF, en raison du facteur $1 / 0,33 = 3$ qui lui est affecté : même s'il ne représente plus que 50% de la production d'électricité en 2035, il représente toujours près de 75% de la consommation en énergie primaire. Ainsi, en considérant que la part du nucléaire atteint 50%, que la part des énergies renouvelables et des déchets atteint 45%, et que les 5% restant sont issus des énergies fossiles, on arrive sur un PEF de l'ordre de 2,1 à 2,2 (valeur qui doit encore être consolidée).

Annexe 2 : Brève description des principales méthodes permettant de définir des facteurs d'émission de l'électricité

Cette annexe a été rédigée à l'aide de documents rédigés par l'Ademe en 2015.

LA METHODE SAISONNALISEE PAR USAGE

Cette méthode est aujourd'hui celle utilisée dans le cadre de la base carbone et de l'expérimentation E+/C- actuelle.

Les Facteurs d'Emission (FE) sont calculés usage par usage. La philosophie sous-jacente à cette méthode est de considérer que :

1. les émissions de CO₂ relatives à un usage donné sont uniquement dues à la saisonnalité mensuelle de cet usage
2. Le déterminant des émissions de CO₂ de la production électrique est la saison, et non l'heure de la journée

Chaque usage est ainsi décomposé en une part saisonnalisée et une part non saisonnalisée (ou « en base »). On attribue un FE correspondant à ces deux parts : un facteur plus élevé pour la part saisonnalisée (plus de thermique conventionnel notamment) et un facteur faible pour la base (prédominance du nucléaire).

$$\text{Contenu CO}_2 \text{ d'un usage} = \frac{\text{Contenu CO}_2 \text{ (base)} * \text{Consommation (base)} + \text{Contenu CO}_2 \text{ (saisonnalisé)} * \text{Consommation (saisonnalisé)}}{\text{Consommation (base)} + \text{Consommation (saisonnalisé)}}$$

Remarque :

Les valeurs d'émission « en base » et saisonnalisée sont valables sur une seule année, celle qui correspond aux données mensuelles utilisées pour leur calcul.

C'est une méthode moyenne, utilisée jusqu'à présent avec des données historiques, qui est utile dans le cadre de la réalisation d'un bilan d'émissions de GES (les émissions de l'ensemble des usages correspondent bien aux émissions de l'ensemble de la production et des imports/exports). Elle a l'inconvénient de prendre mal en compte les usages non saisonnalisés mais dont le profil journalier ou hebdomadaire est marqué (comme la cuisson ou l'éclairage). Toutefois, elle permet d'obtenir des valeurs assez contrastées pour les différents usages.

LA METHODE MENSUALISEE PAR USAGE

Cette méthode repose sur la corrélation mensuelle du contenu CO₂ d'un mix électrique actuel ou futur avec la chronique mensuelle d'un usage. Cette méthode permet de qualifier le

contenu actuel ou futur d'un usage donné. Elle permettrait également de comparer deux scénarios : un scénario de référence et un scénario avec intégration de l'action à quantifier. La gestion des parcs dans les deux cas sont simulés sur des modèles de gestion du parc de production. La différence des émissions est attribuée à l'action considérée.

$$\text{Contenu CO2 d'un usage} = \frac{\sum_i \text{Contenu CO2 (mois } i) * \text{Consommation de l'usage (mois } i)}{\sum_i \text{Consommation de l'usage (mois } i)}$$

Elle a également l'inconvénient de mal prendre en compte les usages non saisonnalisés mais dont le profil journalier ou hebdomadaire est marqué. Toutefois, elle permet d'obtenir des valeurs assez contrastées pour les différents usages en fonction de leur caractère saisonnalisé.

LA METHODE HORAIRE

De manière symétrique à la méthode précédente, cette méthode repose sur la corrélation horaire du contenu CO₂ d'un mix électrique actuel ou futur avec la chronique horaire annuelle d'un usage. Elle remplit les mêmes fonctions que la méthode mensualisée avec cependant un niveau de complexité plus élevé, inaccessible à la majorité des acteurs. Seuls EDF, RTE et de rares bureaux d'étude possèdent des modèles de simulation de l'équilibre offre-demande au pas de temps horaire. Cette méthode nécessiterait donc de rendre publique des chroniques horaires d'émission de CO₂ de référence.

$$\text{Contenu CO2 d'un usage} = \frac{\sum_i \text{Contenu CO2 (heure } i) * \text{Consommation de l'usage (heure } i)}{\sum_i \text{Consommation de l'usage (heure } i)}$$

Contrairement aux deux autres méthodes, les usages aux profils journaliers plus marqués sont mieux pris en compte. Cependant, la différence sur le caractère saisonnalisé des usages est moins marqué.

LA METHODE MARGINALE

Avec la méthode marginale, on considère une action à la marge de l'ensemble du système électrique et l'on analyse son impact. Par exemple pour une action MDE permettant de diminuer la consommation de quelques MWh, on considère que l'on évite les émissions des derniers moyens appelés, souvent très carbonés.

Cependant le calcul n'est par définition valable qu'à la marge d'un système donné, et est donc difficilement généralisable pour un volume important ou dans une approche prospective à long terme.

L'avantage de cette méthode est d'évaluer l'influence de l'usage sur l'évolution du mix mais elle ne permet pas d'évaluer l'influence du mix électrique sur l'impact carbone global de la somme des usages (défaut d'additivité).

Contenu CO2 d'un usage = Contenu CO2 (production marginale)

LA METHODE INCREMENTALE

Dans le cadre des travaux de 2016, l'Ademe avait proposé une "méthode incrémentale", qui consistait, pour un usage donné, à lui affecter le facteur d'émission résultant d'une politique publique menant à son développement : pour le chauffage électrique, par exemple, l'idée serait d'évaluer de façon prospective les émissions supplémentaires liées à son développement futur par rapport à un scénario de référence.

Sur cette option, RTE travaille actuellement à faire avancer cette piste, mais la méthode n'est pas encore finalisée.