

Méthode de calcul de la Price Forward Curve (PFC)

Description de la méthodologie de calcul de la PFC retenue par la CRE pour la construction des tarifs réglementés de vente d'électricité.

Table des matières

1.	Coût du complément d'approvisionnement en énergie	3
2.	Méthode de construction de la PFC	3
3.	Construction de la PFC historique à partir de la PFC normalisée horaire.....	9
4.	Calcul de la PFC historique	12
5.	Calcul de la PFC lissée utilisée pour le pricing de la forme de la courbe de charge.....	13
6.	Annexes.....	15

1. Coût du complément d'approvisionnement en énergie

Le complément d'approvisionnement en énergie correspond au coût, pour un fournisseur, de l'approvisionnement en énergie de la courbe de charge restant à approvisionner après l'achat des volumes d'ARENH (avant écrêtement lié à l'atteinte du plafond ARENH).

Le complément d'approvisionnement au marché est réalisé par des achats ou reventes à chaque heure des volumes associés sur le marché de gros à terme.

Dans sa délibération n°2023-03 du 12 janvier 2023 portant communication sur la méthode de fixation des tarifs réglementés de vente d'électricité, la CRE a maintenu le lissage sur deux ans de l'approvisionnement des produits futures calendaires Base et Peak du complément d'approvisionnement en énergie (hors forme de la courbe de charge). Pour rappel, les volumes des produits calendaires Base et Peak sont approvisionnés de manière à couvrir :

- pour le produit Base, la puissance moyenne de la courbe de charge nette des droits ARENH pendant l'ensemble des heures hors Peak de l'année de livraison ;
- pour le produit Peak, la puissance moyenne de la courbe de charge nette des droits ARENH et de l'approvisionnement en produits calendaires Base pendant les heures Peak de l'année de livraison.

La courbe de charge nette de l'ARENH (avant écrêtement) et des achats de produits calendaires Base et Peak décrits précédemment est appelée « forme de la courbe de charge ». La forme de la courbe de charge est de moyenne et de somme nulle en volume d'énergie. Conformément à la délibération n°2023-03 du 12 janvier 2023, la valorisation de la forme de la courbe de charge est réalisée sur les 12 mois précédant l'année de livraison via des achats et des reventes selon une référence de prix correspondant à la « Hourly Price Forward Curve » (ci-après, PFC).

La méthode de la construction de la PFC fait l'objet de la partie suivante.

La figure ci-après représente, à titre illustratif, la décomposition de l'approvisionnement en énergie de la courbe de charge d'un client au TRVE sur trois semaines.

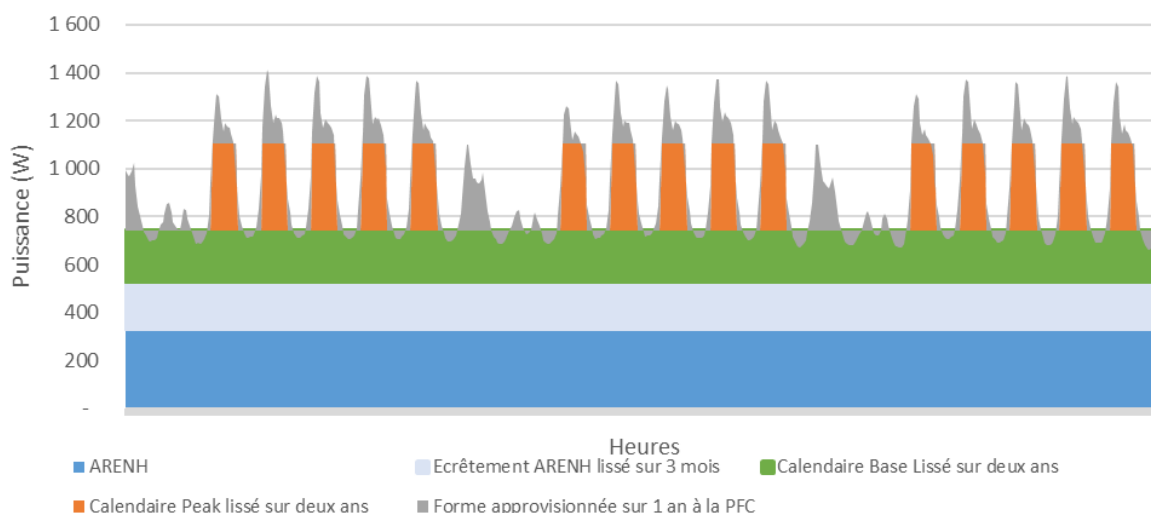


Figure 1 Illustration de la décomposition de l'approvisionnement en énergie d'une courbe de charge selon la méthode actuelle des TRVE 2025

2. Méthode de construction de la PFC

La PFC représente une vision *ex ante* des prix horaires prévisionnels pour une année de livraison à venir. Au regard de l'atomicité insuffisante des marchés de gros de l'électricité à terme, cette PFC emporte nécessairement des hypothèses normatives.

La méthode en vigueur prévoit que, pour chacun des X jours de cotation sur l'année N-1 précédant l'année de livraison N, un X-ième de la courbe de charge (nette de l'ARENH avant écrêtement et des

produits calendaires base et peak) est considéré comme couvert aux prix donnés par la PFC évaluée pour le jour de cotation considéré.

La PFC correspond à une courbe de prix horaire établie à partir des prix relevés sur les marchés à terme **lorsque les produits sont disponibles (c'est-à-dire cotés)** et liquides sur le jour de cotation considéré, ou, sinon, à partir de la relativité des prix historiques.

La forme infra-annuelle de la PFC, qui fait référence ici au niveau relatif des trimestres et des mois par rapport au niveau du prix moyen annuel (prix calendaire), est déterminée par la forme des produits trimestriels et mensuels lorsqu'ils sont disponibles et liquides sur le jour de cotation considéré.

A l'inverse, lorsqu'un produit trimestriel ou mensuel n'est pas encore disponible ou assez liquide, le prix relatif de ce produit par rapport au produit calendaire est estimé à partir d'une moyenne pondérée des cotations historiques des produits futures sur les 5 dernières années. L'utilisation de prix relatifs, plus précisément du rapport entre le prix du produit en question et le prix du produit calendaire pour chaque année d'historique considérée, permet de s'affranchir du niveau absolu des cotations.

La forme inframensuelle horaire de la PFC, c'est-à-dire le niveau relatif des prix des différentes heures de chaque mois, **est déterminée à partir des historiques pondérés de prix spot.**

La méthode de calcul de la PFC consiste en trois étapes successives :

- le calcul de PFC normalisée de l'année de livraison N et estimée lors de l'année N-1 établis à partir des chroniques passées du prix spot ;
- Le recalage de la PFC normalisée sur la forme historique des produits trimestriels et mensuels afin d'obtenir la PFC historique ;
- Le recalage de la PFC historique sur les cotations des produits liquides et disponibles pour l'année de livraison.

Le fichier Excel joint au présent document détaille pas à pas la construction de la PFC (estimée en 2024) de l'année de livraison 2025. Les figures ci-dessous sont également relatives à la PFC de l'année de livraison 2021. Les cotations des produits futures n'étant pas publiques, elles ont été modifiées dans le fichier Excel afin d'en préserver la confidentialité.

2.1. Calcul de la PFC normalisée

La première étape du calcul de la PFC consiste en l'élaboration du profil horaire normalisé de la courbe de prix sur l'année de livraison N à partir d'un historique de chroniques de prix spot. Ce profil horaire est appelé « PFC normalisé horaire » dans la suite du document. L'hypothèse sous-jacente à cette méthode est que les prix futurs posséderont une dynamique horaire similaire à ceux de la chronique de prix spot utilisée pour la calibration. Dans la méthode retenue par la CRE, cinq années d'historiques sont retenues pour la calibration de la PFC. Ainsi, la PFC normalisée estimée en N-1 pour l'année de livraison N est calibrée à partir des chroniques de prix spot des années N-6 à N-2.

Sous l'hypothèse mentionnée précédemment, la PFC normalisée estimée lors de l'année N-1 représente une vision statistique de la forme journalière et horaire des prix pour l'année de livraison N à température normale, indépendamment :

- du niveau des prix passés et des prix pour l'année de livraison ;
- du ratio entre les prix des différents produits (calendaires, trimestriels, mensuels).

2.1.1. Calcul de la forme journalière de la PFC normalisée

La méthode de calcul de la forme journalière de la PFC normalisée consiste à expliquer la forme de cinq années d'historique de prix spot journalier¹ $p_{spot}(d)$ selon des variables explicatives qui sont

¹ Les chroniques de prix spot journalier sont obtenues en moyennant, chaque jour, le prix des 24 cotations de la journée.

supposées décrire la dynamique du prix spot. A noter que le spot horaire est avant tout lissé pour écarter les valeurs extrêmes.

Afin d'extraire la forme du profil journalier, c'est-à-dire le rapport entre les prix d'un jour à l'autre, indépendamment du niveau moyen du prix spot, il est nécessaire de normaliser les chroniques de prix spot journalier afin de s'affranchir de leur moyenne annuelle.

$$p_{spot}(d) \rightarrow s(d) = \frac{p_{spot}(d)}{\frac{1}{n_a} \sum_{\tilde{d}}^{n_a} p_{spot}(\tilde{d})}$$

Une fois le travail préliminaire de normalisation du spot réalisé, une régression de la chronique historique du prix spot journalier normalisé est réalisée sur un ensemble de variables explicatives ayant un effet statistiquement significatif sur les prix. **Les variables explicatives retenues** sont :

- Les mois de l'année ;
- Les jours de la semaine, sachant que les jours fériés sont considérés comme des dimanches ;
- L'écart à la température normale².

Ainsi, la régression linéaire s'écrit :

$$s(d) * \alpha_n(d) = \alpha_n(d) \left(\sum_{j=1}^7 a_j * D_j(d) + \sum_{k=1}^{12} b_k * M_k(d) + c \Delta T(d) \right) + \epsilon_d$$

Avec, comme données d'entrée :

- $s(d)$, le spot lissé journalier normalisé³ du jour d ;
- α_n , le coefficient de pondération de l'année d'historique à laquelle appartient le jour j ;

Comme variable explicative :

- 12 variables binaires $M_k(d)$ (prenant la valeur 1 quand le jour d appartient au mois k ($k \in \llbracket 1, 12 \rrbracket$) et la valeur 0 sinon) ;
- 7 variables binaires $D_d(d)$ (prenant la valeur 1 quand le jour d est égale à j ($j \in \llbracket 1, 7 \rrbracket$) et la valeur 0 sinon).
- $\Delta T(d)$ ⁴ l'écart à la température normale le jour d .

Et comme inconnues :

- a_j , le coefficient de la régression linéaire associé à la variable explicative « jour de la semaine j » (avec $j \in \llbracket 1; 7 \rrbracket$) ;
- b_k , le coefficient de la régression linéaire associé à la variable explicative « mois k » (avec $k \in \llbracket 1; 12 \rrbracket$) ;
- c , le coefficient de la régression linéaire associé à la variable explicative « Ecart à la température normale ».

² Afin de s'affranchir de l'impact de la température réalisée passée sur le prix spot.

³ Moyenne journalière du spot lissé horaire puis normalisé par la moyenne annuelle du spot. La méthode de calcul du spot horaire lissé est explicitée dans l'annexe

⁴ $\Delta T_j = \begin{cases} TR_j - TN_j, & TR_j \leq 15^\circ C \\ 0, & TR_j > 15^\circ C \end{cases}$

Une fois les coefficients de la régression $a_{j,j \in \llbracket 1;7 \rrbracket}$, $b_{k,k \in \llbracket 1;12 \rrbracket}$ et c déterminés, il suffit d'appliquer ces coefficients au calendrier de l'année de livraison N et de se placer à température normale pour obtenir la forme journalière de la PFC normalisée.

En d'autres termes, la PFC journalière est calculée comme le produit scalaire des variables explicatives de l'année de livraison N par les coefficients de régression obtenus précédemment.

$$PFC_{journalière}(d) = \sum_{j=1}^7 a_j * D_j(d) + \sum_{k=1}^{12} b_k * M_k(d)$$

Enfin, la PFC normalisée journalière est obtenue en divisant les termes de la PFC journalière par sa moyenne, de manière à obtenir une courbe de moyenne unitaire.

$$PFC_{journalière\ normalisée}(d) = \frac{PFC_{journalière}(d)}{\frac{1}{365} \sum_{k=1}^{365} PFC_{journalière}(k)}$$

La forme journalière de la PFC normalisée sur les premiers jours du mois de janvier est représentée Figure 3 et Figure 4. La PFC normalisée étant calculée à température normale la variable ΔT_j est toujours nulle dans l'équation ci-dessus.

2.1.2. Calcul de la forme horaire de la PFC normalisée

Pour calculer la PFC normalisée horaire, la PFC normalisée journalière obtenue précédemment est multipliée par la forme horaire puis normalisée à nouveau.

Le calcul du profil horaire est complexifié par le fait que le profil journalier du prix spot varie significativement selon la saison ainsi qu'en fonction du jour de la semaine : les coefficients infra-journaliers ont eux-mêmes une dépendance infra-annuelle et infra-hebdomadaire. Cette difficulté est contournée en calculant les coefficients de profil horaire sur les triplets (mois, jour de la semaine, heure), afin d'intégrer cette saisonnalité dans la forme horaire.

Ainsi, la forme horaire est calculée comme la moyenne du spot horaire lissé $p_{spot}(h)$ (multiplié par le coefficient de pondération correspondant à l'année d'historique) pour chacun des triplets (mois, jour de la semaine, heure). A l'instar de la régression linéaire, les jours fériés sont considérés comme des dimanches.

$$f_{h,j,m} = \frac{\sum_{(j,\tilde{m}) \in (j,m)} p_{spot}(h, \tilde{j}, \tilde{m}) * \alpha_n(a)}{\sum_{(j,\tilde{m}) \in (j,m)} 1}$$

On obtient ainsi une valeur $f_{h,j,m}$ par triplet (h, j, m) soit 2016 valeurs.

Afin de s'affranchir du niveau du spot journalier et d'isoler uniquement la forme du spot au sein d'une journée, les valeurs obtenues précédemment sont normalisées de manière à ce que la forme horaire moyenne au sein d'une journée j du mois m soit égale à 1.

$$f_{h,j,m} \rightarrow \frac{f_{h,j,m}}{\frac{1}{24} \sum_{h=1}^{24} f_{h,j,m}}$$

La forme horaire normalisée, pour chacun des jours de la semaine du mois de janvier, est représentée Figure 2.

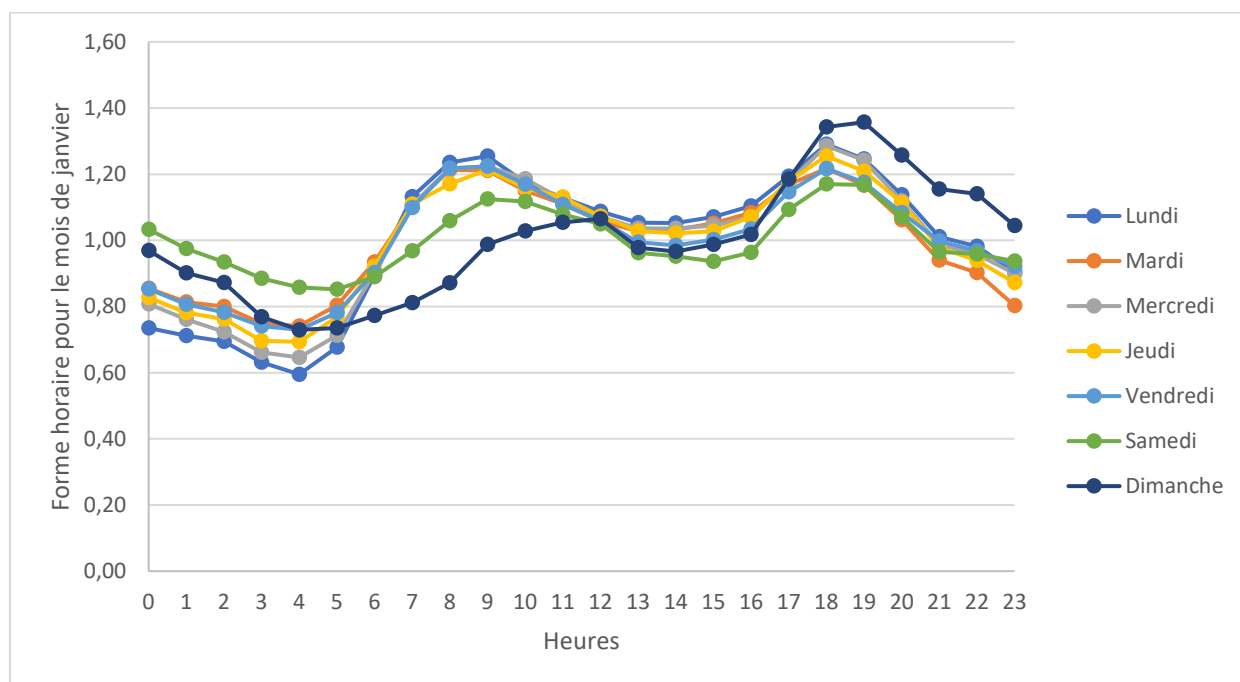


Figure 2 : Forme horaire pour le mois de janvier (calibration sur les années 2019 à 2023)

Pour chaque heure de l'année de livraison, la PFC normalisée journalière obtenue précédemment est multipliée par la forme $f_{h,j,m}$ correspondante.

$$PFC_{normalisée_{horaire}}(d, h) = PFC_{normalisée_{journalière}}(d) * f_{h,j(d),m(d)}$$

La PFC normalisée horaire sur les premiers jours du mois de janvier est représentée Figure 3 et Figure 4.

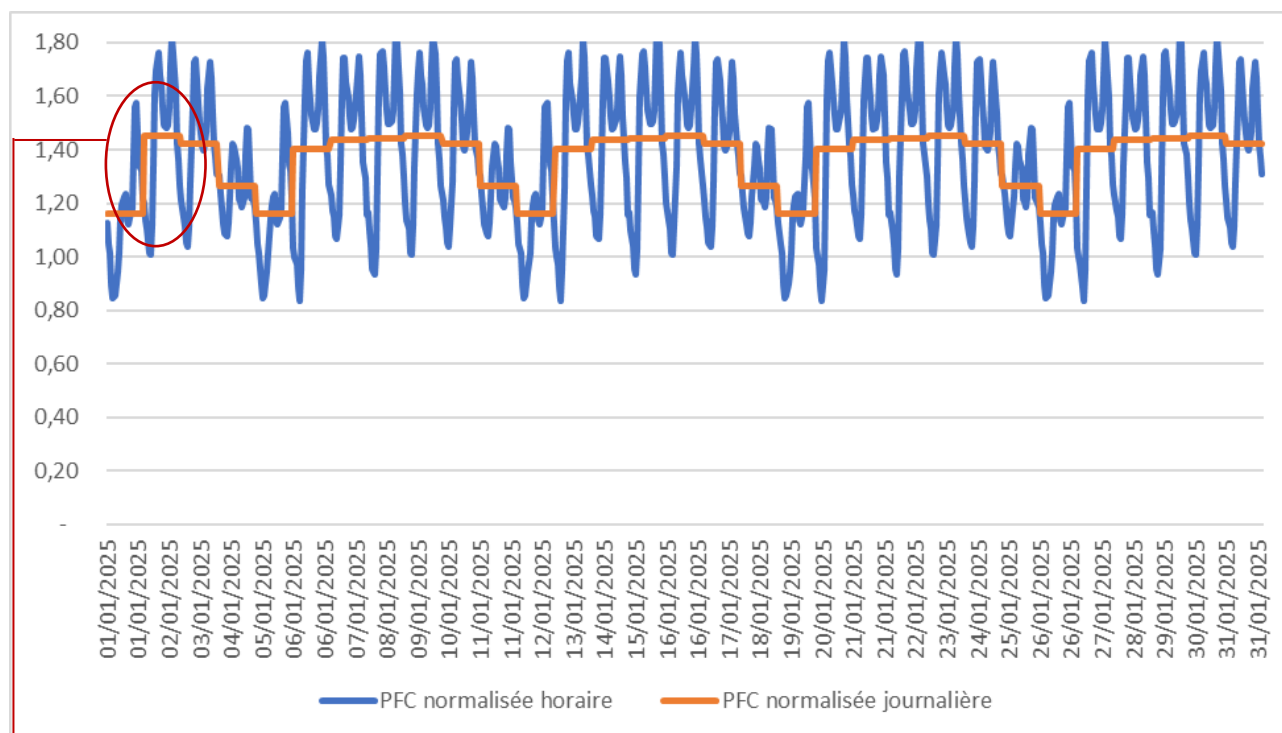


Figure 3 : Forme journalière et horaire de la PFC normalisée sur les premiers jours du mois de janvier 2025

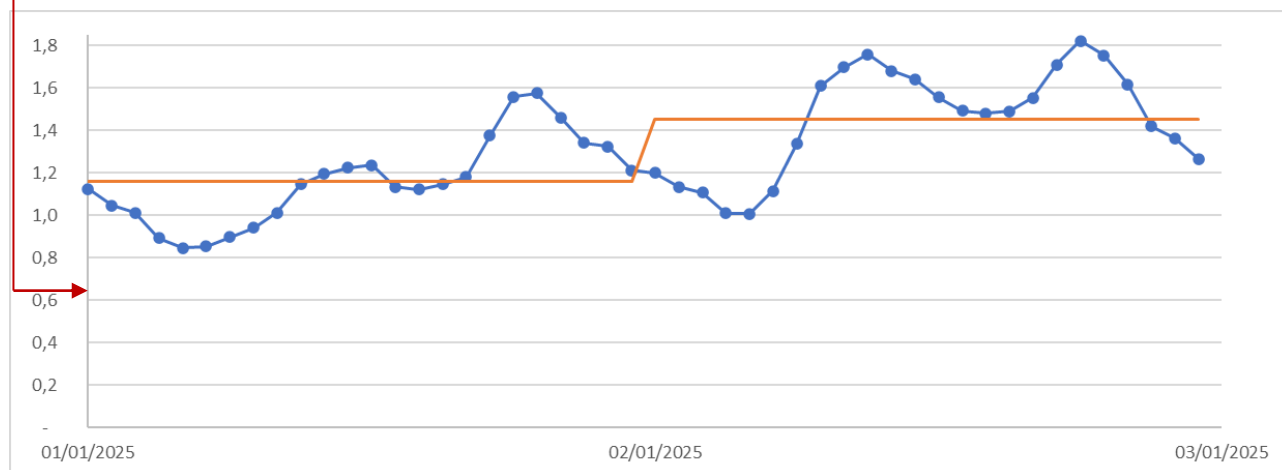


Figure 4 : Zoom sur la forme journalière et horaire de la PFC normalisée sur les 2 premiers jours du mois de janvier 2025

En conclusion, la PFC normalisée horaire reflète la relativité entre :

- Le niveau de prix des différents jours de la semaine en fonction du mois considéré ;
- Le niveau de prix des différentes heures d'une même journée, en fonction du jour de la semaine et du mois considéré.

3. Construction de la PFC historique à partir de la PFC normalisée horaire

La PFC historique est par la suite modélisée à partir de la PFC normalisée horaire dont la méthode de construction a été décrite précédemment. L'objectif est d'y intégrer le niveau relatif des différents trimestres et mois, à partir de la relativité des produits futures historiques observés sur 5 années d'historique. La PFC normalisée estimée en N-1 pour l'année de livraison N est calibrée à partir des cotations des produits futures des années N-6 à N-2.

3.1. Forme trimestrielle historique

Dans un premier temps, les formes trimestrielles $R_{BASE_{s,n}}$ et $R_{PEAK_{s,n}}$ sont déterminés sur la base des produits à terme trimestriels Base et Peak cotés pendant chacune des cinq années d'historique avec, $s \in \llbracket 1,4 \rrbracket$ pour les trimestres et $n \in \llbracket 1,5 \rrbracket$ pour les années d'historique.

Soit $Q_{BASE/PEAK_s}(n)$, le prix du produit trimestriel base (resp. peak) pour livraison au trimestre s coté au cours de l'année n . Pour chaque trimestre s de chaque année d'historique n , les formes trimestrielles historiques des produits base (resp. peak) $R_{BASE/PEAK_{s,n}}$ sont obtenues en moyennant sur l'ensemble des jours de cotations de l'année n un des ratios suivants :

$$\frac{Q_{BASE_s}(n)}{Q_{BASE_1}(n) + Q_{BASE_2}(n) + Q_{BASE_3}(n) + Q_{BASE_4}(n)}$$

$$\frac{Q_{PEAK_s}(n)}{Q_{PEAK_1}(n) + Q_{PEAK_2}(n) + Q_{PEAK_3}(n) + Q_{PEAK_4}(n)}$$

A titre d'illustration le produit trimestriel $Q_{BASE/PEAK_1}(n)$ est un produit :

- Q+4 s'il est coté au premier trimestre de l'année n ;
- Q+3 s'il est coté au deuxième trimestre de l'année n ;
- Q+2 s'il est coté au troisième trimestre de l'année n ;
- Q+1 s'il est coté au quatrième trimestre de l'année n .

De la même manière, le produit trimestriel $Q_{BASE/PEAK_2}(n)$ est un produit :

- Q+4 s'il est coté au deuxième trimestre de l'année n ;
- Q+3 s'il est coté au troisième trimestre de l'année n ;
- Q+2 s'il est coté au quatrième trimestre de l'année n ;
- Q+1 s'il est coté au premier trimestre de l'année n .

En d'autres termes, la méthode est la suivante :

- pour chaque jour de cotations de l'année n , le ratio est calculé entre le prix du produit trimestriel qui sera livré au trimestre s ($Q_{BASE/PEAK_s}(n)$) et la somme des prix des produits trimestriels cotés ce jour

$$(Q_{BASE/PEAK_1}(n) + Q_{BASE/PEAK_2}(n) + Q_{BASE/PEAK_3}(n) + Q_{BASE/PEAK_4}(n))$$

- Pour obtenir $R_{BASE / PEAK_{s,n}}$, on moyenne ensuite, sur tous les jours de cotations de l'année n , le ratio calculé précédemment.

A titre d'illustration, pour l'année 2019 ($n = 1$), les formes trimestrielles historiques $R_{BASE_{2,1}}$ et $R_{BASE_{3,1}}$ ainsi que les chroniques de ratio utilisées pour leur construction sont représentés dans la figure ci-dessous.

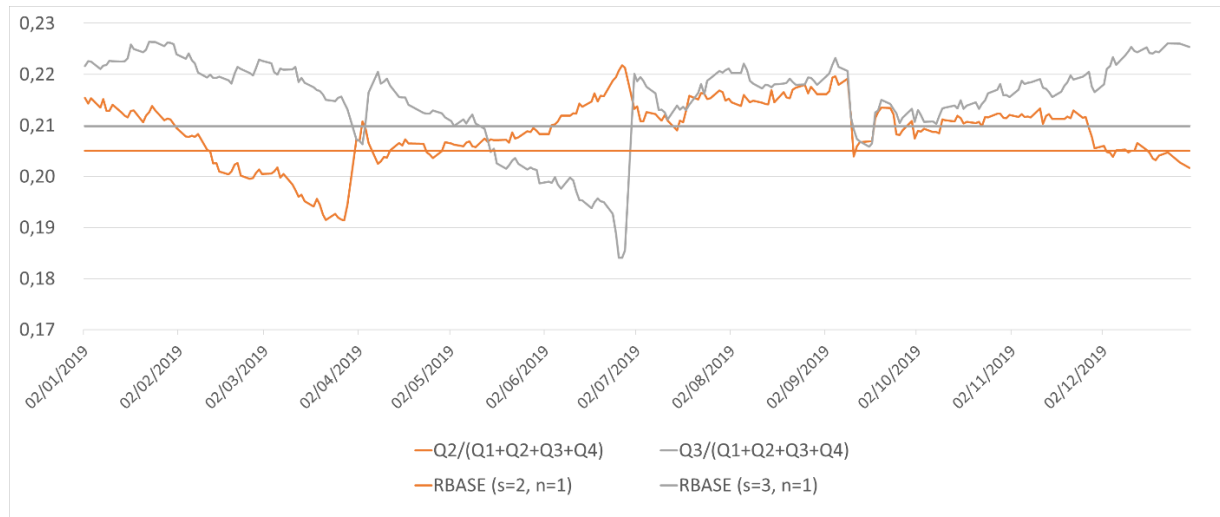


Figure 5 Construction des ratios trimestriels du T2 et du T3

La forme trimestrielle $R_{BASE_{s,n}}$ et $R_{PEAK_{s,n}}$ est ainsi obtenue pour chacune des années d'historique. Ces dernières sont représentées en trait plein dans la Figure 6. Enfin, la forme trimestrielle moyenne sur les 5 années d'historique est déterminée comme suit :

$$R_{BASE / PEAK_s} = \sum_{n=1}^5 \alpha_n * R_{BASE / PEAK_{s,n}}$$

La forme moyenne sur les 5 années d'historique est représentée en pointillés sur la Figure 6.

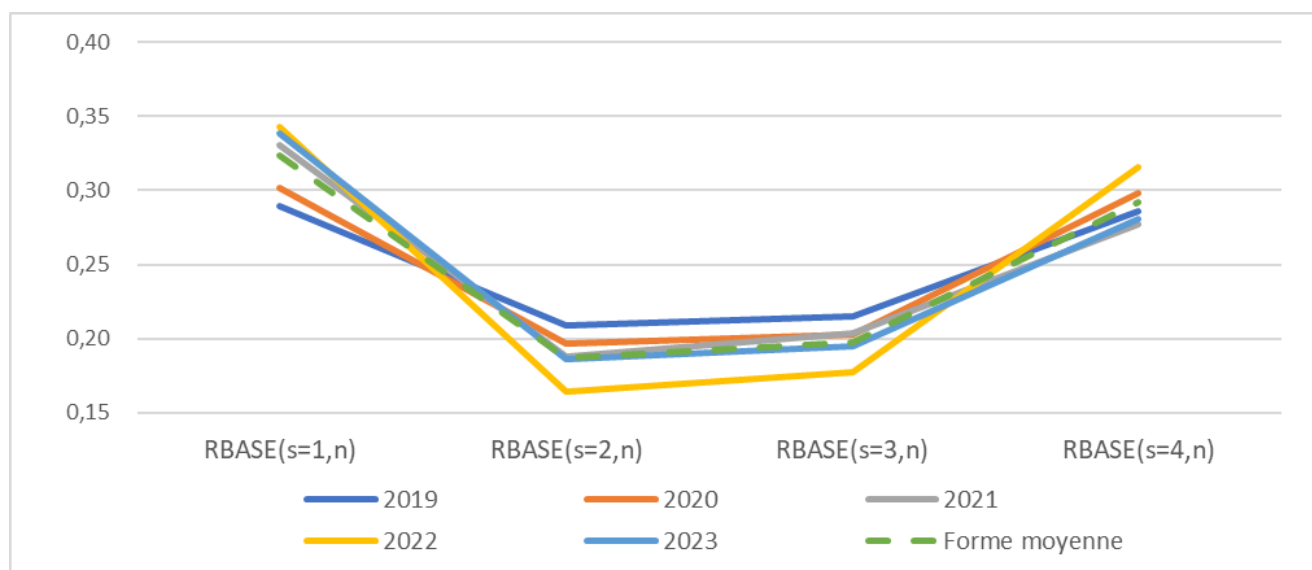


Figure 6 Formes trimestrielles Base $R_{BASE,s,n}$ et Forme trimestrielle moyenne Base $R_{BASE,s}$

3.2. Forme mensuelle historique

Dans un premier temps, les prix moyens $M_{BASE,m,n}$ et $M_{PEAK,m,n}$ des produits à terme mensuels Base et Peak livrés sont calculés pour chacune des années d'historique avec, $m \in \llbracket 1,12 \rrbracket$ et $n \in \llbracket 1,5 \rrbracket$.

Pour calculer le prix de référence du produit base (resp. peak) livré le mois m de l'année d'historique n , il s'agit de moyenner les prix des produits base (resp. peak):

- M+3 cotés le 3^{ème} mois précédant le mois de livraison m de l'année n ;
- M+2 cotés le 2^{ème} mois précédant le mois de livraison m de l'année n ;
- M+1 cotés le mois précédant le mois de livraison m de l'année n .

A titre d'illustration, pour calculer le prix moyen de référence du produit base (resp. peak) à terme mensuel livré en janvier 2019 ($M_{1,1}$), les prix des produits base (resp. peak) :

- M+3 cotes en octobre 2018, qui correspond à de l'énergie livrée en janvier 2019 ;
- M+2 cotés en novembre 2018, qui sera livré en janvier 2019 ;
- M+1 cotés en décembre 2018, qui sera également livré en janvier 2019.

Pour chaque année d'historique, la forme mensuelle est normalisée de telle sorte que la moyenne des 12 prix de référence base (resp. peak) sur l'année soit égale à 1. Ces dernières sont représentées en trait plein dans la Figure 8. Enfin, la forme mensuelle moyenne sur les 5 années d'historique est déterminée comme suit :

$$M_{BASE / PEAK_m} = \sum_{n=1}^5 \alpha_n * M_{BASE / PEAK_{m,n}}$$

La forme mensuelle moyenne sur les 5 années d'historique est représentée en pointillés sur la Figure 7.

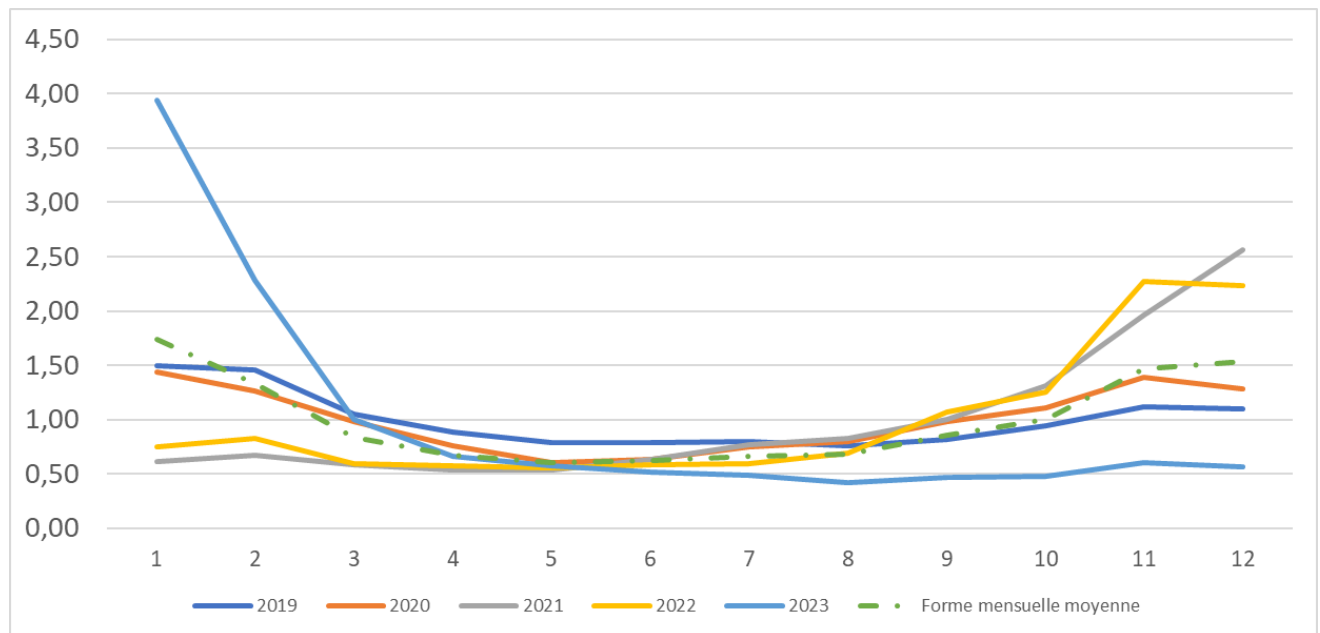


Figure 7 Formes mensuelles Base ($M_{BASEm,n}$) et Forme mensuelle moyenne Base M_{BASEm}

Enfin, la forme mensuelle $M_{BASE/PEAK}$ est recalée sur la forme trimestrielle obtenue à la suite des calculs détaillés en 3.1, de la façon suivante :

$$M_{BASE / PEAK_m} * \frac{R_{BASE / PEAK_s, \text{ tel que } m \subset s}}{\frac{\sum_{m \in s} M_{BASE/PEAK_m}}{3}}$$

Pour chaque mois m , $M_{OFF PEAK_m}$ est calculé comme :

$$M_{OFF PEAK_m} = \frac{M_{BASE_m} * Nbr \text{ heures}_{BASE_m} - M_{PEAK_m} * Nbr \text{ heures}_{PEAK_m}}{Nbr \text{ heures}_{OFF PEAK_m}}$$

En conclusion, les formes mensuelles $M_{OFF PEAK_m}$ et M_{PEAK_m} retranscrivent le niveau relatif des prix futures historiques entre les différents trimestres et mois de l'année.

4. Calcul de la PFC historique

La PFC historique est ensuite obtenue en multipliant la PFC horaire normalisée historique par les valeurs $M_{OFF PEAK_m}$ et M_{PEAK_m} appropriées en fonction de l'heure (peak ou off peak) et du mois.

La Figure 8 représente les PFC normalisées journalière et horaires obtenus aux étapes précédentes, ainsi que la PFC historique finalement obtenue sur les premiers jours du mois de janvier 2025.

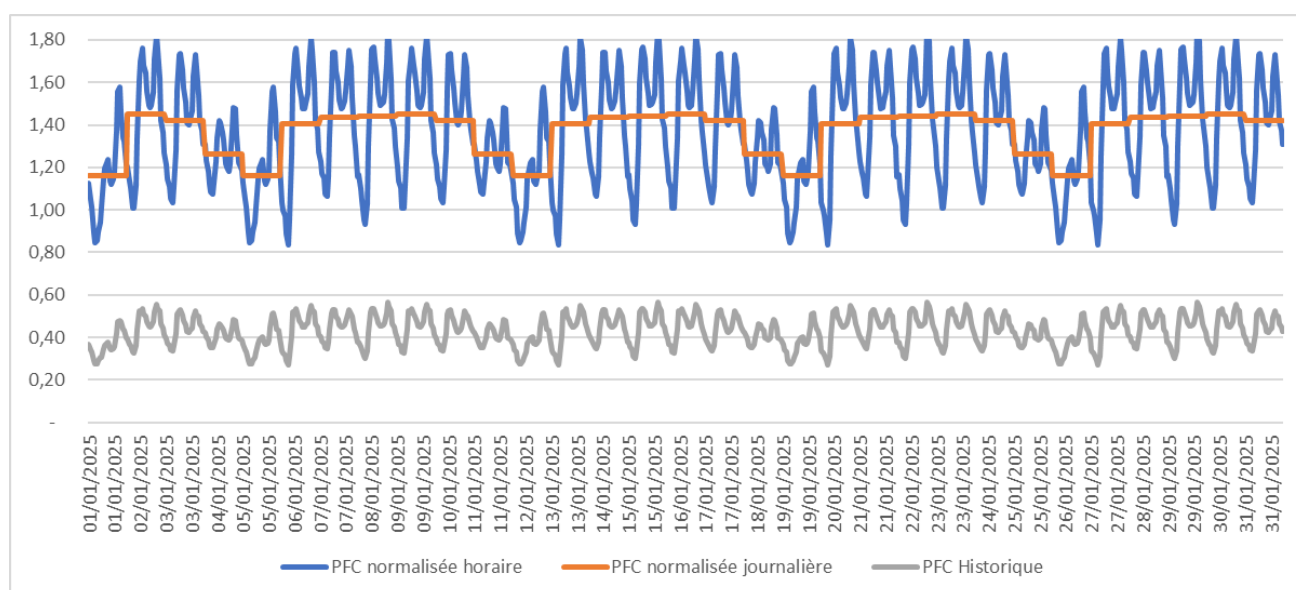


Figure 8 Forme journalière et horaire de la PFC normalisée, et PFC historique sur les premiers jours du mois de janvier 2025

5. Calcul de la PFC lissée utilisée pour le pricing de la forme de la courbe de charge

Comme expliqué dans la partie 1, la valorisation de la forme de la courbe de charge est réalisée sur les 12 mois précédant l'année de livraison via des achats et des ventes selon une référence de prix correspondant à la PFC.

Ainsi, chaque jour de cotation sur l'année N-1 précédant l'année de livraison N, une partie des volumes est approvisionnée à la PFC du jour. Cette PFC est obtenue en recalant la PFC historique sur les produits liquides⁵ et cotés le jour en question pour l'année de livraison N.

Dans le tableau ci-dessous, les produits pour livraison en année N considérés comme liquides au cours de chaque mois de cotations de l'année N-1 sont colorés en vert.

Pour chaque jour de cotation de l'année N-1, la PFC historique est recalée de manière à ce que :

- son niveau moyen sur la période de livraison de chacun des produits cotés et liquides soit égal au prix de ces produits ;
- son niveau moyen sur la période pour laquelle aucun produit « fin⁶ » n'est liquide soit égal au prix du « produit théorique » complémentaire au produit liquide. Pour chacun des mois de l'année N-1, les « produits théoriques » complémentaires aux produits liquides sont colorés en pointillés dans le tableau ci-dessous.

⁵ Pour rappel, les produits cotés sur EEX sont notamment les 6 prochains mois, les 11 prochains trimestres et les 6 prochaines années mais seuls les trois prochains mois, les quatre prochains trimestres et les deux prochaines années sont considérés comme liquides par la CRE.

⁶ Les produits considérés comme « fins » ici sont les produits trimestriels et mensuels.

Fiche informative : Modèle de calcul de la PFC

Février 2025

Produits (Livraison N) de Mois cotations (N-1)	CAL	Q1	Q2	Q3	Q4	M1 (janvier)	M2 (février)	M3 (mars)
Janvier	Y+1	Q+4	"Q234"					
Février	Y+1	Q+4	"Q234"					
Mars	Y+1	Q+4	"Q234"					
Avril	Y+1	Q+3	Q+4	"Q34"				
Mai	Y+1	Q+3	Q+4	"Q34"				
Juin	Y+1	Q+3	Q+4	"Q34"				
Juillet	Y+1	Q+2	Q+3	Q+4	Q4			
Août	Y+1	Q+2	Q+3	Q+4	Q4			
Septembre	Y+1	Q+2	Q+3	Q+4	Q4			
Octobre	Y+1	Q+1	Q+2	Q+3	Q+4	M+3	"M23"	
Novembre	Y+1	Q+1	Q+2	Q+3	Q+4	M+2	M+3	M3
Décembre	Y+1	Q+1	Q+2	Q+3	Q+4	M+1	M+2	M+3

Lecture du tableau :

En janvier N-1, seuls les produits calendaires et Q+4 (pour livraison en Q1 de l'année N) sont considérés comme liquides. Le « produit théorique » complémentaire aux produits liquides est le produit pour livraison sur la période des deuxièmes, troisièmes et quatrièmes trimestres. Son prix est reconstruit comme suit :

$$P_{\text{"Q234"}} = \frac{P_{\text{CAL}} * n_{\text{CAL}} - P_{\text{Q1}} * n_{\text{Q1}}}{n_{\text{CAL}} - n_{\text{Q1}}}$$

Avec :

P_{Q1} , le prix du produit pour livraison au Q1 de l'année N ;

P_{CAL} , le prix du produit calendaire pour livraison en année N ;

n_{CAL} , le nombre d'heure de livraison du produit calendaire ;

n_{Q1} , le nombre d'heure de livraison du produit Q1.

En novembre N-1, les produits calendaires et Q+1 (pour livraison en Q1 de l'année N), Q+2 (pour livraison en Q2 de l'année N), Q+3 (pour livraison en Q3 de l'année N), Q+4 (pour livraison en Q4 de l'année N), M+2 (pour livraison en janvier N) et M+3 (pour livraison en février N) sont considérés comme liquides. Le « produit théorique » complémentaire aux produits liquides est le produit pour livraison sur le mois de mars. Son prix est reconstruit comme suit :

$$P_{\text{M3}} = \frac{P_{\text{Q1}} * n_{\text{Q1}} - P_{\text{M1}} * n_{\text{M1}} - P_{\text{M2}} * n_{\text{M2}}}{n_{\text{Q1}} - n_{\text{M1}} - n_{\text{M2}}}$$

Ainsi, une PFC est obtenue par jour de cotation de l'année N-1. La PFC lissée, utilisée pour pricer la forme de la courbe de charge, est obtenue en moyennant toutes ces PFC.

6. Annexes

6.1. Calcul du spot lissé historique

Afin d'éliminer les valeurs extrêmes, la chronique de spot de chaque année d'historique est lissée selon la méthode définie ci-dessous. Pour cela, les 24 chroniques de spot horaire subissent un processus de lissage itératif.

Un prix est considéré comme un pic s'il répond aux deux critères suivants :

- Un critère de niveau du prix (en dessous d'une valeur seuil égale à 0)
- Un critère d'application du processus de lissage itératif (valeurs en dessous de 100€/MWh ne sont jamais considérées comme des pics)
- Un critère d'amplitude de variation : $returns(j) = Spot(j; h) - Spot(j - 1; h) \geq K_0 * \sigma$

avec

- j un jour de la chronique de spot et h une heure de la journée ;
- σ l'écart type de la chronique des returns ;
- $K_0 = 1,96$, ce qui correspond dans l'approximation gaussienne à l'intervalle de confiance à 95%.

Les prix considérés comme des pics sont remplacés par les prix de la veille à la même heure. Ce processus est itéré jusqu'à qu'il n'y ait plus aucun pic de prix.