Méthode de choix des jours PP1 et PP2
Fiche explicative de l'algorithme utilisé par RTE

Les règles du mécanisme de capacité détaillent les principes de sélection des jours PP1 et PP2 respectivement, utilisés pour le calcul de l'obligation de capacité des acteurs obligés et pour le calcul de la disponibilité effective des exploitants respectivement.

La présente note détaille le fonctionnement de l'algorithme de sélection des jours PP1 et PP2 par RTE.

Table des matières

1 Méthode de choix des jours PP1 2
1.1 Principes généraux de sélection des jours PP1 2
1.2 Description de l'algorithme de sélection des jours PP1 2
1.2.1 Type d'algorithme utilisé 2
1.2.2 Description de l'algorithme 2
1.2.3 Calibration de l'algorithme 4
1.2.4 Calcul des seuils issus de la calibration 4
1.3 Processus décisionnel pour la sélection des jours PP1 5
2 Méthode de choix des jours PP2 7
2.1 Principes généraux de sélection des jours PP2 7
2.2 Description de l'algorithme de sélection des jours PP2 non PP1 7
2.2.1 Sélection des jours PP2 non PP1 sur critère consommation 7
2.2.2 Sélection des jours PP2 non PP1 sur critère décision opérationnelle 8
2.3 Processus décisionnel pour la sélection des jours PP2 8
3 Simulations de sélection des jours PP1 et PP2 9

1 Méthode de choix des jours PP1

1.1 Principes généraux de sélection des jours PP1

Les jours PP1 sont sélectionnés par RTE sur un critère de consommation, de manière à intégrer au mieux les heures de plus forte consommation de la période allant du 1er janvier au 31 mars et du 1er novembre au 31 décembre.

Les jours PP1 ne peuvent être sélectionnés que parmi les jours ouvrés appartenant à cette période, à l'exclusion des vacances scolaires de Noël de l'année de livraison telles que définies dans l'arrêté relatif au calendrier scolaire national en vigueur.

Les jours PP1 sont au nombre de 15 répartis de la façon suivante :
- 11 jours PP1 sont sélectionnés sur la période allant du 1er janvier au 31 mars ;
- 4 jours PP1 sont sélectionnés sur la période allant du 1er novembre au 31 décembre.

Les heures d'un jour PP1 sont les heures des plages [7h ; 15h[et [18h ; 20h[du jour concerné.

Le signalement des jours PP1 est effectué la veille pour le lendemain à 9h30 sur le site internet de RTE.

1.2 Description de l'algorithme de sélection des jours PP1

1.2.1 Type d'algorithme utilisé

L'algorithme de sélection des jours PP1 est un algorithme de gestion des stocks[1] en univers incertain, dont l'objectif est de sélectionner les 11 jours pour lesquels la consommation nationale sur la plage horaire [7h ; 15h[et [18h ; 20h[figure parmi les valeurs les plus élevées du 1er trimestre ainsi que les 4 jours pour lesquels la consommation nationale sur la plage horaire [7h ; 15h[et [18h ; 20h[figure parmi les valeurs les plus élevées du 4ème trimestre (dans le respect des contraintes de placement exposées ci-dessus).

L'algorithme développé par RTE repose sur le calcul et l'utilisation de valeurs d'usage, obtenues à l'aide de l'équation de Bellman. Cet algorithme permet de définir, en univers incertain, une politique optimale de choix des jours PP1.

1.2.2 Description de l'algorithme

Afin de prendre en compte le caractère incertain de l'univers des possibles, plusieurs scénarios de consommation sont modélisés. Pour chaque scénario de consommation, le processus de

[1] Le nombre de jours PP1 étant limité

sélection des jours PP1 est représenté comme une succession d'états (J, S), où J désigne le jour du lendemain et S le nombre de jours PP1 pouvant encore être signalés. Pour un scénario de consommation donné, les différentes sélections possibles de jours PP1 sont représentées à l'aide d'un arbre dont les nœuds sont les couples (J, S) des états successifs, et les transitions entre ces états correspondent aux deux décisions possibles : signaler ou non le jour suivant comme un jour PP1 (voir illustration ci-dessous).

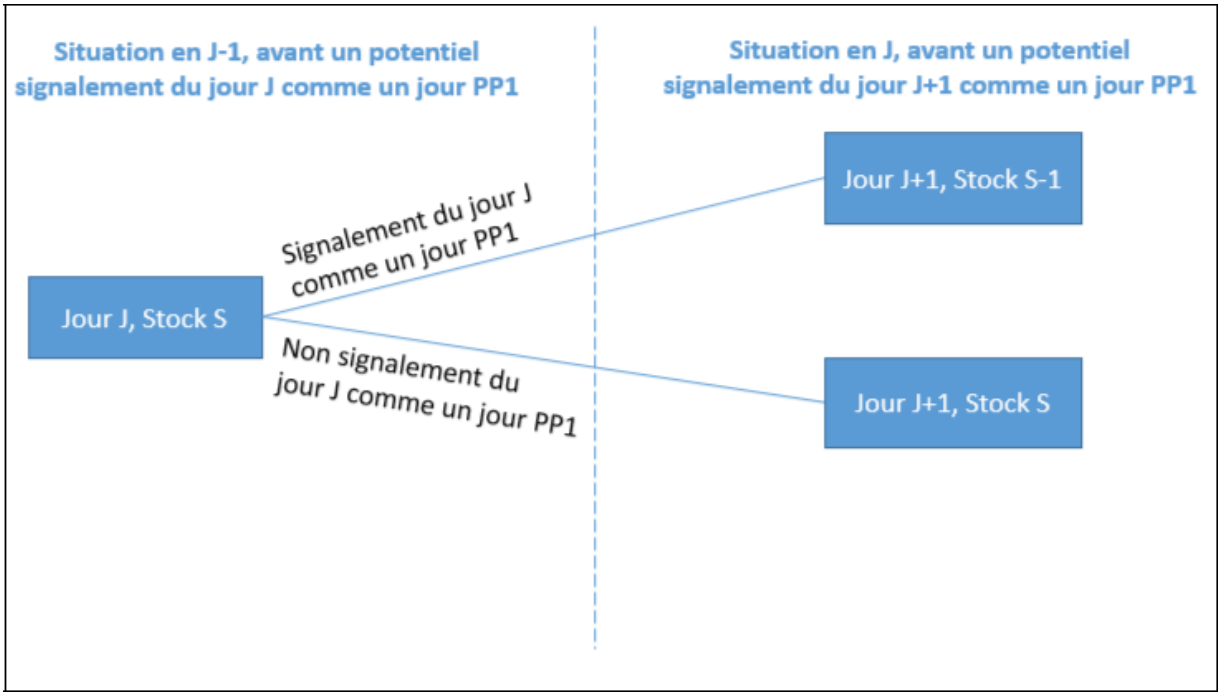


Figure 1 : représentation des décisions possibles à l'aide d'un arbre

A partir d'un nœud initial (J, S) et en considérant un parcours précis dans l'arbre, le gain associé à ce parcours est défini comme la somme des consommations maximum sur les heures [7h ; 15h[et [18h ; 20h[des jours PP1 signalés[2] :

$$Gain = \sum_{j \in PP1 \ et \ j \geq J} Max_{\mathrm{h} \in [7\mathrm{h};15\mathrm{h}[\cup[18\mathrm{h},20\mathrm{h}[} \{\text{Consommation nationale } [\mathrm{j},\mathrm{h}]$$

L'algorithme utilisé permet de déterminer, à partir de chaque état (J, S) possible, une politique optimale de sélection des jours PP1 restants, c'est-à-dire une politique telle que l'espérance de gain qui y est associée soit maximale. Cette politique optimale est définie en calculant pour chaque nœud (J, S) de l'arbre des seuils (ou valeurs d'usage) au-delà desquels, si la

[2] Pour un état (J, S) et une réalisation météorologique donnée, il existe plusieurs gains possibles correspondant aux différents parcours pouvant être suivis sur l'arbre de décision.

consommation anticipée en J-1 pour le jour J est supérieure au seuil, il est optimal de signaler le jour J comme PP1.

Ces seuils sont calculés à partir d'un ensemble de scénarios de consommation représentatifs utilisés pour calibrer l'algorithme. Pour chacun de ces groupes de scénarios, les seuils de signalement PP1 correspondant à une politique optimale sont calculés. Ces différents tableaux de seuils, correspondant à différents profils d'années, sont ensuite consolidés dans un unique tableau de décision (voir partie 1.2.4).

Ce processus complet est répété 2 fois afin de distinguer les valeurs de seuils utilisées pour le signalement d'un jour PP1 sur le 1er trimestre ainsi que sur le 4ème trimestre.

Ces tableaux de seuils consolidés sont finalement utilisés dans un processus décisionnel (voir partie 1.3), appliqué en J-1, qui permet de déterminer le caractère PP1 ou non du jour à venir, dans le respect des principes de sélection décrits en partie 1.1 de la présente note.

1.2.3 Calibration de l'algorithme

Pour calculer les seuils de décision utilisés dans l'algorithme, 200 scénarios météorologiques de Météo-France fournissant un comportement cohérent en termes de variables météorologiques (température, nébulosité, rayonnement, etc.) sont utilisés comme données d'entrée.

Ces scénarios météorologiques sont transposés en 1400 scénarios de consommation : à chacun des 200 scénarios Météo-France correspondent 7 scénarios de consommation, obtenus par translation de +-3 jours du scénario météorologique associé, ceci afin d'obtenir toutes les configurations-semaine possibles en cas de vague de froid.

Ces 1400 scénarios sont regroupés en 5 jeux de scénarios différents, à l'aide d'un algorithme de *clustering* (fonctionnant suivant une méthode des k-moyennes) qui les trie en fonction de leur consommation moyenne à la pointe. Un nombre indicatif de jours PP1 à signaler est par ailleurs associé à chacun de ces groupes de scénarios. Ce nombre varie selon le nombre de jours PP1 à signaler (11 au trimestre 1 et 4 au trimestre 4) pour lesquels le calage des seuils est réalisé.

1.2.4 Calcul des seuils issus de la calibration

Pour chacun des jeux de scénarios décrits précédemment, ainsi que pour chaque trimestre, les seuils de déclenchement PP1 des différents états (Jour J, Stock S) sont calculés de manière à maximiser l'espérance de gain du parcours aval au nœud en question sur l'arbre des solutions.

Les équations correspondantes sont :

$$E[J\ ;S\ ] = \ w.\ (E[\ J\ +1\ ;S-1\ ] + \overline{pointe_{J\ |\ pp1\ activé}}) + (1-\ w).\ E\ [J+1\ ;\ S\ ]$$

$$Seuil\ (J;S) = \ E\ [J+1;S\ ] - \ E\ [J+1;S-1\ ]$$

Avec :

- $E\ [J\ ;S\ ]$: l'espérance de gain associée à la politique optimale suivie à partir de l'état (Jour J, Stock S) ;
- $\overline{pointe_{J\ |\ pp1\ activé}}$: la moyenne des pointes de consommation journalière des jours J signalés comme PP1 parmi les différents scénarios (du cluster)[3] ;
- w : la proportion de scénarios (du cluster) pour lesquels le jour J serait un jour PP1.

Cette méthode donne pour chaque jeu de scénarios un tableau avec le format suivant :

Dates	Nombre de Jours PP1 restant à signaler	Seuils PP1
2022-02-07	5	89 000[4]
2022-02-07	4	89 600
Etc.	…	…

L'étape suivante consiste à consolider, pour chaque trimestre, les tableaux issus des différents jeux de scénarios en un seul tableau. Il s'agit pour cela de calculer la valeur de Seuil (J ; S) moyenne des valeurs calculées pour les différents jeux de scénarios (lorsque cette valeur est définie), pondérée par la proportion de scénarios dans chaque jeu.
Le tableau de seuils consolidé est ensuite utilisé directement par l'algorithme de décision.

1.3 Processus décisionnel pour la sélection des jours PP1

Pour chaque jour J-1 de l'année de livraison, la consommation maximale anticipée pour le jour J sur la plage horaire PP1 est comparée à la valeur du seuil présente dans le tableau consolidé.

Si la prévision de consommation est supérieure à la valeur du seuil et que les principes de sélection décrits dans la partie 1.1 sont respectés, le jour J est signalé comme « PP1 ».
Des jours PP1 peuvent également être signalés afin de respecter les principes de sélection décrits dans la partie 1.1 même si la prévision de consommation n'est pas supérieure à la valeur du seuil. On dit alors que le tirage est forcé.
Dans les autres cas, le jour J est signalé comme « non PP1 ».

---

3 $\overline{pointe_{J\ |\ pp1\ activé}} = \frac{\sum scénario\ tq\ jour\ J\ est\ PP1\ Max_{h\ \in [7h;15h[\cup[18h;20h[}\{consommation\ nationale\ [J,H]\}}{Nbre\ des\ scénarios\ du\ cluster\ pour\ lesquels\ J\ est\ PP1}$

4 Valeurs purement illustratives.

Ce processus décisionnel est représenté dans le diagramme ci-dessous, dans le cas de la sélection des jours PP1 sur le 1er trimestre, avec :

- PointePrev représente la consommation prévisionnelle maximale, en J-1, pour le jour J, sur la plage horaire [7h ; 15h[et [18h ; 20h[;
- Stock PP1 est le nombre maximum de jours PP1 pouvant encore être signalés sur le trimestre 1.

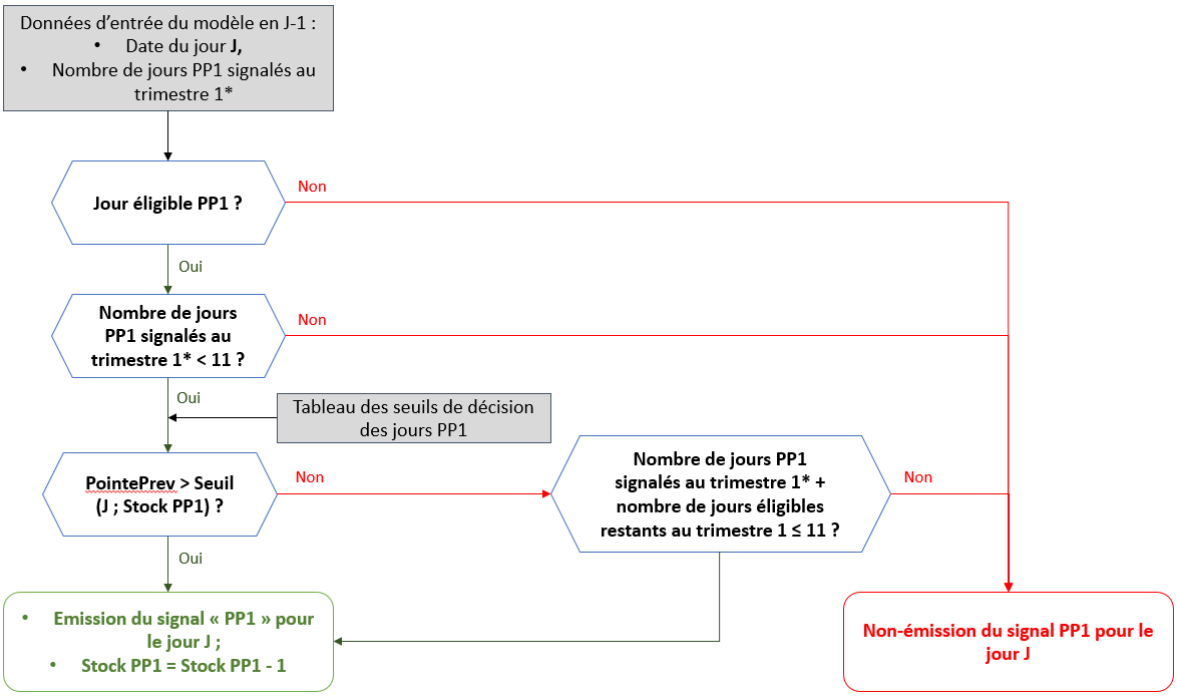


Figure 2 : schéma décisionnel de sélection des jours PP1 sur le trimestre 1

*Le même processus décisionnel se décline pour le trimestre 4 avec la contrainte de tirer exactement 4 jours PP1.

A noter que la prise en compte dans l'algorithme de la contrainte de signalement de 11 jours PP1 sur le trimestre 1 et de celle imposant que le nombre de jours PP2 signalés pendant les mois de mars et novembre ne doit pas excéder 25% du nombre total de jours PP2 signalés sur l'année[5], conduit à ce qu'**au moins 6 jours PP1 doivent être sélectionnés sur les mois de janvier et février**.

[5] Afin de respecter cette contrainte des 25%, il est aussi possible qu'un jour PP1 ne soit pas signalé en mars et novembre bien que la prévision de consommation soit supérieure à la valeur du seuil.

2 Méthode de choix des jours PP2

2.1 Principes généraux de sélection des jours PP2

Les jours PP2 sont de deux types :
- les jours PP1 sont également des jours PP2 (notés PP1/PP2 dans la suite) sélectionnés comme présenté dans la partie 1 de la présente note,
- des jours PP2 non PP1 sont également sélectionnés sur un critère de consommation et sur un critère de tension sur le système électrique.

Les jours PP2 ne peuvent pas être sélectionnés le samedi ou le dimanche, ni pendant les vacances scolaires de Noël de l'année de livraison telles que définies dans l'arrêté relatif au calendrier scolaire national en vigueur.

Le nombre de jours PP2 est compris entre 15 et 25 dont 15 sont des jours PP1/PP2 sélectionnés selon les principes de la partie 1.1, et 0 à 10 jours sont des jours PP2 non PP1. Le nombre de jours PP2 signalés en novembre et mars ne doit pas excéder 25% de la totalité des jours PP2 signalés pour une année donnée.

Les heures retenues d'un jour PP1/PP2 et PP2 non PP1 sont identiques, à savoir, les heures des plages [7h ; 15h[et [18h ; 20h[du jour concerné.

Le signalement des jours PP1/PP2 est effectué la veille pour le lendemain à 9h30. En cas de signalement d'un jour « non PP1 », le signalement d'un jour PP2 non PP1 est effectué la veille pour le lendemain au plus tard à 19h. La publication se fait sur le site internet de RTE.

La méthodologie de sélection des jours PP1/PP2 étant décrite dans la partie 1, la suite de la note aborde la méthodologie de sélection des jours PP2 non PP1.

2.2 Description de l'algorithme de sélection des jours PP2 non PP1

2.2.1 Sélection des jours PP2 non PP1 sur critère consommation

L'algorithme utilisé pour la sélection des jours PP2 non PP1 sur critère consommation est le même que celui décrit dans la partie 1.2 de la présente note.
Pour calculer les seuils de décision à utiliser, un ensemble de scénarios de consommation représentatifs sont considérés. Afin que le nombre de jours PP2 non PP1 signalés varie, entre 0 et 10 en fonction des caractéristiques de l'année de livraison, plusieurs groupes de scénarios sont utilisés. La même méthodologie est ensuite appliquée. Le tableau ci-dessous récapitule les caractéristiques de consommation et le nombre indicatif de jours PP2 non PP1 à signaler liés aux groupes de scénarios établis :

	Description du jeu de scénarios	**Nombre de jours PP2 non PP1 au maximum pour chaque jeu**
Jeu n°1	Forte consommation	10 jours
Jeu n°2	Consommation moyenne / élevée	9 jours
Jeu n°3	Consommation moyenne	8 jours
Jeu n°4	Consommation moyenne / basse	7 jours
Jeu n°5	Faible consommation	6 jours

Cette étape permet le calcul des seuils issus de la calibration, qui sont ensuite utilisés dans le processus décisionnel pour la sélection des jours PP2 non PP1 (voir partie 2.3), dont le nombre peut varier entre 0 et 10.

2.2.2 Sélection des jours PP2 non PP1 sur critère décision opérationnelle

Des jours PP2 non PP1 peuvent également être signalés en cas d'identification la veille, au plus tard à 19h, d'un déficit de marges important pour la journée du lendemain.

2.3 Processus décisionnel pour la sélection des jours PP2

Si un jour PP1 a été signalé à l'issue du processus décisionnel décrit en partie 1.3, alors un jour PP2 est également signalé (il s'agit alors d'un jour PP1/PP2).

Si un signal PP1 n'a pas été émis pour le jour J, alors le même processus décisionnel que décrit en partie 1.3 s'applique pour la sélection sur critère consommation avec le tableau des seuils de décision des jours PP2 non PP1 établi à la partie 2.2, à la différence des points suivants :

- Aucun tirage d'un jour PP2 non PP1 n'est forcé dû à un nombre minimum de jours à tirer (le nombre de jours PP2 non PP1 est compris entre 0 et 10) ;
- Le tirage d'un jour PP2 non PP1 peut être forcé en décembre pour assurer la contrainte que la somme des jours PP2 signalés pendant les mois de mars et novembre n'excède pas 25% des jours PP2 signalés sur l'année (notée ci-après contrainte des 25%) ;
- Un jour PP2 non PP1 ne sera pas signalé en mars et novembre si son signalement conduirait à ne pas respecter la contrainte des 25% ;
- En rappel de la partie 1.3, le tirage d'un jour PP1/PP2 peut être forcé pour assurer le tirage de 6 jours PP1/PP2 minimum sur les mois de janvier et février afin de permettre le respect de la contrainte des 25%.

Si le signal PP2 n'a pas été émis pour le jour J sur critère consommation, alors le signal PP2 peut être émis si un déficit de marges important est identifié la veille pour le lendemain, tel que décrit dans la partie 2.2.2.
Sinon le jour J est signalé comme « non PP2 ».

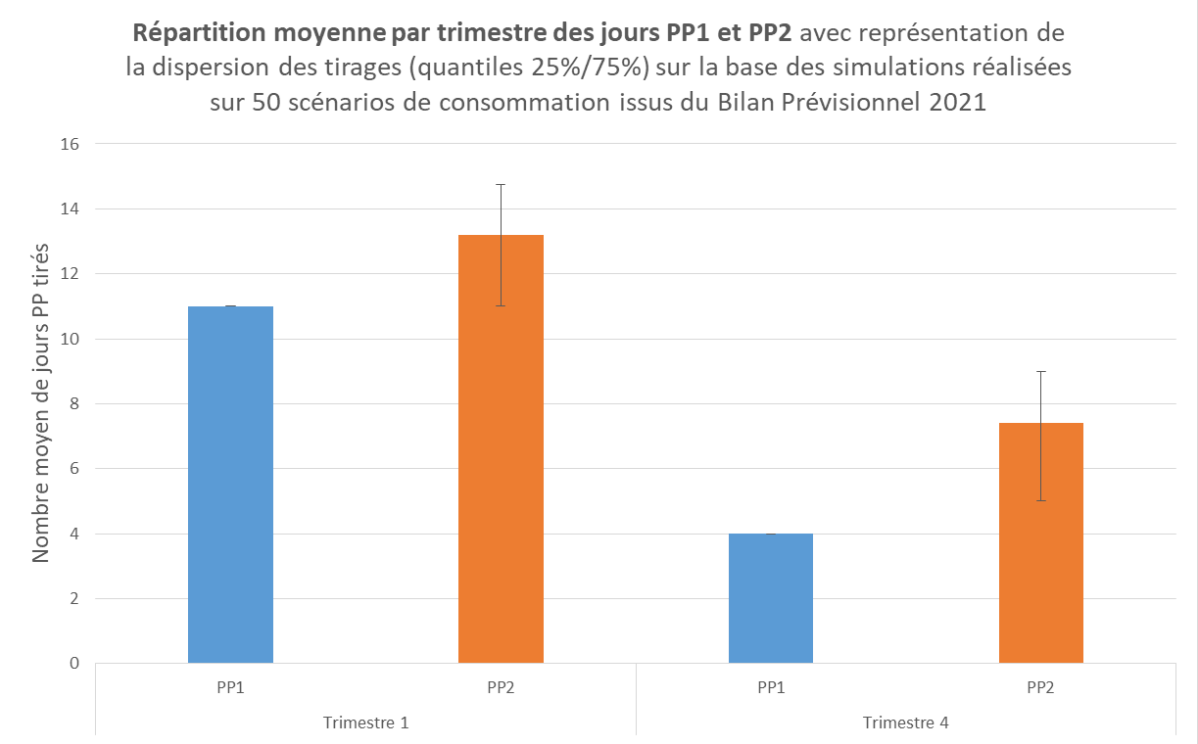
3 Simulations de sélection des jours PP1 et PP2

Pour donner de la transparence sur le fonctionnement de l'algorithme de sélection des jours PP1 et PP2 en vigueur à partir du 01/01/2022, RTE a réalisé des simulations de sélection des jours PP1 et PP2 sur 50 scénarios de consommation issus du Bilan Prévisionnel 2021.

A ce titre, RTE représente ci-dessous les résultats de ces simulations, qui ne préjugent en rien des jours qui seront sélectionnés sur la base des prévisions de consommation disponibles la veille pour le lendemain sur les périodes allant du 1er janvier au 31 mars et du 1er novembre au 31 décembre au cours des prochaines années de livraison.

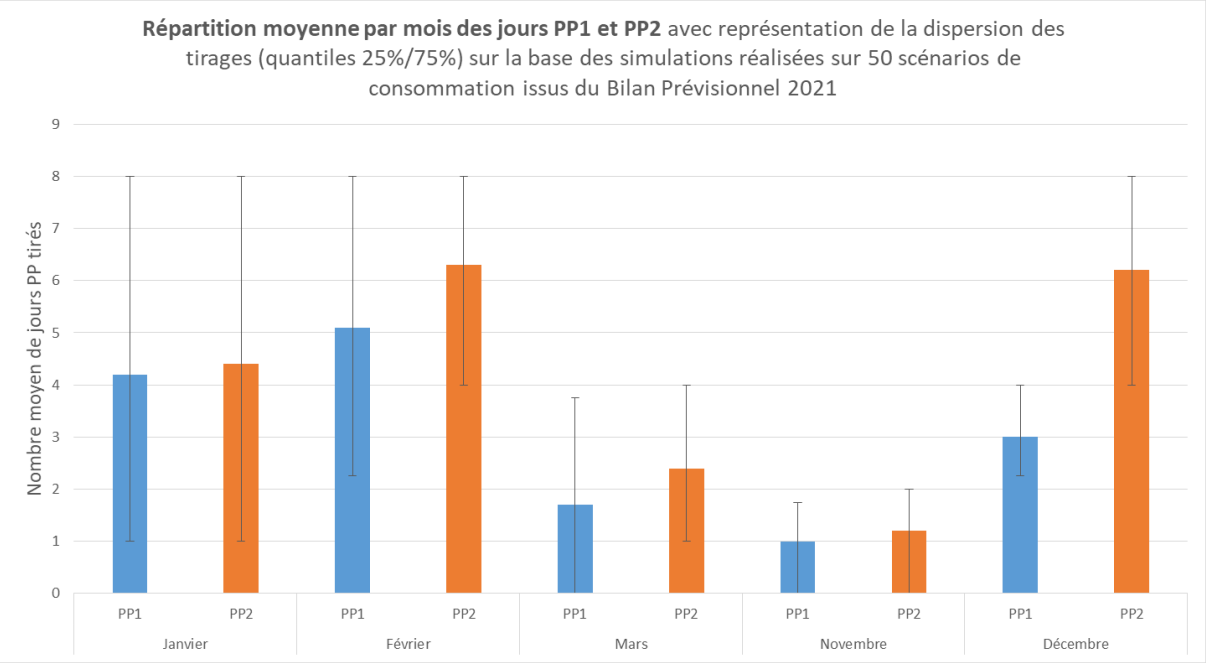
Répartition moyenne par trimestre des jours PP1 et PP2 sélectionnés :

Sur la base des simulations réalisées sur 50 scénarios de consommation issus du Bilan Prévisionnel 2021, RTE représente le nombre moyen de jours PP1 et PP2 sélectionnés sur les 1er et 4ème trimestres, ainsi que la dispersion des tirages associée via le calcul des quantiles 25% et 75%.
A noter que par construction (11 jours PP1 sont sélectionnés sur le trimestre 1 et 4 jours PP1 sont sélectionnés sur le trimestre 4), il n'y a aucune dispersion sur le tirage des jours PP1.



<u>Répartition moyenne par mois des jours PP1 et PP2 sélectionnés :</u>

Sur la base des simulations réalisées sur 50 scénarios de consommation issus du Bilan Prévisionnel 2021, RTE représente le nombre moyen de jours PP1 et PP2 sélectionnés sur les mois de janvier, février, mars, novembre et décembre, ainsi que la dispersion des tirages associée via le calcul des quantiles 25% et 75%.



A noter que compte-tenu du critère décision opérationnelle, RTE estime qu'entre 0 et 4 jours PP2 non PP1 supplémentaires pourront être tirés sur l'année (dans la limite du respect des autres contraintes de sélection des jours PP2). Cette estimation est indicative et peut varier en fonction des années et de la tension sur le système électrique.