



# Méthode de choix des jours PP1

## Fiche explicative de l'algorithme utilisé par RTE

### Introduction

Les règles du mécanisme de capacité, portées par l'arrêté du 29 novembre 2016, détaillent les principes de sélection des jours PP1 utilisés pour le calcul de l'obligation de capacité des acteurs obligés.

Ces principes sont les suivants :

- 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 1<sup>er</sup> janvier au 31 mars et du 1<sup>er</sup> 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 étant également des jours PP2, la contrainte de placement s'appliquant aux jours PP2 vaut indirectement pour les jours PP1. Ainsi, le nombre de jours PP1 signalés en novembre et mars ne doit pas excéder 25% de la totalité des jours PP2 signalés pour une année donnée.
- Pour chaque année de livraison, le nombre de jours PP1 est compris entre 10 et 15.
- Les heures retenues d'un jour PP1 sont les heures des plages [7h ;15h[ et [18h ;20h[ du jour concerné.
- Le signalement des jours PP1 est effectué par RTE la veille pour le lendemain, à 9h30, sur son site internet, à l'adresse suivante : [https://clients.rte-france.com/lang/fr/visiteurs/vie/meca\\_capa/meca\\_capa\\_pp.jsp](https://clients.rte-france.com/lang/fr/visiteurs/vie/meca_capa/meca_capa_pp.jsp)

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

## 1. Principes généraux de fonctionnement de l'algorithme

### 1.1 Type d'algorithme utilisé

L'algorithme de sélection des jours PP1 est un algorithme de gestion des stocks en univers incertain, dont l'objectif est de sélectionner les 10 à 15 jours pour lesquels la consommation nationale sur la plage horaire [7h ;15h[ et [18h ;20[ figure parmi les plus élevées de l'année civile (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 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 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)

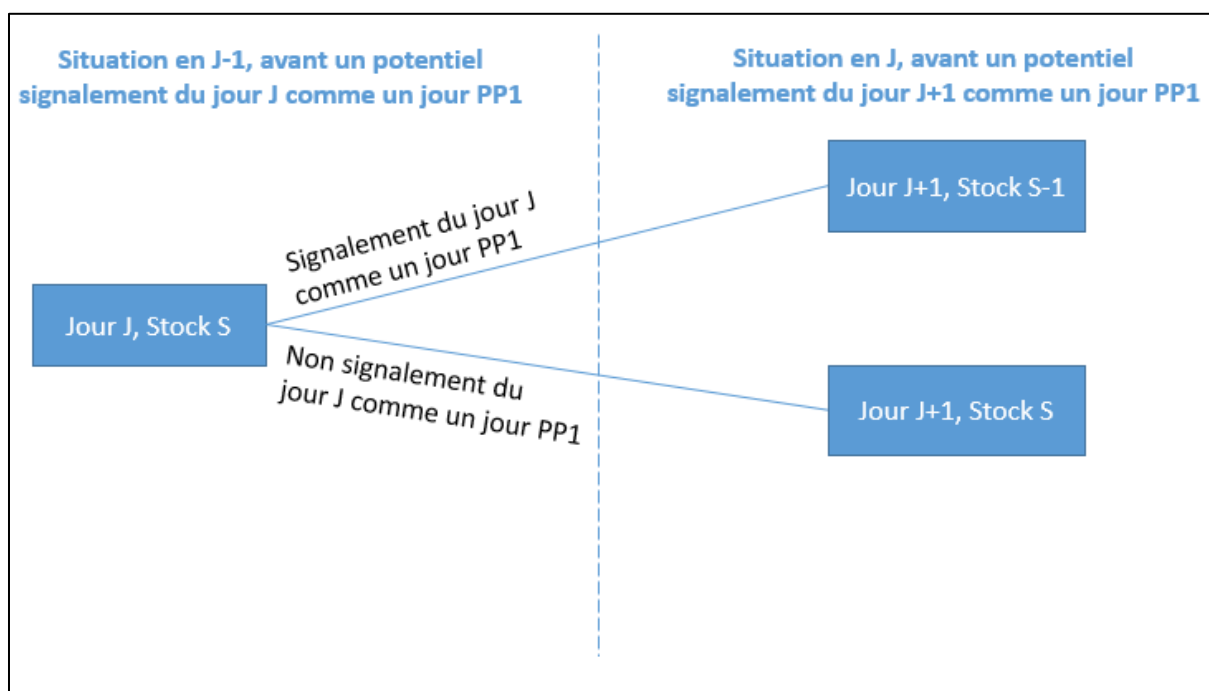


Figure 1: représentation des décisions possibles à l'aide d'un arbre

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 ;20[ des jours PP1 signalés<sup>1</sup>.

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

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

<sup>1</sup> 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.



## Méthode de choix des jours PP1 – Fiche explicative de l’algorithme utilisé par RTE

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 représentatifs utilisés pour calibrer l’algorithme. Afin que le nombre de jours PP1 signalés varie en fonction des caractéristiques de l’année de livraison, plusieurs groupes de scénarios sont considérés (*partie 2*). Pour chacun de ces groupes de scénarios, les seuils de signalement PP1 correspondant à une politique optimale sont calculés (*partie 3*). Ces différents tableaux de seuils, correspondant à différents profils d’années, sont ensuite consolidés dans un unique tableau de décision (*partie 4*).

Ce tableau de seuil est finalement utilisé dans un processus décisionnel, appliqué en J-1, qui permet de déterminer le caractère PP1 ou non du jour à venir, dans le respect des contraintes de placement prévues par les règles (*partie 5*).

## 2. Calibrage 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, ceci afin d’obtenir toutes les configurations-semaine possibles en cas de vague de froid<sup>2</sup>.

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.

Le tableau ci-dessous récapitule les principales informations correspondant à chacun de ces jeux de scénarios.

	Description du jeu de scénarios	Pointe moyenne <sup>3</sup> (en MW)	Ecart type (en MW)	Nombre de scénarios	Nombre de jours PP1 indicatif
Jeu n°1	Forte consommation	96 272	5 958	102	15 jours
Jeu n°2	Consommation moyenne/élevée	92 054	3 913	282	14 jours
Jeu n°3	Consommation moyenne	89 280	2 765	404	13 jours
Jeu n°4	Consommation moyenne/basse	86 665	2 739	408	12 jours
Jeu n°5	Faible consommation	83 271	2 406	204	11 jours

<sup>2</sup> Pour un scénario météo donné, le premier scénario de consommation correspond à une translation de -3 jours, le deuxième à une translation de -2 jours, etc.

<sup>3</sup> Consommation moyenne sur la plage horaire [7h ; 15h[ U [18h ;20h[ des jours de plus forte consommation.

### 3. Calcul des seuils pour chaque jeu de scénarios

Le processus décrit dans cette partie a été appliqué à chacun des jeux de scénarios décrits précédemment.

Pour un jeu de scénarios donné, les seuils de déclenchement PP1 des différents états (jour J, Stock S) sont calculés de manière à maximiser l'espérance de gain des différents parcours possibles.

Les équations correspondantes sont :

$$E[J; S] = w \cdot (E[\text{jour } J + 1; S - 1] + \overline{\text{pointe}_{J | \text{pp1 activé}}}) + (1 - w) \cdot E[J + 1; S]$$

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

Avec :

- $E[J; S]$  l'espérance de gain associée à la politique optimale à suivre à partir de l'état du système (Jour J, Stock S) ;
- $\overline{\text{pointe}_{J | \text{pp1 activé}}}$  la moyenne sur les jours J des scénarios du cluster qui seraient signalés comme PP1, de la consommation maximale constatée sur la plage horaire PP1<sup>4</sup>;
- $w$  la proportion de scénarios du cluster pour lesquels le jour J serait un jour PP1.

### 4. Critère de décision

La méthode décrite au paragraphe précédent donne pour chaque jeu de scénarios un tableau avec le format suivant :

Dates	Jours PP1 signalés	Seuils PP1
2017-02-07	5	89 000 <sup>5</sup>
2017-02-07	4	89 600
Etc.		

L'étape suivante consiste à consolider ces cinq tableaux en un seul. Cette consolidation est faite, pour chacune des combinaisons (Date, Nombre de jours PP1 signalés), en pondérant la valeur des seuils par le nombre de scénarios appartenant aux clusters dans lesquels ce couple (Jour, Nombre de jours PP1 utilisés) est présent :

Exemples :

- Le couple (7 février 2017, 8 jours PP1 signalés) étant présent dans les 5 tableaux :

$$\text{Seuil}_{\text{consolidé}} = \frac{102 * \text{Seuil}_{tb1} + 282 * \text{Seuil}_{tb2} + 404 * \text{Seuil}_{tb3} + 408 * \text{Seuil}_{tb4} + 204 * \text{Seuil}_{tb5}}{1400}$$

<sup>4</sup>  $\overline{\text{pointe}_{J | \text{pp1 activé}}} = \frac{\sum_{\text{Scénario tq jour } J \text{ est PP1}} \text{Max}_{h \in [7h; 15h] \cup [18h; 20h]} \{ \text{Consommation nationale } [j, h] \}}{\text{Nbre des scénarios du cluster pour lesquels } J \text{ est PP1}}$

<sup>5</sup> Valeurs purement illustratives

- Le couple (7 février 2017, 13 jours PP1 signalés) étant présent uniquement dans les 3 premiers tableaux :

$$Seuil_{consolidé} = \frac{102 * Seuil_{tb1} + 282 * Seuil_{tb2} + 404 * Seuil_{tb3}}{102 + 282 + 404}$$

Le tableau de seuils consolidés est ensuite utilisé directement par l’algorithme de décision.

## 5. 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 contraintes de placement sont respectées, le jour J est signalé comme PP1 ; sinon, il est signalé comme non PP1.

Ce processus décisionnel est représenté dans le diagramme ci-dessous, où :

- PointePrev représente la consommation prévisionnelle moyenne, 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.

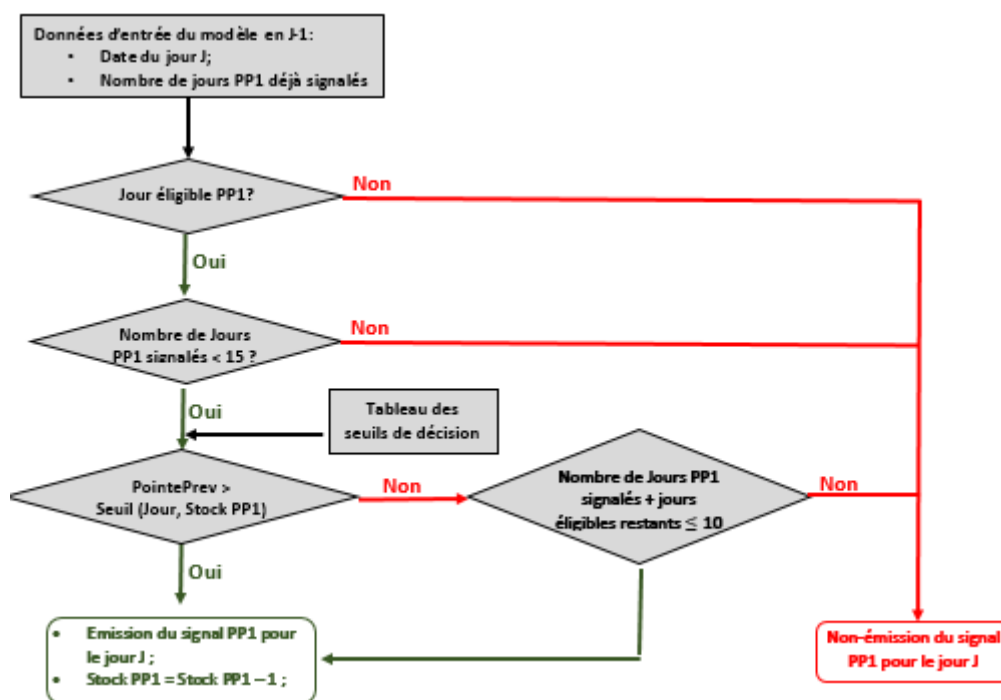


Figure 2: schéma décisionnel de sélection des jours PP1

Un test logique, non représenté sur le diagramme, permet également de vérifier que la somme des jours PP1 signalés pendant les mois de mars et novembre n’excède pas 25% du nombre total de jours PP2 signalés sur l’année.