

Méthode de choix des jours Tempo

Fiche explicative de l'algorithme utilisé par RTE

La Délibération de la Commission de Régulation de l'Energie du 30 octobre 2014 confie à RTE la responsabilité du choix de la couleur des jours pour les tarifs de fourniture à effacements de type « Tempo », à compter du 1^{er} novembre 2014. La Délibération précise :

- Les règles de placement des jours Tempo :
 - Une année « Tempo » s'étend du 1er septembre d'une année au 31 août de l'année suivante
 - [Une année Tempo comprend] 22 jours rouges et 43 jours blancs
 - les jours rouges sont tirés entre le 1er novembre et le 31 mars,
 - les jours rouges ne peuvent être tirés le weekend,
 - un maximum de 5 jours rouges consécutifs peut être tiré,
 - les jours blancs peuvent être tirés toute l'année, sauf le dimanche.
- Le critère de sélection des jours Tempo : *consommation nette, i.e. consommation nationale de laquelle est déduite la production d'électricité fatale*
- RTE mettra en œuvre ces critères sur la base d'une méthode stochastique de gestion des stocks en univers incertain.

Sur la base de l'ensemble de ces consignes, RTE a développé un algorithme de choix de la couleur des jours Tempo. Conformément à la Délibération de la Commission de Régulation de l'Energie du 16 juillet 2015, cette note technique présente le fonctionnement de l'algorithme.

1/ Données

La consommation nette est calculée comme la différence entre :

- La consommation nationale d'une part (en MWh) ;
- Les productions d'électricité éolienne et photovoltaïque d'autre part (en MWh).

Des données historiques sont utilisées pour calibrer l'algorithme. Pour la prise de décision, les données J+1 utilisées sont la prévision nationale de consommation J+1, et les prévisions de production ENR J+1 de RTE. La base de données est alimentée quotidiennement par les nouvelles données réalisées disponibles.

L'algorithme utilise également des données de température moyenne France journalières. Ces données de température ne sont pas utilisées en tant que telles mais pour traiter les autres données dans le processus de normalisation.

La grandeur utilisée dans l'algorithme est la consommation nette moyenne journalière, sur des journées de type Tempo (06h – 06h), calculée de la manière suivante :

$$C_{nette\ j,h} = C_{j,h} - (Prod_{éolienne\ j,h} + Prod_{photovoltaïque\ j,h})$$

$$\overline{C_{nette\ j}} = \frac{\sum_{h=06:00}^{23:00} C_{nette\ j,h} + \sum_{h=00:00}^{05:00} C_{nette\ j+1,h}}{24}$$

2/ Normalisation des données

Les données utilisées par l'algorithme sont normalisées, ce qui permet de les rendre comparables aux données utilisées pour la calibration de l'algorithme. La normalisation est calculée sur un an d'historique glissant, avec une estimation d'une moyenne et d'un écart-type corrigé de la température moyenne annuelle. Cette estimation est réalisée avec des quantiles de consommation et de température.

$$C_{nette\ j,n}^{std} = \frac{C_{nette\ j,n} - q_{conso,n,0.4}}{(q_{conso,n,0.8} - q_{conso,0.4,n}) \cdot e^{\gamma(\kappa + q_{temp,n,0.3})}}$$

q_x : quantile consommation/température de l'année n

$C_{nette,j,n}$: consommation nette du jour j de l'année n

γ est la sensibilité de la consommation à la température, κ la moyenne du quantile 30% de la température moyenne journalière. Ces deux paramètres ont été évalués sur des données historiques et ne sont pas recalculés systématiquement :

γ (correction de la température)	-0.1176
κ (température moyenne du quantile 30%)	8.3042 °C

3/ Algorithme

L'algorithme retenu est basé sur deux fonctions dépendant chacune linéairement :

- de l'avancement dans l'année Tempo ;
- et du stock de jours blancs/rouges restant.

Ces fonctions définissent deux seuils : le franchissement par la consommation nette normalisée du premier seuil donne un jour blanc, le franchissement des deux seuils indique un jour rouge (sous condition du respect des contraintes de placement).

$$\text{Seuil}_{\text{Blanc+Rouge}} = A + B \cdot \text{Jour tempo} + C \cdot \text{Stock restant}_{\text{Blanc+Rouge}}$$

$$\text{Seuil}_{\text{Rouge}} = A' + B' \cdot \text{Jour tempo} + C' \cdot \text{Stock restant}_{\text{Rouge}}$$

Les paramètres des deux fonctions ont été optimisés sur les données historiques et ne sont pas recalculés systématiquement. Leur calibration a été effectuée de manière à maximiser la consommation nette annuelle sur les jours blancs et rouges (pour le premier seuil), et la consommation nette annuelle sur les jours rouges (pour le deuxième seuil).

Paramètres issus de la calibration des seuils :

$$Seuil_k = A + B.Jour\ tempo + C.Stock\ restant_k :$$

Couleur \ Coefficient	A	B	C
Rouge	3.15	- 0.010	- 0.031
Blanc + rouge	4.00	- 0.015	- 0.026

Les deux seuils pour la consommation nette normalisée sont donc les suivants :

$$Seuil_{Blanc+Rouge} = 4 - 0,015.Jour\ tempo - 0,026.Stock\ restant_{Blanc+Rouge}$$

$$Seuil_{Rouge} = 3,15 - 0,01.Jour\ tempo - 0,031.Stock\ restant_{Rouge}$$

La prise de décision sur la couleur d'un jour est basée sur le franchissement des seuils, mais également sur le respect des contraintes de placement et des contraintes de stock.

- Si la consommation nette normalisée franchit le seuil rouge et si le jour J respecte les contraintes de calendrier rouges, il sera marqué comme rouge.
- Si la consommation nette normalisée franchit le seuil blanc+rouge et que le jour n'est pas rouge et respecte les contraintes blanches, il sera marqué comme blanc.
- Si la consommation nette normalisée ne franchit aucun seuil ou si les contraintes imposent un jour bleu, le jour sera marqué comme bleu.

En fin de période, une vérification de l'écoulement du stock est effectuée pour assurer que l'intégralité du stock soit bien placée. En cas de besoin, l'algorithme peut placer des jours même si les seuils requis ne sont pas atteints.

Version simplifiée du modèle

Une « version simplifiée » de l'algorithme de choix des jours Tempo est décrite ci-dessous, à des fins illustratives et pour permettre aux acteurs d'appréhender facilement le fonctionnement de l'algorithme réel. Il est important de noter que l'algorithme décrit n'est pas celui réellement utilisé, et qu'il est fourni uniquement à titre pédagogique.

Etape 1 : Normalisation de la consommation nette

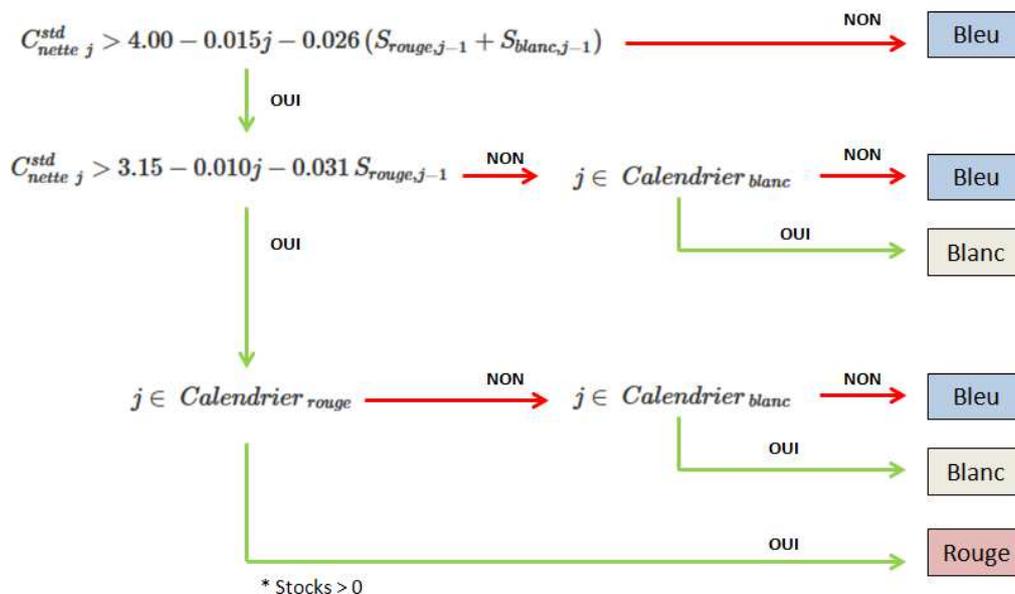
Le calcul de la consommation nette normalisée peut être approché avec la formule suivante :

$$Conso_{nette}^{std} = \frac{Conso_{nette} - 46050}{2160}$$

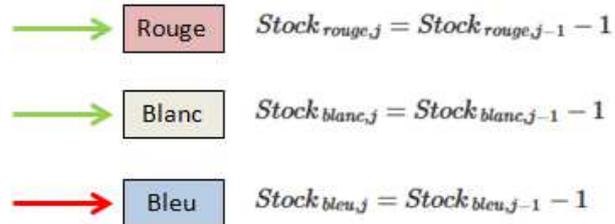
NB : Les valeurs utilisées sont basées sur l'historique 2014-2015. Ces valeurs sont susceptibles de varier de manière importante, notamment entre différentes années car l'historique utilisé pour la normalisation est annuel.

Etape 2 : Comparaison avec les seuils

La consommation nette normalisée est ensuite comparée à deux seuils pour déterminer la couleur du jour. Ces seuils dépendent du numéro du jour dans l'année Tempo (j), ainsi que des stocks restant de jours blancs et rouges (S_{blancs} , S_{rouge})



Les stocks restants sont actualisés après la prise de décision :



	Rouge	$Stock_{rouge,j} = Stock_{rouge,j-1} - 1$
	Blanc	$Stock_{blanc,j} = Stock_{blanc,j-1} - 1$
	Bleu	$Stock_{bleu,j} = Stock_{bleu,j-1} - 1$

NB : la vérification des contraintes de placement et des contraintes de stock n'est pas intégralement représentée dans cette illustration