



Avril 2017

## NOTICE EXPLICATIVE COUTS UNITAIRES HORAIRES

### 1. LES 5 ÉTAPES DE LA CONSTRUCTION TARIFAIRE

Le processus de construction tarifaire se divise en 5 étapes :

#### Étape 1 :

Une chronique de coûts unitaires horaires est établie pour chaque domaine de tension comme la somme de la chronique des coûts unitaires horaires des pertes et de la chronique des coûts unitaires horaires d'infrastructure.

#### Étape 2 :

Cette chronique de coûts unitaires horaires tient compte du fait que chaque utilisateur utilise non seulement le domaine de tension auquel il est raccordé, mais aussi, en cascade, l'ensemble des domaines de tension amont, dans des proportions qui dépendent des flux physiques sur les réseaux.

#### Étape 3 :

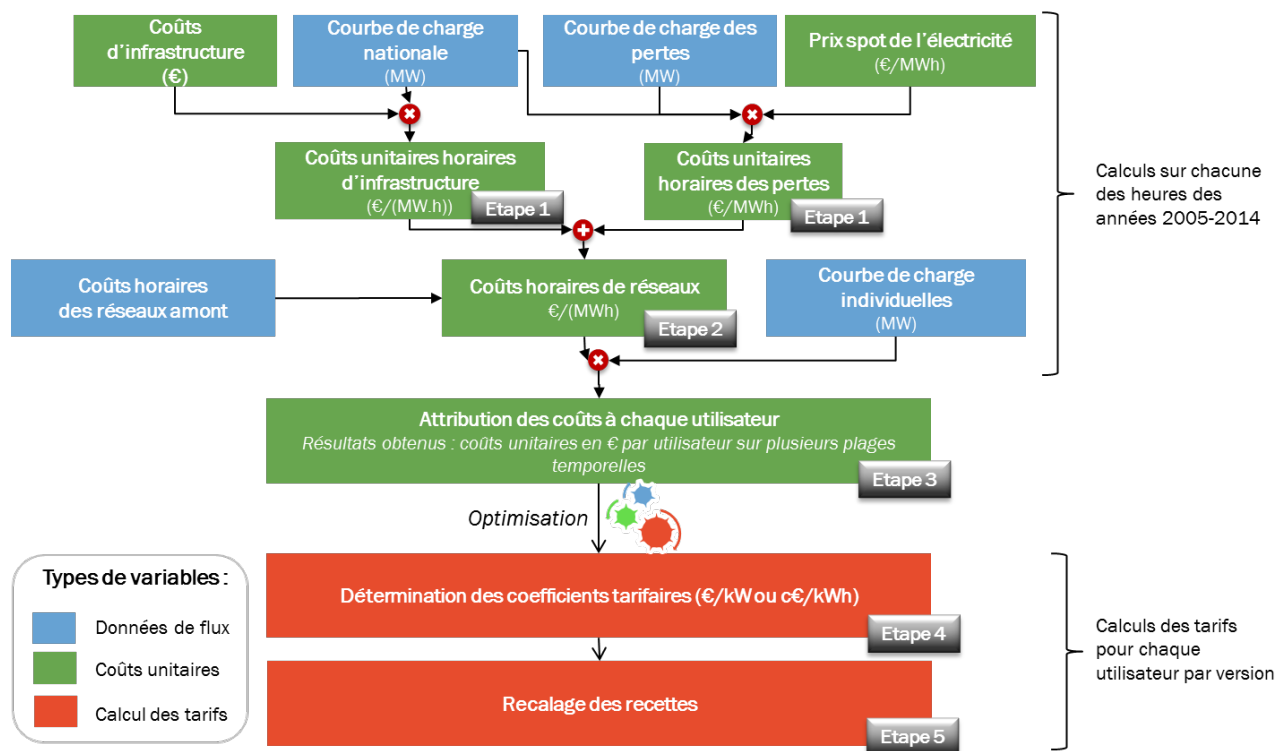
Un coût total annuel est calculé pour chaque utilisateur en faisant le produit de sa courbe de charge et de la chronique des coûts unitaires horaires de son domaine de tension. Ce coût total annuel est réparti en coût total par plage horo-saisonnière en ne considérant que la partie correspondante des courbes de charge et des coûts unitaires horaires.

#### Étape 4 :

Les grilles tarifaires sont définies pour que le tarif payé par chaque utilisateur reflète au mieux les coûts qu'il génère, tout en restant attentif aux autres objectifs mentionnés dans les délibérations TURPE 5 HTB et HTA-BT.

#### Étape 5 :

Les tarifs obtenus sont recalés afin de couvrir la totalité des coûts du gestionnaire de réseau à couvrir par la composante de soutirage.



Les étapes 1 à 2 sont calculées dans le fichier Excel « coûts unitaires » et décrites dans la présente notice.

L'étape 3 impliquant le traitement de courbes de charges individuelles d'utilisateurs contenant des informations commercialement sensibles (ICS), elle est décrite dans la notice « tarifs HTB » sans que les données correspondantes ne soient publiées.

Les fichiers Excel « Tarifs HTB2 » et « Tarifs HTB1 » correspondent aux étapes 4 et 5 de la construction tarifaire et sont décrits dans la notice « Tarifs HTB ».

## 2. DESCRIPTION DE L'ETAPE 1 ET 2 DE LA CONSTRUCTION TARIFAIRE : CALCUL DES COÛTS UNITAIRES HORAIRES

Les coûts des réseaux comprennent les coûts d'infrastructure, c'est-à-dire les charges totales annuelles de RTE (hors pertes), et les coûts des pertes.

### 2.1 Coûts horaires des pertes

Les coûts des pertes sont des coûts variables à court terme dont l'allocation horaire ne pose pas de difficulté majeure puisqu'elle ne dépend que du taux de pertes et des prix de l'énergie. Le coût horaire des pertes est la résultante, pour chaque heure considérée, du produit du taux de pertes et des prix du marché spot.

### 2.2 Coûts horaires d'infrastructure

La répartition des coûts d'infrastructure entre les utilisateurs est plus délicate car ces coûts sont fixes à court terme et il n'existe pas, *a priori*, d'allocation horaire de ces coûts.

Compte tenu des règles de dimensionnement des réseaux qui président aux décisions d'investissement des gestionnaires de réseaux, les soutirages n'ont pas le même impact sur les coûts d'infrastructure en fonction de l'heure de l'année à laquelle ils ont lieu.

#### 2.2.1 Principes généraux

Le principe général retenu pour l'allocation des coûts d'infrastructure au sein de chaque domaine de tension consiste :

- à répartir les coûts de chaque capacité incrémentale de réseau, de façon homogène, sur l'ensemble des heures au cours desquelles cette capacité est utilisée ;
- pour chaque heure, à faire la somme de l'ensemble des coûts incrémentaux de puissance ainsi répartis afin de déterminer des coûts horaires (€/h) ;

## COÛTS UNITAIRES HORAIRES

- pour chaque heure, à rapporter ces coûts aux transits afin d'obtenir des coûts unitaires horaires (€/kW.h).

Pour chaque domaine de tension, les coûts d'infrastructure sont supposés proportionnels à la capacité du réseau. Le coût total du réseau correspond au coût d'un réseau capable d'acheminer l'appel de puissance maximale  $y$  compris, pour les domaines de tension les plus élevés, en cas de défaillance d'un ou deux ouvrages du réseau.

Chaque coût incrémental du réseau, associé à une heure donnée, est calculé comme le produit entre :

- d'une part, la puissance incrémentale correspondante ;
- d'autre part, le ratio entre le coût total du réseau et l'appel de puissance maximale.

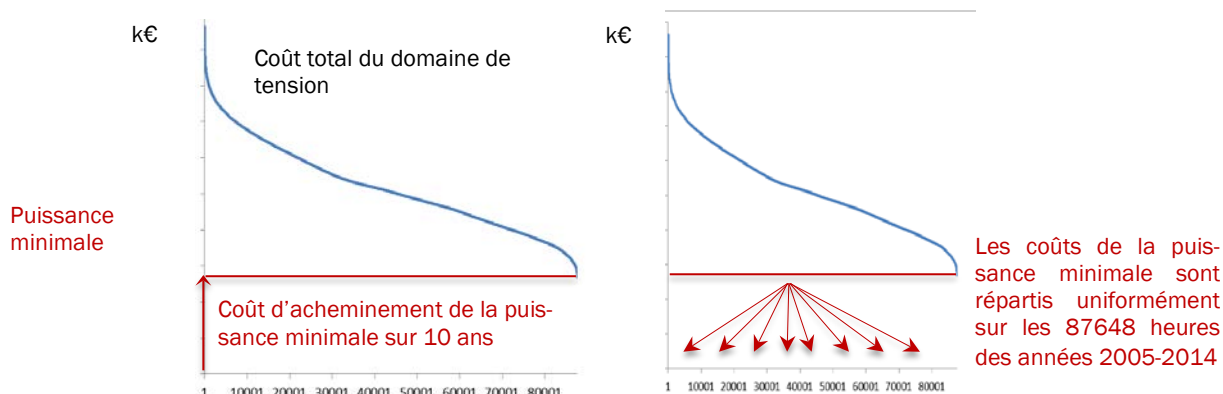
### 2.2.2 Etape 1 : détermination des coûts unitaires horaires par domaine de tension

#### 2.2.2.1 Coûts unitaires horaires d'infrastructure

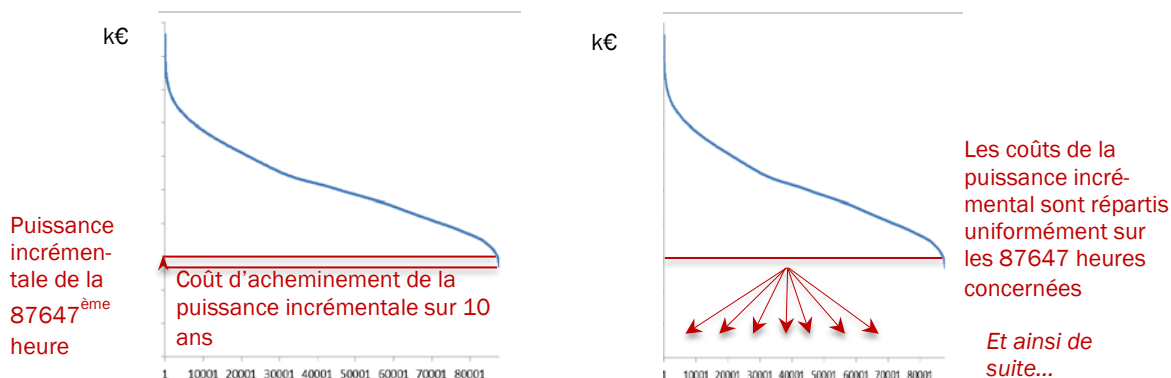
Les calculs sont effectués sur l'ensemble des heures des années 2005 à 2014, soit 87 648 heures, présentées sous le format « heure locale ».

La répartition des coûts d'infrastructure est réalisée à partir des monotones de la puissance transitée chaque heure au niveau national, pour chaque domaine de tension, triées par ordre décroissant. Les heures sont classées de  $i=1$  à  $i=87\,648$ , l'heure 87 648 étant la moins chargée.

Premièrement, les coûts associés à la puissance transitée lors de l'heure la moins chargée sont répartis de façon homogène sur l'ensemble des heures.



Une fois le coût de l'heure la moins chargée alloué sur l'ensemble des heures, la différence entre le coût associé à l'heure la moins chargée et le coût associé à l'heure précédente dans la monotone, dit « coût de la puissance incrémental », est réparti sur les 87 647 premières heures, la 87 648<sup>e</sup> heure n'utilisant pas cette capacité incrémentale de réseau.



De manière récurrente, la différence entre le coût associé à l'heure  $i$  de la monotone et le coût associé à l'heure  $i-1$  est répartie sur les  $i-1$  premières heures, les heures  $i$  et suivantes n'utilisant pas cette capacité incrémentale de réseau.

Une fois ce processus de répartition terminé, on procède pour chaque heure  $i$  à la somme des coûts ainsi répartis, ce qui détermine des coûts horaires.

Pour chaque heure, ces coûts horaires sont rapportés aux transits afin d'obtenir des coûts unitaires horaires d'infrastructure.

### 2.2.2.2 Plafonnement aux coûts marginaux

Les réseaux sont dimensionnés avec une certaine tolérance pour la défaillance d'ouvrage, différente suivant les domaines de tension. Ce degré de défaillance est déterminé par les méthodes de dimensionnement des gestionnaires de réseaux, résultant de considérations technico-économiques, qui consistent notamment à comparer le coût de développement incrémental de réseau et la valeur de l'énergie non-distribuée qu'il éviterait.

En pratique, les gestionnaires de réseaux constatent que ces méthodes conduisent à ce que pendant un certain nombre d'heures, il n'est pas justifié d'un point de vue économique de garantir l'alimentation d'une poche de réseau en cas d'indisponibilité d'ouvrages au sein de cette poche. Cette période est habituellement qualifiée de durée dimensionnante. Si les transits augmentent pendant la durée dimensionnante, la valeur de l'énergie non-distribuée augmente, ce qui peut *in fine* justifier d'investir dans un nouvel ouvrage.

Pour les domaines de tension les plus élevés, compte tenu de la forte redondance des réseaux et en l'absence de défaillance d'ouvrage, les réseaux peuvent acheminer une puissance très largement supérieure à la puissance maximale transitée. Ainsi, l'essentiel des investissements du réseau sont justifiés par la nécessité de renforcer la redondance compte tenu de l'augmentation de l'énergie transitée pendant la durée dimensionnante.

Cette tolérance à la défaillance, qui n'est pas prise en compte dans le calcul des coûts unitaires horaires d'infrastructure résultant de la méthode présentée au 2.2.1.1, peut conduire à des coûts unitaires horaires qui excèdent les coûts marginaux.

Afin de pallier cet effet, les coûts unitaires horaires d'infrastructure sont plafonnés au niveau des coûts marginaux associés à chaque domaine de tension. Les coûts marginaux sont égaux au ratio entre les coûts d'infrastructures à affecter par domaine de tension sur dix ans et de la somme des valeurs de la monotone de charge correspondant à la durée dimensionnante sur dix ans.

### 2.2.2.3 Coûts unitaires horaires d'infrastructure et de pertes

Pour chaque domaine de tension, des coûts unitaires horaires sont établis comme la somme des coûts unitaires horaires des pertes et des coûts unitaires horaires d'infrastructure.

## 2.2.3 Etape 2 : cascade des coûts

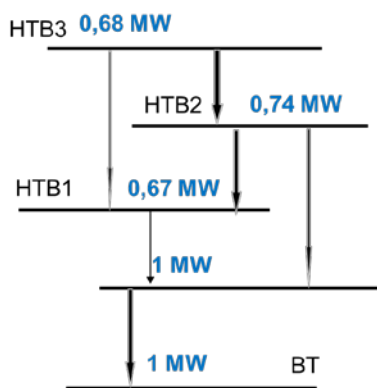
Chaque utilisateur utilise non seulement le domaine de tension auquel il est raccordé, mais aussi, en cascade, l'ensemble des domaines de tension amont, dans des proportions qui dépendent des flux physiques sur les réseaux.

Pour chaque domaine de tension et pour chaque heure, les coûts unitaires horaires cascades sont obtenus comme la somme des coûts unitaires horaires de ce domaine de tension et d'un pourcentage des coûts unitaires horaires des domaines de tension amont, dans les mêmes proportions que les flux physiques.

### Exemple

Soutirer de l'énergie en basse tension induit des flux sur l'ensemble des réseaux amont

- Les consommateurs BT supportent, pour une heure donnée :
  - 100 % du coût BT
  - +100 % du coût HTA
  - + 67 % du coût HTB1
  - + 74 % du coût HTB2
  - + 68 % du coût HTB3
- Des coûts horaires unitaires « cascades » sont ainsi déterminés pour chaque domaine de tension
- La différenciation temporelle des coûts des réseaux amont est intégralement répercutée sur les domaines de tension aval



### 3. DONNEES ET PARAMETRES

#### 3.1 Vue d'ensemble du fichier

Afin d'améliorer sa lisibilité, le fichier Excel « coûts unitaires » est séparé en trois onglets :

- Onglet « Données »
- Onglet « Paramètres »
- Onglet « Calculs »

#### 3.2 Onglet « Données »

Les données d'entrée du fichier sont situées dans l'onglet « Données ». Elles sont les suivantes :

- Monotone des transits (colonnes J à N)

Les chroniques des transits sont triées par ordre décroissant afin d'obtenir des monotones des transits au pas horaire.

- Index permutation inverse (colonnes O à S)

Les « index permutation inverse » correspondent à la position de chaque valeur de la courbe de charge dans la monotone.

$$M_i = T_{R(i)}$$

Avec :

M : monotone des transits

T : chronique des transits

R (i) : rang d'un transit dans la chronique

Ces index sont déterminés afin de pouvoir passer de l'ordre de la monotone à l'ordre chronologique (cf. section 2 Etape 1, Coûts unitaires d'infrastructure chronologiques).

- Pertes (colonnes U à Z)

Les données utilisées pour calculer les coûts liés aux pertes correspondent à la chronique des prix spot de l'électricité sur le marché français sur la période 2005-2014 (colonne U) et aux chroniques des volumes de pertes de chaque domaine de tension, au pas horaire (colonne W à Z).

Cependant, les données de prix ne sont pas disponibles avant le 25 avril 2005. A défaut, la moyenne des prix de mai 2005 à décembre 2014 a été utilisée du 1<sup>er</sup> janvier au 24 avril 2005 (cellules 11 à 2745 de la colonne U).

#### 3.3 Onglet « paramètres »

##### 3.3.1 Paramètres d'entrée

Les variables suivantes sont fournies par RTE et Enedis et utilisées dans la suite des calculs :

- Coûts d'infrastructures à affecter par domaine de tension (ligne 5, colonnes A à F) – k€

La répartition des coûts d'infrastructure par domaine de tension est communiquée par les gestionnaires de réseaux. Pour chaque domaine de tension, les coûts d'infrastructure à répartir par domaine sont notés (C).

- Contribution des transits aux transits des domaines de tension amont (ligne 8 à 13, colonnes A à F) – sans unité

Contributions des transits  
aux transits des domaines  
de tension amont

Source : RTE et Enedis	HTB3	HTB2	HTB1	HTA	BT
HTB3	100%	83%	10%		
HTB2			78%	22%	
HTB1				67%	
HTA					100%

Notation : taux de contribution des transits BT sur le domaine de tension HTA :  $\theta_{HTA/BT}$

Les taux de contribution des transits aux transits des domaines de tension amont sont calculés à partir d'éléments prévisionnels fournis par RTE et Enedis pour les années 2017-2020.

- Durée dimensionnante (ligne 18, colonnes A à F) – heures

La durée dimensionnante, dont la valeur résulte de conclusions d'études techniques des gestionnaires de réseaux, est différente suivant les domaines de tension.

### 3.3.2 Paramètres calculés

Les variables suivantes sont utilisées dans la suite des calculs :

- Coûts marginaux (lignes 24 à 25, colonnes A à F) - €/kWh

Pour chaque domaine de tension, les coûts marginaux sont définis par la formule suivante :

$$Cm = \frac{C * 10}{\sum_{i=1}^{Dm*10} M_i}$$

La valeur  $Cm$  correspond aux coûts d'infrastructure à couvrir sur 10 ans divisée par la somme des valeurs  $M_i$  de la monotone de charge correspondant à la durée dimensionnante ( $Dm$ ) sur dix ans.

- Coefficient de calage entre les recettes avant et après plafonnement par les coûts marginaux (lignes 27 à 31, colonnes A à F) – sans unité

Un coefficient de calage est appliqué aux coûts unitaires de chaque domaine de tension afin de s'assurer que la somme des coûts pondérée par les volumes correspond effectivement aux charges à couvrir.

$$\text{Coefficient de calage} = \frac{C}{\text{Recettes sur un an avant plafonnement coûts marginaux}}$$

## 3.4 Onglet « Calculs »

### 3.4.1 Détermination d'une chronique de coûts unitaires horaires (infrastructure + pertes)

Les calculs visent à répartir les coûts d'infrastructure par domaine de tension puis parmi les différentes heures de l'année, sous la forme d'une chronique de coûts unitaires horaires.

Tous les calculs sont réalisés de manière identique pour chaque domaine de tension.

- Monotone des transits : voir section 1. (colonnes I à M) - kW

Les transits sont triés sous la forme de monotone afin de déterminer les coûts d'infrastructure de manière incrémentale, ce qui implique d'avoir des valeurs triées de façon décroissante.

- Index permutation inverse : voir section 1. (colonnes N à R) - sans unité

Les index permutation inverse permettent de reconstituer le vecteur de coûts unitaires horaires suivant une forme chronologique, permettant ainsi leur projection sur les courbes de charges individuelles des utilisateurs.

- Coûts incrémentaux d'infrastructure (colonnes S à W) – k€/h

Les valeurs du vecteur des coûts incrémentaux d'infrastructure  $C$  correspondent, pour chaque heure, aux coûts de la puissance incrémentale, rapportée à la durée durant laquelle elle est utilisée.

La durée considérée étant de dix ans, les coûts sont à répartir sur la même période.

$$C_i = \left[ (M_i - M_{i+1}) * \frac{C * 10}{M_1} \right] / H_i$$

$H_i$  représente le vecteur des heures des années 2005 à 2014 trié par ordre croissant.

- Coûts totaux d'infrastructures au pas horaire (colonnes X à AB) - k€/h

Les coûts totaux d'infrastructure correspondent la somme des coûts incrémentaux pour chaque heure.

$$I_i = I_{i-1} + C_i$$

- Coûts unitaires horaires d'infrastructure (colonnes AC à AG) - €/MW.h

Les coûts totaux d'infrastructure de chaque heure sont rapportés aux transits de cette heure afin d'obtenir des coûts unitaires horaires d'infrastructure.

$$U_i = \frac{I_i}{T_i} * 10^6$$

- Coûts unitaires plafonnés aux coûts marginaux (colonnes AH à AL) - €/MW.h

Les coûts unitaires horaires d'infrastructure sont plafonnés par les coûts marginaux. Ces coûts plafonnés sont notés « coûts unitaires d'infrastructure » pour la suite. (cf. 1.3).

$$U^*_i = \min (U_i; Cm)$$

- Coûts unitaires d'infrastructure chronologiques (colonnes AM à AQ) - €/MW.h

Les coûts unitaires, jusqu'ici sous la forme de monotone, sont triés suivant un ordre chronologique, en vue de permettre la projection des coûts unitaires totaux (infrastructure + pertes) sur les courbes de charge des utilisateurs (cf. **étape 3**).

$$Uf = index(U; R_i)$$

- Coûts unitaires des pertes (colonnes AR à AV) - €/MW.h

Le coût horaire des pertes est la résultante du produit du taux de pertes et des prix du marché spot.

$$L = spot * \frac{P_x}{T} * 1000$$

Spot : chronique des prix spots en €/MWh

$P_x$  : volume des pertes du domaine de tension x en MWh

$T$  : transits du volume de tension x en kW

- Coûts unitaires horaires (colonnes pertes et infrastructure) - (AW à BA) - €/MW.h

Une chronique de coûts unitaires horaires est établie pour chaque domaine de tension comme la somme de la chronique des coûts unitaires horaires des pertes et de la chronique des coûts unitaires horaires d'infrastructure.

$$A = Uf + L$$

### 3.4.2 Détermination des « coûts unitaires horaires plafonnés cascades » - (colonnes BB à BF) - €/MW.h

La chronique de coûts unitaires tient compte du fait que chaque utilisateur utilise non seulement le domaine de tension auquel il est raccordé, mais aussi, en cascade, l'ensemble des domaines de tension amont, dans des proportions qui dépendent des flux physiques sur les réseaux.

Les « coûts unitaires horaires plafonnés cascades »  $W_x$  sont obtenus en appliquant un taux de contribution des domaines de tension amont aux coûts unitaires du domaine de tension considéré.

$$W_{HTB2} = A_{HTB2} + (\theta_{HTB3/HTB2}) \cdot A_{HTB3}$$