



Le réseau
de transport
d'électricité

Webinaire Loi de Finances 26 Arrêté art. 184

Copyright RTE – 2026. Ce document est la propriété de RTE.
Toute communication, reproduction, publication même partielle est interdite sauf
autorisation écrite du Gestionnaire du Réseau de Transport d'Électricité (RTE)



Sommaire

01

Rappel des besoins système

02

La profondeur des arrêts

03

Les modalités d'arrêts



Rappel des besoins système

Rappel des problématiques liées aux arrêts EnR

LES ARRÊTS DE PRODUCTION EN CAS DE PRIX NÉGATIFS SONT GLOBALEMENT FAVORABLES À LA GESTION DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE...

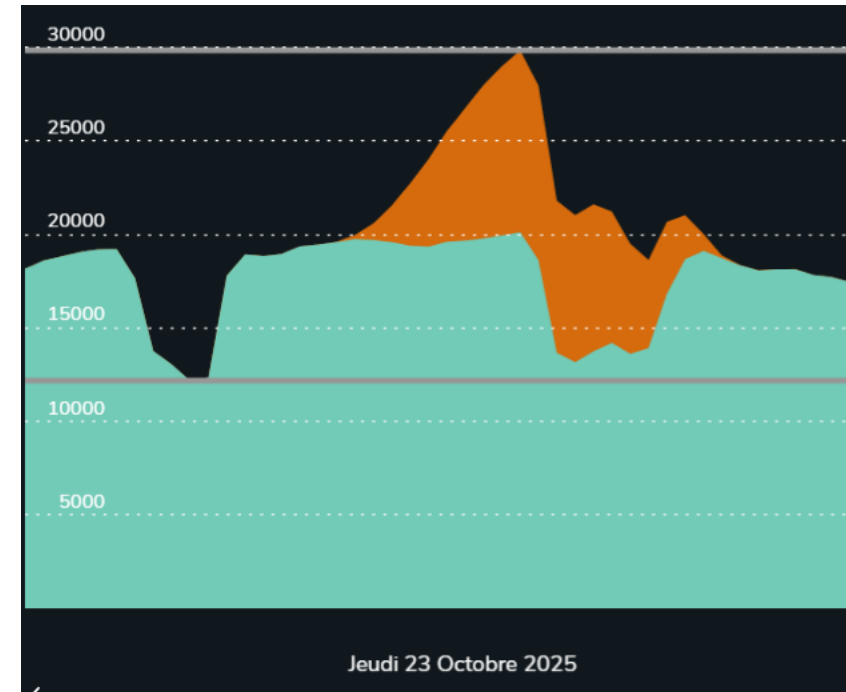
Historiquement, les installations EnR, du fait de l'obligation d'achat, ne répondaient pas aux signaux prix transmis par les marchés de l'électricité.



Depuis la mise en place du complément de rémunération, celles-ci ont une **incitation financière forte à s'arrêter lors d'épisodes de prix spot négatifs** (davantage que les parcs sans soutien)



Ce comportement est **globalement favorable à la gestion du système électrique** : si les installations ne s'arrêtaient pas, l'équilibrage du système par les Responsables d'Equilibre et RTE aurait des coûts bien supérieurs, voire ne serait pas possible.



*Exemple d'arrêts en cas de prix négatifs
23/10/25 – 8 GW d'arrêts à 14h
Source : RTE - eco2mix*

Rappel des problématiques liées aux arrêts EnR

...,MAIS DOIVENT ÊTRE MIEUX ENCADRÉ

Avec la croissance du parc sous Complément de Rémunération, **RTE constate depuis quelques années que ces arrêts se font de manière trop brusque**. Ils doivent donc être mieux encadrés, pour répondre à 3 problématiques :

- 1. La prévisibilité** : afin d'assurer l'équilibrage, RTE doit pouvoir anticiper les variations des paramètres du système et notamment de la production EnR. Cette prévisibilité passe par la bonne mise en œuvre de la programmation – ce qui n'est pas le cas aujourd'hui
- 2. La profondeur d'arrêt** : Les incitations données par les contrats doivent permettre d'adapter la profondeur de ces arrêts au réel surplus de production, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui (en particulier lorsque les prix sont très faiblement négatifs).
- 3. Les modalités d'arrêts et reprises de la production EnR en cas de prix spot négatif** : les phases d'arrêt et de reprise de production EnR lors des prix spot négatifs impactent de plus en plus fortement la fréquence électrique car elles ne sont pas suffisamment encadrées aujourd'hui, ni en termes de bornes temporelles, ni en termes de progressivité entre ces bornes.



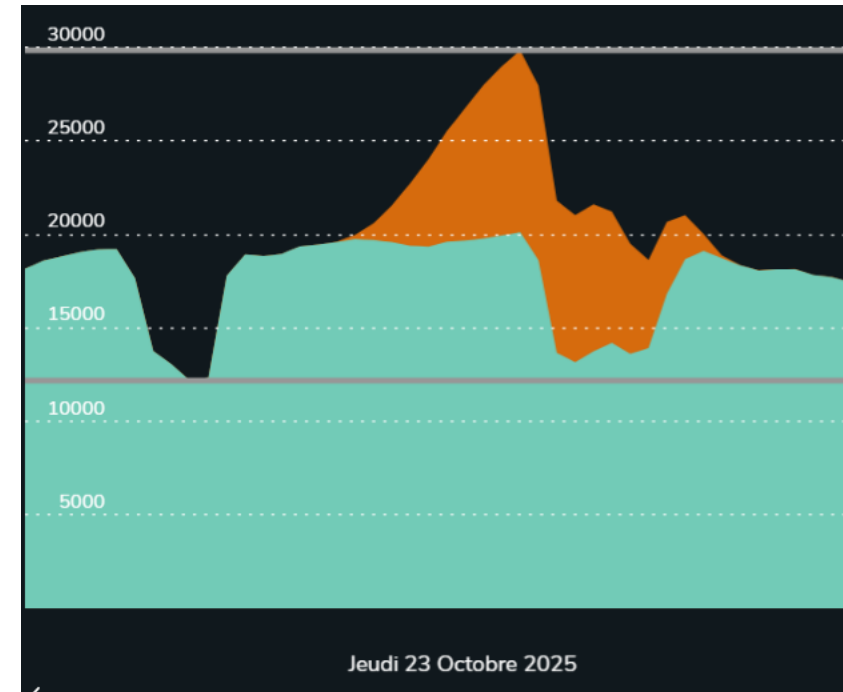
Ces problématiques ont été présentées lors d'instances de concertation en 2025 (CPSR de juin 2025, CAM de novembre 2025), publiées dans le Bilan Prévisionnel 2025 et ont fait l'objet de mesures déclinées notamment dans le Loi de Finances 2025

Rappel des problématiques liées aux arrêts EnR

EXEMPLE DU 23 OCTOBRE 2025 AVEC 8 GW D'ARRÊTS

Le 23/10/2025, un épisode de prix négatifs démarré à 14h a entraîné un volume d'arrêt de production EnR d'environ 8GW.

- 1. La prévisibilité :** Lors de cet arrêt, seul 1 GW avait été déclaré à RTE dans les programmes reçus des acteurs.
- 2. La profondeur d'arrêt :** L'arrêt de production a engendré un déséquilibre significatif du système électrique français (déficit de production de 3 GW).
- 3. Les modalités d'arrêts et reprises de la production EnR en cas de prix spot négatif :** Les arrêts ont démarré 15 minutes avant le début du prix spot négatif, engendrant un écart de fréquence atteignant -100 mHz, malgré la mise en œuvre par RTE de plus de 2 GW d'ajustement de production à dynamique rapide pour compenser ces arrêts.



*Exemple d'arrêts en cas de prix négatifs
23/10/25 – 8 GW d'arrêts à 14h
Source : RTE - eco2mix*

Rappel des problématiques liées aux arrêts EnR

DES DÉSÉQUILIBRES PONCTUELS IMPORTANTS

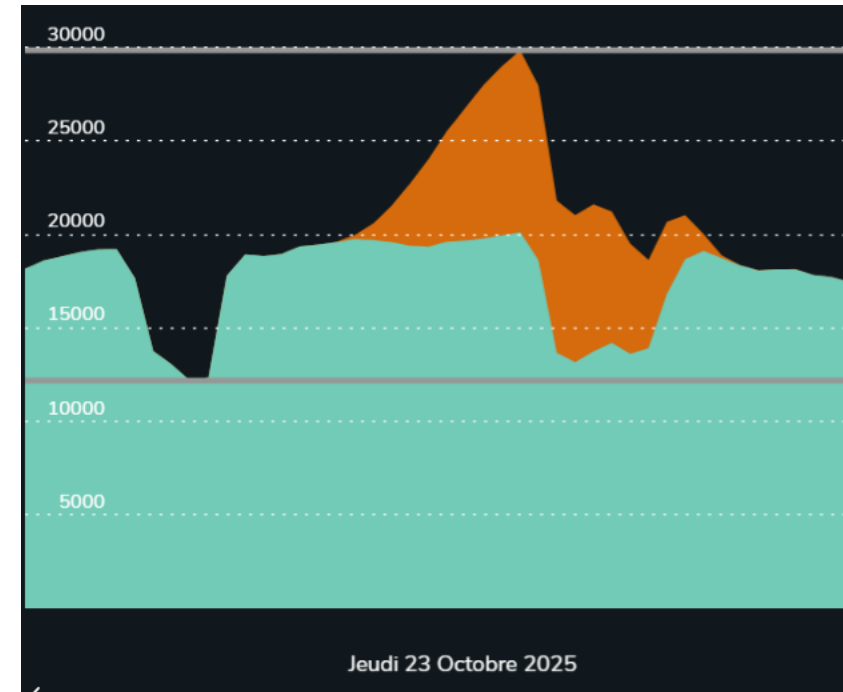
Le comportement actuel des arrêts EnR en cas de prix négatif soulève deux problématiques pour le système électrique :

- Un **volume trop important d'arrêts** au même instant, dépassant les volumes de réserves, génère un impact significatif sur la fréquence européenne.
- La **désynchronisation entre les arrêts** par les producteurs (parfois anticipés de 15 minutes) **et leur compensation par les Responsables d'Equilibre** (sur 10 minutes centrée autour de l'instant de changement des prix) génère d'importants déséquilibre

Pour compenser ces déséquilibres, RTE doit solliciter des réserves, générant des surcouts.



Il est nécessaire de faire évoluer ce comportement **afin de maîtriser les impacts de ces variations de production sur la fréquence électrique.**



*Exemple d'arrêts en cas de prix négatifs
23/10/25 – 8 GW d'arrêts à 14h
Source : RTE - eco2mix*



**La profondeur des
arrêts est parfois trop
importante**

La profondeur des arrêts est parfois trop importante

UN COMPORTEMENT BINAIRE LIÉ AUX CONDITIONS DE VERSEMENT DE LA PRIME « PNEG »



Le dispositif du complément de rémunération prévoit, depuis sa création en 2016, le **versement d'une prime dite « prix négatif »** incitant les producteurs à ne pas produire en cas de prix spot négatifs, tout en neutralisant l'impact de ces arrêts sur le financement des projets.

L'incitation portée par cette prime conduit **tous les producteurs EnR sous Complément de Rémunération à arrêter leur production quand le prix spot est négatif :**



- l'arrêt de production va globalement dans le bon sens pour le système électrique (sinon RTE aurait besoin d'ajuster à la baisse sur le mécanisme d'ajustement),
- mais **les conditions liées au versement de la prime ne permettent pas d'adapter le volume d'arrêt au volume réel de surplus** de production.

La profondeur des arrêts est parfois trop importante

UN COMPORTEMENT BINAIRE LIÉ AUX CONDITIONS DE VERSEMENT DE LA PRIME « PNEG »

La prime a un effet binaire qui conduit à **des volumes d'arrêts supérieurs au besoin** même si le prix est très faiblement négatif, dans une temporalité non adaptée aux besoins du marché et du système électrique.

Sur l'année 2025 :

- les **volumes d'arrêts** estimés étaient en moyenne de **4500 MW** lors d'une entrée en prix négatifs
- dans le même temps, la **variation d'import** était en moyenne de **3200 MW**,
- soit **une compensation moyenne de 71%** des arrêts par des imports



Les tolérances à la production des installations en CR introduites par la loi de finances 2025 en cas de prix faiblement négatif **n'ont pas montré à date leur complète efficacité face à ce comportement.**

Baisses des exports quand la production EnR s'écrête



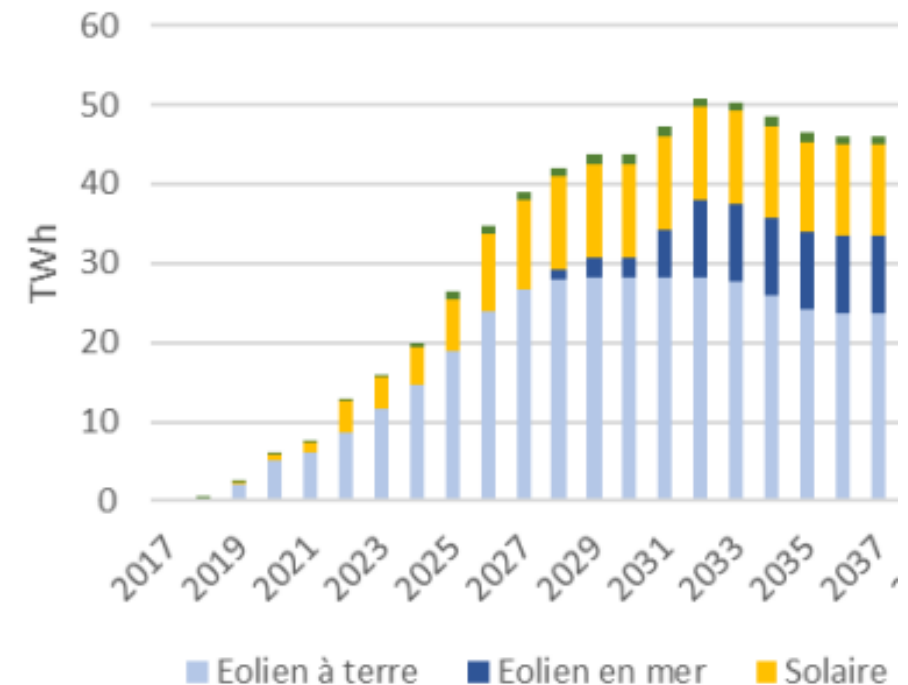
■ Solaire ■ Eolien ■ Solde exports / imports

La profondeur des arrêts est parfois trop importante

UN VOLUME D'ARRÊT CROISSANT CHAQUE ANNÉE

Ces arrêts simultanés sont en **croissance constante depuis 2020**, avec un pic de 10 GW d'arrêts observé au printemps 2025, soit plus de 3 fois la réserve primaire européenne.

Ces volumes trop importants d'arrêts au même instant génèrent un **impact significatif et croissant sur la fréquence en Europe continentale** et mobilisent les réserves du système électrique (qui ne sont donc plus disponibles pour répondre à un aléa).



Evolution de la répartition par filière de la production des installations bénéficiant d'un contrat de CR engagé avant fin 2024 – source CRE



**Les modalités d'arrêts
et reprises doivent être
encadrés**

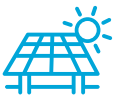
Des modalités d'arrêts et reprises à encadrer

LA VARIATION DES ÉCHANGES EST SYNCHRONISÉE AU NIVEAU EUROPÉEN



Les flux d'échanges aux frontières, et plus généralement les variations de la production en France en Europe entre deux pas de règlement des écarts, évoluent dans l'intervalle [T-5min ; T+5min].

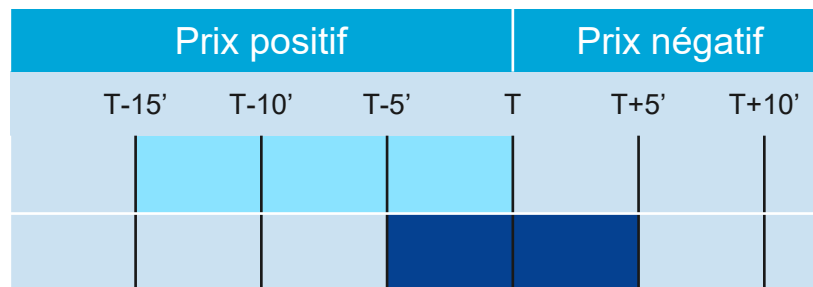
Ce comportement **synchronisé au niveau européen**, est encadré par l'article 136 du code européen System Operations Guideline SOGL, et du Synchronous Area Framework Agreement (SAFA) associé



Or **les arrêts et reprise en cas de prix négatifs sont désynchronisés** de cette dynamique :

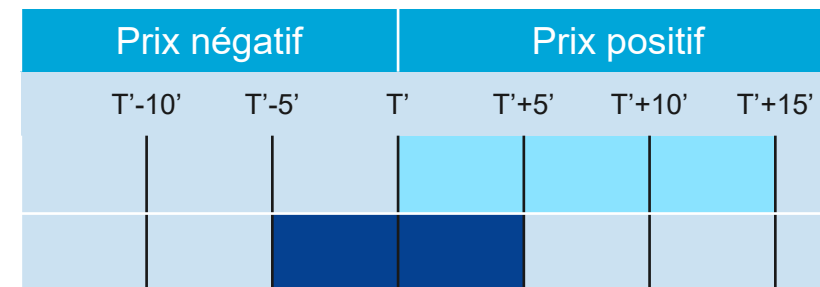
- les arrêts démarrent jusqu'à 15 minutes avant T et sont terminés à l'instant T
- les reprises démarrent après T' et sont terminées à T+15'

Variations EnR
Variation échanges



Début de plage de prix négatifs

...



Fin de plage de prix négatifs

Des modalités d'arrêts et reprises à encadrer

LA VARIATION DES ÉCHANGES EST SYNCHRONISÉE AU NIVEAU EUROPÉEN

Extrait SAFA - **B-4 CALCULATION OF THE CONTROL PROGRAM ACCORDING TO ARTICLE 118(1)(G) SO GL (MANDATORY)**

In accordance with Article 136 of SO GL, the ramping period for ACE calculation in synchronous area CE is defined as follows:

- the starting point of the ramping period of the control program is 5 minutes before the control program changes;*
- the ending point of the ramping period of the control program is 5 minutes after the control program changes;*
- the length of the ramping period is 10 minutes, the ramping is linear.*

[...]

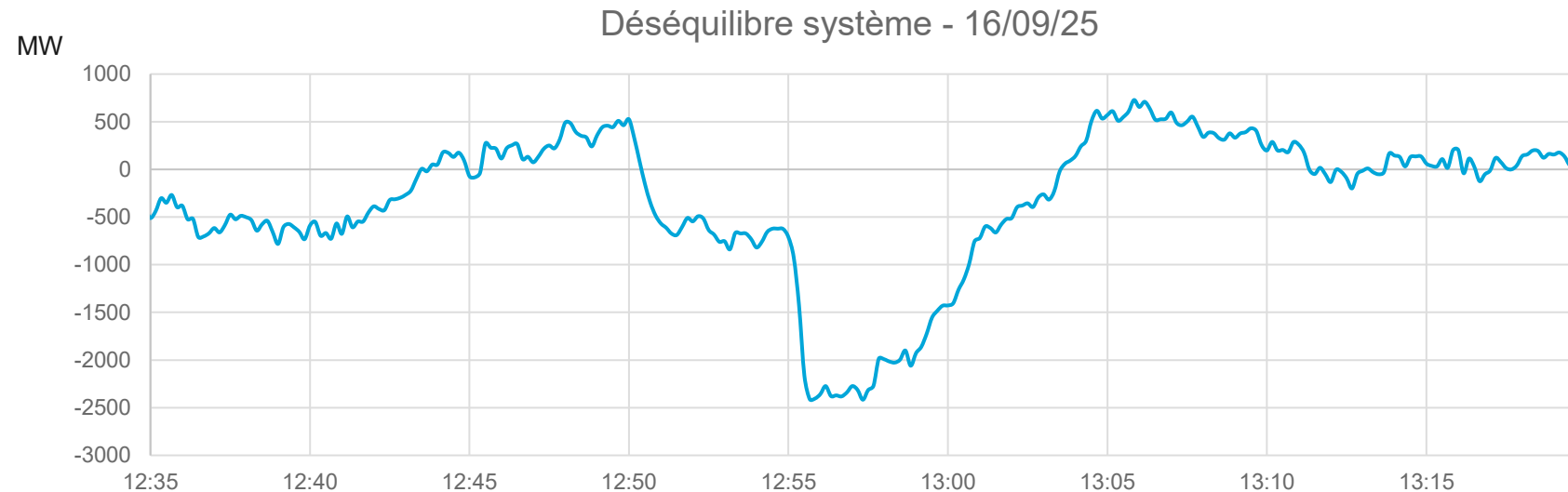
In order to prevent unintentional Frequency Deviations and major control actions under undisturbed conditions, TSOs are required to maintain careful compliance with times for program changes, particularly where changes in the exchange programs of several hundred MW are involved. In particular, care must be taken to ensure that generating capacity is brought on line or disconnected on a staggered basis.

[...]

Ramping should be considered by each TSO of a LFC area in order to minimize the activation of active power reserves, the magnitude of the ACE and the corresponding Frequency Deviation. This could be reflected, for example, with financial incentives or operational requirements provided by TSO to generating units to follow the defined ramping requirements.

Des modalités d'arrêts et reprises à encadrer

ILLUSTRATION DU BESOIN D'ARRÊT SUR [T-5;T+5]



Le 16/09/2025, un épisode de prix négatif a lieu entre 13h et 15h. **Les arrêts sont estimés à 6,5 GW**, et partiellement compensés par une modification des échanges aux frontières **de 5 GW d'imports supplémentaires**.

L'impact de la désynchronisation actuelle entre les arrêts des EnR en CR et le changement des programmes d'échanges aux interconnexions est illustré par le **déséquilibre système**, qui est la différence entre les échanges commerciaux et les échanges physiques (ACE – Area Control Error)

Des modalités d'arrêts et reprises à encadrer

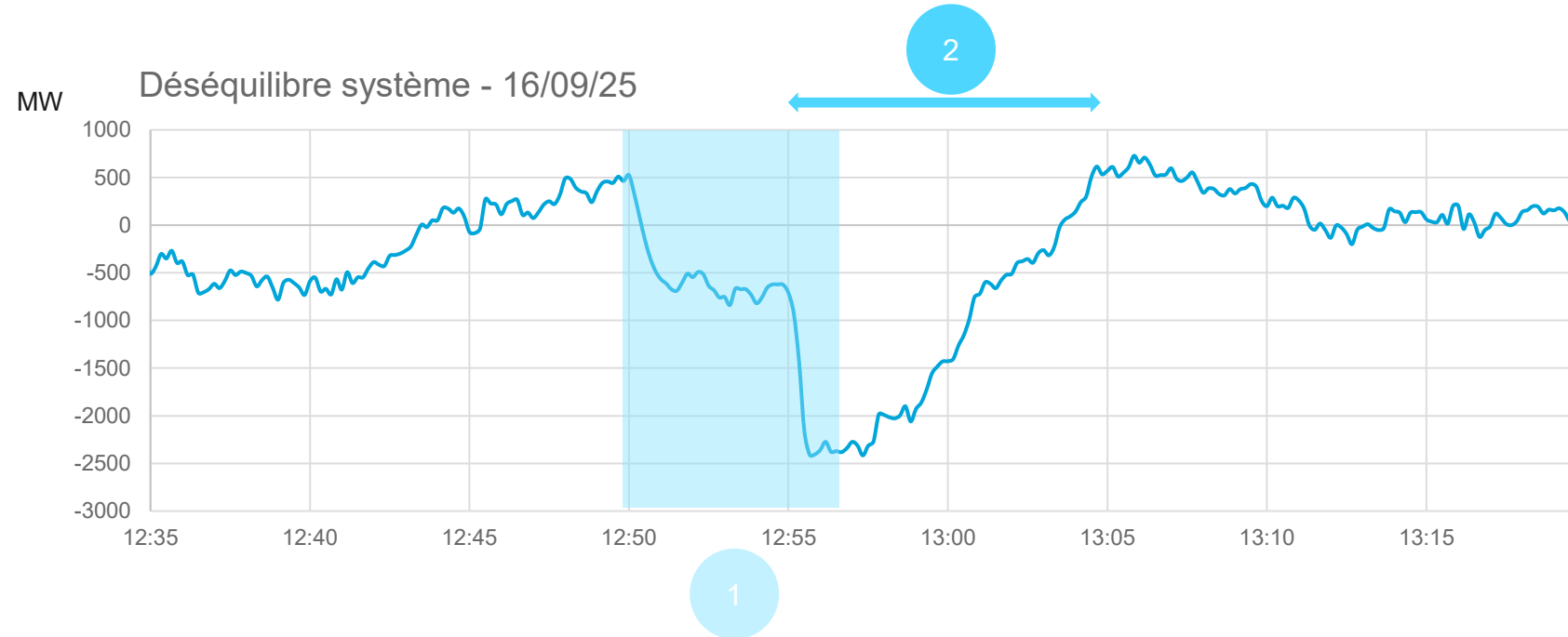
ILLUSTRATION DU BESOIN D'ARRÊT SUR [T-5;T+5]



1. A partir de 12h50, puis à 12h55, plusieurs vagues d'arrêts créant un déséquilibre de -2500 MW

Des modalités d'arrêts et reprises à encadrer

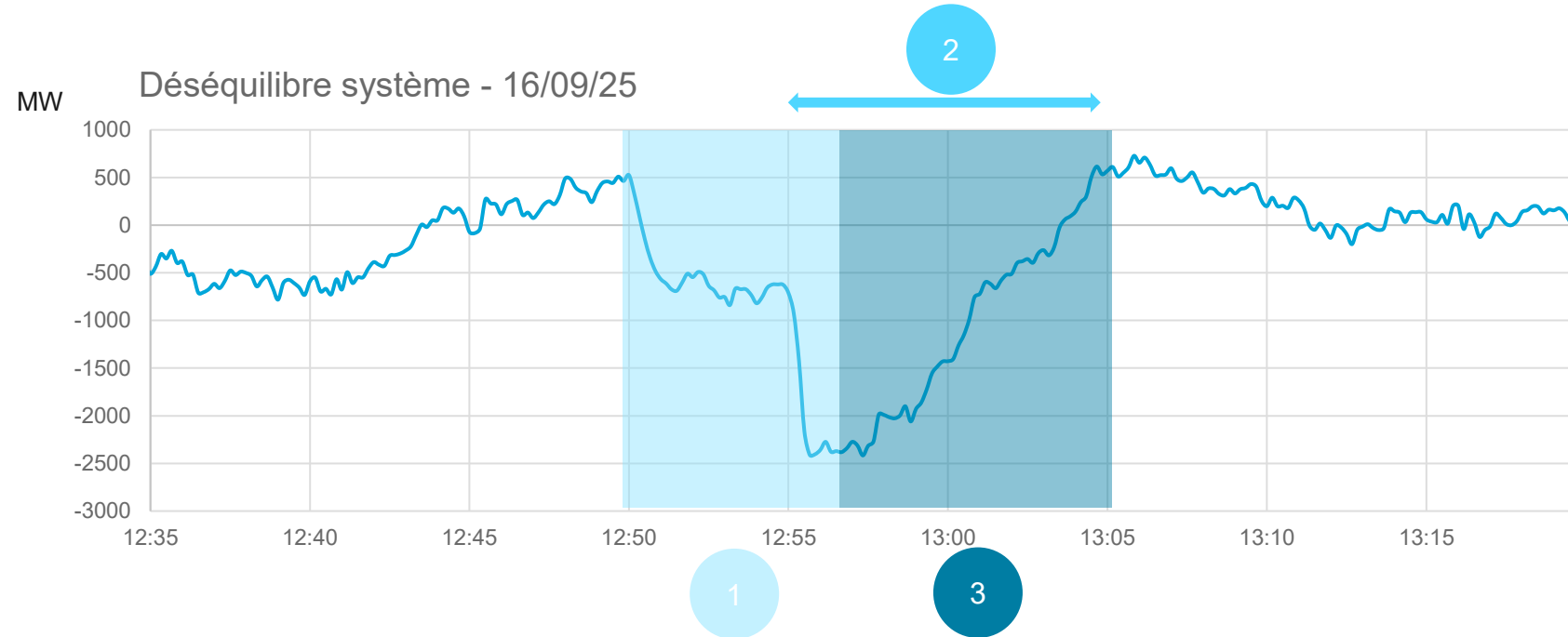
ILLUSTRATION DU BESOIN D'ARRÊT SUR [T-5;T+5]



1. A partir de 12h50, puis à 12h55, plusieurs vagues d'arrêts créant un déséquilibre de -2500 MW
2. A partir de 12h55 et jusqu'à 13h05, changement de programme aux interconnexions, synchronisé au niveau européen, avec une augmentation des imports de 5 GW

Des modalités d'arrêts et reprises à encadrer

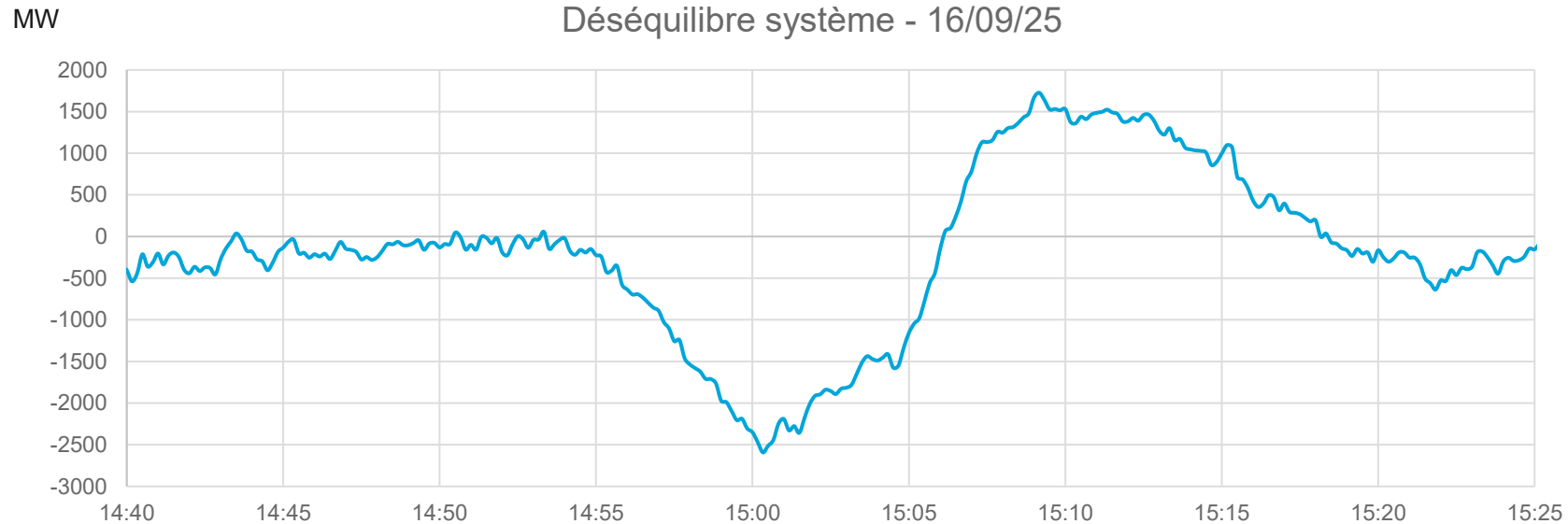
ILLUSTRATION DU BESOIN D'ARRÊT SUR [T-5;T+5]



1. A partir de 12h50, puis à 12h55, plusieurs vagues d'arrêts créant un déséquilibre de -2500 MW
2. A partir de 12h55 et jusqu'à 13h05, changement de programme aux interconnexions, synchronisé au niveau européen, avec une augmentation des imports de 5 GW
3. D'abord l'écart se stabilise car l'import des premières minutes est compensé par des derniers arrêts qu'on peut voir jusqu'à 12h58 environ, puis le reste de l'augmentation des imports finit par rétablir l'équilibre

Des modalités d'arrêts et reprises à encadrer

ILLUSTRATION DU BESOIN D'ARRÊT SUR [T-5;T+5]

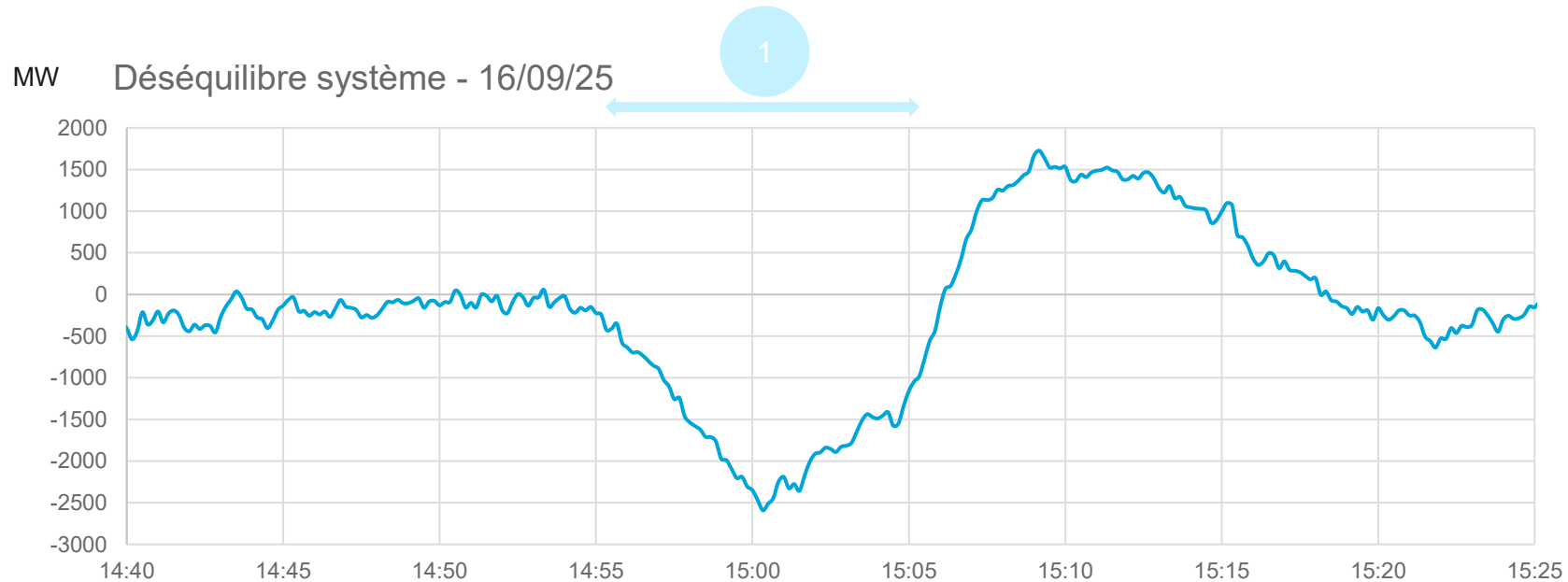


Le 16/09/2025, un épisode de prix négatif a lieu entre 13h et 15h. **Les reprises sont estimées à 7 GW**, et partiellement compensés par une modification des échanges aux frontières de **4,6 GW d'exports supplémentaires**.

L'impact de la désynchronisation actuelle entre les arrêts des EnR en CR et le changement des programmes d'échanges aux interconnexions est illustré par le **déséquilibre système**, qui est la différence entre les échanges commerciaux et les échanges physiques (ACE – Area Control Error)

Des modalités d'arrêts et reprises à encadrer

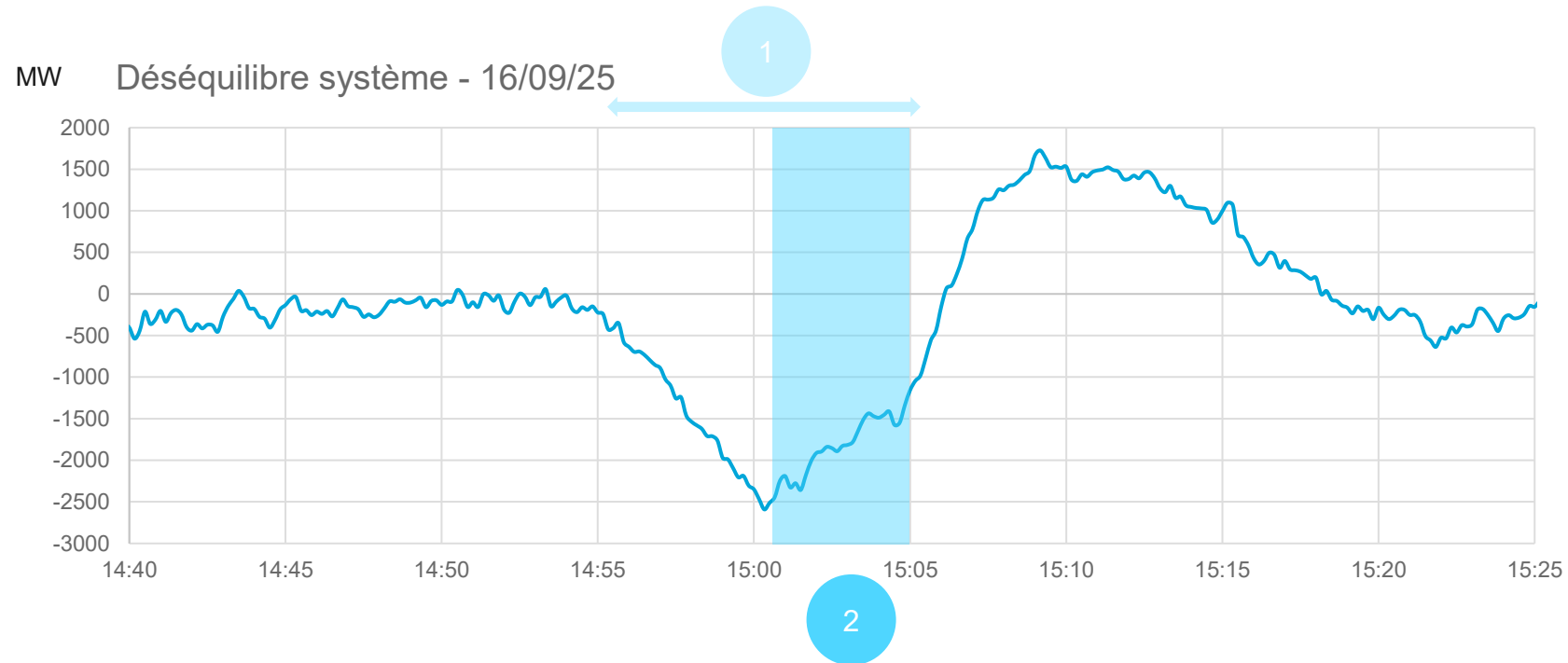
ILLUSTRATION DU BESOIN D'ARRÊT SUR [T-5;T+5]



1. A partir de 14h55 et jusqu'à 15h05, changement de programme aux interconnexions, synchronisé en Europe. Les reprises EnR n'ayant pas encore débuté, l'écart de réglage se creuse jusqu'à 15h pour atteindre -2600 MW

Des modalités d'arrêts et reprises à encadrer

ILLUSTRATION DU BESOIN D'ARRÊT SUR [T-5;T+5]



1. A partir de 14h55 et jusqu'à 15h05, changement de programme aux interconnexions, synchronisé en Europe. Les reprises EnR n'ayant pas encore débuté, l'écart de réglage se creuse jusqu'à 15h pour atteindre -2600 MW.
2. A partir de 15h01, premiers redémarrages venant absorber l'augmentation des exports.

Des modalités d'arrêts et reprises à encadrer

ILLUSTRATION DU BESOIN D'ARRÊT SUR [T-5;T+5]



1. A partir de 14h55 et jusqu'à 15h05, changement de programme aux interconnexions, synchronisé en Europe. Les reprises EnR n'ayant pas encore débuté, l'écart de réglage se creuse jusqu'à 15h pour atteindre -2600 MW.
2. A partir de 15h01, premiers redémarrages venant absorber l'augmentation des exports.
3. A partir de 15h05, reprise de 3 GW qui ne sont plus contrebalancés par l'augmentation des exports, qui est terminée, et qui viennent rétablir en 2 minutes le déséquilibre puis créer un déséquilibre en sens inverse, conséquence de la sollicitation du réglage secondaire (aFRR) à la hausse pendant le déficit à 15h.

Des modalités d'arrêts et reprises à encadrer

CES DÉSYNCHRONISATIONS ENTRAINENT DES DÉSÉQUILIBRES SIGNIFICATIFS

En moyenne sur 2025, **chaque épisode de prix négatif a entraîné un déséquilibre de 2 GW** en entrée puis en sortie de plage de prix négatif, avec des **pics** de déséquilibre constaté **à 6 GW**.



Les volumes d'arrêt à l'entrée d'une plage de prix négatif sont réalisés ainsi :

- un quart des arrêts sont terminés 10 minutes avant le début des prix négatifs,
- puis la moitié 5 minutes avant
- puis le dernier quart est étalé jusqu'au début de l'heure de prix négatif



75 % de la puissance sous CR est ainsi entièrement arrêtée avant que la variation de flux aux interconnexions n'ait débutée.



Les tolérances à la production des installations en CR introduites par la loi de finances 2025 dans les 5 premières et 5 dernières minutes des épisodes de prix négatif **n'ont pas montré à date leur d'impact sur comportement.**

Des modalités d'arrêts et reprises à encadrer

CES DÉSYNCHRONISATIONS ENTRAINENT DES DÉSÉQUILIBRES SIGNIFICATIFS



Ces volumes trop importants d'arrêts entre T-15 minutes et T, désynchronisés de leur compensation par les Responsables d'Equilibre entre T-5 minutes et T+5 minutes, génère des impacts sur la fréquence européenne et d'importants déséquilibres que RTE doit **compenser via les réserves automatiques** (aFRR).



Le dimensionnement de cette réserve étant fonction des déséquilibres historiques observés sur l'année précédente, **les volumes de réserve secondaire contractualisés par RTE pour la période printemps-été sont en augmentation constante** sur les dernières années, **du fait des importants déséquilibres constatés en entrée et sortie de plage de prix négatifs** : 1081 MW en 2025, 1526 MW en 2026 sur la plage 16h-20h.



Les **coûts associés sont répercutés dans le TURPE** via le CRCP (Compte de Régularisation des Charges et Produits)

Merci !