



Paris, le 10 avril 2024

**Objet: Synthèse de la consultation sur la forme que prendrait un éventuel soutien public au développement des stations de transfert d'énergie par pompage (STEP)**

La consultation sur l'opportunité de recourir à un soutien public pour le développement des stations de transfert d'énergie par pompage (STEP), les différentes formes et modalités que pourrait revêtir ce soutien et plus généralement, l'intérêt des parties intéressées au développement de telles installations s'est déroulée du 3 mars au 14 avril 2023.

**Cette synthèse retranscrit les principaux points de vue exprimés dans les contributions et ne constitue ni l'appréciation du Gouvernement des propositions ni une validation.**

Après l'accord de leur rédacteur, les contributions individuelles suivantes sont publiées sur [le site internet du ministère chargé de l'énergie](#) :

- Énergéticiens, fournisseurs et développeurs de projets
  - o Alpiq ;
  - o Engie ;
  - o General Electric ;
  - o Nature and People First ;
  - o NW Groupe ;
  - o Sun'R ;
  - o STEPSol.
  
- Fédérations professionnelles et associations
  - o Association française indépendante de l'électricité et du gaz (Afiég) ;
  - o France Hydroélectricité (FHE) ;
  - o International Hydropower Association (IHA) ;
  - o Syndicat des énergies renouvelables (SER) ;
  - o Voix du nucléaire.
  
- Particuliers
  - o MM. Étienne Beeker et Philippe Girard.

**Questions soumises à la consultation**

9 questions étaient posées par la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) lors de cette consultation publique. Les réponses des différentes contributions sont synthétisées ci-

dessous. Les éventuelles propositions alternatives de soutien public des contributeurs sont présentées en Annexes 2 et 3.

A titre préliminaire, la quasi-totalité des contributions soulignent le rôle primordial des STEP pour accompagner la transition énergétique et la nécessité de s'engager dans leur développement.

### 1) Sur la nécessité du soutien public

A l'exception de la contribution des particuliers qui propose notamment que le développement des STEP soit pris en charge par le gestionnaire du réseau de transport d'électricité (RTE) ou par les bénéficiaires des dispositifs de soutien des filières électriques renouvelables variables, la totalité des contributions souligne la nécessité de disposer d'un soutien public pour accompagner le développement des STEP.

Cette nécessité est principalement justifiée par la forte intensité capitalistique des projets de STEP, leur très longue durée d'amortissement – qui grève le financement par la dette - et l'incertitude des revenus futurs – à la fois au regard des difficultés pour modéliser le *spread* mais également face au développement massif des énergies renouvelables. Ces difficultés de développements sont illustrées par le fait qu'aucune nouvelle STEP n'ait vu le jour depuis 30 ans. Des contributions font également état de la nécessité d'octroyer un soutien public pour tous les types de projets de STEP, que cela concerne des STEP pures (c'est-à-dire sans apports d'eau naturels), mixtes ou même des projets de modernisation des STEP actuelles.

En outre plusieurs contributeurs mentionnent également l'importance du Tarif d'utilisation du réseau public d'électricité (TURPE) dans les plans d'affaires de STEP. Comme toute installation mixte alliant consommation et production d'électricité raccordée au réseau de transport, les STEP sont soumises aux deux composantes « d'injection » et de « soutirage » du TURPE<sup>1</sup>. Pour les STEP, la composante « soutirage » est majoritaire et correspondrait à plus de 80 % du coût total du TURPE. En outre, les tarifs du TURPE sont fixés par la Commission de régulation de l'énergie (CRE) pour une durée moyenne d'environ 4 ans qui est très inférieure à la durée de fonctionnement et d'amortissement des STEP. Cette durée de 4 ans avait été déterminée il y a plusieurs années par la CRE et a fait l'objet d'une consultation des acteurs. L'incertitude sur les évolutions du TURPE à long-terme représente donc un risque financier porté lors de l'investissement dans les projets de STEP.

NW Groupe promeut pour sa part un soutien public technologiquement neutre, dont les modalités seraient notamment identiques pour les STEP et les batteries.

Plusieurs contributeurs mentionnent que la mise en place d'un dispositif de soutien au profit du développement des STEP ne doit pas remettre en cause la possibilité pour les porteurs de projets de recourir à des obligations vertes (« *greens bonds* ») pour leur financement.

Enfin, plusieurs contributions évoquent la nécessité de préciser le cadre juridique dans lequel s'inscrira le développement des STEP, et donc de leur éventuel régime de soutien : celui de la concession ou celui de l'autorisation.

### 2) Sur un soutien public sous la forme d'un complément de rémunération uniquement

---

<sup>1</sup> Dans le cadre tarifaire actuel, dit « TURPE 6 », la composante injection est appliquée uniquement aux producteurs raccordés en HTB 2 et HTB 3.

Une première option soumise à la consultation serait d'octroyer un soutien public sur la base d'un complément de rémunération, conçu spécialement pour les STEP, fondé non pas sur les prix de l'électricité mais sur les variations de prix de marché entre l'achat et la revente de l'électricité ainsi que sur le rendement de l'installation. Cette option faisait l'objet d'une proposition de mécanisme au sein du document de consultation qui est reprise en Annexe 1.

L'octroi d'un soutien public pour le développement des STEP sous la forme d'un complément de rémunération uniquement est considéré comme la meilleure solution par General Electric, NW Groupe et Sun'R notamment. Sans être leur solution préférée, cette forme d'aide est également soutenue par d'autres contributeurs, dont l'IHA, FHE et le SER.

Les principaux atouts d'un soutien public sous la forme d'un complément de rémunération seraient :

- la visibilité dans le temps procurée par cet instrument, qui facilite le remboursement de la dette le cas échéant ;
- la limitation du risque prix ;
- la préservation des signaux du marché ;
- la bidirectionnalité du mécanisme favorable aux intérêts de l'État en cas de revenus élevés de la STEP ;
- la juste rémunération des capitaux investis.

Les contributeurs soutenant ce type de soutien public évoquent toutefois la nécessité de l'adapter à chaque installation, en fonction de sa constante de temps (c'est-à-dire du rapport entre le volume stocké et le débit d'équipement). Ils proposent que certaines variables puissent être fixées par l'autorité administrative pour départager les candidats sur un seul critère. Par exemple le rendement de la STEP pourrait être normativement fixé à 75 %. Les candidats intègreraient ainsi dans le tarif demandé les écarts entre la réalité de leur projet et les caractéristiques fixées pour le calcul du complément de rémunération.

Au contraire, un soutien public sous la forme exclusive d'un complément de rémunération n'est pas soutenu par plusieurs contributeurs dont Alpiq, Engie, Étienne Beeker et Philippe Girard, Nature & People First et les Voix du nucléaire. Les principaux inconvénients évoqués de cette forme de soutien seraient :

- la durée du soutien (20 ans) trop courte par rapport à la durée de la concession ;
- la complexité de détermination du bon niveau de soutien, illustrée par la multitude des paramètres à intégrer dans la formule et la difficulté de l'adapter à chaque situation particulière ;
- le risque d'interférer avec le bon fonctionnement des marchés de gros et l'incitation à la production, dans une situation de *spread* très faible.

Le SER et les Voix du nucléaire ont proposé une formule alternative de complément de rémunération, qui est reproduite en Annexes 2 et 3. En particulier, la contribution du SER propose un complément de rémunération fondé sur le revenu théorique maximal généré lors d'un cycle de pompage-turbinage. Cette proposition permettrait de calibrer au mieux la périodicité du soutien public, en prenant en compte les spécificités de chaque projet, dont la constante de temps qui en est une caractéristique principale. Elle suppose toutefois des précisions sur la définition d'un cycle complet et de la durée associée, notamment pour s'assurer d'un niveau de remplissage identique en début et en fin de cycle. Le SER suggère que plusieurs « familles » d'appels d'offres soient lancées, portant sur des durées caractéristiques différentes :

journalière, hebdomadaire ou même saisonnière. Sun'R a, quant à lui, suggéré une modification de la formule proposée lors de la consultation pour y intégrer le TURPE et apporter un bornage annuel de l'énergie sujette au complément de rémunération, de telle sorte que la STEP ne turbine que lorsque les besoins du réseau l'imposent.

### 3) Sur un soutien public sous la forme d'une aide à l'investissement uniquement

Une deuxième option serait d'octroyer un soutien public sur la forme d'une aide à l'investissement, délivrée au début du projet ou bien lissée sur sa durée de vie.

L'octroi d'un soutien public pour le développement des STEP sous la forme d'une aide à l'investissement uniquement est considéré comme la meilleure solution par notamment Alpiq, Engie, FHE et Nature & People First. Sans être sa solution préférée, cette forme d'aide est également soutenue par le SER.

Les principaux atouts d'un soutien public sous la forme d'une aide à l'investissement seraient :

- la sécurisation de l'investissement initial ;
- l'adaptabilité de l'aide à chaque projet – avec un niveau d'aide spécifique à chaque projet de STEP ;
- l'assurance que ce type de soutien n'influence pas le mode de fonctionnement des installations.

En outre, le versement du montant de l'aide au fur et à mesure des travaux, en début de projet, est privilégié pour diminuer les coûts de financement de chaque projet, plutôt qu'une aide à l'investissement qui serait étalée dans le temps sous la forme d'une prime fixe à la capacité par exemple. Certains contributeurs évoquent des niveaux d'aide à l'investissement qui seraient compris entre 30 % et 60 % des dépenses d'investissement (CAPEX) initiales. Le niveau d'aide pourrait également être indexé durant la période de travaux pour prendre en compte d'éventuelles évolutions des coûts de construction.

Au contraire, un soutien public sous la forme exclusive d'une aide à l'investissement n'est pas soutenu par plusieurs contributeurs dont Étienne Beeker et Philippe Girard, l'IHA, NW Groupe, Sun'R et les Voix du nucléaire. Les principaux inconvénients évoqués de cette forme de soutien seraient :

- le niveau très élevé de l'aide qui serait demandée pour couvrir le risque d'évolution du spread durant la phase d'exploitation des ouvrages ;
- le risque de perturbation du marché par rapport à des acteurs proposant des capacités de stockage et qui n'auraient pas bénéficié d'une telle aide.

### 4) Sur un soutien public sous la forme d'un complément de rémunération couplé à une aide à l'investissement

La consultation interrogeait également les acteurs sur la possibilité de concevoir ce soutien public sous une forme mixte, avec un complément de rémunération sur lequel les candidats au soutien public seraient départagés et une aide à l'investissement forfaitaire en fonction de chaque projet. Dans ce système, deux propositions de complément de rémunération étaient formulées, soit sous la forme du complément de rémunération décrit à la question 2), soit sous la forme d'une couverture d'une partie des dépenses d'exploitation (OPEX), dont le périmètre était soumis à la consultation.

L'octroi d'un soutien public pour le développement des STEP sous la forme d'un complément de rémunération couplé à une aide à l'investissement est considéré comme la meilleure solution par notamment l'IHA, le SER et les Voix du nucléaire. Sans être leur solution préférée, cette forme d'aide est également soutenue par d'autres contributeurs, dont Alpiq, FHE, Nature & people First et Sun'R. Les contributions se partagent à peu près de façon égale entre un complément de rémunération similaire à celui qui serait proposé au point 2) et un complément de rémunération sous la forme de la couverture des OPEX. Dans ce dernier cas, les OPEX à comptabiliser pour le calcul du complément de rémunération devraient intégrer, selon les réponses obtenues? soit l'ensemble des coûts d'exploitation (incluant les charges de personnels, les taxes et loyers, la part fixe du TURPE, les frais de maintenance, les frais de gestion/comptable/d'assurance), soit l'ensemble des coûts d'exploitation moins le coût des pompages et plus le montant des travaux de grande maintenance.

Les principaux atouts d'une forme combinée du soutien public aux STEP seraient :

- le meilleur compromis entre les différents avantages apportés par chacun des deux modèles de soutien (complément de rémunération ou aide à l'investissement) ;
- la meilleure façon de réduire le coût global des projets, à la fois pour l'exploitant et la collectivité ;
- la possibilité d'accès à un financement important, surtout pour des projets qui pourraient avoir des difficultés à obtenir des capitaux privés.

Avec un soutien public combiné, le niveau de l'aide à l'investissement pourrait s'élever à 20 % à 50 % des dépenses d'investissement (CAPEX) initiales. En outre, la durée du complément de rémunération pourrait être ajustée en fonction du niveau de l'aide à l'investissement. Certains contributeurs, qui privilégient l'aide à l'investissement au complément de rémunération, suggèrent de fixer le niveau du complément de rémunération dans les documents de consultation et de départager les candidats sur le niveau d'aide à l'investissement demandé.

Au contraire, un soutien public sous la forme combinée d'un complément de rémunération et d'une aide à l'investissement n'est pas soutenu par plusieurs contributeurs dont Engie, Étienne Beeker et Philippe Girard et NW Groupe. Les inconvénients évoqués de cette forme de soutien seraient :

- la complexité du mécanisme proposé ;
- les mêmes inconvénients que le complément de rémunération seul pour ceux qui y étaient opposés, à savoir le risque de modification du comportement de l'actif ;
- les mêmes inconvénients que l'aide à l'investissement seule pour ceux qui y étaient opposés, à savoir le risque de perturbation du marché par rapport à des acteurs proposant des capacités de stockage et qui n'auraient pas bénéficié d'une telle aide ;
- la non-incitation à la baisse des coûts d'exploitation (pour la forme d'un complément de rémunération fondé sur la couverture des OPEX).

##### 5) Sur la prévention des sur-rentabilités éventuellement engendrées par l'octroi d'un soutien public pour le développement des STEP

Les différentes contributions abordent la prévention des sur-rentabilités selon deux approches différentes.

Dans un premier temps, la prévention des sur-rentabilités serait réalisée par la procédure même de mise en concurrence, qui inciterait les acteurs à demander le plus faible soutien public

possible pour être lauréat, par la présence de la redevance proportionnelle au chiffre d'affaires à laquelle seront assujetties toutes les concessions hydroélectriques ou par la nature même du soutien public si celui-ci est en totalité ou en partie un complément de rémunération. Ce dernier étant bidirectionnel, si les revenus du lauréat sont supérieurs au revenu initial demandé, la différence est reversée à l'État. Le nombre d'heures du complément de rémunération pourrait également être plafonné.

Dans un second temps, des dispositifs spécifiques pourraient être créés. Un bornage *ex-ante* du taux de rendement interne du projet (TRI) pourrait être réalisé, de telle sorte que si un TRI maximal est atteint, une partie plus importante des revenus revienne à l'État (par exemple à l'image de ce qui est actuellement prévu pour les dispositifs de soutien relatifs à l'éolien en mer). En outre, certains paramètres du dispositif de soutien public, notamment dans l'hypothèse d'un complément de rémunération qui se poursuivrait sur plusieurs années, pourraient être révisés, selon certaines conditions strictes, dans un sens ou dans l'autre, pour mieux refléter l'économie du projet.

#### 6) Sur les formes de participation des collectivités territoriales aux projets de STEP

Les contributeurs soulignent que les projets de STEP sont des projets industriels risqués, très fortement capitalistiques. Bien que l'intégration des collectivités en tant que partenaires du projet soit intéressante, notamment pour améliorer leur acceptabilité, il leur semble donc préférable que l'industriel soit celui qui assume ce risque en restant majoritaire dans la détention du capital. Dans tous les cas, les collectivités locales riveraines des installations bénéficieront des projets de STEP grâce à la perception des redevances spécifiques à l'hydroélectricité et de la fiscalité locale.

Plusieurs contributeurs proposent que la prise de participation des collectivités à l'investissement au sein d'un projet de STEP puisse se traduire par l'octroi d'un bonus sur le montant du soutien public.

Dans le cas où le projet de STEP est soumis au régime concessif, une société d'économie mixte hydroélectrique (SEMH), dans laquelle les collectivités sont actionnaires aux côtés du lauréat de la procédure d'octroi, pourrait être instituée.

#### 7) Sur l'intérêt des développeurs à la procédure d'attribution d'une nouvelle STEP sur le site des Lacs blanc et noir

Les contributeurs et développeurs ayant répondu à la consultation publique sont tous intéressés par la procédure d'octroi de la concession des Lacs blanc et noir.

#### 8) Sur le soutien à des STEP de petite puissance

Les contributions se partagent en deux avis sur le soutien aux plus petites STEP.

D'un côté, plusieurs contributeurs notent que le soutien public a vocation à favoriser un service rendu, qui est le service proposé par les STEP. Ainsi, la forme du soutien public ne devrait pas être différenciée selon la taille des installations. Les plus petites STEP devraient être soumises au même système que les plus grandes.

D'un autre côté, d'autres contributeurs notent que les services rendus par les plus petites installations ne sont pas identiques entre les petites STEP – connectées au réseau de distribution de l'électricité et qui peuvent faciliter l'équilibrage de ce réseau et l'intégration d'énergie intermittente sur ce dernier, tout en évitant de devoir le renforcer – et les grandes STEP –

connectées au réseau de transport d'électricité. Les petites STEP, avec des coûts plus élevés par mégawatt installé, devraient bénéficier d'un tarif de soutien plus important que les grandes. Il est estimé par un contributeur que des économies d'échelle peuvent être prévues dès l'atteinte du seuil de 12 MW mais que ces économies se matérialisent véritablement à l'atteinte du seuil de 30 MW.

Annexe 1 : Rappel de la proposition de formule de complément de rémunération de soutien au développement des STEP incluse dans le document de consultation

$$CR_{STEP} = \sum_{i=Semaine\ 1}^{Semaine\ 52/53} E_{turbinee_i} * (P_{Réf\ candidat} - R_{0_i}) + Nb_{Capa} * (P_{Réf\ État} - K_0)$$

Avec :

- CR<sub>STEP</sub> : le montant annuel du complément de rémunération en € ;
- E<sub>turbinee, i</sub> : la production électrique hebdomadaire de la STEP en MWh ;
- PRÉf<sub>candidat</sub> : le prix de référence en €/MWh proposé par les candidats dans la procédure de mise en concurrence et indexé ;
- R<sub>0, i</sub> : le prix de marché de référence défini comme :
  - R<sub>0, i</sub> = P<sub>Vente, i</sub> -  $\frac{P_{Achat_i}}{Rendement}$  si P<sub>Vente, i</sub> >  $\frac{P_{Achat_i}}{Rendement}$ 
    - o P<sub>Vente, i</sub> : la moyenne arithmétique des prix spots horaires les plus élevés en €/MWh sur la bourse EPEX pour livraison le lendemain, sur un nombre d'heures hebdomadaire à déterminer ;
    - o P<sub>Achat, i</sub> : la moyenne arithmétique des prix spots horaires les moins élevés en €/MWh sur la bourse EPEX pour livraison le lendemain, sur un nombre d'heures hebdomadaire à déterminer ;
    - o Rendement : le rendement de la STEP déterminé par l'autorité concédante dans l'appel d'offre et proche de 75 % ;
    - o Pour toutes les semaines où la valeur R<sub>0</sub> est négative, le complément de rémunération à l'énergie produite correspond à une prime fixe indépendante de la production.
- Nb<sub>Capa</sub> : le nombre de garanties de capacité certifiées sur la concession en MW ;
- PRÉf<sub>État</sub> : un prix de référence de la capacité fixé par l'autorité concédante dans l'appel d'offres pour la mise en concurrence ;
- K<sub>0</sub> : le prix de marché de référence de la capacité, exprimé en €/MW et publié par la Commission de régulation de l'énergie.

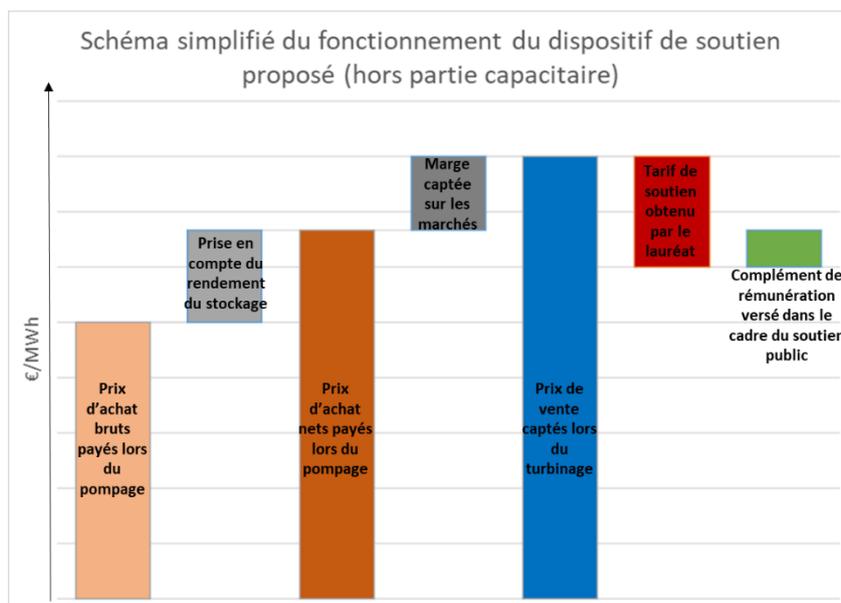


Figure 1 : Schéma simplifié du fonctionnement du dispositif de soutien proposé (hors partie capacitaire)

Annexe 2 : Proposition de complément de rémunération émise par le Syndicat des énergies renouvelables (SER)

Les revenus d'une STEP se divisent en trois catégories principales que sont (i) le marché de l'énergie, (ii) les services systèmes et (iii) le marché de capacité. Pour le SER les revenus issus du marché de l'énergie représentent la part la plus importante des revenus totaux - environ 50 % - quand ceux des services systèmes ou du marché de capacité représentent environ 25 % chacun.

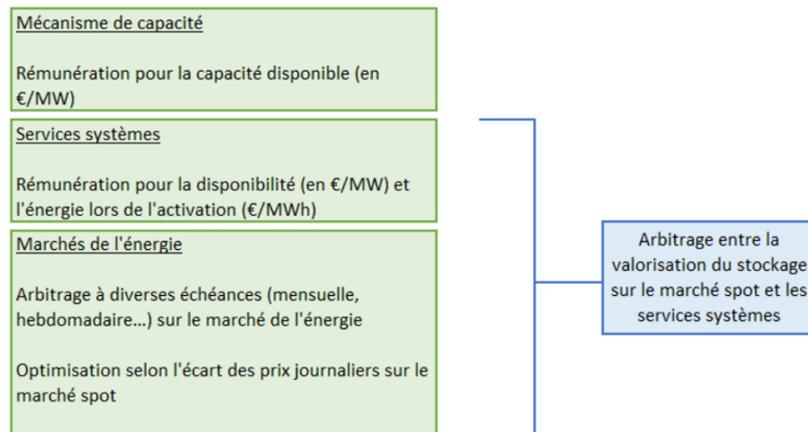


Figure 2 : Différentes composantes des revenus d'une STEP

Le SER propose la formule de complément de rémunération suivante :

$$\begin{aligned}
 CR_{STEP} &= \sum_{\text{Cycles de la STEP}, i}^{\text{Nombre de cycles annuels}} P_{turb} * N_{turb} * (R - R_{0i}) - Nb_{Capa} * P_{Réf_{Capa}} \\
 &= P_{turb} * N_{turb} * R - Nb_{Capa} * P_{Réf_{Capa}} - P_{turb} * N_{turb} * \sum_{\text{Cycles de la STEP}, i}^{\text{Nombre de cycles annuels}} R_{0i}
 \end{aligned}$$

Avec :

- $CR_{STEP}$  : le montant annuel du complément de rémunération en € ;
- $P_{turb}$  : la puissance nette en turbinage de la STEP, en MW ;
- $N_{turb}$  : le nombre d'heures équivalentes à pleine puissance de turbinage sur un cycle de la STEP - le cycle de la STEP étant déterminé à partir de la constante de temps en turbinage à pleine puissance. Le produit des deux variables précédentes est donc égal à l'énergie théorique produite sur un cycle.
- $R$  : le revenu demandé par le candidat, net du coût des pompages, en €/MWh ;
- $R_{0i}$  : le revenu de marché de référence qu'aurait pu obtenir la STEP si elle avait fonctionné « parfaitement » sur le cycle de référence, défini comme :

$$R_{0i} = P_{Vente_i} - \frac{P_{Achat_i}}{\text{Rendement}} - TURPE$$

- o  $P_{Vente_i}$  : la moyenne des prix sur les  $N_{turb}$  heures aux prix spot les plus élevés sur le cycle, en €/MWh ;
- o  $P_{Achat_i}$  : la moyenne des prix sur les  $N_{turb}/\text{Rendement}$  heures aux prix spot les moins élevés sur le cycle, en €/MWh ;
- o Rendement : le rendement de la STEP, proposé par les candidats ou fixé par l'autorité administrative (par exemple 75 %) ;

- TURPE est le coût du tarif d'utilisation du réseau public d'électricité global sur une année, divisé par l'énergie totale restituée par la STEP en une année, en €/MWh
- $Nb_{\text{Capa}}$  : le nombre de garanties de capacité sur la concession, en MW ;
- $P_{\text{RefCapa}}$  : le prix de marché de référence de la capacité, défini comme la moyenne arithmétique des prix observés lors des sessions d'enchères organisées pendant l'année civile précédant l'année de livraison, en €/MW.

Une indexation du terme R devrait couvrir la période entre le dépôt de l'offre et la fin des travaux.

Pour un cycle donné, le montant du complément de rémunération dépend de ces différents paramètres. Les deux graphiques ci-dessous présentent le montant du complément de rémunération selon les niveaux respectifs des paramètres R et  $R_0$ . Pour un cycle donné, lorsque le revenu demandé est supérieur au revenu  $R_0$ , le complément de rémunération est positif et est égal à la différence entre le revenu R et la somme des revenus issus du marché de l'énergie ( $R_0$ ) et du mécanisme de capacité. A l'inverse, lorsque la somme des revenus issus du marché de l'énergie ( $R_0$ ) et du mécanisme de capacité est supérieure au revenu R, alors le complément de rémunération est négatif.

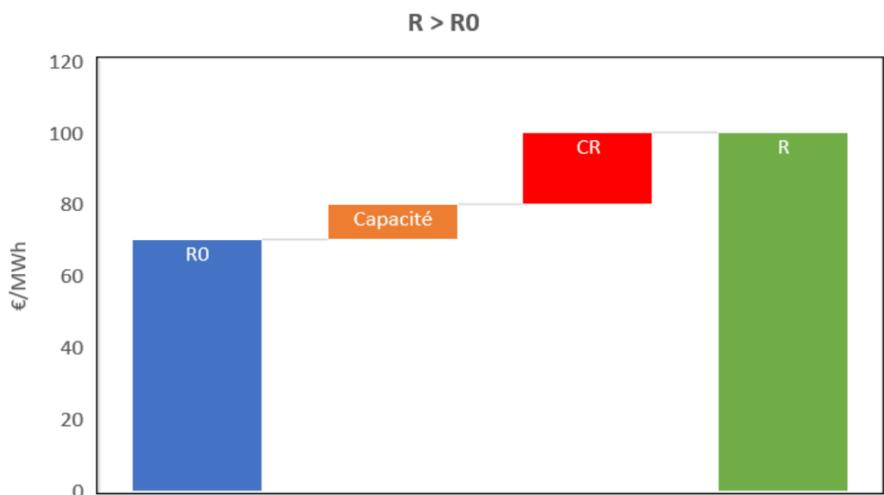


Figure 2 : Montant du complément de rémunération (CR) lorsque le revenu demandé (R) est supérieur à  $R_0$

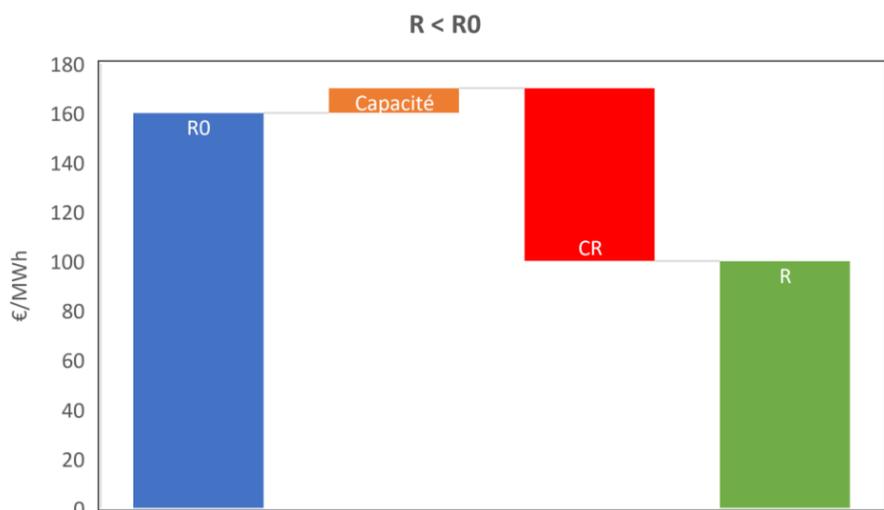


Figure 3 : Montant du complément de rémunération (CR) lorsque le revenu demandé (R) est inférieur à  $R_0$

Pour le SER, cette proposition de complément de rémunération maintient l'incitation à ce que l'opérateur optimise sa production, en fonction du marché de l'électricité. Le revenu réel d'une STEP sur le marché de l'énergie dépend d'un programme d'optimisation qui intègre les anticipations de prix. Pour les STEP avec des cycles supérieurs à une journée, l'écart de prix sur un cycle donné n'est pas connu et doit donc être estimé. Étant donné que le paramètre  $R_0$  est basé sur la moyenne constatée (*ex post*) des prix spot les plus élevés et les plus faibles, le producteur court un risque s'il anticipe mal le spread (au cours du cycle). En effet, le revenu réel (sur un cycle) capté par l'opérateur de la STEP dépend d'un programme d'optimisation stochastique alors que le revenu  $R_0$  est basé sur les prix constatés *ex post* et donc, en information parfaite. Si l'opérateur de la STEP fait une erreur d'anticipation du spread, son revenu réel sera plus faible.

Le graphique ci-dessous illustre cette situation où le revenu  $R_0$  sur un cycle donné est de 60 €/MWh (sur la base des informations de prix connues *ex post*) alors que le revenu réel de l'opérateur est de 40 €/MWh. Si le revenu réel issu du marché est inférieur à  $R_0$ , alors l'opérateur enregistre une perte de revenu.

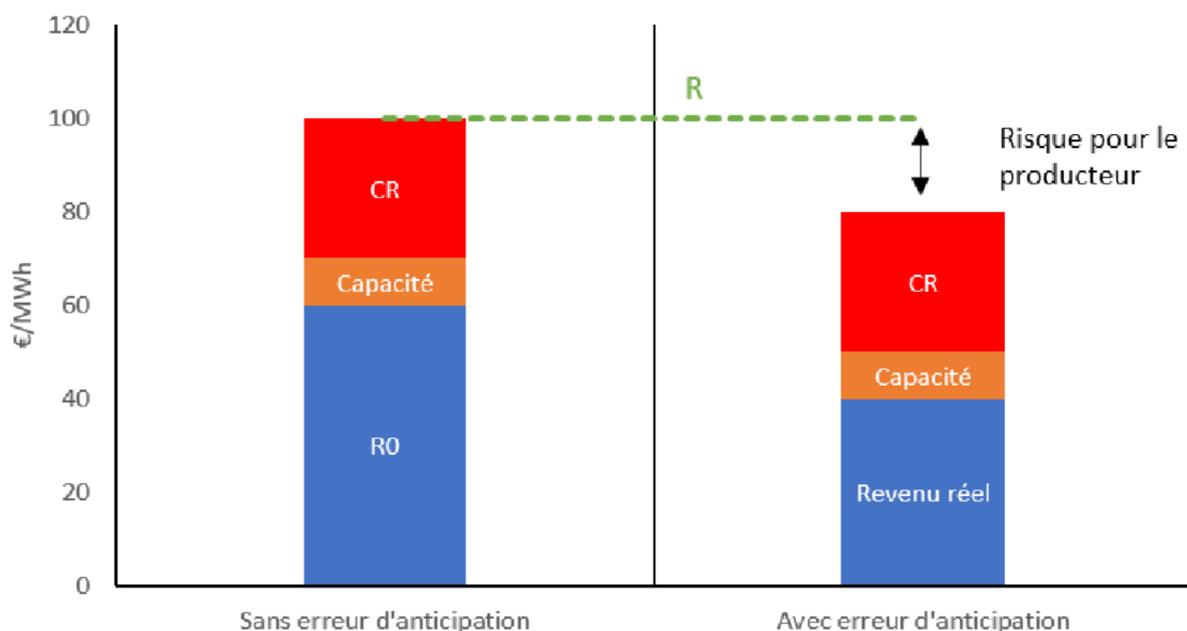


Figure 4 : Écart de revenu entre une situation où l'opérateur ne fait pas d'erreur d'anticipation par rapport aux prix constatés *ex post* et une situation où l'anticipation des prix diverge par rapport aux prix constatés *ex post*

Annexe 3 : Proposition de complément de rémunération émise par les Voix du nucléaire  
(option couverture des OPEX)

$$CR_{STEP} = \frac{T_{réel}}{T_{cible}} * OPEX_{Estimé} - YY\% \sum_{i=semaine\ 1}^{Semaine\ 52/53} P_{turb} * F * R_{0i}$$

Avec

- $CR_{STEP}$  : le montant annuel du complément de rémunération en € ;
- $T_{réel}$  : taux de disponibilité réel de l'aménagement, en % ;
- $T_{cible}$  : taux de disponibilité cible de l'aménagement, fixé dans l'appel d'offres, en % ;
- $OPEX_{Estimé}$  : le coût estimé annuel des OPEX, qui peut être fixé dans l'appel d'offres, ou peut faire l'objet d'une fixation par le soumissionnaire dans le cadre de l'appel d'offres, en € ;
- $P_{STEP}$  : la puissance de la STEP, en MW ;
- $F$  ; un facteur de charge théorique, fixé dans l'appel d'offres, en % ;
- $R_{0i} = P_{Vente_i} - \frac{P_{Achat_i}}{Rendement}$  si  $P_{Vente_i} > \frac{P_{Achat_i}}{Rendement}$ 
  - o  $P_{Vente_i}$  : la moyenne arithmétique des prix spots horaires les plus élevés en €/MWh sur la bourse EPEX pour livraison le lendemain, sur un nombre d'heures égal au produit entre F et le nombre d'heure du cycle (ici la semaine) ;
  - o  $P_{Achat_i}$  : la moyenne arithmétique des prix spots horaires les moins élevés en €/MWh sur la bourse EPEX pour livraison le lendemain, sur un nombre d'heures égal au produit entre F, le nombre d'heure du cycle et l'inverse du rendement (ici la semaine) ;
  - o Rendement : le rendement de la STEP déterminé par l'autorité concédante dans l'appel d'offre et proche de 75 % ;
  - o Pour toutes les périodes où la valeur  $R_0$  est négative, le complément de rémunération à l'énergie produite correspond à une prime fixe forfaitaire, indépendante de la production.