

CHIFFRES CLÉS

Puissance installée à fin septembre 2020

25 962 MW

Production électrique en 2019

62,1 TWh

Objectif 2023

25,7 GW

*Objectif 2028
Puissance installée*

26,4 GW - 26,7 GW

Emplois directs dans la filière en 2018

11 880

Chiffre d'affaires dans la filière en 2018

3 162
millions d'euros

Première des énergies renouvelables électriques françaises, l'hydraulique veut prouver qu'elle dispose réellement d'un potentiel de développement qui peut aller au-delà des objectifs officiellement assignés. Outil de stockage incontournable, la filière veut faire de sa flexibilité son meilleur atout pour progresser.

Akua

L'HYDROÉLECTRICITÉ, PREMIÈRE ÉNERGIE RENOUVELABLE ÉLECTRIQUE EN FRANCE

Avec une capacité installée de 25 962 MW, la filière hydraulique est la première source de production électrique renouvelable dans le mix énergétique français. En matière de types de centrales, la filière hydroélectrique renvoie à plusieurs typologies distinctes. Il existe plus de 2 300 centrales hydroélectriques sur l'ensemble du territoire français, dont moins d'une centaine (95 sites) sont des grands barrages ayant une puissance comprise entre 50 et 600 MW. Ces ouvrages concentrent près de 60 % de la capacité de production nationale hydroélectrique. Géographiquement, deux zones se distinguent pour l'implantation des sites : les Alpes et les Pyrénées. Au 30 sep-

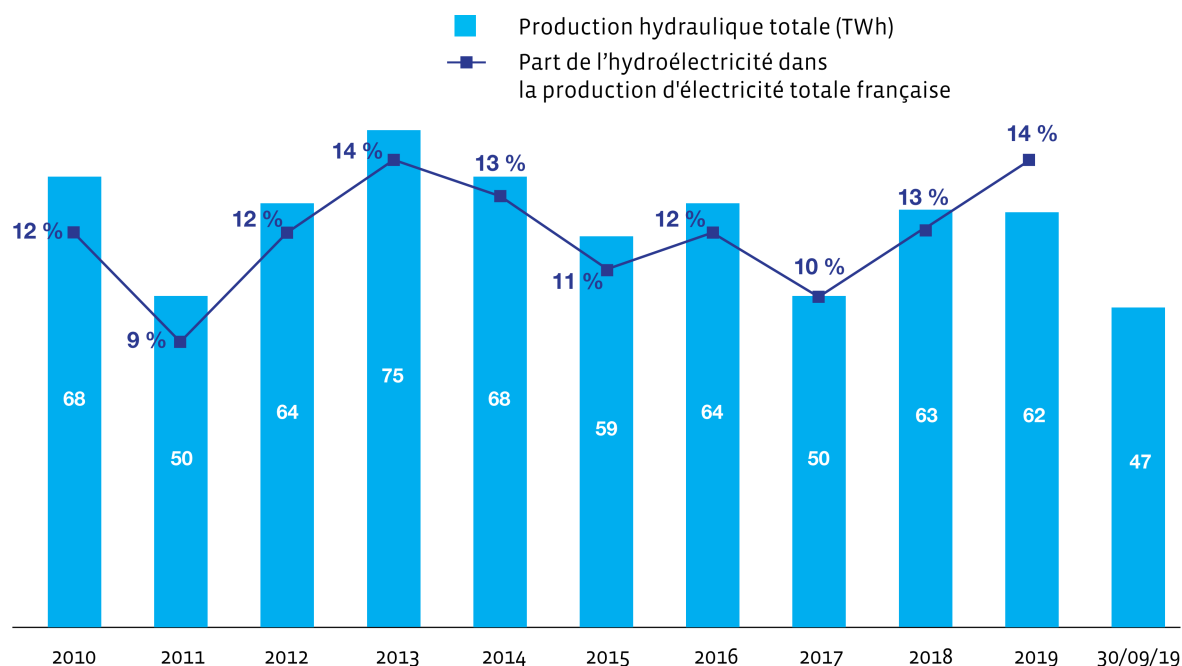
tembre 2020, les trois principales régions que sont l'Auvergne Rhône-Alpes, l'Occitanie et la Provence-Alpes-Côte d'Azur représentent 80 % de la puissance hydroélectrique du pays. En 2019, l'hydroélectricité a produit 62,1 TWh, un niveau équivalent à celui de 2018 (63,1 TWh). La production de 2019 a correspondu à un taux de couverture de 13,9 % de la consommation française cette année. Pour 2020, l'orientation de la production est plutôt bonne, puisqu'au cours des 12 derniers mois glissants (de septembre 2019 à septembre 2020), 63,5 TWh¹ ont été générés, soit une progression de 12 % par rapport à la même période en 2019.

1. 68 TWh en y incluant la part non renouvelable des sites de pompage-turbinage.

Graphique n° 1

Production d'électricité hydraulique en France

Source : RTE, Enedis et Sdes.



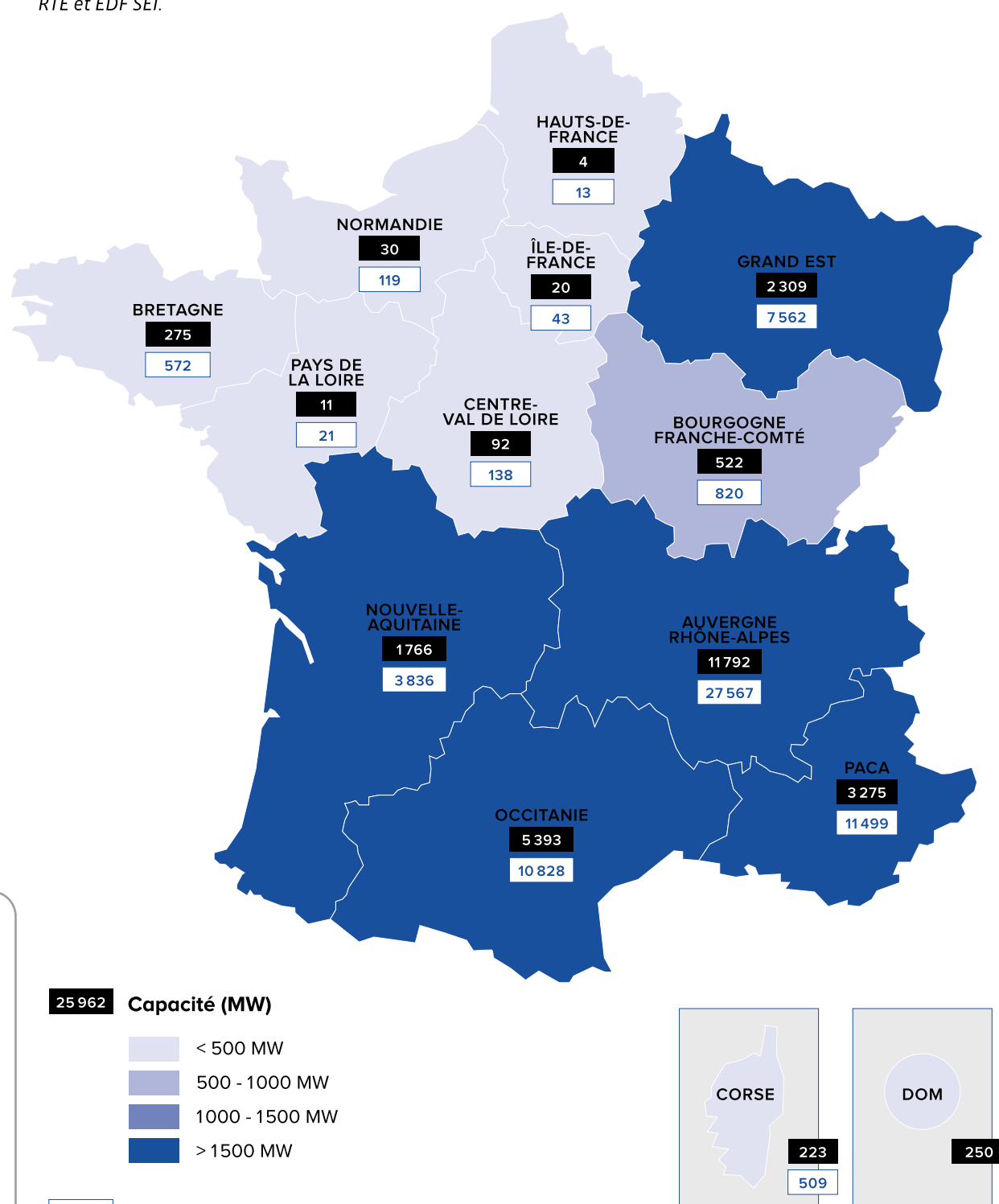
Observ'ER

Le Baromètre 2020
des énergies renouvelables
électriques en France

Carte n°1

Répartition du parc hydraulique français raccordé au 30 septembre 2020 et production annuelle sur une année glissante

Source : Panorama de l'électricité renouvelable en France au 30 septembre 2020 – SER d'après données Enedis, RTE et EDF SEI.



UN POTENTIEL VALORISÉ PAR QUATRE GRANDES TECHNOLOGIES

Le potentiel hydroélectrique français est valorisé par quatre grandes technologies : les centrales au fil de l'eau, les centrales de lac et d'écluse et les stations de transfert d'énergie par pompage (Step).

Les centrales au fil de l'eau sont les plus nombreuses sur le territoire (env. 1900) et génèrent plus de 50 % de la production hydraulique, mais, du fait de leur petite puissance nominale, elles ne représentent que le deuxième type d'aménagement en termes de puissance (env. 7 600 MW). Non équipées de retenues d'eau, elles assurent une production en continu tout au long de l'année et participent ainsi à la base du mix énergétique national.

Les centrales de lac sont associées à des barrages et constituent un tiers de la puissance installée (env. 9 000 MW) malgré un petit nombre d'installations (une centaine). Cette technologie représente une puissance très rapidement mobilisable en période de pointe de consommation.

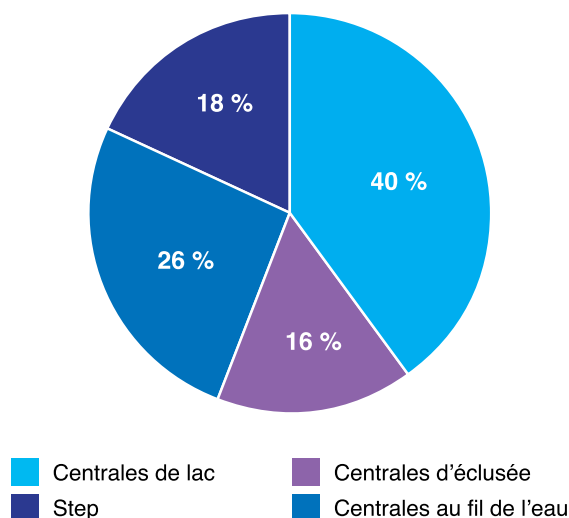
Les centrales d'écluse, également dotées d'une retenue d'eau, permettent un stockage quotidien ou hebdomadaire de quantités moyennes d'eau disponible en cas de pic de consommation. Cette technologie représente environ 4 200 MW installés, pour 150 centrales, et un potentiel de production de 10,6 TWh.

Les stations de transfert d'énergie par pompage (Step) ne sont pas tout à fait considérées comme des sites de production ; elles constituent davantage des lieux de stockage d'énergie sous forme d'une eau pompée dans un réservoir amont et capable d'être turbinée en cas de besoin énergétique. L'Hexagone recense une dizaine de Step, pour une puissance cumulée de 4 500 MW.

Graphique n° 2

Répartition des capacités hydrauliques sur le réseau de transport par types de centrale

Source : Panorama de l'électricité renouvelable en France au 30 septembre 2020 – SER d'après données Enedis, RTE et EDF SEI.



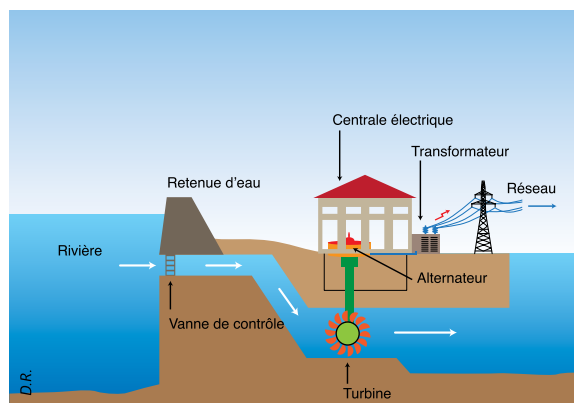
QUEL AVENIR POUR LA FILIÈRE HYDROÉLECTRIQUE ?

Avec un parc de 25,7 GW depuis le printemps 2020, la filière a déjà atteint l'objectif d'équipement que lui a assigné la nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) pour 2023. Pour 2028, il est attendu jusqu'à 1 GW de plus, une puissance nouvelle qui devrait être atteinte essentiellement par le réaménagement de sites existants. Dans les années à venir, la production pourrait gagner de 3 à 4 TWh par an, dont 60 % par l'optimisation d'aménagements : rénovation, gain en rendement, pilotage, etc. Une croissance est également attendue pour les stations de transfert d'énergie par pompage (Step). Ce parc de 4,3 GW représente 98 % de la capacité française de stockage de l'électricité à grande échelle, seule filière économiquement compétitive à ce jour. La PPE, considérant les pics de la demande

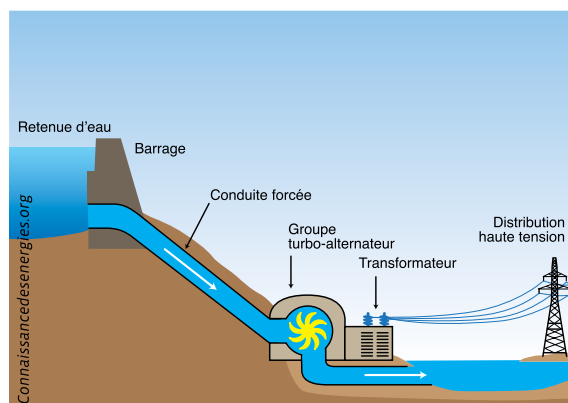
Schéma n° 1

Schémas des différentes technologies d'ouvrages hydroélectriques

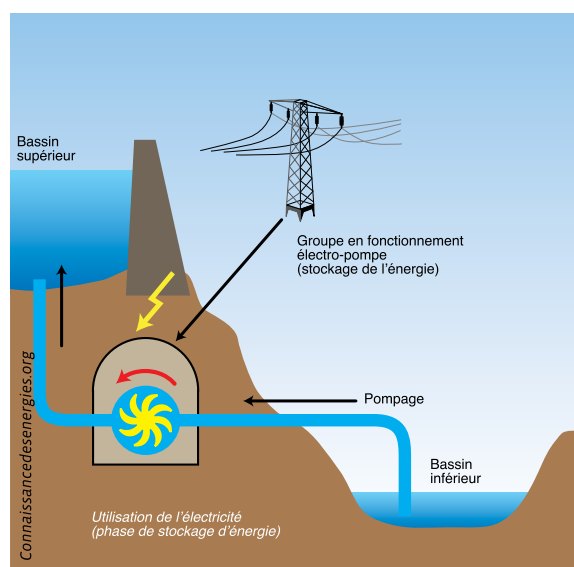
Source : Observ'ER 2020.



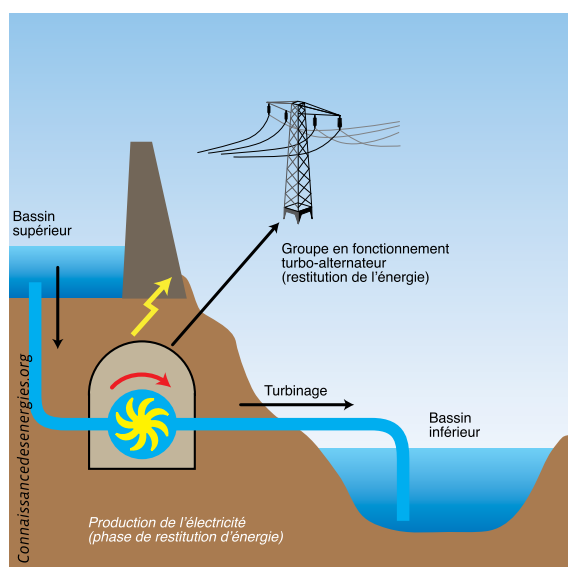
Centrale au fil de l'eau



Centrale de lac



Step en phase de stockage



Step en phase de production

électrique et les besoins de flexibilité du réseau, estime d'ores et déjà utile le développement d'un potentiel de 1,5 GW d'ici à 2030 ou 2035. L'ensemble de ces objectifs est tout à fait réalisable et est même considéré par les professionnels du secteur comme nettement inférieur au potentiel technique national. Une évaluation faite par le ministère de l'Environnement en 2013 avait estimé à près de 2,8 GW la puissance

hydroélectrique supplémentaire possible satisfaisant à la fois les critères énergétiques et environnementaux. Plusieurs projets mis en service en 2020 sont venus attester de cette réalité. Ainsi, EDF a inauguré le 9 octobre 2020 sa nouvelle centrale de Romanche-Gavet en Isère de 10 MW. Ce chantier initié il y a dix ans est un exemple parfait d'optimisation des débits car il a

permis d'augmenter de 40 % la production sur ce tronçon de La Romanche en remplaçant 6 anciennes installations plus que centenaires réparties sur un chapelet de cinq barrages par un ouvrage unique qui alimente, en souterrain, plusieurs turbines pour une puissance de 97 MW. La nouvelle station devrait délivrer 560 GWh par an. Une opération à 250 millions d'euros financée à hauteur de 75 % par des obligations vertes. Autre exemple, la nouvelle centrale d'Aqua Bella en Savoie, développée par Akuo. En chantier depuis 2017, cette centrale au fil de l'eau d'une puissance de 2,2 MW a été en partie financée à hauteur de 300 000 € par 300 citoyens sur la plateforme de financement participatif AkuoCoop. Pour autant, les voies de réalisation de ce type d'opérations sont encombrées d'obstacles conséquents. La rentabilité des projets, qu'il s'agisse de nouveaux sites ou de rénovations, est très dépendante de coûts d'aménagement écologiques croissants. De plus, la profession travaille depuis 2017 au tarif réglementé "HR2020" d'achat de l'électricité en soutien à la rénovation des sites compris entre 1 et 4,5 MW de puissance unitaire sans que le dossier n'ait encore abouti. Ce segment concerne pourtant potentiellement 300 installations pour une puissance cumulée de 700 MW, selon le syndicat France Hydro Électricité (FHE). Enfin, la procédure d'appel d'offres annuelle censée retenir 35 MW de nouvelle puissance chaque année semble manquer de fluidité (voir encadré).

L'AUGMENTATION DE LA PUISSANCE DES ANCIENNES CENTRALES, UN SECTEUR À LA MARGE DE MANŒUVRE ÉTROITE

Augmenter la puissance des installations anciennes comme cela a été fait pour la centrale de Romanche-Gavet est une voie

qui peut sembler naturelle pour continuer à développer la filière hydroélectrique. Cependant, dans les faits, les marges de manœuvre sont souvent étroites car les ouvrages existants sont souvent déjà bien optimisés. En terrain montagneux notamment, les turbines sont généralement prévues pour capter les flux importants de la fonte des neiges. Même les centrales au fil de l'eau sont souvent équipées pour capter une ou deux fois le débit de la rivière. Il y a donc de nombreux cas où la rénovation de la centrale ne conduira pas à l'installation d'une puissance supplémentaire. Il y a cependant des situations où l'augmentation de la puissance des centrales est imposée par l'administration pour une mise en conformité par rapport à la réglementation écologique. L'obligation de suivre l'évolution du débit réservé des cours d'eau, le fait de devoir construire une passe à poissons ont souvent comme corollaire une perte de productible et cela ouvre la possibilité, en compensation, d'une augmentation de la puissance installée. Les nouvelles turbines permettent alors de capter un surcroît de productible lors des périodes de fort débit, mais l'opération est souvent difficile à équilibrer d'un point de vue financier. Ainsi, la concession de Cessac, sur le Lot, a permis à Hydrocop de faire passer la puissance de la petite centrale de 565 kW à 1 289 kW suite à une augmentation du débit réservé et à l'obligation de la pose de grilles plus fines à l'entrée de la prise d'eau. En dépit d'arrêts plus fréquents pour nettoyer les grilles, le productible est passé de 3,4 GWh à 4,5 GWh par an. Le renouvellement d'une concession est également l'occasion de soumettre à l'administration une demande d'augmentation de puissance. Ce fut le cas pour les barrages sur le torrent de la Séveraisse (Hautes-Alpes) passés

Un système d'appel d'offres qui manque de fluidité

Depuis 2017, la petite hydroélectricité est alimentée en nouveaux projets par des appels d'offres de 35 MW de puissance organisés par la Commission de régulation de l'énergie (CRE). Ce mécanisme concerne les sites de 1 à 4,5 MW et doit se prolonger jusqu'en 2024. Sur le papier, cela devrait alimenter la filière en chantiers d'une façon assez régulière. Cependant, si 46 projets ont été retenus depuis la mise en place du dispositif, seules 3 opérations sont en service à ce jour. Ces sites situés à Bonneval (Haute-Loire), Crévoux (Hautes-Alpes) et Framont (Bas-Rhin) représentent une puissance cumulée de 4 MW sur les 102,3 MW attribués selon les relevés de France Hydro Électricité. Premier obstacle que déplorent les professionnels du secteur, le fait qu'il n'y ait pas de tableau de bord à la Direction générale de l'énergie et du climat (DGE). Cela empêche le secteur d'objectiver les difficultés rencontrées lors de l'instruction des dossiers par les directions départementales des territoires (DDT) ainsi que les conditions de réussite ou d'échec des opérations. Ainsi, sur les 44 lauréats suivis par FHE, le syndicat n'arrive pas à avoir d'informations sur neuf projets autorisés mais toujours pas en service, sur neuf autres arrêtés durablement ou sur 23 lauréats dont la demande d'autorisation est toujours en cours d'instruction depuis parfois plus de trois ans. Enfin, l'administration vient de réviser ses procédures puisque, à partir de 2021, le cahier des charges des appels d'offres imposera aux candidats d'obtenir, en amont du dépôt d'un dossier, une autorisation "eau" de la part des DDT. Jusqu'à présent, cette étude avait lieu après la désignation des lauréats. Ces évolutions impliquent qu'avant même de pouvoir concourir pour un appel d'offres, les candidats devront dépenser des sommes en études préalables et possiblement à fonds perdu. Les professionnels craignent que cela ne décourage à l'avance de nombreux petits acteurs.

en 2011 d'EDF à un producteur aujourd'hui intégré à Hydrocop.

38

LA FLEXIBILITÉ, L'ATOUT MAÎTRE DE LA FILIÈRE

Les ouvrages hydroélectriques constituent aujourd'hui le principal outil de stockage de l'électricité à grande échelle et occupent, à ce titre, un rôle particulier dans la transition énergétique française. Sur le plan électrique, cette transition doit s'appuyer sur trois piliers : le déploiement des énergies renouvelables, un renforcement des réseaux axé sur des schémas régionaux

et la diffusion de technologies de stockage. Ces dernières sont encore rarement matures sur le plan économique et seules les STEP, les centrales d'éclusées, les lacs de barrage ou les centrales au fil de l'eau sont capables de stocker un surplus d'électricité sur le réseau et d'y injecter rapidement de l'énergie en cas de besoin. Les sites contribuent également à la stabilisation de la fréquence de l'énergie sur les réseaux en temps réel.

Cette flexibilité d'intervention rapide est un des volets centraux de la transition énergétique

Observ'ER

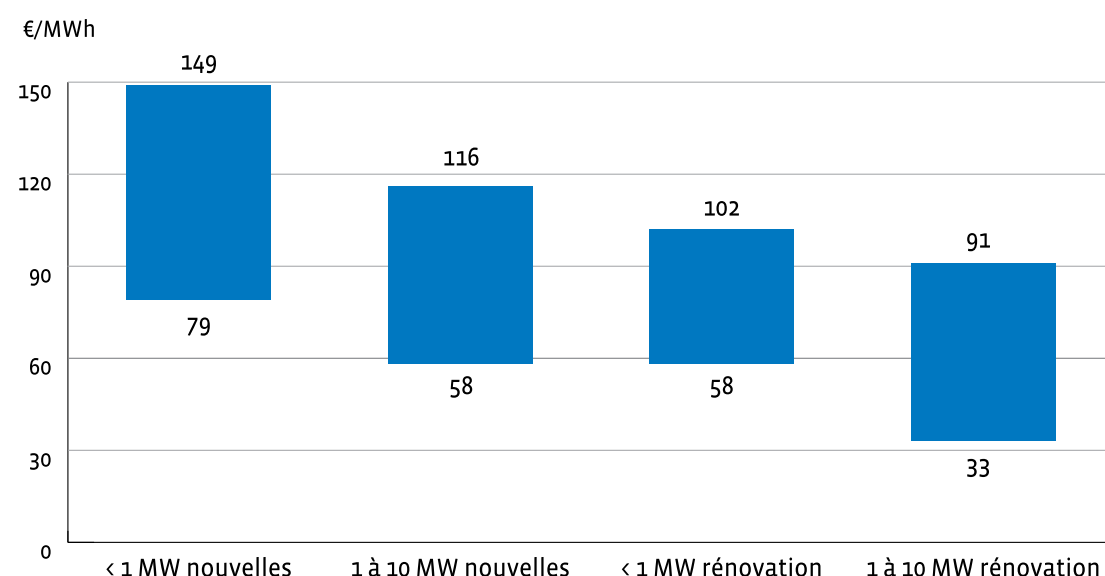
Le Baromètre 2020
des énergies renouvelables
électriques en France

Des coûts de production qui varient en fonction des caractéristiques des centrales

Les coûts complets de production de la filière hydraulique française varient suivant de nombreux critères en fonction des caractéristiques des ouvrages, des puissances installées, des hauteurs de chute ou de l'hydrologie des sites. Globalement, l'étude de l'Ademe sur les coûts des énergies renouvelables les évalue entre 58 et 149 €/MWh pour les nouvelles installations et entre 33 et 102 €/MWh pour les rénovations. Les coûts les plus faibles sont observés sur le segment de la rénovation des centrales de petite hydraulique (compris entre 1 et 10 MW). Cependant, si un potentiel existe sur ce type d'ouvrages, la réalisation de nouvelles opérations s'avère peu fluide sur le terrain.

LCOE de la petite hydroélectricité

Source : "Coût des énergies renouvelables et de récupération en France", Ademe, 2020.



française, puisque le pays a planifié une très forte pénétration des technologies renouvelables variables dans son mix électrique, conjointement au retrait des centrales à fioul ou charbon ou d'une partie du parc nucléaire. Pour cette feuille de route, les besoins d'équilibrage vont donc très fortement croître et, avec eux, le rôle de l'hydroélectricité, d'autant plus que les futurs sites éoliens ou photovoltaïques

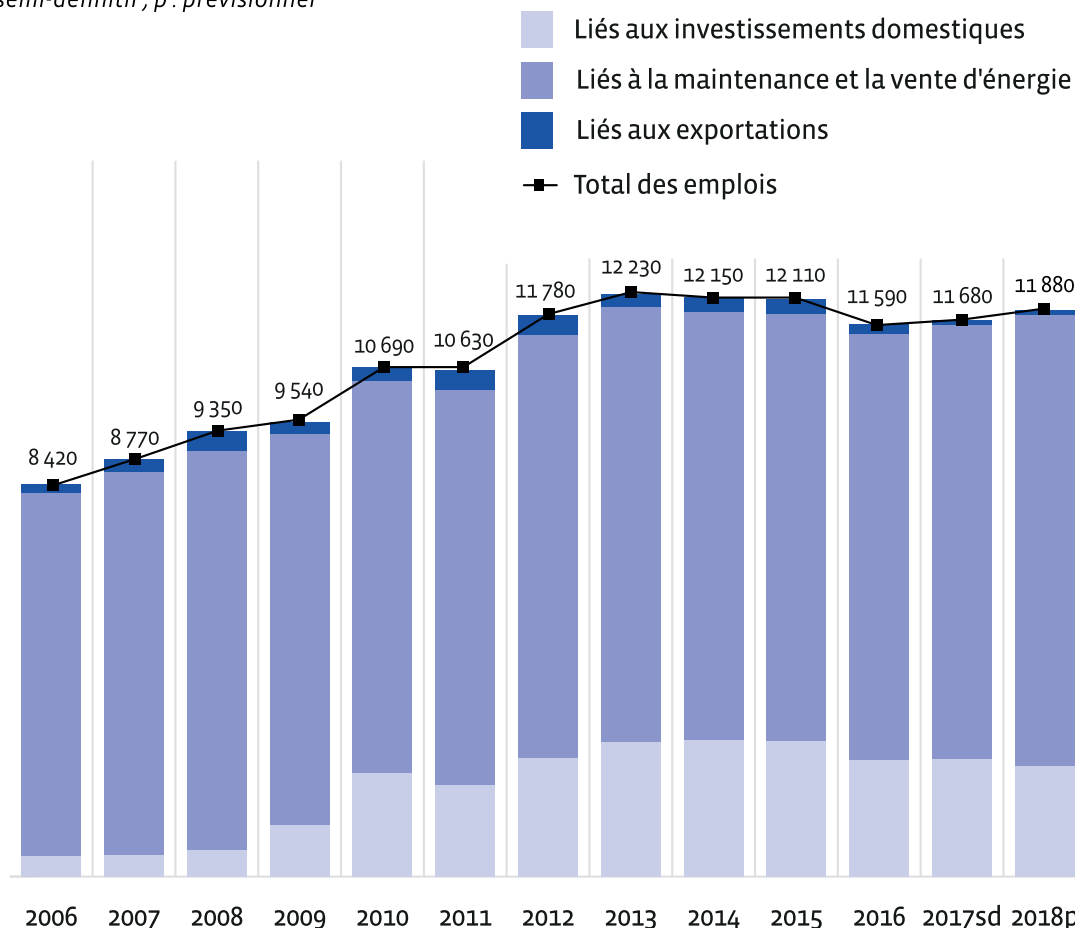
vont être raccordés au réseau de distribution auquel sont connectées les petites centrales électriques. Une étude sur la flexibilité de l'hydroélectricité a d'ailleurs été publiée tout début décembre par le syndicat France Hydro Électricité. L'objectif de ce travail a été de détailler le rôle de la filière dans cet exercice d'équilibrage, mais également de poser les bases d'un système destiné

Graphique n°2

Emplois directs dans la filière hydraulique française

Source : "Marché et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération", Ademe, 2020.

sd : semi-définitif ; p : prévisionnel



à rémunérer les sites hydrauliques pour cette flexibilité. FHE rappelle que toutes installations confondues, l'hydroélectricité couvre déjà la moitié des besoins de flexibilité du réseau français sur les pas de temps inférieurs à la journée, ainsi que 20 % des appels sur les échéances journalières. Les 3 900 MW de centrales d'écluses ont la puissance de modulation de plusieurs milliers de batteries. Les auteurs (le cabinet Compass Lexecon) de l'étude ont réalisé une simulation pour 2050 basée sur un mix électrique formé à 70 % par les filières variables, 10 % par l'hydroélectricité et 20 %

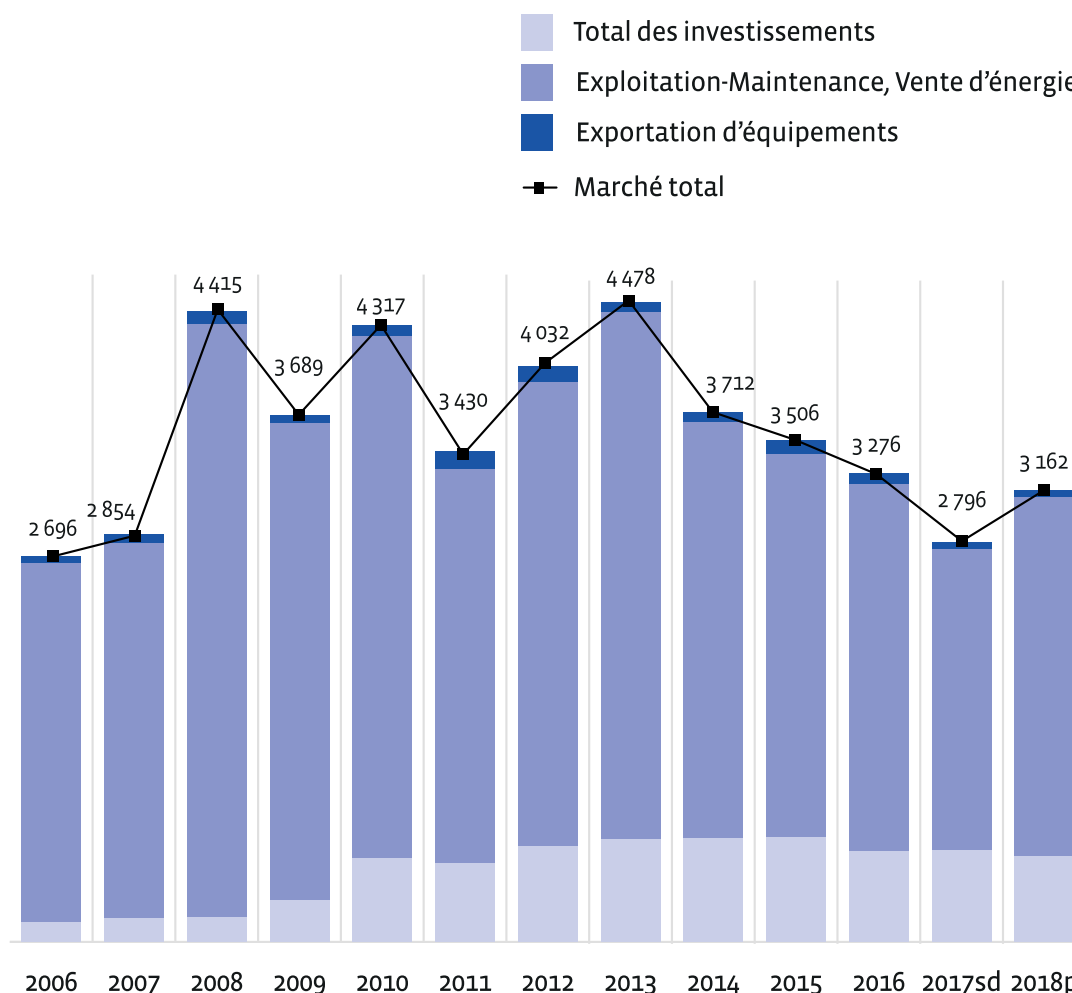
par le nucléaire. Les besoins de flexibilité seraient multipliés par cinq, notamment sur 24 heures ou sur une semaine. L'hydraulique pourrait répondre pour une bonne part à ces défis d'équilibrage, mais le secteur a besoin pour cela d'un mécanisme rémunérateur pour ce service qui n'existe actuellement pas dans le système français. FHE s'est intéressé à des pistes expérimentées à l'étranger, notamment en Allemagne où des plateformes locales de marché de l'électricité mettent en rapport besoins et offre de flexibilité tout en définissant un prix pour ce service.

Graphique n°3

Chiffre d'affaires de la filière hydraulique française (en M€)

Source : "Marché et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération", Ademe, 2020.

sd : semi-définitif ; p : prévisionnel



41

En France, l'expérimentation d'EDF So flex'hy a fonctionné comme une centrale électrique virtuelle directement connectée à tous les moyens de production renouvelables, éoliens comme solaires, mais aussi hydroélectriques de la vallée de la Durance dont l'aménagement est unique au monde : 15 centrales sur un canal en escalier avec un fonctionnement synchronisé capable de produire jusqu'à 25 % de l'électricité consommée dans la région. Ce démonstrateur a réussi à assurer dans le temps la complémentarité

locale des sources connectées de manière à garantir l'équilibre offre-demande. L'objectif est de continuer à éprouver le dispositif dans un territoire non relié à des réseaux (type zone non interconnectée comme une île) avant peut-être d'extrapoler vers un réseau national.

Bien que mature, la filière hydraulique pourrait à l'avenir voir ses coûts de production grimper pour respecter des contraintes environnementales (turbines et prises d'eau

Observ'ER

Le Baromètre 2020
des énergies renouvelables
électriques en France

ichtyo-compatibles, débits réservés), mais également avec la réduction du facteur de charge des centrales induite par la diminution du débit des cours d'eau.

CROISSANCE DES EMPLOIS ET DU CHIFFRE D'AFFAIRES

Dans son étude annuelle, "Marché et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération", l'Ademe évalue l'emploi du secteur hydroélectrique à 11 880 équivalents temps plein (ETP) en 2018. Il s'agit d'une faible croissance par rapport à 2017 (11 680 ETP). Le détail des chiffres nous montre un faible recul des emplois liés aux investissements domestiques, 2 310 ETP contre 2 460 ETP en 2017. Par ailleurs, ceux liés à la maintenance et la vente (9 470 ETP) sont en croissance depuis 2016. Depuis 2012, le total des emplois évolue peu. Cela s'explique par la très lente progression du parc installé, la maintenance et la vente d'énergie restent les principaux pourvoyeurs d'emplois.

L'activité économique de la filière hydroélectrique, en tendance décroissante depuis 2014, a connu un sursaut en 2018 avec 3,162 Md€ de chiffre d'affaires contre 2,796 Md€ en 2017 (+ 13 %). Si le chiffre d'affaires lié aux investissements a reculé de 6 %, celui lié à l'exploitation, la maintenance et la vente d'énergie a fortement augmenté (+ 20 %). ●

Quelques sites pour aller plus loin :

- ✓ Les pages dédiées à la filière sur le site de l'Ademe : www.ademe.fr
- ✓ www.france-hydro-electricite.fr
- ✓ www.hydro21.org
- ✓ www.barrages-cfbr.eu
- ✓ Les pages du SER consacrées à la filière : www.enr.fr



3 QUESTIONS

de l'Observatoire
des énergies renouvelables



à **Roland Vidil**,
président Hydro21

1 Comment se porte le tissu des entreprises du secteur en France ?

Si on se réfère aux diverses entreprises qui constituent l'éco système Hydro de la Région Auvergne Rhône Alpes qu'est HYDRO 21, je dirais que la crise sanitaire actuelle crée une situation assez contrastée. Le secteur de la production d'énergie hydroélectrique bénéficie d'une position assez privilégiée car c'est un secteur stratégique qu'il faut absolument maintenir en activité. Pour les autres entreprises clés de HYDRO 21 : sociétés d'ingénierie, fabricants de matériels, sociétés de services, recherche et développement, la situation est plus compliquée. HYDRO 21 a organisé ses 5èmes Rencontres Business Hydro en digital cette année, avec notamment le « Village Experts Business » permettant aux fournisseurs, sous-traitants, TPE et PME d'entrer en contact privilégié avec des grands donneurs d'ordre comme GE Hydro, EDF, CNR, SHER, Bouygues Construction, NGE Fondations... et dans une vision post COVID. Cette manifestation a suscité un véritable engouement de la part de ces entreprises.

2 Quelles seraient, selon vous, les principales mesures à prendre pour aider le développement de la filière en France ?

L'hydroélectricité est aujourd'hui au croisement de trois grands enjeux majeurs. D'une part, l'enjeu énergétique pour permettre d'accélérer le développement des énergies renouvelables. L'hydroélectricité est la première des énergies renouvelables. Elle est de plus décarbonée, pilotable, stockable et flexible et va accompagner le développement des autres énergies intermittentes. Un vrai défi qui est à relever pour les prochaines années sera de traiter la question de l'intermittence qui va passer de 5% actuellement à 35% à l'horizon d'une dizaine d'années. Le second est l'enjeu économique avec la question de la relance post-covid et la réindustrialisation de notre économie. L'électricité est un secteur stratégique et la France est le premier producteur de l'Union Européenne et cet avantage devrait être mieux exploité par les pouvoirs publics. Sur cette question, Hydro21 a rédigé une tribune « L'hydroélectricité, une filière stratégique pour notre réindustrialisation » qui est consultable sur le site de HYDRO 21. Le troisième enjeu est territorial avec le développement des territoires alpins. La Région Auvergne-Rhône-Alpes représente la moitié du potentiel français en matière d'équipements hydroélectriques. Il est nécessaire de mieux mettre en valeur les autres activités liées



à la gestion de la ressource et les multi usages de l'eau comme l'irrigation, le tourisme, le sport, les loisirs pour renforcer l'attractivité de la région, développer l'économie et l'emploi.

Finalement il est nécessaire de mieux mettre en valeur les principaux atouts de l'hydroélectricité pour le futur : un marché mondial en forte croissance (530 GW d'ici 2040 d'après l'AIE), une flexibilité qui permettra d'alimenter le réseau selon les besoins, l'indispensable stockage de l'électricité et enfin les nouvelles technologies et la digitalisation.

exploitée et un nouveau marché pour prendre en compte les services d'équilibrage du réseau va se mettre en place. Le nouveau modèle économique reste à établir et à promouvoir, mais les acteurs de la filière hydro vont demander à terme que ces services soient rémunérés à leurs justes valeurs. ●

3 La filière cherche à mieux valoriser sa flexibilité notamment à travers des mécanismes de rémunération. Y-a-t'il des avancées en la matière ?

Effectivement, la production hydroélectrique a des temporalités plutôt longues (saisons) avec de réelles possibilités de réserve dans les barrages, à la différence du solaire et de l'éolien qui ont des temporalités courtes (quotidien) et sans possibilités de réserve. Cette question de la variabilité de ces énergies est une question absolument centrale avec la problématique de la gestion de demain du futur mix électrique avec 50% de nucléaire et 50% d'énergies renouvelables. Une question importante pour les 5 à 10 prochaines années est de savoir comment nous allons satisfaire à la demande d'équilibre entre les moyens de production pilotables et les autres qui sont plutôt intermittents. Un nouveau marché va se mettre en place qui devra utiliser l'hydroélectricité est ses qualités d'être pilotable et flexible. La principale source de stockage aujourd'hui qu'est l'hydroélectricité devra être mieux