

ÉNERGIES & TERRITOIRES

Le magazine de CNR et ses acteurs ~ Mars 2020 #17

L'HYDROGÈNE,
LE MAILLON FORT
DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

événement page 11

CNR



**CHANTIER IMPRESSIONNANT À LA CENTRALE
HYDROÉLECTRIQUE DE CADEROUSSE**

lors du changement du stator et de la rénovation du rotor du groupe de production G1, qui a nécessité le démontage complet de l'alternateur. Démarrée en novembre dernier, l'opération de 7 millions d'euros se poursuit actuellement avec l'assemblage du nouveau stator fabriqué par General Electric et la rénovation du joint radial et des pales par CNR. Le remontage de l'ensemble est prévu sur seize semaines à partir de juin prochain. Quant à l'ancien stator, il va faire l'objet de travaux de réparation en vue de remplacer à moyen terme l'alternateur du groupe G6. Les opérations sont réalisées et pilotées par les équipes maintenance de CNR.

grand angle





17

zoom

Séisme. La procédure doit être sans faille !



6

témoign

Laurent Ughetto, président du département de l'Ardèche



8

24h chrono

Les gardiens du domaine concédé



10

portrait cnr

Tiphain Zgonec, au plus près des machines

ours*

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : Sylvain Colas.
RÉDACTEUR EN CHEF : Blandine Meyer.
RÉDACTION : Vincent Feuillet, Nancy Furer, Charlotte Pidou (nf2).
PHOTOS : Jean-Paul Bajard, Camille Moirenc, Matthieu Dupont, Alexandre Sargos, Stéphanie Tétu, Collections EP, iStock, photothèque CNR, DR.
CRÉATION & RÉALISATION : *by Magazine*
IMPRIMEUR : Courand. **TIRAGE :** 5250 ex.
 ISSN : 2426-7023

CNR

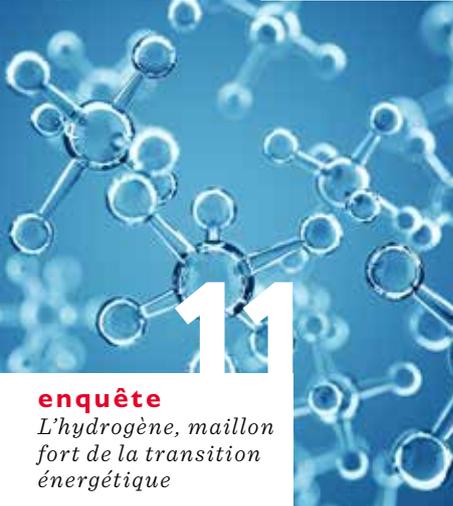
* Au 19^e siècle, *ours* désignait, dans l'argot des typographes, un ouvrier imprimeur chargé d'assembler les lettres. Par extension, il fut attribué au patron de l'imprimerie, puis au pavé de texte où figurait son nom.



16

portrait engagé

Céline Lelièvre, faire germer l'écocitoyenneté



11

enquête

L'hydrogène, maillon fort de la transition énergétique



22

rétro

Albert Caquot, le bâtisseur de génie



21

portrait partenaire

Émilie Wichroff, au cœur des usages



18

nouvelles

Toute l'actu de CNR

NOTRE QUAI DES ÉNERGIES PARTICIPE À UNE VILLE DURABLE



ÉLISABETH AYRAULT,
présidente-directrice générale de CNR

Trois ans après avoir achevé le « corridor électrique », qui comporte vingt-sept points de recharge du Léman à la Méditerranée, nous ouvrons au port de Lyon Edouard-Herriot la première station multi-énergies vertes de France. Automobiles, utilitaires, poids lourds et véhicules de transport en commun fonctionnant à l'hydrogène, à l'électricité ou au biogaz pourront faire le plein au Quai des énergies. À terme, les bateaux fluviaux s'y avitailleront en hydrogène. Et nous n'excluons pas à l'avenir de reproduire ce type d'équipement le long du Rhône. CNR est donc en ordre de marche pour alimenter en énergie verte les véhicules de demain et répondre à l'objectif 2050 de neutralité carbone inscrit dans la loi d'orientation des mobilités.

La réalisation du Quai des énergies est le fruit d'une rencontre entre les besoins exprimés par nos parties prenantes et la stratégie de développement industriel de CNR, face à l'urgence environnementale et climatique. Les camions de ramassage des déchets du Grand Lyon s'y rechargeront en biogaz, les bus du

SYTRAL en hydrogène, et le pousseur de la déchetterie fluviale River'Tri aussi. Avant même de voir le jour, le futur Hôtel de logistique urbaine dispose quant à lui d'une station de proximité pour sa flotte mutualisée de véhicules propres. Le Quai des énergies n'est pas seulement symbolique de notre ancrage local. Implanté à l'entrée du port Édouard-Herriot, sur un site industriel au cœur même de Lyon, il traduit aussi notre

engagement au service d'une ville durable. Nous n'avons pas vocation à être un acteur de la mobilité décarbonée, au même titre qu'un constructeur automobile ou qu'un fabricant de borne de recharge. Mais

notre ambition est de participer au déploiement des modes doux, en mettant des énergies renouvelables à la disposition du plus grand nombre. Cet objectif est conforme à l'esprit qui nous anime. À nos yeux, les outils de production d'énergie renouvelable décentralisés seront d'autant mieux acceptés par la population des territoires qu'elle aura directement accès à leur production. C'est ainsi que CNR compte apporter sa pierre à l'édifice de l'alter-mobilité.

*“Nous voulons contribuer
à réduire l'empreinte
écologique des transports.”*

« NOUS ENCLENCHONS UNE DYNAMIQUE ÉCOLOGIQUE QUI AURA DES RÉPERCUSSIONS SUR LES 30 PROCHAINES ANNÉES. »



Le Département de l'Ardèche est l'un des premiers à avoir signé avec l'État un contrat de transition écologique. Un engagement sur trois ans pour quoi faire ? Son président, Laurent Ughetto, explique son choix et l'ambition de construire une Ardèche compatible avec les transformations économiques, sociales et environnementales actuelles.



LAURENT UGHETTO,
président du Département de l'Ardèche

Comment s'adapte le département de l'Ardèche à la transition écologique ?

LAURENT UGHETTO L'Ardèche est engagée depuis de nombreuses années dans une action en faveur de la transition, que celle-ci soit économique, sociale ou environnementale. Conscients des effets de cette transformation sur nos modes de vie, nous avons décidé en 2018 de prendre les devants et d'accompagner cette mutation écologique profonde. Pour bâtir une nouvelle société et réfléchir aux moyens d'y parvenir, nous avons invité, durant une semaine, des associations, des entreprises, le monde agricole, l'ensemble des collectivités territoriales, les partenaires sociaux, éducatifs et associatifs



à réfléchir à des solutions collectives et individuelles. Ce travail de co-construction a préfiguré la signature, à l'automne dernier avec l'État, de deux contrats de transition écologique, l'un pour le nord, l'autre pour le sud du département.

En quoi consiste un contrat de transition écologique ?

L.U. Lancée par le gouvernement, cette démarche accompagne les collectivités dans tous les aspects de la transition écologique. Elle prévoit un programme d'actions d'une durée de trois ans, avec des objectifs de résultats. En Ardèche, dix-sept intercommunalités sur dix-huit font le pari d'une *écologie moteur de l'économie* et ont choisi de s'engager autour du Département sur quatre enjeux : économiser et partager la ressource en eau, économiser l'énergie et produire de l'énergie renouvelable ; engager la transition agricole et sylvicole pour une agriculture résiliente et durable ; réduire l'impact écologique et social des mobilités ;

Sur la ViaRhôna, des boucles pourraient relier les villages et les zones de services publics.

éduquer et impliquer l'ensemble des citoyens dans la transition. À ce jour, 24 actions prioritaires ont été définies et bénéficieront d'un financement à hauteur de 231 millions d'euros, cofinancés par la Région, le Département, l'État et ses agences notamment l'Ademe et l'Agence de l'eau, ainsi que d'autres partenaires ponctuels.

Sans les contrats de transition écologiques, auriez-vous pu réaliser ces investissements ?

L.U. Les contrats de transition écologique mobilisent des financements existants et stimulent un effet catalyseur auprès d'acteurs hésitants. La grande force de dispositif réside dans la co-construction d'idées innovantes nées de la réflexion entre habitants d'un même territoire. Je suis convaincu que l'implication et les initiatives portées par tous concourent à la réussite des projets. Aujourd'hui, c'est tout un territoire qui est prêt à réaliser sa mutation pour construire l'Ardèche de demain, respectueuse des ressources, propre et solidaire.

De quelle nature sont les actions prévues ?

L.U. Les projets émergent du territoire et ne sont pas imposés par le Département. Par exemple, la Communauté d'agglomération Privas Centre Ardèche prévoit la création d'une usine de méthanisation à Le Pouzin alimentée par les déchets industriels des entreprises. La communauté de communes du Pays Beaume-Drobie va construire un réservoir d'eau d'environ 300 m² qui se remplira lors des pluies et pourra rendre l'eau l'été.

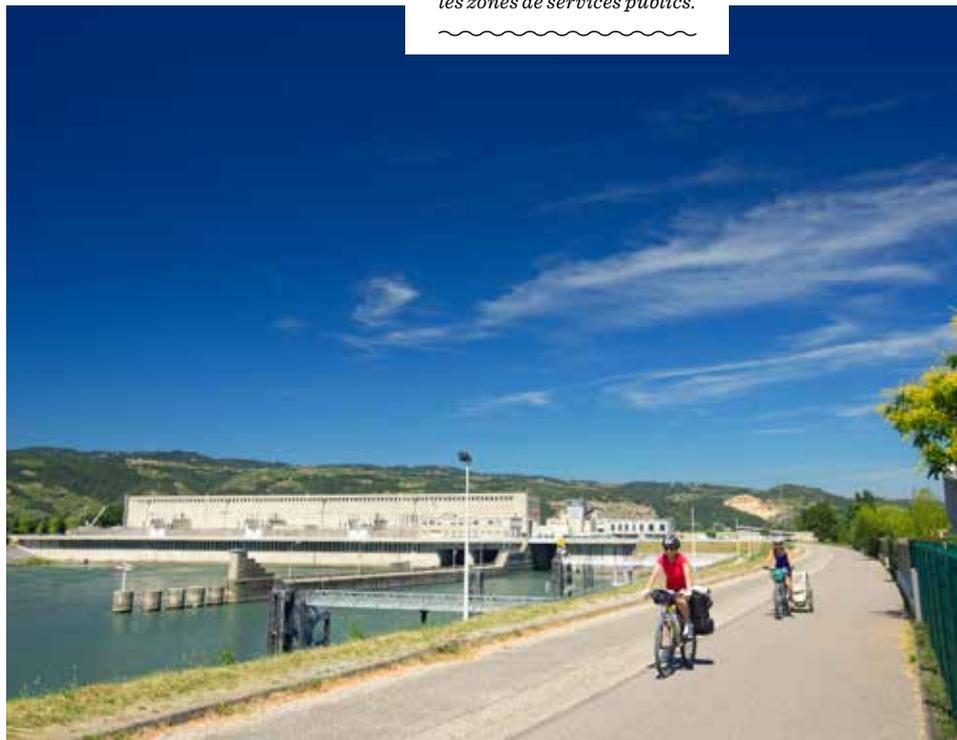
Du côté du secteur privé, le groupe Delmonico Dorel, dont l'une des filiales ardéchoises est spécialisée dans le transport de marchandises, veut mettre en place des solutions alternatives à la route. Il s'engage à développer le transport fluvial

et à porter sa part de fret non routier à 10 % d'ici 2023. Via ces actions, l'Ardèche enclenche une dynamique qui aura des répercussions sur les 30 prochaines années.

Comment CNR intervient dans ce contrat ?

L.U. CNR fait partie de nos partenaires. En plus de différents projets en matière de production d'énergies renouvelables, notamment le développement d'agrivoltaïque, nous travaillons sur la reconquête des terres agricoles, actuellement délaissées le long du Rhône, situées sur les terrains concédés par l'État à CNR. Notre souhait est de les remettre en exploitation

d'ici à trois ans. En matière de mobilité, le maillage de notre territoire par des voies cyclables doit s'intensifier afin d'offrir une réelle alternative à la voiture, notamment pour les déplacements professionnels. Depuis la ViaRhôna, dont le tracé le long du Rhône est complet dans notre département, des boucles pourraient relier les centres-bourgs, les pôles d'emploi et les administrations. Enfin, nous projetons de rénover avec CNR deux zones d'irrigation, celles de Chomérac et de la plaine de Jalès. Disposer de deux réseaux d'irrigation performants et bien gérés constituerait pour l'Ardèche mais aussi pour le fleuve Rhône, un atout pour le défi climatique qui s'annonce. ■



“S’adapter ou périr, cette phrase qui traduit des millions d’années d’évolution fait sens dans notre quotidien, plus vite et plus fort que cela n’a jamais été le cas. Pour répondre à cet enjeu, le pouvoir de transformation est local.”

24h chrono

... avec l'équipe domaniale



LES GARDIENS DU DOMAINE CONCÉDÉ



Plus de 24 000 hectares de domaine concédé terrestre sont gérés par CNR le long du Rhône. Leur utilisation et leur entretien répondent à une réglementation très stricte. Découverte des missions de l'équipe du département domanial de la direction territoriale Rhône-Saône avec Corinne Manin, hôtesse d'accueil, Priscilla Gonzales, chargée d'affaires environnement, Christine Meleck, cadre domanial et Ludovic Del Signore, gestionnaire.



8:30

“ SUITE À UN
SIGNALEMENT d'un
riverain transmis par
la mairie d'Arras, je
vérifie la domanialité du
peuplier supportant un
nid de frelons asiatiques.
Cet arbre étant sur le
domaine concédé, je
déclenche une opération
de destruction. »

PRISCILLA GONZALES,
CHARGÉE D'AFFAIRES
ENVIRONNEMENT



8:00

“ JE SUIS UN POINT
D'ENTRÉE pour les
personnes extérieures.
Je réceptionne,
par exemple, les
sollicitations des
riverains du domaine
concédé ou des
collectivités. Suite à des
vents violents durant
la nuit, un appel nous
informe de la chute
d'arbres. Je transmets
l'information afin
que nos équipes
interviennent. »

CORINNE MANIN,
HÔTESSE D'ACCUEIL





10:00

“JE PRENDS CONNAISSANCE DES ÉVOLUTIONS réglementaires inscrites dans le projet de Plan local d’urbanisme modifié de la commune ardéchoise de Sarras et évalue leurs éventuels impacts sur la concession. Je demande les avis de mes collègues des départements génie civil et exploitation afin de formuler une réponse documentée, assortie de préconisations. »

CHRISTINE MELECK,
CADRE DOMANIALE



13:30

“UNE FOIS PAR SEMAINE, nous instruisons les Déclarations de projet de travaux (DT) et les Déclarations d’intention de commencement de travaux (DICT) émises par les maîtres d’ouvrage. Chaque dossier est évalué en fonction de la présence de réseaux enterrés ou non sur la zone ciblée, puis de leurs impacts sur nos activités. »

LUDOVIC DEL SIGNORE,
GESTIONNAIRE DOMANIAL



15:00

“ RÉUNION SUR LE TERRAIN avec la Ligue de protection des oiseaux (LPO), le Département de la Loire, le Parc naturel régional du Pilat et le Centre d’observation de la nature de l’île du Beurre pour échanger sur un projet en faveur du castor sur le domaine concédé. »

PRISCILLA GONZALES



16:30

“ PASSAGE EN REVUE avec la responsable du département domanial, des différents projets et dossiers en cours conduits sur la concession par des entités extérieures à CNR. Nous déterminons les suites à donner. Cela requiert de la vigilance, car nous sommes les garants du domaine concédé. »

CHRISTINE MELECK



Au plus près des machines

TIPHAIN
ZGONEC

*Agent technique
d'exploitation CNR*



Exerçant sur le site de Bourg-lès-Valence, Tiphain Zgonec est agent technique d'exploitation depuis bientôt six ans. Ce poste de contrôle et de maintenance, il l'a obtenu par la filière de l'alternance. En acceptant ainsi une mission à forte valeur ajoutée, il est rapidement monté en compétences.



Tiphain Zgonec a commencé à chercher du travail au cours de son bac pro ; c'est la Mission locale qui l'a mis sur la piste de CNR. Il devient alors alternant en tant qu'agent technique d'exploitation et suit en parallèle des cours auprès de l'Association de formation professionnelle de l'industrie (AFPI). Au bout d'un an, il obtient son Certificat de qualification paritaire de la métallurgie (CQPM) en opérateur de maintenance, ainsi qu'un CDI chez CNR. « *J'ai fait*

partie des premiers alternants en exploitation. Ce système m'a tout de suite plu et motivé, déclare le jeune homme. De plus, être formé en même temps m'a permis de compléter mon cursus ». Tiphain Zgonec intègre l'aménagement de Beauchastel et endosse avec entrain le costume d'agent technique d'exploitation avec astreinte. L'équipe réalise des opérations de maintenance de premier niveau sur les aspects électrotechniques, mécaniques et hydrauliques selon une planification sans impact sur la production : « *Notre rôle est de contrôler, de maintenir et d'améliorer la performance des ouvrages tout en assurant la sûreté hydraulique, celle de la navigation et celle des personnes* ». D'astreinte une semaine par mois, Tiphain Zgonec effectue des rondes pour surveiller l'aménagement et faire remonter toute anomalie détectée.

2009

BEP électrotechnique

2011

Bac pro technicien du froid et du conditionnement d'air

2013-2014

Alternance chez CNR

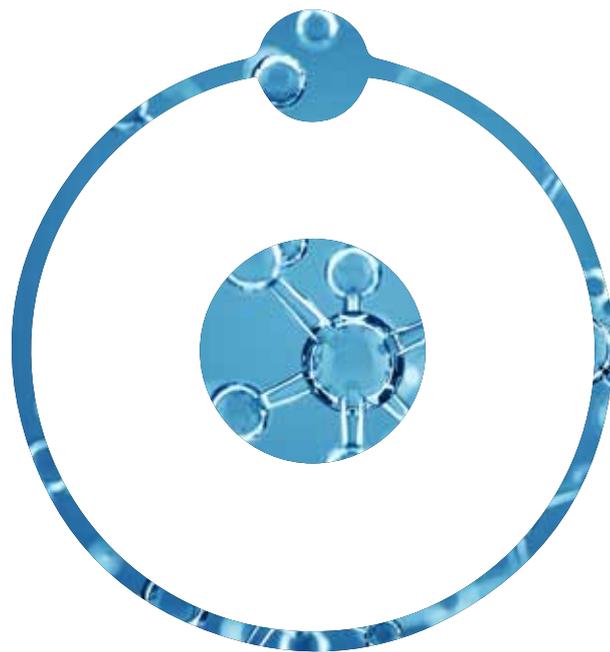
2014

Embauché chez CNR

TRANSMISSION ET AMÉLIORATION

Après trois ans en Ardèche, le Montilien d'origine se positionne sur un poste équivalent à Bourg-lès-Valence et arrive dans ce nouvel environnement début 2018. Pour faciliter son intégration et sa montée en compétences, Sébastien Thouvenot, chargé d'exploitation, lui propose une mission : remettre en état une armoire de contrôle-commande. « *Stimuler la richesse en interne et inciter à aller plus loin, c'est un vrai atout de CNR, souligne l'agent. C'est en pratiquant qu'on apprend. Sébastien Thouvenot a été un très bon tuteur qui m'a conseillé et aidé sur ce travail échelonné en parallèle de mes missions principales. J'ai ainsi rénové une armoire vétuste en récupérant du matériel. J'étais serein pour la remise en route de cette machine essentielle puisqu'elle récupère l'eau du Rhône et la filtre pour alimenter les circuits de réfrigération de l'usine. Cette opération m'a permis de me perfectionner dans la lecture de schéma, dans le câblage, l'assemblage et le réglage du matériel et donc de nourrir mon expertise* ».

Tiphain Zgonec s'imagine « *gravir les échelons... et devenir technicien d'exploitation* ». ■



L'HYDROGÈNE, MAILLON FORT DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE



LE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE EST L'UN DES DÉFIS À RELEVER POUR MIEUX INTÉGRER LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LE MIX ÉNERGÉTIQUE. UNE TECHNIQUE OPÉRATIONNELLE À GRANDE ÉCHELLE CONSISTE À CONVERTIR L'ÉLECTRICITÉ EN HYDROGÈNE, PAR ÉLECTROLYSE DE L'EAU. PREMIER DÉBOUCHÉ : CELUI DES MOBILITÉS, SERVI PAR LE QUAI DES ÉNERGIES QUE CNR VIENT D'IMPLANTER AU PORT DE LYON.

enquête



Si le stockage de masse de l'électricité se heurte pour l'instant à un certain nombre de verrous techniques empêchant d'obtenir des technologies suffisamment peu chères pour être compétitives, il n'en est pas moins fondamental pour l'atteinte des objectifs fixés par la loi de transition énergétique : une baisse des émissions de gaz à effet de serre, notamment grâce à la diminution de la consommation d'énergies fossiles et à la croissance de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique français.

L'INTERMITTENCE DU RENOUELEBLE NE SERA BIENTÔT PLUS UN PROBLÈME

« Comme nous ne pouvons pas commander au soleil de briller ou au vent de souffler, il apparaît indispensable de développer de nouvelles solutions de stockage et de consommation flexibles de l'électricité produite, pour parer à la fois aux surplus et aux déficits temporaires de production qu'elle soit issue de renouvelables ou d'autres énergies », intervient Frédéric

Storck, directeur Transition énergétique et Innovation chez CNR. *En la matière, les pistes sont prometteuses, qu'elles soient relatives aux batteries ou surtout à l'injection dans le réseau de transport de gaz naturel (le "Power to gas"), grâce à une*

transformation de l'électricité d'origine renouvelable en hydrogène ou en méthane de synthèse afin de la stocker ». Une bonne nouvelle à la clé : la possibilité d'accueillir et de transporter, dans les réseaux de gaz existants, l'hydrogène ou le méthane ainsi produits en grandes quantités. « Nous sommes en plein changement de paradigme, poursuit Frédéric Storck, ajoutant à l'exploitation de nos grosses centrales



Les véhicules électriques à hydrogène sont des véhicules zéro émission à très grande autonomie et dont la recharge est aussi rapide que celle d'un véhicule thermique : environ 5 minutes pour 500 km d'autonomie.

EN CHIFFRES

Le Quai des énergies en chiffres

2 bornes de recharge en hydrogène renouvelable

2 électrolyseurs d'une puissance de 100 kW chacun
> soit une capacité de production et de distribution de **80 kgH₂/jour à 350 bars**

2 bornes de recharge en électricité renouvelable
> une borne d'une puissance de **50 kW** : recharge en une heure environ
> une borne d'une puissance de **350 kW** : pour un plein en 15 min

2 bornes de recharge en biogaz GNC

1 espace pédagogique de **80 m²**

4,5 M€ d'investissement, dont
> **3,5 M€** CNR et ses financeurs
> **1 M€** GNVert

LES FINANCEURS DU QUAI DES ENERGIES

LA RÉGION AUVERGNE RHÔNE-ALPES

L'ADEME

L'EUROPE via le programme H2Mobility.

Le projet a reçu un financement du Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking au titre de la convention de subvention n°700350. Cette entreprise commune (FCHJU) bénéficie du soutien du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne, Hydrogen Europe et Hydrogen Europe Research.



enquête



hydroélectriques, la gestion d'un parc de production-consommation qui intégrera à terme un grand nombre de centrales photovoltaïques et de fermes éoliennes, appartenant à CNR mais aussi à des tiers, ainsi que des moyens de stockage et des consommations flexibles. L'efficacité de la gestion conjointe et optimisée de tous ces éléments nous permettra de démontrer que l'intermittence du renouvelable n'est plus un problème. Nos investissements dans la filière hydrogène participent de cette ambition ». Démonstration à l'entrée du Port de Lyon, dans le 7^e arrondissement lyonnais, où CNR mettra en service en trois phases successives, une station de recharge en énergies renouvelables alternatives, baptisée Quai des énergies. Cette station, qui sera exploitée par GNVert, filiale d'Engie, répondra aux besoins des transporteurs

Installé sur le site du Grand Port maritime de Marseille à Fos-sur-Mer, le démonstrateur industriel de power to gas Jupiter 1000 sera inauguré au cours du 1^{er} semestre de l'année 2020. Il permet d'expérimenter l'injection, dans le réseau de transport de gaz, de l'hydrogène et du méthane de synthèse produits à partir d'électricité d'origine renouvelable fournie par CNR.

de personnes ou de marchandises en milieu urbain ainsi que des particuliers pour la recharge de leurs véhicules. D'ici deux ans, elle permettra également d'avi-tailler en hydrogène un premier bateau.

UN OUTIL POUR LIMITER L'EMPREINTE CARBONE DES VÉHICULES DE TRANSPORT

Pour l'heure, deux bornes de recharge "rapide" et "haute puissance" en électricité renouvelable, sont déjà ouvertes au public. Les deux bornes de recharge en biogaz/GNC seront mises en service fin mars, début avril. La borne rapide, d'une puissance de 50 kW, permet de recharger les batteries des véhicules électriques d'une capacité de 40 kWh en 1 heure environ pour une autonomie de 250 km. La borne "haute puissance" de 350 kW, permet de faire le plein de batteries d'une capacité de 90 kWh en 15 minutes environ. Quant au GNC, il s'agit d'un carburant



Philippe Boucly,
président de l'Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible (Afhyperc)

Assiste-t-on au décollage des technologies de l'hydrogène en France ?

Des avancées importantes ont été obtenues ces dernières années, encore renforcées par l'inscription dans la loi énergie et climat de novembre 2019 d'un objectif de 20 % à 40 % d'hydrogène bas-carbone et renouvelable dans les consommations totales d'hydrogène et d'hydrogène industriel à horizon 2030. Nous recevons aussi des engagements forts de la filière automobile sur sa volonté de produire des véhicules à hydrogène et constatons que l'appel à projets « Mobilité » lancé par l'Ademe fonctionne très bien. Aujourd'hui, le frein le plus important est financier, car les technologies de l'hydrogène restent produites en petite quantité, ce qui en accroît le coût. Mais l'hydrogène peut contribuer à réindustrialiser notre pays. Les perspectives sont immenses. Nous comptons dans l'Hexagone des champions – pour certains de taille mondiale – qu'il convient d'encourager à produire en France. L'appui de l'État est primordial : il doit accompagner l'investissement des industriels et contribuer à développer le marché pour inciter les industriels à développer des unités de production sur le territoire.





Jean-Baptiste Furia,
directeur général de GNVert

Qu'attendez-vous concrètement de l'exploitation de ce Quai des énergies ?

GNVert, filiale à 100 % d'Engie, est née il y a une vingtaine d'années pour promouvoir le gaz naturel en tant que carburant alternatif, notamment à l'usage des transports de personnes et de marchandises. Ces derniers temps, nous souhaitons aussi expérimenter les potentialités de l'hydrogène renouvelable, qui émerge en France.

L'heure n'est plus à opposer les énergies, mais à considérer la manière dont chacune peut répondre à des besoins ciblés : l'électricité renouvelable plutôt pour les véhicules légers, le gaz naturel pour les bus et les camions et l'hydrogène pour ses capacités de stockage et l'autonomie d'usage qu'elle offre.

Le Quai des énergies, en partenariat avec CNR, est idéal pour appréhender ces nouveaux modes d'alimentation en énergie ou en carburant. Il est de surcroît idéalement situé, à Lyon, dans une zone de passage mixant voitures, bus, camions et flotte fluviale. Notre philosophie est véritablement de repenser les mobilités et de nous positionner sur un marché de l'hydrogène qui deviendra mature un jour, y compris financièrement.

>>>

alternatif majoritairement composé de méthane, qui présente plusieurs avantages énergétiques et environnementaux, notamment concernant la réduction des émissions d'oxyde d'azote (NOx), de particules fines et des émissions de CO₂. Enfin, faire un plein de GNC ne prend pas plus de temps qu'avec un carburant classique.

Côté hydrogène, CNR précise qu'il faudra attendre cet été pour alimenter les premiers véhicules. Les deux bornes en cours d'installation offriront une capacité de distribution de 80 kg par jour d'hydrogène renouvelable à la pression de 350 bars, qui sera fabriqué sur place à partir d'eau et d'électricité 100 % renouvelable CNR. Les véhicules électriques à hydrogène sont des véhicules zéro émission à très grande autonomie et dont la recharge est aussi rapide que celle d'un véhicule thermique (5 minutes pour 500 km d'autonomie). Ils sont équipés d'une pile à hydrogène qui convertit ce gaz en électricité.

Ils ne rejettent que de l'eau et n'émettent ni résidu toxique ni polluant.

Sur son Quai des énergies, CNR a aussi aménagé un espace pédagogique de 80 mètres carrés, dans lequel les clients de la station, mais aussi des visiteurs et des groupes de scolaires, peuvent visionner différents films sur la production des énergies renouvelables, s'informer sur les techniques de production et de stockage grâce à un écran numérique et découvrir les technologies de demain grâce à des démonstrateurs développés avec des partenaires comme l'Institut national de l'énergie solaire (INES) du CEA. Exemple : des panneaux photovoltaïques bifaciaux permettant d'accroître très significativement les capacités de production sur une même emprise foncière.

LES VOITURES, LES BUS, LES CAMIONS ET MÊME LES BATEAUX

« L'hydrogène est une bonne solution pour toutes les flottes de véhicules soumises à de fortes rotations. C'est le cas des bus et des taxis, poursuit Frédéric Storck. Le SYTRAL (NDLR : Syndicat mixte des transports pour le Rhône et



Le Quai des énergies délivre un biogaz GNC dont les émissions de CO₂ sont réduites de 75 % par rapport à l'essence.

enquête



l'agglomération lyonnaise) testera prochainement l'exploitation de deux bus à hydrogène. Ces bus viendront faire le plein au Quai des énergies. Avec un temps de remplissage court, l'hydrogène pourrait être aussi une alternative au gazole pour les camions ». D'autres débouchés sont envisagés, dont celui du transport par voie fluviale. Une partie de l'hydrogène renouvelable produit au Quai des énergies sera en effet mis en bouteilles à l'usage d'un pousseur exploité par la Compagnie Fluviale de Transport (CFT). Livré l'an prochain, il permettra d'acheminer de manière totalement décarbonnée la déchèterie fluviale de Lyon, River'Tri, jusqu'au quai des bords de Saône, où les Lyonnais viennent déjà aujourd'hui déposer leurs déchets. « Ce projet de pousseur à hydrogène constitue un démonstrateur industriel visant à encourager d'autres acteurs du fluvial à se joindre au mouvement de verdissement de la flotte », souligne l'expert CNR. Les besoins sont conséquents dans l'industrie également, notamment pour les pétroliers et les chimistes de la vallée de la chimie.

De fait, pour faire face à cette demande, CNR envisage d'ores et déjà la construction d'une usine de production d'hydrogène, capable de fournir plusieurs tonnes par jour de ce gaz vert. L'équipement sera installé, soit sur le site de la centrale hydroélectrique de Pierre-Bénit, soit sur le Port de Lyon.

Il permettra de tester à grande échelle l'injection d'hydrogène dans le réseau de gaz et de satisfaire les besoins des transporteurs, des industriels et des opérateurs fluviaux. « Même si l'hydrogène renouvelable est aujourd'hui plus cher que l'hydrogène gris obtenu à partir de gaz naturel, tout cela va dans le sens de l'histoire, conclut le directeur Transition énergétique et Innovation de CNR. Ces dix dernières années, les prix des électrolyseurs ont été divisés par quatre. En améliorant ainsi les possibilités de stockage et de flexibilité entre production, distribution et consommation des énergies renouvelables, nous sommes au cœur de la transition énergétique et écologique ». ■

CNR développe aujourd'hui une capacité de 1 000 MW en éolien et solaire. L'objectif est de parvenir à une parité de capacité de production entre hydroélectricité, éolien et solaire en 2030.



EN CHIFFRES

Transition énergétique Des objectifs renforcés pour l'Europe à horizon 2030

32 % d'énergies renouvelables dans la consommation électrique (contre 27% en 2014)

32,5 % de réduction des consommations d'énergie sur une base 1990 (contre 27% précédemment)

45 % de réduction des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990 (contre 40% précédemment)

- 37,5 % d'émissions moyennes de dioxyde de carbone (CO₂) pour les voitures et les camionnettes neuves immatriculées dans l'Union en 2030

15 % d'interconnexions entre les réseaux électriques des différents pays de l'Union en 2030. La France et l'Allemagne sont déjà à 11 %, l'Espagne seulement à 4 %

Source : ministère de la Transition écologique et solidaire

4 000 MW L'objectif de puissance totale installée par CNR en solaire et en éolien à horizon 2030.

Aujourd'hui, cette puissance installée est de **1 000 MW**



Transmission
**CÉLINE
 LELIÈVRE**

*Faire germer
 l'écocitoyenneté*



Le rapport de l'homme à la nature a été le fil rouge du parcours de Céline Lelièvre. La directrice de l'union Apare-CME, association œuvrant pour le patrimoine bâti, la valorisation des territoires et la sensibilisation à l'environnement, multiplie les actions auprès des publics pour favoriser les changements de comportement.



Passionnée de géographie, Céline Lelièvre a commencé sa carrière les mains dans la terre, dans une pépinière. Puis son chemin l'a menée au sein de l'association Semailles en Avignon, un chantier d'insertion qui fait du maraîchage en bio et des actions autour de l'environnement. Elle y a occupé le poste d'animatrice en éducation à l'environnement. « *Toutes les valeurs de la structure correspondaient à mes convictions, mais au bout de 10 ans, j'avais envie de changer* », explique-t-elle. La voici embauchée à l'union Apare-CME des Pays de Vaucluse en tant que responsable de secteur environnement et développement durable, puis directrice deux ans plus tard. Cette structure basée à L'Isle-sur-la-Sorgue agit pour le patrimoine en organisant des chantiers de bénévoles pour restaurer le patri-

moine bâti et agit en faveur de l'environnement avec des actions d'information et de culture aux risques inondation et feu de forêt. Elle est labellisée Centre permanent d'initiatives pour l'environnement (CPIE), une reconnaissance nationale qui authentifie son ancrage territorial et son innovation sociale et pédagogique. « *Notre cœur de métier est la transmission des savoirs. Notre équipe de huit personnes développe des outils de sensibilisation basés sur les valeurs de l'éducation populaire. Autrement dit, les participants sont acteurs, au centre de l'apprentissage, afin d'adopter un comportement éthique* », présente Céline Lelièvre.

2003

Obtention de son DEA de géographie

2003-2013

Animatrice en éducation à l'environnement au sein de l'association Semailles

2016

Devient directrice de l'union Apare-CME

JEU DE PISTES, MAQUETTES ET MANIPULATIONS Acteurs publics et privés font ainsi appel à cette expertise pour imaginer des jeux de pistes, des courses d'orientation, des ateliers de manipulation, des applications en réalité augmentée ou encore des balades commentées. C'est ainsi que CNR a contacté l'association en 2015 pour la mise en œuvre de partenariats locaux. « *Le but était de mieux faire connaître les actions en faveur de la biodiversité grâce à des contenus vulgarisés et ludiques. Nous avons ainsi mis en place, à Villeneuve-lès-Avignon et à Bollène, des balades familiales et des ateliers parents-enfants avec une maquette expliquant les aménagements du fleuve* ». Depuis l'ouverture de l'usine de Bollène au public, l'union Apare-CME anime une visite qui a bénéficié à 400 scolaires en 2019. CNR participe aussi au financement du dispositif sur la biodiversité « Rhôn'à tâtons » destiné aux malvoyants et à la maquette « Rhône et sens » pour sensibiliser à la culture du risque d'inondation. ■



Séisme

La procédure doit être sans faille !

La pression était grande, le 11 novembre dernier, lors du tremblement de terre ardéchois. Dans une telle situation de séisme à proximité de ses ouvrages, CNR doit actionner la procédure P052. Adossée à une convention avec le CEA comme lanceur d'alerte et sous l'autorité de la Dreal, elle doit réagir vite et bien. Retour sur une intense semaine d'action.



C'est la première fois qu'un séisme aussi puissant se produit dans la vallée du Rhône depuis la création des ouvrages CNR.

Lundi 11 novembre 2019, 11h52, la terre tremble en Ardèche et dans la Drôme. Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) adresse immédiatement une alerte à CNR. En conséquence, la procédure dite P052 est déclenchée : branle-bas de combat à tous les étages. Une magnitude de 5,4 sur l'échelle de Richter est annoncée, ce qui ne s'est pas produit dans l'Hexagone depuis 2003. La secousse est ressentie jusqu'à Saint-Étienne, Grenoble, Lyon, et même dans le sud de la France, mais c'est au Teil que les dégâts sont les plus importants. À 12h15, l'opérateur du Centre de téléconduite du Rhône (CTR) de CNR adresse un rapport aux équipes d'astreinte, précisant notamment les rayons d'influence du séisme et les deux zones à surveiller : une zone rapprochée concernant 83 km de digues et 7 ouvrages (usines, écluses...) et une zone éloignée impactant 215 km supplémentaires de digues et 25 ouvrages béton.

À 15 heures, un premier état des lieux visuel est produit. Un planning précis de contrôles et surveillances est élaboré pour les jours suivants. Objectif : détecter la moindre anomalie susceptible d'interférer sur la sûreté des installations CNR ou la navigation. « C'est la première fois qu'un séisme aussi puissant se produit dans la vallée du Rhône depuis la création des ouvrages CNR, indique Olivier Lelong, responsable de l'équipe de coordination de l'exploitation et de la sûreté. Nous avons organisé des tournées spécifiques sur tous les points stratégiques, visant à ausculter visuellement les ouvrages béton et les digues, à inspecter la vanterrie, à vérifier les automates, à contrôler les débits du Rhône... Le Centre de gestion de la navigation, qui pilote les écluses à distance, s'est également assuré que la navigation pourrait reprendre dès le lendemain (le 11 novembre étant une journée sans navigation) ».

Au total, environ 170 personnes ont été mobilisées dans les directions territoriales et dans les services centraux de CNR, en accompagnement des équipes de terrain.

« Dans de telles circonstances, l'œil avisé des spécialistes en génie civil est primordial, reconnaît Mathieu Barilone, responsable du pôle ouvrages au CacoH de CNR. La procédure P052 nous impose de vérifier, à pied, tous les aménagements de la zone rapprochée sous 8 jours maximum. Nous avons donc ausculté chaque ouvrage concerné et passé au peigne fin, 300 kilomètres de digues afin de détecter d'éventuels désordres. Heureusement, rien n'a été trouvé pouvant remettre en cause la sûreté de nos installations ». Le rapport final met en évidence trois « désordres » mineurs sans impact sur la sûreté, faisant actuellement l'objet de réparation. Satisfaction dans les rangs de CNR : la procédure a été respectée à la lettre, les délais d'intervention tenus et le comportement des ouvrages à ce séisme se révèle très satisfaisant.

32 ouvrages concernés

310 km de barrages latéraux (digues) vérifiés

170 personnes mobilisées



Aviron

OBJECTIF TOKYO

Partenaire principal de la Fédération française d'aviron, CNR soutient les trois champions du monde français de la discipline dans leur préparation aux Jeux olympiques, organisés cet été à Tokyo. Laura Tarantola du club Aviron Grenoble, Hugo Boucheron et Matthieu Androdrias du Cercle de l'aviron de Lyon ont signé une convention leur permettant de se concentrer à 100 % à leur entraînement.

Photovoltaïque

UN PARC AVEC DES PANNEAUX RECYCLÉS

Un nouveau parc photovoltaïque CNR devrait voir le jour d'ici 2022 sur la commune de Valsenhône (Ain). Sur 9,4 hectares d'une ancienne décharge du groupe Pêchiney, il se composera de quelque 8 500 panneaux installés au sol, dont un quart seront de « deuxième main ». Une innovation dans une filière où le recyclage n'est pas encore très développé. Doté d'une puissance installée de 5,6 MW par an, l'équivalent de la consommation d'une ville de 2 200 habitants, l'aménagement sera situé à proximité du futur complexe de la Plaine des jeux reliant à terme le centre-ville par les berges du Rhône jusqu'à la base d'aviron.



Tourisme industriel

Génissiat et Bollène font le plein

Avec sa marque commerciale *Les Circuits de l'énergie*, CNR est devenu un acteur fort du tourisme industriel. Depuis 2018, les portes du barrage-centrale de Génissiat et de la centrale hydroélectrique de Bollène sont ouvertes au public. L'an dernier, près de 14 000 personnes ont plongé au cœur de ces installations techniques d'envergure pour découvrir les métiers de l'hydroélectricité et des énergies renouvelables.

Implanté entre l'Ain et la Haute-Savoie, le barrage-centrale aux dimensions colossales de Génissiat a été mis en service en 1948 après 11 ans d'un chantier herculéen. Premier ouvrage dédié à l'énergie renouvelable construit par CNR et surnommé le « Niagara français », il a rassemblé plus de 8 000 visiteurs en 2019, dont une majorité de scolaires et lycéens. Ce succès donne des ailes à CNR, qui réfléchit à améliorer encore l'offre de découverte, très interactive, et travaille

à des visites thématiques, par exemple sur l'architecture et l'histoire des lieux. Le site de Bollène - dont l'édification a nécessité la déviation du Rhône sur 28 kilomètres - a pour sa part séduit 5 600 personnes pour sa première année d'ouverture au public. Comme son grand frère de Génissiat, il apparaît dans la nouvelle édition du guide du Routard « Visite d'entreprise en France », disponible en librairie depuis le 11 décembre dernier.

➔ www.lescircuitdelenergie.fr

Coopération

TRANSMISSION DE SAVOIR-FAIRE

Le directeur technique et le directeur des Ressources humaines de la Société d'exploitation des aménagements de Manantali et Félou (Semaf) se sont formés en novembre dernier auprès des équipes CNR. L'exploitation et la maintenance efficaces d'une centrale hydroélectrique leur ont été expliquées durant quatre jours. Étape suivante : une mission d'évaluation des deux ouvrages hydroélectriques exploités par la Semaf sur le fleuve Sénégal au Mali. Deux ingénieurs CNR se rendront sur place dans les prochaines semaines pour réaliser un état des lieux nécessaires à la définition de futurs modules de formation. Cette coopération s'inscrit dans le cadre de la convention signée en 2018 entre CNR et Semaf, destinée à la réalisation de missions d'assistance technique et de transfert de compétences.



Modélisation

Trois évacuateurs de crue testés

L'équipe du pôle Écoulement du Centre d'analyse comportementale des ouvrages hydrauliques (Cacoh) a récemment étudié les Évacuateurs de crues (EVC) de trois ouvrages différents. Au sein du laboratoire CNR, les EVC du barrage de Boukhroufa (Algérie), du barrage de Pont-Baldy (Hautes-Alpes) et du barrage de Basséri (Burkina Faso) ont été modélisés, respectivement à l'échelle 1/50^e, 1/30^e et 1/20^e. Objectif : vérifier, selon différents scénarios, la débitance des ouvrages et valider le dimensionnement géométrique des structures. Chaque installation possédant ses propres caractéristiques, des tests spécifiques ont été menés, comme la vérification des séquences de basculement des hausses fusibles pour l'ouvrage algérien, la validation des conditions d'écoulement du barrage de Pont-Baldy ou encore l'optimisation de la géométrie du seuil et des marches du coursier de l'évacuateur pour le projet du Burkina Fasso.



Énergie éolienne

Ça bouge dans le Grand Est

Un nouveau parc éolien a été mis en service sur la commune de Beausite-en-Meuse. Grâce à trois machines de 3,6 MW de puissance unitaire et à deux machines de 3 MW, il cumule une puissance installée de 16,8 MW. C'est la première fois que des éoliennes d'aussi grande hauteur et d'un diamètre de 131 mètres (type Nordex 131) sont installées sur un parc CNR.

La production estimée devrait s'élever à **43 340 MWh/an**

soit la consommation annuelle de **17 300** personnes,

chauffage compris. Grâce à ce **49^e** parc, CNR dépasse les

600 MW éoliens et les **3 800 MW** de puissance installée dans ses trois énergies.

Sécurité

FACILITER LES INTERVENTIONS

CNR et les préfetures des Zones de défense et de sécurité Sud et Sud-Est (EMIZ) unissent leurs forces pour accroître la sécurité et les moyens de secours sur le Rhône, via la signature d'un accord de partenariat. En complément du Plan Orsec risque fluvial, un plan d'action a été défini dans le but de faciliter les interventions des services d'incendie et de secours. En cas d'incident sur le fleuve, CNR s'engage ainsi à la mise à disposition de ses rampes de mises à l'eau et au recrutement de sociétés de levage aux écluses de Châteauneuf-du-Rhône et de Bollène. Elle participe aussi au financement, à hauteur de 50 %, de l'acquisition de matériels d'intervention spécifiques aux services d'incendie et de secours.

Passerelle

Trait d'union de l'Ain à la Savoie

Au début de l'été, les communes de Virignin dans l'Ain et de la Balme en Savoie vont être reliées par une nouvelle passerelle métallique d'un seul tenant de 170 m de long. Les travaux de cet ouvrage de franchissement du Rhône ont commencé fin 2018 mais ont dû être interrompus l'été dernier pour cause d'aciers non conformes. Le chantier a repris suite à un nouvel approvisionnement. Ce projet de 2 M€ porté par le Département de la Savoie est cofinancé par le Département de l'Ain, la Région Auvergne-Rhône-Alpes, CNR, l'État et l'Europe. Cette nouvelle voie de modes doux permet d'accéder à la ViaRhôna, à hauteur de Virignin.

**Bonnes pratiques**

GESTION DES COUPS DE BÉLIER

Venus de sept pays à travers le monde, dix-huit experts des principaux acteurs de l'hydroélectricité, dont CNR, se sont retrouvés en novembre dernier à Lyon pour une séance de travail autour de la rédaction d'un guide technique sur les phénomènes transitoires des centrales hydroélectriques. Durant trois jours, chacun d'entre eux a partagé ses bonnes pratiques, ses expériences pour éviter ces incidents de surpression, appelés aussi coups de bélier, sources de dégâts considérables sur les installations s'ils ne sont pas convenablement pris en compte et maîtrisés. Constitué début 2018 dans le cadre des travaux de normalisation de la Commission électrotechnique internationale (CEI), ce groupe de spécialistes se réunit deux fois par an en vue d'éditer une première version du document dans le courant de 2021.

**Challenge**

INGÉNIEUSES IDÉES D'ÉTUDIANTS POUR LES ENTREPRISES

Les 21 et 22 novembre derniers, l'École catholique des arts et métiers (Ecam) de Lyon a organisé sa 11^e édition de Fest'Innov. Cette manifestation stimule les méninges de 300 étudiants de plusieurs écoles afin qu'ils trouvent, en 24 heures non-stop, des solutions créatives aux problématiques de 30 entreprises, dont CNR. Après un brief sur les besoins et contraintes des entreprises, les étudiants ont imaginé des réponses innovantes et les ont présentées en vidéo. L'équipe CNR a obtenu le prix de l'innovation pour son système de retenue des déchets sur le fleuve grâce à un peigne de roseaux artificiels. Un moyen pour CNR de récolter des idées et de se faire connaître des futurs ingénieurs.

Jupiter 1000

LANCEMENT À FOS-SUR-MER

CNR est partenaire du projet de démonstrateur industriel de Power-to-gas, Jupiter 1000. Basée au port maritime de Marseille, cette installation inaugurée en début d'année a pour but de transformer l'électricité renouvelable en gaz, afin de la stocker.

- 1^{er} projet d'injection d'hydrogène et de méthane de synthèse dans le réseau de transport de gaz naturel
- 1 installation de 1 mégawatt (MW)
- 1^{er} projet de valorisation de CO₂ issu de fumées industrielles



Comprendre le territoire

ÉMILIE WICHROFF

Au cœur des usages



Directrice du Syndicat du Haut-Rhône (SHR) et de la Réserve naturelle nationale du Haut-Rhône, Emilie Wichroff conjugue connaissances des espaces naturels, compréhension du fonctionnement des milieux et prise en compte des usages afin de mettre en œuvre les processus de prévention, d'adaptation et de restauration adéquats.



« **P**ouvoir appréhender toutes les composantes qui caractérisent le fleuve et ses interactions avec les affluents et les usages humains, c'est très enrichissant », énonce Emilie Wichroff. Attirée depuis toujours par la gestion des milieux naturels et fascinée par l'environnement aquatique, car il « rend des services et offre des visages et des biodiversités très diverses », la jeune femme est embauchée comme chargée de mission biodiversité au SHR, après une première expérience au sein du Conservatoire des espaces naturels de l'Allier. Cinq ans plus tard, elle accepte de prendre la direction de ce syndicat.

2004

Master en restauration des milieux aquatiques continentaux

2004-2009

Conservatoire des espaces naturels de l'Allier

2009

Intègre le Syndicat du Haut-Rhône

UNE STRUCTURE SUR TOUS LES FRONTS

Englobant un territoire de 7 communautés de communes et d'agglomération de l'Ain, de la Savoie, de la Haute-Savoie et de l'Isère, le Syndicat du Haut-Rhône veille sur 100 km de Rhône et 130 km d'affluents. Créé en 2003, il est le fruit d'une longue réflexion menée après la crue centennale de 1990. « *Le SHR a vu le jour pour porter l'ambitieux programme de réhabilitation du Haut-Rhône*, rappelle Emilie Wichroff. *Jusqu'en 2008, 23 îlons ont été restaurés, des passes à poissons ont été construites, un suivi scientifique a été mis en place et, action phare, les débits réservés ont été augmentés au-delà de la réglementation. Un programme de cette ampleur représentait une première en Europe* ». S'ensuit en 2009 le lancement d'un plan d'action en faveur de la biodiversité et de l'élargissement des compétences à la plaine inondable, avec la gestion des ouvrages de protection des crues ; il lui incombe également la responsabilité de la Réserve naturelle nationale du Haut-Rhône. « *Maîtriser tous ces aspects permet d'agir en cohérence* », analyse Emilie Wichroff. La structure était ainsi prête à se voir confier, début 2018, la compétence Gemapi (Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations) : « *Bénéficiaire d'un vrai statut assoit notre légitimité en tant que collectivité œuvrant sur le fleuve et son environnement.* ». CNR est de longue date aux côtés du SHR. Actuellement, les partenaires élaborent la modélisation de la dynamique de crues au droit des digues, planchent sur la réduction de la vulnérabilité aux inondations des territoires ou encore mènent des chantiers pour réactiver la continuité écologique sur les trois Rhône court-circuités. « *Nous travaillons en complète transparence et confiance, CNR est à la fois un partenaire technique, financier et politique. Nous allons dans le même sens, c'est enthousiasmant* », conclut la directrice. ■

Ces personnalités qui ont marqué le fleuve

Albert Caquot, le bâtisseur de génie



Nombreuses sont les figures qui ont « apporté leur pierre » à la compréhension du fonctionnement du Rhône et à l'édification de la vie et des usages aux abords de cet élément naturel majeur.

Afin de rendre hommage à ces brillants esprits, nous leur consacrons une série de portraits.

Ce premier épisode revient sur l'incroyable carrière d'Albert Caquot. Si son nom n'est pas très évocateur pour qui n'est pas issu des arts et métiers, le génie civil et l'aéronautique doivent beaucoup à cet éminent ingénieur et notamment l'écluse de Bollène.

Albert Caquot naît le 1^{er} juillet 1881 à Vouziers, dans les Ardennes. Il grandit au sein de la vaste exploitation agricole dirigée par ses parents. Son père, ouvert au modernisme, installe l'électricité et le téléphone dès 1890. Élève brillant, il est admis à l'École Polytechnique dès l'âge de 18 ans. Ayant l'âme d'un bâtisseur, il choisit le Corps des Ponts et Chaussées et est affecté en tant qu'ingénieur au département de l'Aube. Premier ouvrage notable : la création d'un réseau d'assainissement, constitué d'égouts ovoïdes très novateurs, qui améliore nettement l'état sanitaire de Troyes. Ces mesures sauvent de nombreuses vies et protègent la ville de la grande crue de la Seine de 1910. En 1912, désireux de prendre part à d'autres activités et très curieux de se pencher sur la nouvelle technique du béton armé, il devient associé au bureau d'études de béton armé d'Armand Considère, renommé ensuite Pelnard-Considère & Caquot.

LE VISIONNAIRE AÉRONAUTIQUE

En 1914, le jeune ingénieur est mobilisé et nommé capitaine de la 21^e compagnie d'aérostiers de Toul. Immédiatement,



il détecte les défauts des ballons sphériques et dessine les plans d'un ballon dit « type L ». D'abord sceptiques, les autorités militaires reconnaissant ce progrès considérable. Albert Caquot perfectionne son modèle et invente le ballon de « type M », plus stable, offrant moins de résistance au vent et constituant un barrage évitant le passage des avions à basse altitude grâce à des filins et des treuils. Rapidement adoptés par la Royal Navy, ces engins sont dès lors utilisés par toutes les armées alliées. Suite à ce succès, il est promu chef de bataillon en 1917

et Georges Clemenceau l'institue directeur technique de l'aviation. Le jeune directeur crée un service de recherches et entraîne les équipes dans son sillage pour perfectionner les modèles, accroître les connaissances théoriques ou pratiques et ainsi, améliorer les outils de l'industrie aéronautique française. Après l'Armistice, l'ingénieur en chef fonde le musée de l'Air et en 1919, le Président Clemenceau adresse une lettre de reconnaissance à Albert Caquot pour « avoir donné à notre armée aérienne, les outils de sa victoire ». En 1928, le ministre de l'Air l'appelle pour gérer le volet technique et industriel de ce nouveau ministère. Pendant 5 ans, il « dépoussière » l'existant en lançant la construction métallique des avions, en fondant les premiers instituts de mécanique des fluides ou encore, en décentralisant la production. En 1933, il démissionne faute de moyens accordés à la recherche. Il est rappelé en 1938 pour rectifier la production des sociétés nationales d'aviation. Malgré ses prouesses, l'Allemagne a pris trop d'avance. À l'Armistice, il part et refuse toute collaboration.



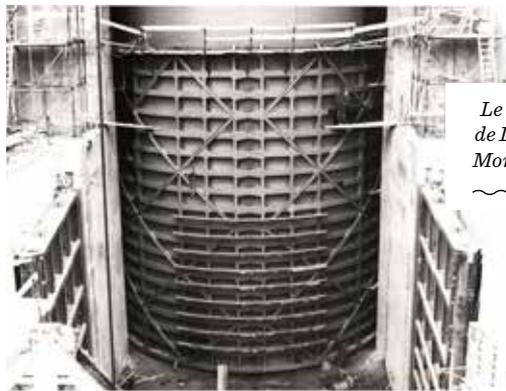
Le pont de Ponsoonas.

“C’est un des meilleurs techniciens que l’aviation ait jamais connus. C’était un visionnaire qui, dans tous les domaines, abordait l’avenir. Il était en avance sur tout le monde.”

MARCEL DASSAULT



Le barrage de La Girotte en Savoie.



Le barrage de Donzère-Mondragon.

RAYONNEMENT INTERNATIONAL

Albert Caquot a signé des réalisations au-delà de nos frontières, dont le célèbre Christ rédempteur, sur le mont Corcovado à Rio de Janeiro. L’ingénieur a pensé la structure interne en béton armé permettant d’ériger cette statue monumentale de 30 mètres de hauteur pesant 1145 tonnes. Il a aussi apporté ses connaissances aux Écossais pour la conception du pont George V à Glasgow, un ouvrage d’art à trois arches surplombant la rivière Clyde.

LE CONSTRUCTEUR QUI TRANSCENDE LE BÉTON ARMÉ

Avant, entre et après les deux guerres, Albert Caquot mène avec enthousiasme sa carrière civile de constructeur. Il est l’un des fers de lance du développement du béton armé. En 1930, son étude sur la courbe intrinsèque redéfinit les limites du domaine élastique. Ses avancées lui valent d’être élu à l’Académie des Sciences.

Au fil des décennies, ce grand dessinateur et calculateur réalise plus de 300

ouvrages de génie civil dont plusieurs ont été des records du monde. Parmi ses chantiers d’envergure, on peut citer le pont à poutres en porte-à-faux Général Audibert à Nantes, le pont de la Caille sur le ravin des Usses en Haute-Savoie – un arc de 140 mètres de portée en béton fretté –, le barrage de La Girotte en Savoie...

Autre ouvrage notable : l’écluse de Bollène. Quand CNR lance la construction du barrage de Donzère-Mondragon, Albert Caquot propose une écluse de 30 mètres de profondeur. En 1952, l’écluse de Bollène est la première réalisation au monde de ce type, aussi bien sur la hauteur que sur la rapidité du franchissement de chute : de 16 à 25 mètres en dix minutes. De plus, son fond cylindrique et ses murs latéraux ancrés par des tirants dans le sol constituent à l’époque des nouveautés remarquables. L’ingénieur met aussi sa faculté d’invention au service du renouveau des ponts à haubans. Ainsi, il imagine pour ce même barrage, le premier pont à haubans de France. Au-delà du franchissement fluvial, Albert Caquot s’intéresse tout au long de sa vie à l’énergie des marées. Alors âgé de 80 ans, il apporte sa contribution

décisive à l’édification du barrage de la Rance, plus grande usine marémotrice du monde, en imaginant une enceinte abritant l’usine des courants violents.

Il décède le 27 novembre 1976 à Paris en travaillant sur le projet d’usine marémotrice de la baie du Mont-Saint-Michel. En parallèle de ce riche parcours, Albert Caquot enseigne dans les écoles des Mines, des Ponts et Chaussées et de l’Aéronautique. Cet ingénieur d’avant-garde occupe également et de manière bénévole des postes et fonctions honorifiques et reçoit de nombreuses distinctions. Passionné par l’art de construire, attentif aux besoins humains, ce savant a toujours fait preuve d’une grande indépendance d’esprit et de désintéressement. Il n’a déposé aucun brevet pour ses nombreuses inventions et solutions, laissant le bénéfice de ses travaux aux générations futures. Et son héritage a occasionné des progrès considérables ! ■

Sources : Bulletin n° 28, « Albert Caquot, 1881-1976 », Jean et Thierry Kérisel, Société des amis de la bibliothèque et de l’histoire de l’École Polytechnique.

Les Annales des Mines.

QUAI DES ÉNERGIES

FAITES LE PLEIN

D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

2020



PARTENAIRES



AVEC LE SOUTIEN DE



Ce projet a reçu un financement du fuel cells and hydrogen joint undertaking au titre de la convention de subvention N° 700350. Cette entreprise commune bénéficie du soutien du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union Européenne, Hydrogen Europe et Hydrogen Europe Research.

CNR ET SES PARTENAIRES METTENT À VOTRE DISPOSITION UNE STATION DE RECHARGE MULTI ÉNERGIES VERTES :

- Bio gaz et gaz naturel comprimé
- Hydrogène renouvelable
- Electricité 100% renouvelable

Située au cœur de la ville, à l'entrée du Port de Lyon, elle favorise la mobilité durable. Elle offre un espace pédagogique ouvert à tous pour découvrir les énergies renouvelables et s'informer sur la mobilité durable.

cnr.tm.fr



L'énergie au cœur des territoires

L'énergie est notre avenir, économisons-la !