

Centrale de Serre-Chevalier Chantemerle (Hautes-Alpes) Première usine à neige hydroélectrique

Textes et photos : Juliette Talpin (sauf mention contraire)

La station de Serre-Chevalier a équipé l'usine à neige de Chantemerle (à gauche, en contre-bas du canon à neige), d'une turbine fonctionnant en dehors des périodes de production de neige ou de remplissage de retenues collinaires.

Centrale de Serre-Chevalier Chantemerle (Hautes-Alpes)

Serre-Chevalier Domaine Skiable met en service, à Chantemerle, la première centrale hydroélectrique française installée dans une usine à neige de culture. Un second projet verra le jour l'an prochain. Cette nouvelle activité, qui utilise des équipements existants, permettra à la station de couvrir près de 30 % de ses besoins en énergie en 2023.

« La neige garantie » peut-on lire sur le site internet de la station de Serre-Chevalier. Car le célèbre domaine skiable des Hautes-Alpes s'est doté d'un des réseaux de neige de culture les plus importants d'Europe pour garantir la présence du précieux or blanc tout au long de l'hiver. Un tiers du domaine skiable, soit 154 ha, est couvert par des canons à neige (enneigeurs) alimentés par 10 usines, et desservis par un réseau électrique et de télécommunication privé. Comme ces installations ne fonctionnent que 800 à 1 000 h/an, de novembre à février, la direction de Serre-Chevalier Domaine Skiable, filiale de la Compagnie des Alpes, a souhaité les valoriser dans le cadre de sa politique de transition énergétique visant une couverture de 30 % de sa consommation par sa propre production d'énergie renouvelable d'ici 2023. Dès 2017, une collaboration s'est mise en place avec Hydrostadium, à l'origine du concept de production d'hydroélectricité dans des usines à neige, pour réaliser un premier site qui servirait d'exemple pour les autres stations. Deux études de potentiel sont réalisées par Grégory Macqueron, spécialiste de la neige de culture arrivé chez Hydrostadium pour accompagner les stations de ski françaises dans ce type de projets. Conclusion : les deux

cours d'eau étudiés, le Peytavin et le Bez, ont des potentiels suffisants pour alimenter des turbines installées dans deux usines à neige, également appelées salles des machines dans le jargon de la production de neige. Les études de faisabilité puis d'avant-projets réalisées par Hydrostadium le confirmeront ensuite. La première usine équipée est celle de Chantemerle sur la commune de Saint-Chaffrey, mise en service début mars 2022. La seconde sera opérationnelle en 2023, sur la commune de Villeneuve.

Carte d'identité

Cours d'eau : torrent du Peytavin
Date d'autorisation : printemps 2021 (40 ans)
Mise en service : 4 mars 2022
Hauteur de chute : 360 m bruts, 305 m nets
Débit turbiné : 72 l/s
Débit réservé : 10 l/s

Cohabitation des usages neige et hydro

L'usine à neige de Chantemerle a été construite en 1985, juste au-dessus de la télécabine du même nom (1 357 m d'altitude). Son rôle est principalement de pomper l'eau de la Guisane, grâce à 2 pompes pour la remonter vers des retenues collinaires, par une conduite en DN 200, avec comme étape intermédiaire l'usine à neige Chanel (voir Figure 1). Le réseau de canons à neige est alimenté par gravité par une conduite en DN 250. C'est à la sortie du gicleur de l'enneigeur que les flocons se forment par un mélange de l'eau sous pression avec de l'air comprimé. Il est d'usage de retenir pour simplifier qu'1 m³ d'eau produit 2 m³ de neige. Les trois quarts de la neige annuelle sont produits entre novembre et janvier puis des compléments sont réalisés en février.

Le productible de la centrale hydroélectrique de Chantemerle se base donc sur une durée de fonctionnement complémentaire à celle de l'usine à neige. « Nous sommes sur des usages cloisonnés qui ont des droits d'eau différents, mais qui cohabitent », précise Frédéric Arnould, responsable de la transition énergétique de Serre-Chevalier Domaine Skiable, porteur du projet. « L'hydroélectricité ne doit pas dégrader la production de neige mais le planning de fabrication de la neige doit aussi optimiser le taux d'utilisation des infrastructures pour l'hydroélectricité, sans aucun temps mort », poursuit-il. L'approvisionnement en eau de la centrale hydroélectrique est indépendant de celui de l'usine à neige puisqu'il se fait au niveau de l'ancienne prise d'eau de l'usine, sur le torrent du Peytavin, abandonnée depuis les années 1990 et reconstruite fin 2021 (1 760 m d'altitude). Le seuil déversant a conservé sa position originelle ainsi que la prise d'eau latérale en rive droite. Les berges ont été aménagées en encochements pour favoriser l'entonnement de l'eau et une vanne de chasse manuelle a été mise en place. Un panneau photovoltaïque de 55 W avec batterie permet la communication radio et la mesure de niveau

LMELEC

Dans le domaine de la HTA, HTB, BT

Maintenance Dépannage Installation



Nos agences dans le Tarn

Albi & Castres.

Tél : 05 63 60 66 49

E-mail : contact@groupe.lmelec.com



HYDREOLE



INGÉNIERIE & MAÎTRISE D'ŒUVRE

www.hydreole.com
+33 450 70 79 83

Un dossier d'autorisation inédit

Instruire un dossier d'autorisation prévoyant la réutilisation d'infrastructures "neige" pour de l'hydroélectricité, était une première. Mais la DDT des Hautes-Alpes a pleinement adhéré au projet. Concernant l'ancienne prise d'eau, le torrent du Peytavin étant non classé, la question principale fût celle du débit réservé pour assurer une alimentation toute l'année de la zone piscicole. Le travail le plus important fût surtout de démontrer la maîtrise foncière de la centaine de parcelles situées du captage à l'usine, pour une conduite installée depuis plusieurs décennies. Bien que l'ensemble des autorisations aient été accordées en 1985 par la commune et les propriétaires privés pour un usage "neige", un travail de récolement fût nécessaire pour prouver cette maîtrise foncière.

par sonde piézométrique. La prise d'eau de 1 m de large capte un débit de 72 l/s ; elle est équipée d'une pré-grille à 20 mm d'écartement entre barreaux, derrière laquelle l'eau chute dans un bassin qui restitue le débit réservé (10 l/s). L'eau traverse ensuite une tôle perforée (trous de 8 mm de diamètre) puis descend par l'ancienne conduite d'adduction en DN 200 au réservoir Chanel (300 m³), premier équipement à l'interface entre les productions de neige et d'électricité.

Filtre à 200 µm

Mais un problème technique se posait aux concepteurs : "l'eau en sortie de prise d'eau en rivière est nettement plus chargée que celle sortant des retenues collinaires pour la production de neige donc il aurait pu y avoir un risque d'endommager les pompes ou les buses des enneigeurs", explique Grégory Macqueron, responsable d'activité pour Hydrostadium. La solution classique aurait été d'implanter un dessableur à la prise d'eau mais le concepteur a préféré une autre solution technique : ajouter à l'usine à neige Chanel, un filtre à 200 µm autonettoyant, technologie couramment utilisée dans les aménagements de

production de neige. Une vanne de tête automatique a été mise en place sur la conduite en DN 200. Les modifications sur le réseau de neige ont été supervisées par le bureau d'études AD2I Ingénierie (Aix-en-Provence, Bouches-du-Rhône), spécialiste de la montagne, et mises en œuvre par TechnoAlpin France (Dardilly, Rhône), leader mondial des systèmes d'enneigement.

Après avoir franchi les 360 m de chute brute, l'eau arrive à la turbine Pelton verticale à 1 jet, fournie par HPP (180 kW). Son dimensionnement a été adapté au faible espace disponible à côté des 2 pompes. "Notre premier projet portait sur une machine à seulement 1 000 tr/min qui évitait un renforcement du rotor de la génératrice asynchrone, en cas d'emballement", décrit Rudy Yvrard, responsable commercial d'HPP. "Mais l'encombrement de la turbine laissait trop peu de place pour circuler dans le bâtiment et intervenir sur les pompes, donc nous avons choisi une roue un tiers plus petite, à 1 500 tr/min (485 mm de diamètre Pelton)", ajoute-t-il. Sa production moyenne sera d'environ 850 MWh/an.

Commande électro-pneumatique

Contrairement au monde de l'hydroélectricité, les réseaux de neige n'utilisent pas de groupe à huile pour manœuvrer les organes de commandes, et préfèrent les systèmes électriques ou pneumatiques. Le turbinier HPP, en collaboration avec Erema, a donc associé à la vanne de pied et à l'injecteur des commandes électriques en 24 VDC secourues par des batteries monitorées. Étant donné le manque de place, le vérin électrique de la tige de l'injecteur est très court et relié à un bras de levier, une configuration originale. Quant au déflecteur chargé de dévier le jet en cas d'emballement, son fonctionnement pneumatique est tout aussi sécurisé qu'un dispositif hydraulique. En cas d'urgence, l'application de celui-ci est garantie par le ressort du vérin "simple effet". La génératrice asynchrone (Marelli) est couplée directement à la turbine. Elle est associée à une armoire de condensateurs Sermes, assurant la régulation du réactif.

En sortie de Pelton, le plus simple aurait été que l'eau tombe directement dans le bassin préexistant, utilisé pour approvisionner les pompes. Mais comme l'Administration souhaitait une "étanchéité" totale entre les 2 dispositifs,



MARSEILLE
DU 27 MAI
AU 3 JUIN
2022

ICOLD
27TH CONGRESS
90TH ANNUAL
MEETING

CIGB
27^{ÈME} CONGRÈS
90^{ÈME} RÉUNION
ANNUELLE



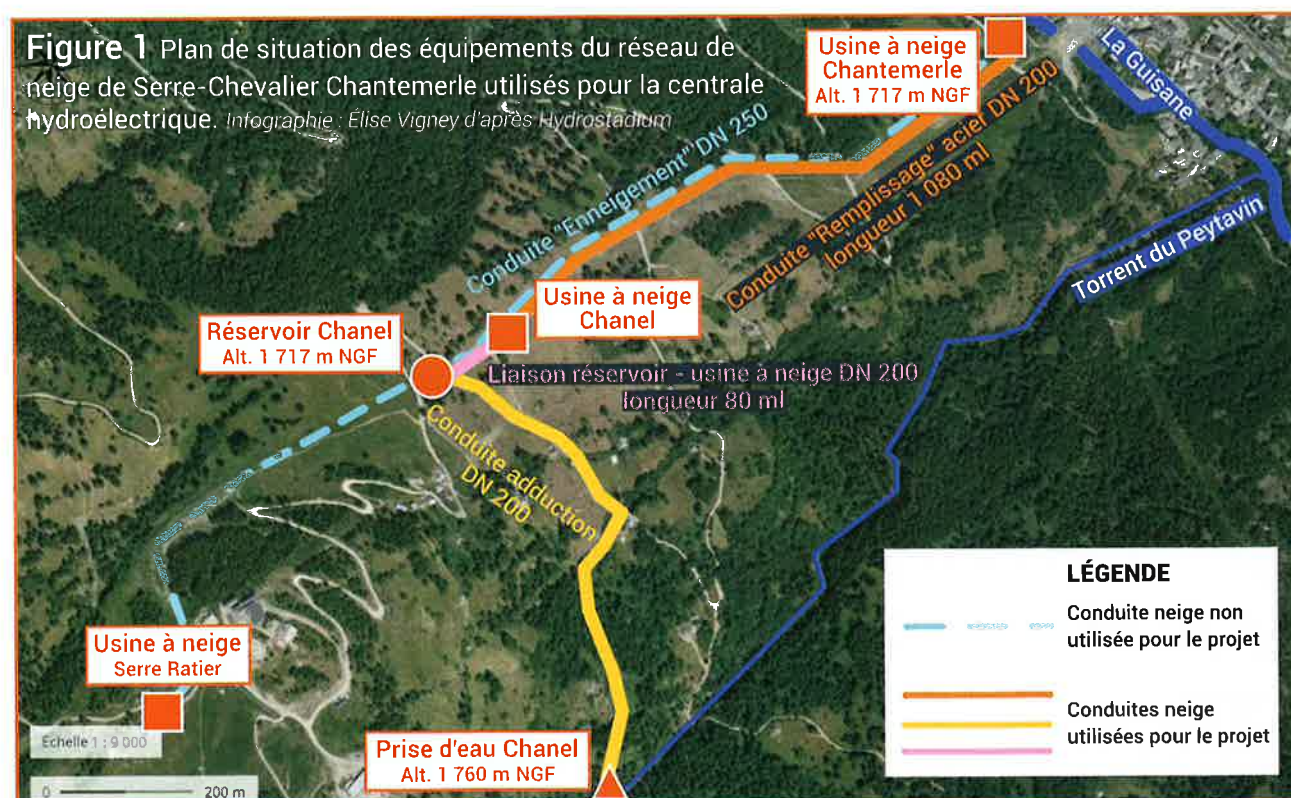
www.cigb-icold2022.fr



▲ La prise d'eau Chanel sur le torrent du Peytavin, abandonnée depuis les années 1990, a été rénovée et adaptée pour un usage permanent. Photo : Hydrostadium

▲ Le prise d'eau latérale est équipée d'une pré-grille à 20 mm d'écartement entre barreaux et d'une tôle perforée avec des orifices de 8 mm de diamètre. Photo : Hydrostadium

▲ Fin février, la génératrice asynchrone couplée à la roue de la turbine Pelton a dû traverser la célèbre piste Luc Alphand, pour rejoindre la centrale. Photo : HPP



▲ La place disponible à côté des 2 pompes de l'usine de Chantemerle était trop restreinte pour implanter une turbine à 1 000 tr/min. D'où le choix d'une machine à 1 500 tr/min, un tiers plus petite.

De gauche à droite : Grégory Macqueron (Hydrostadium), Frédéric Arnould (Serre-Chevalier Domaine Skiable) et Rudy Yvrard (HPP).

▲ La turbine est alimentée par la conduite en DN 200 utilisée par les pompes de l'usine à neige pour remonter l'eau vers les retenues collinaires (à gauche, la conduite en DN 250 n'est pas utilisée pour l'hydroélectricité).

▲ Au premier plan, le déflecteur de l'injecteur est actionné par une commande pneumatique et, au second plan, sa tige est manœuvrée par un court vérin électrique doté d'un bras de levier.





▲ Une armoire électrique et une armoire de condensateurs dédiées à la production hydroélectrique ont été implantées dans le local où préexistaient les cellules HTA et le transformateur.

une bache mécanosoudée a été fabriquée par Neocen (La Buissonnière, Isère) et implantée sous la turbine. Quelques mètres plus bas, l'eau traverse un brise-charge, composé d'un déversoir et d'une cloison siphonée, qui dissipe l'énergie avant de rejoindre la Guisane. L'automaticien Encosyst (Labarthe-Inard, Haute-Garonne) a conçu et installé le contrôle-commande. Le câblage électrique a été réalisé par Altvolt (Sallanches, Haute-Savoie) à partir des cellules HTA et du transformateur existants. Blanchard TP (Saint-Chaffrey, Hautes-Alpes) s'est chargé du génie civil pour réaliser les modifications nécessaires à l'usine et la reconstruction de la prise d'eau.

Exploitation par les nivoculteurs

L'équipe "neige" a été formée pour exploiter la centrale hydroélectrique en plus du réseau de neige. "Les 14

Investissements (en € HT)

Prise d'eau	100 000 €
Bassin de mise en charge (filtre, vanne de tête)	100 000 €
Centrale (groupe, contrôle-commande, tuyauterie)	400 000 €
Génie civil centrale	50 000 €
TOTAL	650 000 €

Rentabilité

Puissance électrique installée : 180 kW

Groupe : turbine Pelton HPP verticale à un jet, génératrice asynchrone Marelli (1 500 tr/min)

Production prévisionnelle : 850 MWh/an

CA annuel avec contrat H16 (127 €/MWh) : 108 000 €

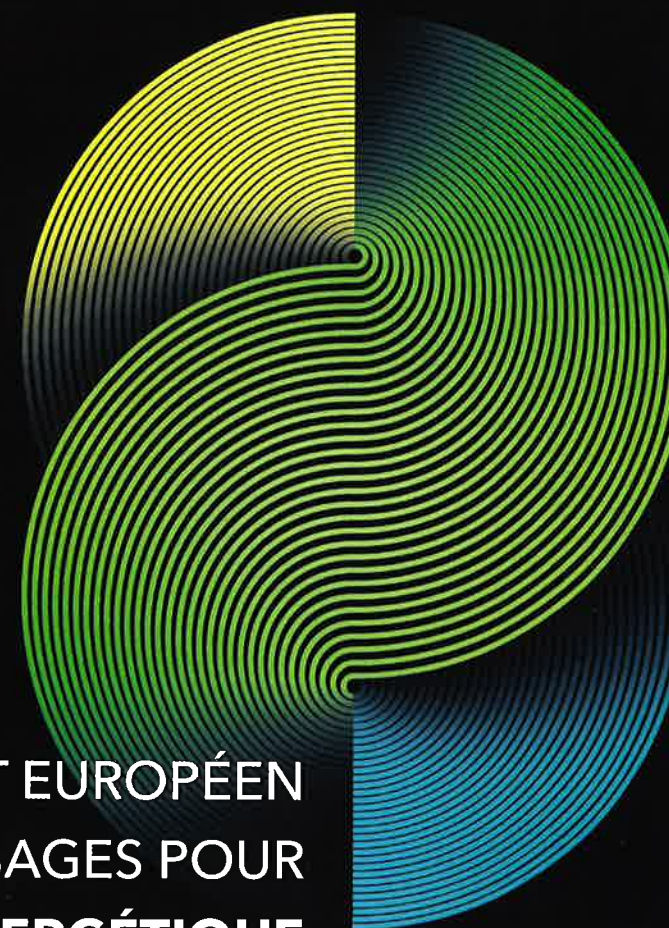
Temps de retour sur investissement : 7 ans

nivoculteurs du domaine ont déjà des compétences en mécanique, électricité, machines tournantes (pompe), télécommunications et entretien des prises d'eau, il ne leur manquait qu'une formation sur les adaptations spécifiques et le couplage réseau", indique Grégory Macqueron. L'équipe se chargera aussi de la seconde centrale en projet dans l'usine à neige de Fréjus (secteur Villeneuve), à quelques kilomètres, dont la construction va débuter en mai 2022. Sa puissance atteindra 960 kW car elle prélèvera 370 l/s depuis une prise d'eau existante sur le Bez, qui sera modifiée pour être équipée d'une grille Coanda, d'une vanne clapet et d'un dessableur (hauteur de chute brute de 370 m). La production moyenne estimée à 3 GWh/an sera assurée par une Pelton à 2 jets couplée à un alternateur. Entre la production des panneaux photovoltaïques posés sur les gares des télécabines, celle de deux petites éoliennes (435 MWh/an au total) et celle des 2 centrales hydroélectriques, Serre-Chevalier Domaine Skiable est bien parti pour atteindre son objectif de couverture de 30 % des besoins énergétiques dès 2023.

Pour la commercialisation de l'électricité, l'entreprise envisage plusieurs options. La solution sécurisée serait celle du contrat H16 dont les 127 €/MWh assureraient un temps de retour de 7 ans ; la centrale y est éligible puisqu'aucun de ses organes fondamentaux n'a jamais servi à des fins de production électrique. "Nous avons signé une DCC (demande complète de contrat) mais nous nous donnons jusqu'à fin avril 2022 avant une signature définitive pour étudier d'autres solutions plus avantageuses comme de commercialiser en direct l'énergie via un agrégateur", explique Frédéric Arnould. Avec la flambée des prix, le modèle économique est remis en cause et doit être réexaminé. ■

MIX·E

13 · 14 AVRIL 2022 · LYON
 > CITÉ INTERNATIONALE



4 000
PROFESSIONNELS

60
CONFÉRENCES

200
INNOVATIONS

L'ÉVÉNEMENT EUROPÉEN
 TECH & USAGES POUR
 UN MIX ÉNERGÉTIQUE
 NEUTRE EN CARBONE

Accès libre
 Inscription sur

mix-energy.com