



Parc national  
de la Vanoise

---

Transition énergétique  
en site isolé

# Pile à hydrogène au refuge du Col du Palet

2015-2018 : retour sur 3 ans de  
fonctionnement du prototype

---

En juin 2015, le refuge du Col du Palet vivait une révolution dans sa gestion de l'énergie avec l'installation d'une chaîne à hydrogène pour stocker et alimenter le refuge en électricité. Les randonneurs, comme le gardien, bénéficient depuis d'un accès à une électricité d'origine 100 % renouvelable, quelles que soient les conditions météo. 3 années de fonctionnement ont permis d'ajuster et d'optimiser un système qui a fait ses preuves.

dossier de **presse**





# LES BESOINS EN ÉNERGIE DU REFUGE DU COL DU PALET

Situé sur la commune de Peisey-Nancroix, le refuge du Col du Palet (2587 m d'altitude) est implanté dans un site exceptionnel et sauvage, au cœur du Parc national de la Vanoise.

Comme les 12 autres refuges en site isolé gérés par le Parc, ce refuge est confronté à un enjeu d'**approvisionnement en électricité** lié à la difficulté d'accès, l'altitude, l'absence de réseau électrique ainsi qu'une consommation concentrée sur la période de gardiennage.

Offrant des services d'accueil, de restauration et d'hébergement à de nombreux visiteurs, le refuge a besoin d'une part d'**énergie thermique**, fournie par le bois et le gaz, pour le chauffage des locaux et de l'eau sanitaire ainsi que pour le fonctionnement d'appareils de cuisson ; et d'autre part d'**énergie électrique**, fournie par des panneaux photovoltaïques, sous réserve de soleil, pour l'éclairage, la production de froid

(réfrigérateur, congélateur), le fonctionnement du petit électro-ménager, la connexion Internet, la téléphonie satellite, la recharge des mobiles, etc.

Pour gérer les ressources énergétiques, d'importants efforts de rationalisation et d'optimisation étaient et sont toujours réalisés chaque jour par les gardiens du refuge. Mais l'énergie électrique produite par les **panneaux photovoltaïques** a l'inconvénient de ne **pas pouvoir être stockée** plus de 3 jours dans les batteries. Plus de 50 % de l'énergie produite par les panneaux solaires sur une année était ainsi inutilisable au Col du Palet.

De plus, des consommations complémentaires sont ponctuellement nécessaires, par exemple pour faire fonctionner la pompe de relèvement de l'eau potable quand la source d'eau gravitaire se tarit en été. La solution classique consistait à utiliser un **groupe électrogène d'appoint**, mis en route ponctuellement et fonctionnant au diesel.



## INNOVATION

Équipé d'une technologie de pointe, le refuge reste aussi un lieu chaleureux où il fait bon se réchauffer près du poêle à bois

# UNE RÉPONSE INNOVANTE POUR UNE VÉRITABLE AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE DU REFUGE

Afin d'**optimiser la production** et le **stockage de l'énergie solaire** sur une **longue durée** et pour ne plus avoir recours au groupe électrogène, le Parc national de la Vanoise, initiateur du projet, a développé un **prototype innovant** basé sur la technologie hydrogène.

L'hydrogène est capable de produire environ **trois fois plus d'énergie que l'essence**, à masse identique. C'est un gaz abondamment présent dans l'univers, carburant des étoiles. Il se génère facilement par électrolyse de l'eau.



© PNV - Emmanuel RONDEAU

Source d'énergie propre pour l'environnement, sans émission de gaz à effet de serre, il est utilisable aussi bien dans le domaine des transports que dans le stockage d'énergie ou la fabrication d'électricité. Ce projet s'inscrit ainsi dans l'ambition affichée du Parc national : **100 % d'énergie renouvelable** dans ses refuges en site isolé.

Ce projet a été largement cofinancé par le Fonds européen de développement économique et régional (FEDER) dans le cadre de son programme opérationnel interrégional du massif des Alpes.



## UN CONSORTIUM DE 5 PME A CONÇU UNE SOLUTION TECHNOLOGIQUE SUR MESURE

Un consortium de 5 entreprises a proposé au Parc une installation clé en main, raccordée à l'installation électrique existante du refuge pour obtenir l'énergie et la puissance nécessaires par tous les temps.

C'est pour la complémentarité de compétences de ses entreprises et sa capacité à proposer un système complet, de haut niveau technologique, que le Parc national a retenu ce consortium :

- **Gest'Hydrogène** et **Gest'Performance** pour la conception du local et son isolation spécifique ;

- **MaHyTec** pour la construction du système de stockage et de distribution d'hydrogène ;
- **Waechter Énergies** pour les différentes phases d'installation de raccordement et de distribution électrique ;
- **Powidian** pour la solution de production et de conversion d'hydrogène (électrolyseur et pile à combustible), l'atelier d'énergie et les équipements de pilotage généraux de l'installation.

### OUVERTURE AU PRINTEMPS

Le refuge est également ouvert au printemps pour accueillir les amateurs de ski de randonnée...





# FONCTIONNEMENT DE LA TECHNOLOGIE HYDROGÈNE AU REFUGE DU COL DU PALET

Le système a été mis en place au refuge en 2015 avec l'objectif de stocker, sur une longue durée, l'énergie produite par les panneaux solaires photovoltaïques pendant la saison d'hiver (non gardée) pour être restituée ensuite pendant la haute saison selon la demande en électricité.

L'installation se trouve dans un **local indépendant** de 9m<sup>2</sup>, sur-isolé, ventilé et adapté aux conditions hivernales pour assurer des conditions thermiques optimales. Le local est légèrement éloigné des autres bâtiments pour des raisons de sécurité inhérentes à la pression rencontrée dans certains réservoirs du local imposant des normes strictes même dans un site isolé d'altitude.

Le local comporte un électrolyseur<sup>1</sup>, des réservoirs de stockage de l'hydrogène, sous forme gazeuse (pression maximale de 30 bars), produit par électrolyse de l'eau et une pile à combustible<sup>2</sup> de 2 kW de puissance.

L'hydrogène stocké (jusqu'à 5 kg) permet de pallier le déficit d'énergie en pleine saison en fournissant les kilowatts manquants grâce à sa transformation en électricité par la pile à combustible.

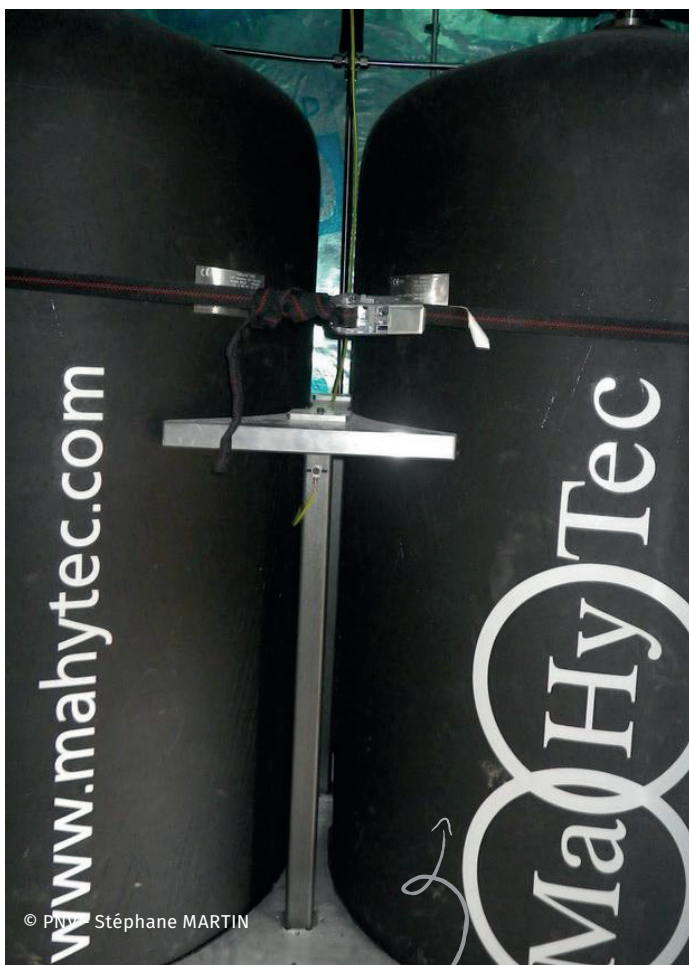
L'ensemble des panneaux photovoltaïques du refuge ont été remplacés par des modèles à haut rendement. Ils subviennent aux besoins quotidiens du refuge en saison d'ouverture mais alimentent aussi l'électrolyseur, en particulier l'hiver lorsque le refuge n'est pas gardé.

Les équipements sont pilotés automatiquement par un module de contrôle intelligent qui optimise le fonctionnement selon la consommation en cours du refuge et la production solaire disponible.

Le transfert d'information par satellite permet de suivre à distance l'ensemble des indicateurs du système pour prévenir d'éventuelles actions de maintenance. Ces données permettent également d'ajuster et d'optimiser ce prototype.

## LE LOCAL

Un bâtiment indépendant de 9m<sup>2</sup> abrite le dispositif



© PNV - Stéphane MARTIN

## ZOOM

Réservoirs pour le stockage de 5 kg d'hydrogène à basse pression



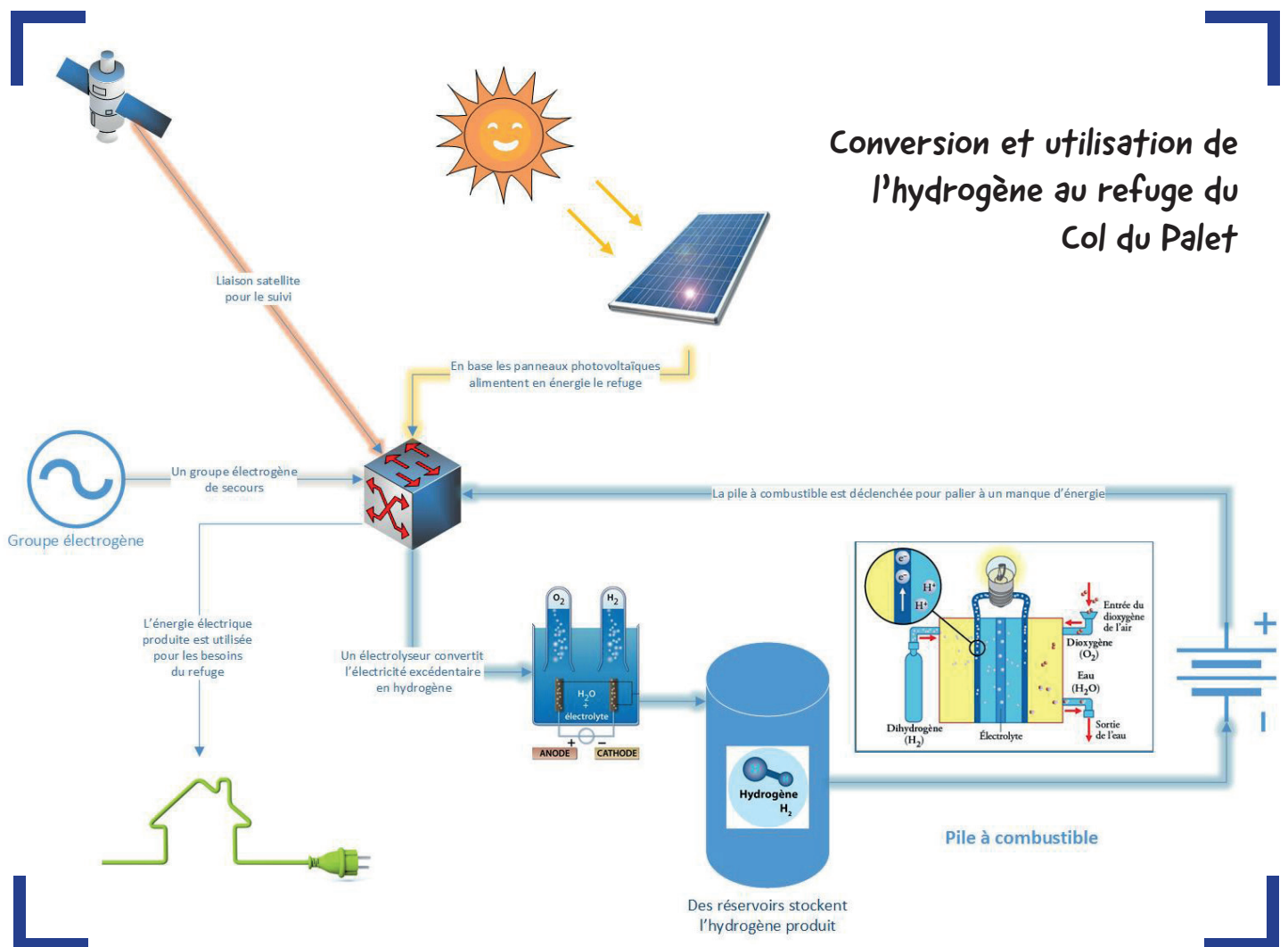
© PNV - Stéphane MARTIN

**1** Production d'hydrogène par électrolyse :  
 $\text{Électricité (photovoltaïque)} + \text{H}_2\text{O (Eau)} \rightarrow \text{H}_2 \text{ (Hydrogène à stocker)} + \text{O} \text{ (Oxygène rejeté)}$

**2** Transformation de l'hydrogène en électricité par la pile à combustible :  
 $\text{H}_2 \text{ (Hydrogène stocké)} + \text{O} \text{ (Oxygène de l'air)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (Eau)} + \text{Électricité (pour utilisation par le refuge)}$

# .stocker

l'énergie solaire en intersaisons sous forme d'hydrogène pour la restituer en période de forte consommation



## UN RETOUR D'EXPÉRIENCE POSITIF 3 ANS APRÈS L'INSTALLATION

Après 3 ans d'expérience, il est possible de dire que cette technologie, mise au service d'un refuge en site isolé, en altitude, fonctionne. Le groupe électrogène n'a plus fonctionné pour les besoins du refuge depuis l'installation de la pile.

Le consortium et le Parc ont, depuis l'été 2015, constamment cherché à **optimiser** et **améliorer le fonctionnement** des automates du système. Le contrôle à distance sécurisé via satellite a permis de récupérer périodiquement les données enregistrées et de produire

les rapports d'exploitation mettant en évidence tous les paramètres de fonctionnement de l'installation. Leur analyse a permis d'obtenir des améliorations en faisant des ajustements de certains paramètres.

Certaines pièces de l'installation, spécialement conçues, ont présenté des défaillances à l'usage. Elles ont été remplacées par des modèles plus robustes, ce qui a permis de faire évoluer la fabrication de ces pièces vers une **standardisation** et une mise sur le marché.

Parmi les contraintes rencontrées, le besoin de connexion intelligente entre les constituants du système, pour le suivi à distance, a nécessité la mise en place d'un réseau local de communication dont le paramétrage a dû être adapté et évoluer lorsque les pièces ont été changées.

Ces opérations sont également soumises aux aléas de la connectivité 3G en altitude, dont l'absence de réseau, qui a nécessité le recours à une liaison par satellite (réseau Inmarsat) avec une basse consommation énergétique.

Autant d'enseignements importants collectés grâce à cette expérimentation.



### TROPHÉE DE L'INNOVATION

Le prototype a été primé lors de la COP21, en 2015



## PERSPECTIVES D'UTILISATION DE LA TECHNOLOGIE HYDROGÈNE

La société Powidian (spin off d'Airbus Defense & Space) qui a conçu la gestion intelligente du système a pu, grâce à l'expérience du Col du Palet, contracter avec le SIDELEC (syndicat d'électrification de la Réunion) et EDF pour reproduire sa solution en site isolé (panneaux solaires et stockage par hydrogène) dans un hameau du cirque Mafate. Celle-ci a été installée et fonctionne depuis mars 2017.

De même, PowiDian a fourni la station de production et de stockage d'hydrogène du premier bâtiment autonome en énergie de la métropole nantaise.

Une solution similaire devrait également voir le jour sur le refuge du lac d'Allos dans le Parc national du Mercantour.

Forte de cette première expérience, l'entreprise Mahytec a quant à elle développé plusieurs systèmes hydrogène incluant l'ensemble de la chaîne hydrogène : production, stockage et conversion électrique via une pile à combustible et un parc batterie. Mahytec a remporté notamment un appel d'offre pour la fourniture de 5 systèmes dans des lycées de la Région Bourgogne-Franche-Comté. Ces systèmes hydrogène à visée éducative sont destinés à la formation des ingénieurs de demain de la filière hydrogène énergie.

Mahytec a également développé un nouveau produit QUADRHY, un conteneur plug-and-play composé de plusieurs réservoirs d'hydrogène gros volume à basse pression (60 bars) et de leur système de distribution.

Ce conteneur, dont le premier exemplaire a été livré à NEXEYA à Angoulême, facilite l'installation de solutions pour l'autonomie énergétique de sites isolés, et s'adapte à des environnements divers et complexes.

Avec le **changement climatique** et le recul des glaciers, la question de l'approvisionnement en eau potable des refuges tend à devenir problématique et le sera davantage à l'avenir.

Dans ce contexte, si la technologie hydrogène rend possible le pompage systématique de sources souterraines, très énergivore en électricité, cela ne doit pas faire perdre de vue la gestion responsable de la **ressource en eau**, en particulier dans un espace naturel protégé et sensible.

Le Parc national de la Vanoise reste sur ce point vigilant et déploie de nombreux outils, comme par exemple les nudges (ou « coups de pouce »), pour réduire la consommation en eau, la meilleure énergie étant toujours celle que l'on ne consomme pas.



### TESTEZ LA TOILETTE DE CHÂT !

Exemple de *nudge* utilisé dans les refuges

#### CONTACT PRESSE

Élisabeth BERLIOZ - Tél : 04 79 62 89 63  
Parc national de la Vanoise  
elisabeth.berlioz@vanoise-parcnational.fr

