



PARC NATUREL
REGIONAL

PARC
JURA
VAUDOIS

Énergies
renouvelables
dans les chalets
d'alpages



Les alpages du Jura vaudois font partie d'un paysage pittoresque mélangeant agriculture et espace naturel riche en biodiversité. Au nombre de 277, dont vingt produisent du fromage sur place, certains sont aujourd'hui également devenus une destination touristique pour les randonneurs et cyclistes, constituant un apport économique saisonnier non négligeable.

Les chalets d'alpages ont pour la plupart une situation isolée et doivent donc fonctionner de manière autonome en énergie. Entre 1000 et 1400 mètres d'altitude, l'exploitation n'est possible que quelques mois durant la saison estivale. Les bâtisses, souvent vieilles de plusieurs centaines d'années, sont généralement vétustes, tandis que les installations techniques pour la production de lait et la fabrication de fromage se sont modernisées avec l'évolution des techniques agricoles.

La transition énergétique amène un nouveau défi, demandant une modernisation énergétique du bâti, tout en conservant le patrimoine existant. C'est pourquoi le Parc naturel régional Jura vaudois souhaite, par le biais de cette brochure, encourager les propriétaires ainsi que les amodiataires d'alpages à les développer de manière durable, tout en préservant à la fois leur caractère patrimonial et leurs capacités de production.

État des lieux	2
Énergies renouvelables	4
Stockage d'énergie	6
Améliorations possibles	8
Passer à l'action	13
Pour conclure	16

ÉTAT DES LIEUX

Aujourd'hui, la plupart des alpages couvrent leurs besoins en électricité grâce à des génératrices diesel. Ce type de génératrice développe des puissances allant de 3 kW à plusieurs MW. D'un point de vue financier, c'est la solution la plus abordable et techniquement la plus facile à réaliser et exploiter. Pour ce qui est des besoins en chauffage et en eau chaude, ils sont principalement couverts par des poêles à bois.

Le groupe électrogène à combustible fossile

- + Coût d'investissement bas
- + Flexibilité et disponibilité de l'énergie
- + Transportable
- Émissions de gaz à effet de serre très importantes
- Coût de l'énergie élevé

Bilan énergétique

Un groupe électrogène diesel de 10 kVA consomme à plein régime environ 2,5 litres par heure. Sachant que le diesel émet environ 2,6 kilos de CO₂ par litre, cela signifie que ce dernier émet environ 660 grammes de CO₂ par kWh électrique. À titre comparatif, c'est environ 10 fois plus que l'électricité photovoltaïque, et plus de 4 fois le bilan climatique de l'électricité consommée sur le réseau Suisse.

Pour ce qui est du chauffage, on considère que le bois, lorsqu'il brûle, relâche autant de CO₂ que celui qu'il a capturé durant sa croissance. Son bilan carbone est donc considéré comme neutre.

Ces chiffres sont à relativiser puisque le calcul des bilans climatiques prend en compte toute la chaîne de production, de vie et de recyclage des installations. Au vu du nombre de paramètres, il est difficile de faire des généralités précises.

CAS PRATIQUE

Grands Plats de Bise

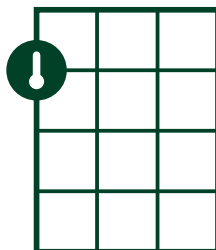
L'alpage des Grands Plats de Bise est situé sur la commune du Chenit, à une altitude de 1270 mètres. On y produit quotidiennement 2 800 litres de lait et annuellement 28 tonnes de Gruyère AOP. En 2010, à la suite de l'implantation d'une antenne de télécommunication, le chalet a été raccordé au réseau électrique, ce qui a permis de supprimer la génératrice diesel de 48 kVA. En 2013, la toiture a été rénovée avec des panneaux photovoltaïques intégrés d'une surface de 600 m². L'installation, d'une puissance de 60 kW permet de couvrir environ 70 % des besoins en électricité, ce qui signifie une indépendance énergétique accrue. L'aspect financier est tout aussi intéressant puisque le retour sur investissement se fait en moins d'une dizaine d'années.



ÉNERGIES RENOUVELABLES

Le solaire thermique

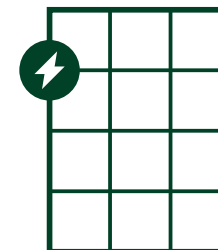
Les installations solaires thermiques sont constituées de capteurs solaires qui transforment le rayonnement du soleil en chaleur. Elles produisent de l'eau chaude sanitaire et/ou fournissent un appoint aux installations de chauffage. Ces installations sont onéreuses et donc plutôt rares.



- + Intégration dans le bâtiment
- + Stockage facile
- + Rendement élevé
- Coût d'investissement
- Ne couvre pas l'entier des besoins en chaleur
- Disponibilité de l'énergie

Le solaire photovoltaïque

Les installations photovoltaïques sont constituées de modules qui transforment directement le rayonnement solaire en énergie électrique. Elles peuvent être ajoutées sur une toiture existante ou y être intégrées. L'installation peut être connectée au réseau ou en îlotage, avec un système de batteries. La durée de vie d'une installation photovoltaïque est de plus de vingt-cinq ans.



- + Intégration dans le bâtiment
- + Grand potentiel sur le parc bâti
- + Bilan d'émission de gaz à effet de serre faible
- Disponibilité de l'énergie dépendant de l'heure de la journée et de la saison
- Stockage onéreux

L'énergie thermique du bois

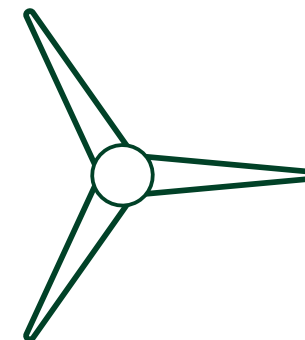
Historiquement, cette énergie renouvelable était la seule, et elle est encore la plus répandue pour ses avantages techniques et économiques. Les abondantes forêts du Jura produisent une quantité considérable de bois qu'il est intéressant de valoriser en production de chaleur pour le chauffage et/ou pour la production d'eau chaude. En y couplant une installation de micro-cogénération, on peut même produire de l'électricité grâce à la combustion du bois.



- + Valorisation d'une ressource locale et durable
- + Coût énergétique faible
- Recharge manuelle
- Entretien (poussière, etc.)

Les mini éoliennes

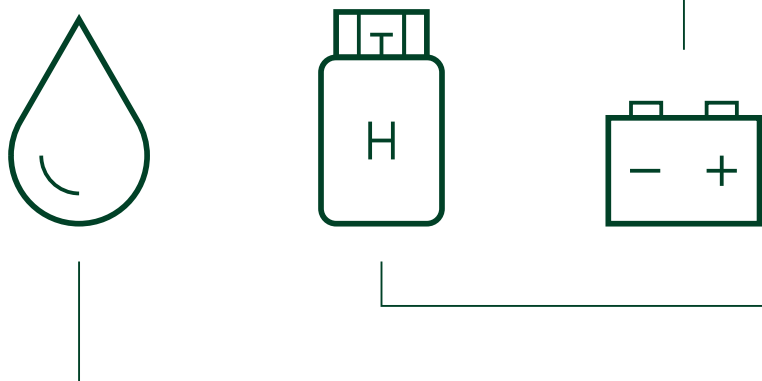
Il existe différentes éoliennes, de puissances et de formes variables. Les installations les plus communes sont les éoliennes horizontales tripales ainsi que les éoliennes verticales tripales. Leur durée de vie est estimée à vingt ans.



- + Production possible 24h/24h
- + Bilan d'émission de gaz à effet de serre faible
- Production dépendante de la présence du vent
- Maintenance due aux frottements
- Bruit

STOCKAGE D'ÉNERGIE

La production d'énergie renouvelable étant liée aux conditions météorologiques, elle n'est pas disponible en tout temps. Le stockage journalier, par exemple dans un accumulateur thermique, permet d'étendre son utilisation. Dans ce chapitre vous trouverez un aperçu des principales technologies de stockage utilisables dans les alpages du Jura vaudois.



Le stockage thermique

Le stockage thermique est utile pour les chaudières à bois, afin d'accumuler la chaleur pour en bénéficier plus tard. L'énergie produite durant la journée, par des panneaux solaires thermiques, peut également être stockée sous forme d'eau chaude dans un accumulateur thermique. La combinaison de panneaux photovoltaïques avec un chauffe-eau pompe à chaleur, permet d'arriver au même résultat avec deux à trois fois plus d'efficacité.

- + Volume de stockage important
- + Nombre de charges moins important
- + Utilisable pour le surplus de production thermique et électrique
- Nécessite de la place

Les batteries électrochimiques

Le stockage d'électricité est généralement réalisé à l'aide de batteries d'accumulateurs au plomb, au lithium, à l'eau salée, ou au sel fondu. Le coût des batteries est relativement élevé par rapport au coût d'investissement total des installations de production d'énergie renouvelable. Les batteries au plomb sont les plus compétitives économiquement. Techniquement, les batteries au lithium sont les plus performantes, tandis qu'écologiquement, les batteries au sel fondu sont les plus durables.

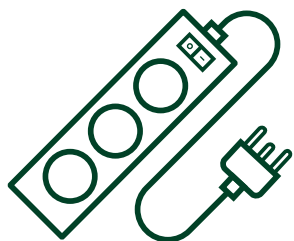
- + Autonomie en électricité
- Coût d'investissement
- Volume de stockage
- Sensibilité aux basses températures

Le Power-to-gas

L'énergie électrique peut être stockée sous forme de gaz. L'hydrogène est considéré comme une solution d'avenir pour les installations isolées, car il permet le transport et la consommation différée de l'énergie. Produit à partir d'eau électrolysée avec de l'énergie renouvelable produite dans des grandes centrales hydrauliques, photovoltaïques ou éoliennes, il libère son énergie dans une pile à combustible et génère de l'électricité mais aussi de la chaleur. En termes de production d'électricité, le rendement global est inférieur à 50 %, c'est en revanche toujours supérieur aux 35 % d'une génératrice diesel, sans parler des émissions de CO₂ quasiment nulles.

- + Pas de pertes de stockage
- + Bilan des émissions de gaz à effet de serre positif
- Coûts d'investissement
- Seulement grande production
- Technologie encore peu développée

AMÉLIORATIONS POSSIBLES



Installations électriques

Actuellement les systèmes d'éclairage sont souvent des tubes néon ou des ampoules allogènes. Les installations de traite et les pompes de circulation d'eau consomment beaucoup d'électricité, mais ne sont utilisées que quelques heures par jour. Dans les restaurants d'alpages, les appareils électriques sont plus nombreux, avec des lave-vaisselles, machines à café, bouilloires, micro-ondes, lave-linge... Tous ces besoins sont principalement couverts par des génératrices diesel.

- + Pour l'éclairage, on veillera à minimiser le nombre de luminaires et **installer des systèmes LED**.
- + L'utilisation d'appareils électriques est à minimiser autant que possible. Des **multiprises avec interrupteur** permettent d'éteindre les appareils complètement. Lors de l'achat d'appareils, on veillera à choisir les **appareils avec la meilleure étiquette énergétique**, en particulier pour les pompes de circulation.
- + Une **installation photovoltaïque d'une dizaine de mètres carrés** associée à une batterie de stockage permet de couvrir les besoins quotidiens en éclairage et des petits appareils (téléphones portables, outils à batteries, etc.). L'installateur veillera à mettre un contrôle intelligent afin d'enclencher les appareils gourmands (groupe de refroidissement notamment) lorsqu'il y a production d'électricité. Le recours à une génératrice comme appoint pendant la traite et pour les appareils de refroidissement est nécessaire.

CAS PRATIQUE

Mont de Bière Derrière

Le chalet du Mont de Bière Derrière, près du col du Marchairuz, est situé à une altitude de 1480 m. Il possède des panneaux photovoltaïques couplés à une batterie de stockage, qui couvrent les besoins en électricité pour la partie habitable (éclairage, recharge de petits appareils, pompe à eau). Deux panneaux solaires thermiques complètent l'installation, afin de participer au chauffage de l'eau.



AMÉLIORATIONS POSSIBLES



Systemes de refroidissement

Sur les alpages où il y a production de fromage, le lait du soir est refroidi de 33 °C à 7 °C et est stocké dans les cuves de fabrication. La crème, les yogourts et le beurre doivent aussi être refroidis pour être conservés. Lorsque les étés sont chauds, même la cave à fromage doit être maintenue à une température de 14 °C. Ces appareils de refroidissement sont très gourmands en électricité et rejettent beaucoup de chaleur. Pour ce qui est des restaurants d'alpages, ils sont équipés d'une chambre froide ainsi que de réfrigérateurs. D'une manière générale, l'important besoin en électricité de ces appareils est couvert par des génératrices diesel.

- + La **récupération de chaleur dégagée par les appareils de refroidissement** peut être envisagée. Elle peut servir à préchauffer de l'eau.
- + **L'isolation de la cave et du réservoir d'eau froide** peut permettre de limiter de manière importante les pertes d'énergie.
- + Lors de l'achat des appareils, on veillera à choisir les appareils avec la meilleure **étiquette énergétique**.

Les installations de chauffage

En général, un alpage est équipé d'une chaudière à bois pour chauffer de l'eau, indispensable pour le nettoyage des appareils de traite et de fabrication du fromage, mais aussi pour les besoins sanitaires des occupants. Les chalets ne sont pas équipés de systèmes de distribution de chaleur, c'est pourquoi le chauffage n'est pas utilisé directement pour le confort. Il arrive encore que dans certains alpages on chauffe le lait dans un chaudron directement au-dessus du feu. Souvent la préparation du repas se fait sur une cuisinière à bois, sauf dans les restaurants où les cuisinières sont généralement à gaz.

- + La production de chaleur à partir de bois local a tout son sens. Elle peut être complétée par une installation solaire thermique ou une installation photovoltaïque associée à un chauffe-eau pompe à chaleur. Il est avant tout possible de **faire des économies de bois, notamment en utilisant des chaudières** plutôt qu'un feu sous le chaudron, voire même des chaudières à vapeur.
- + **L'isolation du chalet ainsi que toutes les conduites d'eau chaude** permet d'éviter la perte d'une quantité importante de chaleur.
- + La réduction de l'usage d'eau chaude grâce à des **limitateurs de pression** peut aussi amener d'importantes économies. L'utilisation d'un accumulateur de chaleur permet de **minimiser le nombre de charges de chauffe par jour**.
- + Pour les alpages gourmands en chaleur et électricité, une **installation de micro-cogénération** permet de produire de la chaleur et de l'électricité à partir de la combustion du bois.



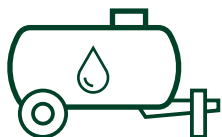
AMÉLIORATIONS POSSIBLES

La consommation d'eau

Depuis toujours, tous les alpages sont équipés de citernes contenant l'eau de pluie récoltée par la toiture des chalets. Or, cela ne suffit plus toujours face aux étés de plus en plus secs, effet accentué par le réchauffement climatique. Les besoins en eau sont énormes : une vache consomme entre 80 et 150 litres d'eau par jour. De plus, de grands volumes d'eau sont nécessaires pour le nettoyage des installations de traite et la fabrication du fromage (eau potable). On parle d'un litre d'eau par litre de lait fabriqué.

+ Afin d'assurer l'autonomie, il faut d'un côté **minimiser la consommation et de l'autre améliorer la récupération et le stockage**. Bien entendu l'eau nécessaire pour abreuver le bétail ne peut pas être diminuée, mais des **étangs de retenue** peuvent être aménagés dans les pâturages. Ce sont d'ailleurs d'excellents biotopes !

+ La consommation d'eau par les occupants peut être réduite, par exemple en remplaçant les WC à l'eau par des **toilettes sèches**. Cela permet en plus la production de biomasse.



Les technologies en développement

À l'avenir, les génératrices diesel devraient être remplacées par des piles à combustible à hydrogène. Ces installations amovibles permettront de produire l'électricité nécessaire avec un bilan carbone nettement meilleur. L'hydrogène sera stocké sous pression dans des bouteilles, qui seront amenées par camion, également propulsé par pile à combustible.

PASSER À L'ACTION

En particulier pour les alpages isolés, il est nécessaire de faire un concept énergétique global afin de trouver un compromis entre les contraintes techniques, l'investissement financier et les ambitions en termes de durabilité. Concernant la durée du projet, il faut compter environ une année entre le premier rendez-vous et la mise en service.

Exemple du déroulement d'un projet

1	Visite de l'alpage et inventaire des ressources et besoins énergétiques ainsi que des évolutions futures.
2	Le prestataire réalise un concept énergétique intégré au patrimoine et soumet une proposition d'offre au client.
3	Le prestataire effectue les demandes d'autorisations et de subventions (evt. améliorations foncières) nécessaires.
4	La planification des travaux est réalisée en commun entre le prestataire, le propriétaire et l'amodiateur, afin de perturber un minimum l'estivage.
5	Coordination complète des travaux et réalisation des installations .
6	Mise en service conforme et réception, finalisation administrative pour l' obtention de subventions .
7	Service après-vente sur appel ou contrat.

PASSER À L'ACTION

Prestataires

Les sociétés suivantes peuvent accompagner les projets énergétiques des alpages du Parc Jura vaudois. Conseil : choisissez des entreprises labellisées par les organisations faitières.

Société Électrique de la Vallée de Joux SA (SEVJ) · L'Orient
Société Électrique des Forces de l'Aubonne (SEFA) · Aubonne
Impact Living Sàrl · Yverdon-les-Bains
Solexis SA · Yverdon-les-Bains
VOénergies SA · Orbe

Subventions

La Confédération soutient la réalisation d'installations photovoltaïques via le programme Pronovo. Le canton de Vaud soutient également les projets liés aux énergies renouvelables avec un large panel de subventions. Certaines communes offrent aussi des formes de soutiens aux projets d'énergies renouvelables. Il existe également de nombreux organes de soutien pour le développement durable de même que des aides spécifiques aux régions de montagne. Certains distributeurs d'énergie ont aussi leur propre programme d'incitation, telle la « Fondation actif! » de VOénergies. À noter que le dépôt de la demande de subvention doit être fait dans tous les cas avant le début du projet. Les prestataires d'installations réalisent en général des projets clés en main, épargnant ainsi au client les tâches administratives.

Quelques liens utiles

www.francsenergie.ch

www.vd.ch/themes/environnement/energie/autres-subventions-energie/

www.aidemontagne.ch/fr/demandes/energie

[www.vd.ch/themes/economie/agriculture-et-viticulture/
contributions-et-aides-financieres-agricoles/](http://www.vd.ch/themes/economie/agriculture-et-viticulture/contributions-et-aides-financieres-agricoles/)

Législation

Le cadre légal régissant la réalisation d'installations d'énergies renouvelables a fortement évolué en raison de l'urgence climatique et de la volonté politique d'aller vers une rapide transition énergétique. De ce fait, bien que les alpages soient des bâtiments parfois recensés au patrimoine comme monuments d'intérêt, la réalisation de travaux dans un but de durabilité est bienvenue. Les installations solaires thermiques et photovoltaïques peuvent être dispensées d'autorisation. Il est en revanche obligatoire de les annoncer à la commune à l'aide du formulaire uniformisé.

Lien vers les formulaires cantonaux

www.vd.ch/themes/environnement/energie/formulaires-energie-pour-demandes-dautorisation-autres-formulaires-dannonce-faq

Portail géographique du Canton de Vaud

À savoir que les installations solaires peuvent difficilement être installées sur des bâtiments d'intérêt de niveau 1 et 2. Le portail géographique permet d'identifier l'attribution au patrimoine des bâtiments en quelques clics.

www.geo.vd.ch

POUR CONCLURE

Aujourd'hui, les besoins énergétiques des alpages sont principalement satisfaits par le bois pour la partie thermique et par les sous-produits du pétrole pour la partie électrique. Les besoins de base sont identiques sur les différents types d'alpage – lumière, chauffage, eau chaude – en revanche les besoins spécifiques à l'activité peuvent varier fortement, surtout en termes de quantité. Ce sont principalement les gros consommateurs électriques – pompes de circulation et systèmes de refroidissement – qui sont difficilement couverts par une production renouvelable.

Le bois a et aura toujours sa place dans les alpages du Jura vaudois, par sa présence locale et son fort renouvellement. En revanche, les pertes de chaleur/froid par le bâtiment et dans les conduites peuvent être diminuées. De plus, la récupération de chaleur émise par les systèmes de refroidissement n'est en général pas encore exploitée. Du côté de l'énergie électrique, les toitures des chalets représentent un fort potentiel pour les installations photovoltaïques, s'intégrant parfaitement aux bâtiments sans entraver la récupération d'eau de pluie. Cependant, le stockage dans des batteries reste très onéreux, constituant un frein majeur au développement de ces systèmes. À moyen terme, on pourrait voir le remplacement progressif des génératrices à combustibles fossiles par des piles à combustible alimentées par de l'hydrogène. La technologie existe, mais il faut encore un peu de temps aux solutions commerciales (surtout accessibles financièrement) pour faire leur chemin.

Les chalets d'alpage sont des bâtiments traditionnels où la vie et les besoins en énergie ont évolué. La transition vers une plus grande utilisation des énergies renouvelables assurera leur pérennité. Isolés des réseaux énergétiques, ils peuvent être des modèles d'autonomie et de sobriété. Cette évolution ne se fait pas sans un investissement de base important, quoique relatif dans le contexte actuel de l'augmentation des prix de l'énergie, qui permet d'amortir l'investissement plus rapidement.

Le Parc naturel régional Jura vaudois encourage les propriétaires et exploitants d'alpages à développer de manière durable leurs installations et se tient à leur disposition pour tout complément d'information.

Énergies renouvelables dans les chalets d'alpage

Avec la collaboration de

Société Électrique de la Vallée de Joux (SEVJ)

Rédaction

Guillaume Berney (SEVJ)

Bastien Piguet (Parc Jura vaudois)

Photographies

Parc Jura vaudois

Graphisme

DidWeDo · Lausanne

Impression

Imprimerie Baudat · L'Orient

Imprimé en Suisse sur
du papier 100% recyclé

Janvier 2023

Parc naturel régional
Jura vaudois

Route du Marchairuz 2
1188 Saint-George

+41 22 366 51 70

info@parcjuravaudois.ch
www.parcjuravaudois.ch

  @parcjuravaudois