



# Exemples de bonnes pratiques pour des projets d'énergies renouvelables respectant la nature et l'utilisation des sols dans l'espace alpin

Un projet conçu dans le cadre de la Présidence allemande de la Convention alpine 2015/16

## **IMPRESSUM**

### **ELABORÉ PAR**

blue! advancing european projects GbR, Commission Internationale pour la Protection des Alpes CIPRA, Académie européenne de Bolzano/EURAC Research – L’Institut pour les énergies renouvelables, l’Institut de recherche sur la faune sauvage et l’écologie (FIWI) de l’Université de médecine vétérinaire de Vienne

### **AUTEURS ET RESPONSABILITÉ RÉDACTIONNELLE**

Nina Kuenzer, Marianne Badura (blue! advancing european projects GbR), Jakob Dietachmair (CIPRA International), Giulia Garegnani, Roberto Vaccaro, Petra Scudo (Académie européenne Bolzano), Karin Svadlenak-Gomez (FIWI), Borut Vrščaj (Institut slovène d’agronomie), Aleš Poljanec (service forestier slovène)

### **TRADUCTION**

IntrAlp

### **CARTOGRAPHIE**

Académie européenne de Bolzano /EURAC Research

### **RÉALISATION DES ICÔNES**

blue! advancing european projects GbR

### **MISE EN PAGE**

PRpetuum GmbH, München

Ce rapport a été rédigé sur demande du Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie. Il est disponible en allemand, français, italien et slovène.

Juillet 2016

## TABLE DES MATIÈRES

<b>Liste des abréviations</b>	<b>2</b>
<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>1. Fondements et objectifs du rapport</b>	<b>3</b>
<b>2. Les énergies renouvelables dans les Alpes</b>	<b>4</b>
2.1 Cadre de référence	4
2.2 Production et potentiel des énergies renouvelables	4
2.3 Conflits d'utilisation entre la protection de la nature et l'utilisation des sols	5
<b>3. Méthodologie</b>	<b>6</b>
<b>4. Exemples de bonnes pratiques</b>	<b>11</b>
4.1 Bonnes pratiques dans le domaine de la bioénergie	12
La Coopérative agricole GestAlp	12
Centrale de Bioasse Kaufering	15
Installation de biogaz Gruffy	19
Installation de biogaz de Reichersbeuern	22
Installation de biogaz à Zeltweg	25
Centre écologique intégré de Pinerolo	28
Installation de chauffage à biomasse	31
4.2 Bonnes pratiques dans le domaine de l'énergie solaire	34
Système photovoltaïque au Brenner	34
Refuge alpin des Clariden	37
Centrale Villagegoise Queyras	40
4.3 Bonnes pratiques dans le domaine de la géothermie	42
Installation geothermique de Croviana	42
4.4 Bonnes pratiques en matière d'énergie hydraulique	45
La centrale de l'iller Sulzberg/Au	45
Centrale hydroélectrique Aarberg	48
Les centrales hydroélectriques sur le fleuve Isonzo	51
Centrale hydroélectrique sur le torrent Gögenalm	54
Centrale hydraulique sur eau potable Schlosswald	57
Centrale hydraulique sur eau potable Hörbranz	60
4.5 Bonnes Pratiques dans le domaine de l'énergie éolienne	63
Les éoliennes dans le Burgenland	63
Éoliennes a Wildpoldsried	66
Éolienne a Haldenstein	69
4.6 Bonnes pratiques dans le domaine de la cogénération	72
Région énergétique de Conches (Goms)	72
Energetika Projekt	75
Refuge de Laufen	78
E-Werk Prad	80
Ostpreußenhütte	83
4.7 Bonnes pratiques dans le domaine des réseaux électriques intelligents (smart grids)	85
Complexe résidentiel Rosa Zukunft Salzburg	85
Smart Operator Schwabmünchen	88
<b>5. Conclusions et recommandations d'action</b>	<b>91</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>94</b>

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS**

CAS	club alpin suisse
cf.	comparer
CHF	francs suisses
CO <sub>2</sub>	dioxyde de carbone
DAV	club alpin allemand
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz (loi allemande concernant les énergies renouvelables)
env.	environ
etc.	et cetera
EUR	Euro
GWh	gigawatt heure
h	heure
ha	hectare
km	kilomètre
km <sup>2</sup>	kilomètre carré
kW	kilowatt
KWh	kilowatt heure
kWp	kilowatt peak
l	litre
m	mètre
m <sup>2</sup>	mètre carré
m <sup>3</sup>	mètre cube
mg	milligramme
MW	mégawatt
MWh	mégawatt/heure
NO <sub>x</sub>	oxyde d'azote
ONG	organisations non gouvernementales
ORC	Organic Rankine Cycle
PCCE	production combinée de chaleur et d'électricité
p.ex.	par exemple
PV	photovoltaïque
RAEE	(RhôneAlpÉnergie-Environnement) l'Agence régionale de l'énergie et de l'environnement Rhône-Alpes
t	tonne
TWh	térawatt heures
UV	ultraviolet
V	Volt
VLH	Very Low Head (très basse chute)
Wp	Watt Peak

## INTRODUCTION

De par leur longue histoire culturelle et leurs caractéristiques géographiques et géologiques, les Alpes sont un important lieu de vie pour quelque 14 millions de personnes, mais aussi un espace naturel précieux et diversifié offrant une biodiversité unique. La présence humaine exerce une pression croissante sur l'espace alpin et sa nature : d'une part, les différents acteurs<sup>1</sup> et secteurs économiques sont en compétition pour utiliser les surfaces disponibles, d'autre part, les évolutions globales telles que le changement climatique sont particulièrement sensibles dans les Alpes. Ceci peut aboutir à des conflits d'objectifs, notamment durant la transition d'un approvisionnement énergétique essentiellement basé sur l'exploitation centralisée de sources fossiles à un système durable et décentralisé basé sur les énergies renouvelables, ce qui peut se traduire par une augmentation de l'utilisation des surfaces.

Aujourd'hui déjà, les énergies renouvelables apportent une importante contribution à la couverture des besoins énergétiques des Alpes. Cette contribution doit augmenter progressivement pour assurer la transition vers un système énergétique durable et neutre en termes d'émissions des gaz à effet de serre, et permettre la réalisation des objectifs de la lutte contre le changement climatique. Toutefois, la mise en œuvre de projets utilisant des sources d'énergie renouvelables entraîne souvent une occupation de l'espace qui affecte les habitats naturels, l'utilisation de ces espaces par des tiers et le paysage. Il en résulte des conflits avec la protection de la nature et du paysage, l'agriculture et l'économie forestière, le tourisme, le développement des zones urbanisées et des transports. Il est donc nécessaire d'associer les acteurs concernés, en particulier les habitants des Alpes, à la planification et à la mise en œuvre des mesures concernées.

L'objectif est de favoriser le développement et l'utilisation des énergies renouvelables dans les Alpes afin de pérenniser les magnifiques paysages alpins et les services écosystémiques, tout en tenant compte des intérêts légitimes de la population. Le présent rapport entend contribuer à la réalisation de cet objectif en fournissant des exemples de bonnes pratiques.

## 1. FONDEMENTS ET OBJECTIFS DU RAPPORT

Le présent rapport a été conçu dans le cadre de la Présidence allemande de la Convention alpine 2015/16. Il fait référence à une décision de la XIII<sup>e</sup> Conférence alpine de Turin, dont le point B 1 à l'OdJ analysait les priorités thématiques, les activités et l'avenir de la Convention alpine. Le point B 1a de l'OdJ intitulé « Lutte contre le changement climatique et énergie » énonce : « La Conférence alpine (...) approuve l'initiative de l'Allemagne de rassembler des exemples de bonnes pratiques de projets énergétiques démontrant comment les conflits d'utilisation du territoire et les questions de protection de la nature peuvent être traités dans la perspective de la XIV<sup>e</sup> Conférence alpine »<sup>2</sup>.

L'objectif du rapport est dès lors de montrer, sur la base des projets d'énergies renouvelables déjà mis en œuvre, comment les intérêts de la protection de la nature peuvent être pris en compte et les conflits d'utilisation des sols évités. La focalisation sur les projets d'énergies renouvelables s'inscrit dans le droit fil de la vision « Alpes renouvelables » élaborée dans le cadre de la Convention alpine, et elle est conforme à la décision de la XIII<sup>e</sup> Conférence alpine<sup>3</sup>, qui vise à faire des Alpes une région modèle pour les systèmes basés sur les énergies renouvelables.

Lors de la sélection des exemples, une attention particulière a été accordée aux projets d'énergies renouvelables orientés vers l'avenir, innovants, viables et susceptibles d'être transposés dans d'autres régions alpines. Lorsqu'un développement des énergies renouvelables est envisagé, il faut que les projets offrent à tous les acteurs une planification et une mise en œuvre compatibles avec la nature et le paysage. À cet égard, il convient de prendre en compte les technologies et les ressources énergétiques ci-après :

- a) énergie éolienne et hydraulique, énergie photovoltaïque, biomasse, géothermie, combinaison de sources d'énergie et de techniques prévoyant l'utilisation des technologies de pointe, comme la cogénération de chaleur et d'électricité ;
- b) projets dans le secteur des smart grids (réseaux intelligents) et des systèmes de stockage performants.

1 Pour une meilleure lisibilité du rapport, nous avons renoncé à l'utilisation de la forme masculine et féminine. Toutes les références aux personnes s'appliquent donc aux deux sexes.

2 XIII<sup>e</sup> Conférence alpine, Relevé de décisions, point B1a/8 de l'OdJ, Turin, 21 novembre 2014.

3 XIII<sup>e</sup> Conférence alpine, Relevé de décisions, point B1a/5 de l'OdJ, Turin, 21 novembre 2014.

Les principales cibles visées par le présent rapport sont tous les acteurs et les groupes d'intérêts qui conçoivent, mettent en œuvre et exploitent des projets d'énergies renouvelables dans les Alpes, notamment les institutions publiques telles que les communes, les districts, les régions, les regroupements intercommunaux, les agences de l'énergie, mais aussi les exploitants privés, les bureaux d'études et les institutions scientifiques. Le rapport s'adresse également aux initiatives citoyennes, aux organisations de protection de la nature et aux groupes d'utilisateurs comme les agriculteurs et les exploitants forestiers, les entreprises touristiques et les aménageurs du secteur des transports. En outre, le rapport s'adresse aux organisations et entités alpines et nationales de niveau supérieur telles que les Parties contractantes, les observateurs, le Secrétariat permanent de la Convention alpine, les Parties prenantes de la Stratégie macro-régionale pour la région alpine et le Programme Espace alpin Interreg B.

## 2. LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LES ALPES

### 2.1 CADRE DE RÉFÉRENCE

S'appliquent au développement des énergies renouvelables dans les Alpes les décisions de politique énergétique et climatique, ainsi que le cadre de référence international (notamment les décisions de la Conférence de Paris sur le climat de 2015), le cadre européen, national et régional.

S'agissant des Etats membres de l'UE, la Directive 2009/28/EU contient des prescriptions obligatoires qui définissent la part des énergies renouvelables par rapport à la consommation d'énergie, part qui doit atteindre 20 % d'ici à 2020 au niveau de l'Union européenne. De plus, à travers la Directive 2012/27/UE, les Etats membres se sont engagés à ramener à 20 % leur consommation d'énergie primaire d'ici à 2020. En octobre 2014, le Conseil européen a défini un objectif contraignant au niveau de l'Union européenne, à savoir 27 % d'énergies renouvelables par rapport à la consommation d'énergie d'ici à 2030. De plus, à l'horizon 2030, l'UE vise un objectif indicatif de 27 % d'économies d'énergie, qui sera vérifié d'ici à 2020 et pourrait être relevé à 30 %. Pour les deux dernières périodes de financement, le Programme Espace alpin Interreg B a fixé des priorités en matière de lutte contre le changement climatique et de promotion des technologies innovantes, mais aussi pour la mise en œuvre de stratégies de gouvernance dans le secteur des énergies renouvelables. De nombreux projets ont été réalisés dans ce cadre.<sup>4</sup>

Au niveau de la Convention alpine, les Parties contractantes se sont engagées, dans la limite de leurs ressources financières, à promouvoir et utiliser de façon préférentielle les sources d'énergie renouvelables selon des modalités respectueuses de l'environnement et du paysage (Art. 6, alinéa 1 du Protocole Energie). De plus elles entendent améliorer la compatibilité environnementale de l'utilisation de l'énergie et encourager en priorité les économies et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Art. 5, alinéa 2 du Protocole Energie).<sup>5</sup>

Les prescriptions nationales et régionales revêtent néanmoins une importance particulière dans le cadre des projets de développement des énergies renouvelables. Ces prescriptions concernent l'aménagement du territoire, la promotion des sources d'énergies renouvelables, les conditions d'autorisation et les obligations juridiques attachées à la protection de la nature. Elles sont souvent déterminantes pour la conception concrète du projet et, en cas de conflits, pour la recherche de solutions potentielles.

### 2.2 PRODUCTION ET POTENTIEL DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Les Alpes possèdent un important potentiel d'utilisation et de développement des énergies renouvelables grâce à la richesse de leurs ressources naturelles, en particulier l'eau et la biomasse. L'utilisation durable de ce potentiel peut contribuer de manière notable à l'approvisionnement énergétique et à la lutte contre le changement climatique. Néanmoins, le potentiel des énergies renouvelables est limité par les caractéristiques topographiques de la région. Ainsi, environ 28 % des surfaces de l'espace alpin sont occupées par des espaces protégés. Environ 16 % des surfaces alpines sont situées à plus de 2 000 m d'altitude. Non seulement les petits espaces naturels, mais aussi les grands espaces protégés revêtent une grande importance,

4 Cf. <http://www.alpine-space.org/2007-2013/about-the-programme/asp-2007-2013/priorities/accessibility-and-connectivity/index.html>.

5 Cf. Secrétariat permanent de la Convention alpine : Ouvrages de référence de la Convention alpine – Signaux alpins 1ère et 2ème édition, 2010; <http://www.alpconv.org/fr/publications/alpine/default.html>.

notamment les parcs nationaux, les réserves de biosphère et les parcs naturels. S'y ajoutent les sites de protection de la nature ou du patrimoine culturel à l'échelon mondial, comme les zones NATURA 2000. Dans ces zones, l'utilisation des énergies renouvelables est très limitée, voire impossible en raison du statut de protection rigoureux auquel elles sont soumises.

Les énergies renouvelables de type traditionnel telles que l'énergie hydraulique ou la biomasse sont les plus développées dans les Alpes, et elles contribuent considérablement à la production des énergies renouvelables. Mais l'énergie solaire et éolienne et la biomasse agricole gagnent en importance.

Dans les Alpes, **l'énergie hydraulique** fournit une grande partie des énergies renouvelables, soit environ 100 TWh<sup>6</sup> d'électricité par an. Son potentiel de développement est néanmoins limité, car la construction d'installations hydrauliques peut porter atteinte à la nature et à la biodiversité et, par conséquent, donner lieu à des mesures de compensation écologique coûteuses.<sup>7</sup>

La majeure partie de **l'énergie éolienne** produite dans les Alpes provient de hauteurs ou de crêtes montagneuses situées à l'extérieur ou à la périphérie des régions de montagne. Le potentiel de l'énergie éolienne se trouve donc en grande partie dans des régions extra-alpines. Actuellement, l'espace alpin produit environ 4 TWh d'électricité par an à partir de l'énergie éolienne. Par rapport aux côtes exposées au vent, notamment dans le nord de l'Europe, le rendement et la production d'énergie éolienne dans les Alpes atteignent des niveaux moyens. De nombreux sites potentiellement éligibles à l'installation de nouveaux parcs éoliens se trouvent dans des espaces protégés, et on peut donc prévoir que le développement futur de l'énergie éolienne dans les Alpes sera limité.

S'agissant de la production d'électricité issue de **l'énergie solaire à partir d'installations au sol**, il convient de prendre en compte les conditions climatiques, géographiques et morphologiques de l'espace alpin. Les potentiels sont fort variables d'un pays à l'autre : en Italie et en France, l'exposition des vallées au sud et le rayonnement solaire plus intense offrent davantage de possibilités. Actuellement, moins de 2 TWh par an sont produits par les installations au sol. Compte tenu de l'exiguïté des surfaces disponibles, l'utilisation de **panneaux solaires sur les toits des constructions ou des bâtiments existants** revêt une grande importance. Actuellement, environ 5 TWh d'électricité proviennent chaque année de l'énergie solaire dans les Alpes.

Dans l'espace alpin, l'exploitation des forêts est une activité de longue tradition. De ce fait, l'utilisation de la **biomasse ligneuse** représente une grande partie de la production renouvelable, et elle est bien développée dans la région (environ 70 TWh d'électricité et de chaleur produites à partir de la biomasse). La biomasse ligneuse disponible n'est toutefois pas suffisante à terme pour satisfaire la demande.

Si l'on compare les potentialités des énergies renouvelables aux besoins énergétiques actuels des Alpes, on observe que la consommation actuelle représente environ le double du potentiel économique et technique aujourd'hui exploitable.<sup>8</sup> Le développement des énergies renouvelables devrait donc s'accompagner de mesures d'efficacité énergétique et d'économie d'énergie. Dans ce contexte, les projets liés à l'efficacité des réseaux, aux réseaux de distribution intelligents et aux technologies de stockage performantes revêtent une importance considérable. Les réseaux de distribution dits **intelligents (smart grids)** peuvent mettre en cohérence plusieurs sources d'énergie conventionnelles et renouvelables avec les systèmes de stockage à batterie et avec une consommation d'énergie modulable par les utilisateurs finals. Les réseaux intelligents revêtent donc une importance majeure pour le développement de systèmes énergétiques comportant une part élevée d'énergies renouvelables.

## 2.3 CONFLITS D'UTILISATION ENTRE LA PROTECTION DE LA NATURE ET L'UTILISATION DES SOLS

L'utilisation de sources d'énergies renouvelables et la production décentralisée d'électricité et de chaleur qui en résulte présentent de nombreux avantages : elles contribuent à la réalisation des objectifs de la lutte contre le changement climatique en réduisant les émissions de CO<sub>2</sub>, à la création d'emplois et à l'installation de nouveaux sites de production. De plus, elles

<sup>6</sup> Les calculs de la production annuelle issue des énergies renouvelables proviennent de : recharge.green project : Renewable Energy and Ecosystem Services in the Alps : status quo and trade-off between renewable energy expansion and ecosystem services valorization, 2015.

<sup>7</sup> recharge.green project : Energie & Natur in den Alpen, Ein Balanceakt, 2015.

<sup>8</sup> Selon les calculs d'Hastik et al. : Using the « Footprint » Approach to Examine the Potentials and Impacts of Renewable Energy Sources in the Alps, 2016 : besoin annuel en énergie dans le périmètre de la Convention alpine sur une surface de référence de 1 km<sup>2</sup> : 2.676 MWh ; potentiel annuel renouvelable limité sur une surface de référence de 1 km<sup>2</sup> : 1.827,4 MWh.

offrent une nouvelle source de revenus, notamment à travers la vente de l'énergie. Ceci favorise la création de valeur dans les régions rurales faiblement équipées en infrastructures.

Les avantages du développement des énergies renouvelables ne doivent toutefois pas être vus de manière isolée. C'est ce que préconisent notamment la Convention alpine et son Protocole Energie. Le préambule de ce dernier indique qu'il convient de réaliser des formes de production, de distribution et d'utilisation de l'énergie qui respectent la nature et le paysage et soient compatibles avec l'environnement, qu'il y a lieu d'harmoniser les intérêts économiques et les exigences écologiques, et que la satisfaction des besoins en énergie représente un important facteur de développement économique et social, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'espace alpin. Ceci plaide en faveur d'une exigence fondamentale à laquelle doivent se conformer les systèmes modernes d'approvisionnement en énergie : la nécessité de concilier compatibilité avec l'environnement, sécurité de l'approvisionnement et rentabilité.

D'une manière générale, un approvisionnement énergétique fondé sur les sources renouvelables peut permettre de concilier tous ces objectifs : puisqu'on ne doit pas acheter les sources d'énergie renouvelables sur les marchés des matières premières, elles peuvent assurer la sécurité des approvisionnements si les systèmes énergétiques sont capables d'absorber des productions flexibles. Ainsi, la rentabilité du système ne cesse d'augmenter ; on observe en particulier que les prix de l'électricité issue de l'éolien et du solaire ont considérablement diminué ces dernières années. Par rapport aux combustibles fossiles et à l'énergie nucléaire, ces sources d'énergie sont les plus écologiques.

Dans l'idéal, les énergies renouvelables ne doivent toutefois pas seulement concilier d'une manière générale les trois objectifs susmentionnés, mais aussi couvrir les besoins de chaque installation. Les travaux préliminaires de la Plate-forme Energie<sup>9</sup> ont montré sans équivoque que chaque projet touche les intérêts de la protection de la nature, et que des conflits peuvent surgir avec l'utilisation des sols. Les atteintes possibles sont différentes selon les cas : elles dépendent entre autres de la technologie utilisée, des conditions du site, que ce soit sur le plan concret, juridique ou social.

En particulier, dans les régions alpines, l'exiguïté des surfaces constitue un gros défi pour le développement des énergies renouvelables. La topographie et le nombre élevé d'espaces protégés entraînent notamment des contraintes. Le maintien de la biodiversité ne répond pas seulement aux intérêts de la protection de la nature, il permet aussi de conserver la valeur culturelle et récréative du paysage, qui est exploitée surtout par l'économie touristique.<sup>10</sup>

### 3. MÉTHODOLOGIE

La sélection et l'analyse des exemples de bonnes pratiques ont été réalisées en plusieurs phases :

#### 1. RÉDACTION DES PRINCIPALES QUESTIONS

La sélection des meilleurs exemples de bonnes pratiques s'est fondée sur un questionnaire rédigé dans toutes les langues alpines, qui a permis de définir la modalité de choix des exemples. Les principales questions avaient pour objet les intérêts de la protection de la nature concernés par les projets, les conflits d'utilisation des sols et les solutions identifiées dans chaque cas.

Ces aspects ont trait aux diverses dimensions de la durabilité : la dimension écologique (protection de la nature, conflits d'utilisation des sols) et la dimension sociale (conflits d'utilisation des sols, processus participatifs). Mais souvent, les intérêts de la protection de la nature et les conflits d'utilisation des sols ne peuvent pas être dissociés.

De plus, pour identifier les projets, on a collecté les informations relatives à la dimension économique afin d'obtenir des réponses plus approfondies à la question de la transposabilité des exemples (en particulier coûts et subventions). Les principales questions ont été sélectionnées selon une approche orientée vers les problématiques et les solutions, afin de mettre en lumière les facteurs qui ont abouti au succès de chaque exemple de bonne pratique.

<sup>9</sup> Cf. Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication UVEK, Office fédéral du développement territorial ARE : Background Report of the Alpine Convention Energy Platform, 2015 ; Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication UVEK, Office fédéral du développement territorial ARE : Rapport d'activité de la Plate-forme Energie pour les années 2013 – 2014, 2014.

<sup>10</sup> Cf. Convention alpine : Développement rural durable et innovation – Rapport sur l'état des Alpes, 2011.

La figure ci-après montre une sélection des questions posées :

	<b>Dimension écologique</b>	<b>Dimension sociale</b>	<b>Dimension économique</b>
<b>Principales questions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment le projet permet-il d'éviter les conflits d'utilisation des sols?</li> <li>• La mise en œuvre du projet a-t-elle provoqué des conflits d'utilisation des sols ? Quel a été le problème et comment a-t-il été résolu ?</li> <li>• Quel compromis ou quelle solution ont-ils été retenus dans le cadre du projet concernant la protection de la nature et le développement des énergies renouvelables ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mise en œuvre du projet a-t-elle provoqué des conflits d'utilisation des sols ? Quel a été le problème, et comment a-t-il été résolu ?</li> <li>• Lors de la mise en œuvre du projet, un processus participatif (implication de la population locale, des organisations de protection de la nature, des acteurs privés etc.) a-t-il été engagé, et ceci a-t-il permis d'améliorer l'acceptation du projet au niveau de l'utilisation des sols/de la protection de la nature ?</li> <li>• Quelles mesures de communication et de sensibilisation ont-elles été conçues et mises en œuvre, et comment ont-elles marché ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le projet est-il économiquement viable ? A partir de quand, et des facteurs ont-ils favorisé sa viabilité ?</li> </ul>
<b>Questions subsidiaires</b>	<p><b>Protection de la nature</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment le projet prend-il en compte la protection de la nature ou y contribue-t-il, tout en développant/utilisant les énergies renouvelables ?</li> <li>• Le projet favorise-t-il le développement naturel du milieu environnant ? (par exemple remise à l'état naturel, valorisation etc.) ?</li> <li>• Le projet réduit-il ou évite-t-il les conflits avec la protection de la nature ?</li> <li>• Le projet utilise-t-il le milieu environnant sans l'impacter de manière négative ?</li> </ul> <p><b>Conflits d'utilisation des sols</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le projet évite-t-il les atteintes visuelles, et si oui, comment ?</li> <li>• Le projet évite-t-il les conflits d'utilisation avec d'autres secteurs tels que le tourisme ou l'agriculture ?</li> <li>• Le projet utilise-t-il le milieu environnant (déchets d'origine animale, produits agricoles etc.) ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quand le processus participatif a-t-il été initié et combien de temps a-t-il duré ?</li> <li>• Qui a initié le processus participatif et quelles parties prenantes y ont participé ?</li> <li>• Le projet a-t-il été mis en œuvre par la population locale et/ou par les décideurs régionaux ?</li> <li>• Les parties prenantes et les groupes d'intérêts ont-ils été associés au processus de planification, et si oui comment ?</li> <li>• Une méthode en particulier a-t-elle abouti à la réussite du projet ?</li> <li>• Le processus participatif a-t-il permis d'éviter les conflits d'utilisation des sols ?</li> <li>• Le réseau des parties prenantes concernées a-t-il bien collaboré dans le cadre du projet ?</li> <li>• Les décideurs ont-ils bien été informés sur la manière dont la protection et l'utilisation peuvent fonctionner ?</li> <li>• Au cours du processus participatif, y a-t-il eu des modifications dans la planification du projet ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La production d'énergie est-elle supérieure aux besoins locaux, et quelle est la rentabilité économique du projet ?</li> <li>• Le projet a-t-il eu des retombées positives sur d'autres secteurs économiques (tourisme, économie forestière) ?</li> <li>• Le projet a-t-il permis de créer des emplois ?</li> <li>• Le projet a-t-il été soutenu financièrement et, si oui, par qui et à quelle hauteur ?</li> <li>• Le projet est-il économiquement viable même sans soutien financier ?</li> </ul>

Principales questions posées sur les dimensions de la durabilité  
Source : blue! advancing european projects GbR

Les projets sélectionnés pour figurer parmi les exemples de bonnes pratiques sont ceux dont les critères suivants ont été évalués de manière positive :

1. compatibilité du projet avec la protection de la nature et l'utilisation des sols, en évitant ou réduisant les conflits ;
2. implication et participation d'acteurs, de groupes d'intérêts et de la population locale pour améliorer l'acceptation et éviter les conflits d'utilisation des sols<sup>11</sup> ;
3. viabilité économique, création de valeur au niveau régional ;
4. utilisation de technologies innovantes ;
5. les projets sont réalisés et ne sont pas prioritairement axés sur le recherche ;
6. transposabilité sur l'espace alpin.

Le critère numéro un est déterminant pour l'analyse. Les critères deux et trois ont une fonction d'appui car l'implication des acteurs concernés permet de bien identifier, d'éviter ou de résoudre les conflits d'utilisation des sols. Si un projet est viable en soi, par exemple parce qu'il diminue les coûts énergétiques d'une commune, ou s'il comporte d'autres aspects économiques positifs, par exemple en créant des emplois ou une valeur régionale, il aura davantage d'émules. C'est à cette fin que les critères quatre à six ont été pris en compte, car les technologies innovantes doivent être mieux connues. Enfin, les projets sont particulièrement transposables lorsqu'ils ont fait leurs preuves dans la pratique et qu'ils n'ont pas pour seul objectif la recherche.

Il est frappant de constater que les réseaux intelligents et les technologies de stockage n'ont souvent qu'un impact indirect sur la protection de la nature. En effet, étant donné qu'ils sont utilisés essentiellement en milieu urbain, ils n'affectent généralement pas directement les intérêts de la protection de la nature. Mais en permettant un meilleur stockage des énergies renouvelables et en réduisant la consommation, ils contribuent aux économies d'énergie. De plus, l'utilisation des technologies de stockage dans les régions faiblement peuplées des Alpes permet d'éviter la construction de réseaux, qui est onéreuse, et les atteintes visuelles à la nature et au paysage. Dans les Alpes aussi, l'utilisation de ces technologies est encore au stade initial.

## 2. VISUALISATION ET ÉVALUATION DES PROJETS D'ÉNERGIES RENOUVELABLES ALPINS, NATIONAUX ET RÉGIONAUX, ET ANALYSE DE LA LITTÉRATURE Y AFFÉRENTE

Dans un premier temps, les projets ont été sélectionnés en réalisant une « Desk Research » sur la base des questions préalablement concertées et des critères susmentionnés. Outre l'analyse de la littérature, on a utilisé des bases de données en ligne au niveau européen ([www.repowermap.eu](http://www.repowermap.eu)) et national/régional, comme l'atlas bavarois du gaz. De plus, des projets déjà réalisés dans le domaine des énergies renouvelables, de la protection de la nature et de la lutte contre le changement climatique ont été pris en compte dans la pré-sélection (par exemple les projets du Programme espace alpin Interreg B, de la Convention alpine, de CIPRA International, du Programme Intelligent Europe, du Programme Horizon 2020, de l'European Energy Awards).

## 3. PARTICIPATION D'EXPERTS ET SÉLECTION D'EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

Des experts de l'espace alpin, notamment provenant des secteurs des énergies renouvelables, de la protection de la nature et de l'environnement<sup>12</sup>, ont été impliqués à un stade ultérieur dans l'analyse des exemples potentiels de bonnes pratiques. Puis, des experts extérieurs ont été interrogés à travers des entretiens qualitatifs (par mail, téléphone ou personnellement), afin de sélectionner les exemples. Les évaluations des experts de l'espace alpin ont été particulièrement utiles pour identifier et sélectionner les exemples, car beaucoup d'informations fondamentales ne figurent pas dans la littérature. Ces informations ont été complétées par des entretiens qualitatifs avec les exploitants, avec les organisations et les groupes d'intérêts

<sup>11</sup> Participation d'acteurs, de groupes d'intérêt et de la population locale conformément à la dimension sociale du triangle de la durabilité : par ex. représentants communaux/régionaux provenant des communes, des Ministères de l'Environnement, des services de la protection de la nature, des agences de l'énergie, des organisations de protection de la nature, des associations touristiques et agricoles, des institutions scientifiques et technologiques, des initiatives citoyennes etc..

<sup>12</sup> Exemples d'experts ayant fourni des informations dans le cadre du questionnaire : Ministères nationaux et régionaux de l'Energie et de l'Environnement, représentants communaux provenant de tous les Etats alpins, centres de technologie et de promotion des énergies renouvelables, organisations et associations de conseil en matière d'énergie de tous les Etats alpins (par exemple Verein Holzenergie Schweiz, Biomasse Suisse, Landesanstalt für Wald- und Forstbewirtschaftung Bayern, Landesamt für Umwelt Bayern, LandSchaftEnergie Bayern, TIS Techno Innovation Südtirol, CIRF Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale, Bureau franco-allemand pour les énergies renouvelables), organisations de protection de la nature et associations alpines (par exemple représentants régionaux du WWF, du Bund Naturschutz, de Greenpeace, d'Alliance dans les Alpes). La figure ci-après montre une sélection des questions identifiées.

concernés, comme les communes, les organisations de protection de la nature ou les initiatives citoyennes. Certains projets prometteurs identifiés par nos recherches ou mentionnés par les experts n'ont pas pu être analysés car les exploitants se sont parfois opposés à leur inclusion dans le recueil, ou bien ils n'ont pas pu ou voulu fournir des informations plus détaillées sur les projets.

Globalement dans le cadre de la consultation des experts, une centaine d'entretiens ont été réalisés afin d'identifier et d'analyser les exemples de bonnes pratiques. Les groupes d'acteurs concernés sont présentés dans la figure ci-après.



Groupes et acteurs interrogés pour sélectionner et analyser les exemples de bonnes pratiques  
Source : blue! advancing european projects GbR

#### 4. ZOOM SUR LES MODALITÉS DE SÉLECTION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Le rapport se concentre en particulier sur la sélection et la description d'exemples qui ont permis d'éviter et de résoudre les conflits susmentionnés, ainsi que sur leurs interactions réciproques. Il existe beaucoup d'autres projets alpins consacrés à l'utilisation des énergies renouvelables, mais seuls ont été pris en compte pour le présent rapport ceux qui remplissaient la condition susmentionnée.

Les exemples décrits ne se trouvent pas tous dans le périmètre de la Convention alpine. Ceux qui sont situés en dehors de ce périmètre ont néanmoins été inclus dans le recueil pour deux raisons. D'une part, il existe plusieurs définitions de l'espace alpin. La Convention alpine possède le périmètre le moins étendu, tandis que le Programme Espace alpin Interreg B inclut par exemple l'Autriche, la Suisse et la Slovénie dans leur intégralité, de même qu'une grande partie de l'Allemagne, de la France et de l'Italie. Les frontières de la SUERA sont encore plus larges. D'autre part, dans le cadre de cette étude, le site n'est pas le seul élément déterminant. Les projets situés en dehors du périmètre de la Convention alpine ont donc été inclus quand ils avaient un lien direct avec les Alpes et que les technologies utilisées et les expériences réalisées étaient applicables à l'espace alpin.

Tous les exemples inclus dans le présent rapport s'inscrivent dans des contextes différents, qui influent sur le succès de la conception et de la réalisation du projet, mais aussi sur la prise en compte des aspects liés à la protection de la nature et à l'évitement des conflits d'utilisation des sols. Compte tenu des différences existant entre les pays alpins, mais aussi à l'intérieur de ces derniers (par exemple le cadre dans lequel s'inscrit la politique énergétique et le cadre législatif, l'accès des projets d'énergies renouvelables aux sources de financement, les technologies et les mesures de protection de la nature, le contexte administratif et les conditions d'aménagement, l'acceptation sociale des énergies renouvelables), les exemples de bonnes pratiques ne sont pas directement comparables. De plus, l'ordre dans lequel ils sont présentés ne vise pas à établir un classement.

## 4. EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

Le chapitre ci-après présente les exemples de bonnes pratiques sélectionnés. Ils montrent comment les intérêts de la protection de la nature peuvent être appréhendés et les conflits d'utilisation des sols évités dans le cadre du développement et de la mise en œuvre des projets d'énergies renouvelables dans les Alpes.

### PRÉSENTATION DES EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES SÉLECTIONNÉS

Pour une meilleure lisibilité et compréhension, chaque exemple sélectionné est illustré de la manière la plus détaillée possible. Pour chaque exemple, le **descriptif du projet** fournit des informations utiles à la compréhension de la technologie et du contexte régional. Puis, on explique comment **les aspects de la protection de la nature** ont été pris en compte et les **conflits d'utilisation des sols** évités ou limités. L'un des éléments essentiels des stratégies de résolution des conflits réside dans les processus de participation, qui sont illustrés dans le cadre de la **dimension sociale**. Sont ensuite évoqués les aspects afférents à la **dimension économique**. D'autres informations concernant les aspects techniques ont été fournies dans le cadre de la **dimension technique** lorsqu'elles s'avéraient utiles pour la compréhension ou la transposition de l'exemple. Dans certains cas, les différents aspects ont été traités ensemble car ils n'étaient pas toujours faciles à dissocier. Enfin, les **conclusions** illustrent les principales informations obtenues sur le projet, et les éléments qui le rendent transposables.

La présentation des exemples de bonnes pratiques ne prétend pas à l'exhaustivité. Toutes les informations ont été choisies pour le présent rapport sur la base de l'état actuel des connaissances.

Tous les exemples sont accompagnés d'icônes qui symbolisent la source d'énergie concernée et les aspects des exemples de bonnes pratiques revêtant une importance particulière.



Icônes illustrant les sources d'énergie et les aspects spécifiques des exemples de bonnes pratiques  
Source : blue! advancing european projects GbR

## 4.1 BONNES PRATIQUES DANS LE DOMAINE DE LA BIOÉNERGIE

### LA COOPÉRATIVE AGRICOLE GESTALP

Production d'énergie locale et promotion de la gestion durable des forêts



**Exploitant** —— Coopérative agricole GestAlp

**Coordonnées** —— Tel. : 0039 0175978323  
<http://www.gestalp.it>

**Localité, Pays** —— loc.tà ponte Cross, 1 12020 Frassino, Valle Varaita (CN), Italie

**Source d'énergie** —— Biomasse issue de gestion forestière durable

### DESCRIPTION DU PROJET

La centrale de cogénération de la commune de Frassino (Val Varaita) a été construite à la fin de 2013 et est exploitée par la coopérative agricole GestAlp, qui a été fondée en 2011. GestAlp a comme objectif la production, le stockage et la transformation, tout comme la commercialisation d'articles obtenus à partir de la production locale de bois et de viande. La centrale produit de l'énergie grâce à la combustion de gaz de synthèse, obtenu à partir de la pyrolyse (décomposition thermique anoxygène) de copeaux de bois produits localement. La chaleur produite par la centrale de cogénération alimente le réseau de la coopérative et est utilisée pour la production d'articles en bois et de viande, tout comme pour le chauffage des bureaux administratifs. Le courant généré est injecté dans le réseau public. Les municipalités de Sampeyre et de Frassino ont confié la gestion de leurs forêts à la coopérative agricole GestAlp.

**Facteurs clé** —— **Production annuelle d'énergie** 1.054 MWh électricité, 2.217 MWh chaleur en 2015

**Puissance installée** 125 kW puissance électrique et 230 kW puissance thermique

**Coûts de construction**

- 1) Étude de faisabilité et analyse de la forêt locale : 80.000 EUR
- 2) Mise en place d'une filière intégrée sylviculture-bois : 4.5 millions EUR
- 3) Réalisation du système énergétique : 1.5 millions EUR

### ASPECTS CONCERNANT LA PROTECTION DE LA NATURE

Le travail de GestAlp se base sur un régime de gestion des forêts, qui respecte les règles de la Région du Piémont concernant l'exploitation forestière et qui a été élaboré en accord avec les associations environnementales. L'objectif est notamment le maintien de l'équilibre naturel de la forêt. Au cours des 30 dernières années les forêts du Val Varaita ont été très peu exploitées à cause des droits fonciers fragmentés, ce qui leur confère aujourd'hui une grande biodiversité. Le plan de gestion

forestière actuel respecte le dynamisme naturel des stations forestières, pour garantir le maintien de la biodiversité. Toute réduction de la surface boisée doit tenir compte de l'accroissement de la forêt, de manière à garantir une quantité déterminée de bois mort. La quantité de bois qui peut être prélevée chaque année est de 2.000 t pour une surface boisée de 4.300 ha.

Pour éviter l'achat de bois et les longues distances de transport, la production d'énergie de la centrale de la coopérative GestAlp est basée sur la disponibilité de biomasse forestière locale et sur le plan de gestion forestière. A cette fin la fondation CeRiGeFaS a effectué en 2006 une étude de faisabilité et une analyse du patrimoine forestier local.

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

L'étude de faisabilité de CeRiGeFaS de 2006 a analysé la consommation et la production locales de bois et de viande. La population locale, les municipalités et les entreprises ont participé en 2008 par le biais d'un processus intégré à cette étude qui a été terminée en 2010. En 2011, à la suite de la création de la coopérative GestAlp deux nouvelles associations de propriétaires de forêts et d'éleveurs ont été constituées pour la gestion commune de la production et transformation du bois et de la viande locales.

Grâce à un accord entre la coopérative GestAlp et les entreprises forestières locales des règles ont été introduites pour l'exploitation et la commercialisation, qui prévoient notamment l'achat exclusif de matières premières locales.

Ces règles ont un effet positif sur la sylviculture locale, car elles créent des débouchés et donc de l'emploi en garantissant la création de valeur locale. La demande pour les matières premières de grande qualité du Val Varaita s'est renforcée et la production de bois s'accroît : plusieurs entreprises privées locales ont commencé à vendre du bois à la coopérative. Les entreprises privées (souvent des auto-entrepreneurs) ont une source de revenu supplémentaire grâce à la vente du bois à la coopérative.

Le recours à une centrale de cogénération était à préférer par rapport à une centrale thermique conventionnelle, car le rachat lucratif de l'électricité injectée à 0,23 EUR/ kWh pour les énergies renouvelables est une incitation importante pour le financement. En outre la coopérative reçoit de 0,03 EUR par kWh vendu, somme qui est destinée à la gestion de toute la filière du bois (à partir de la gestion forestière jusqu'à la production d'énergie). Dans une moindre mesure la coopérative reçoit des subventions publiques, qui sont essentiellement utilisées pour la gestion forestière.

La centrale de cogénération est basée sur le processus de gazéification du bois. Ce système fait partie des solutions les plus écologiques et efficientes dans le domaine des centrales de biomasse avec une puissance inférieure à 200 kW. La centrale de gazéification GestAlp atteint une efficience thermique de 65 % pour la production d'énergie et produit moins de 30 mg de particules fines par mètre cube d'air.

---

## CONCLUSIONS

Un des grands succès est le lien entre la gestion forestière et la production de viande locale, promu par deux associations bénévoles de propriétaires de forêts et d'éleveurs, et qui permet une gestion efficace malgré la fragmentation des droits sur les biens fonciers. Grâce au plan de gestion forestière de GestAlp et grâce à l'excellente collaboration entre la coopérative et les entreprises privées, un nouveau marché local structuré s'est développé pour le bois, qui se distingue non seulement à cause de sa rentabilité mais également par l'augmentation de la production locale.

La coopérative encourage la gestion forestière, qui possède une valeur ajoutée écologique considérable. En outre avec l'installation de gazéification de la biomasse on a eu recours à une solution technique moderne pour la production d'énergie à partir du bois. L'exemple montre notamment :

- qu'il est possible de créer une filière courte, efficiente et conforme à la demande dans le secteur de la biomasse, ce qui permet d'éviter la surexploitation de la forêt. Tout plan de gestion forestière doit respecter la dynamique naturelle de l'accroissement de la forêt, afin de préserver la biodiversité existante. Des études de faisabilité, qui tiennent compte de la protection de la nature, sont indispensables pour éviter une filière excessivement longue.

- des petites centrales de biomasse, adaptées aux capacités du patrimoine forestier local, sont à préférer, car elles contribuent non seulement au développement de l'économie forestière locale, mais permettent aussi d'éviter des trajets trop longs, puisqu'on peut renoncer à l'achat de matériaux externes.
- GestAlp peut servir d'exemple à d'autres régions de l'espace alpin, qui disposent des ressources naturelles suffisantes. Afin de garantir le succès de ce type de projet, il est déterminant d'utiliser une démarche participative qui inclut les groupes d'intérêts locaux.

## CENTRALE DE BIOASSE KAUFERING

Production de chaleur et d'électricité grâce à une gestion durable des forêts et du climat



PCCE (production combinée de chaleur et d'électricité) Kaufering  
Source : Markt Kaufering

**Exploitant** —— Entreprise communale Kaufering

**Coordonnées** —— L'office des politiques agricoles, alimentaires et forestières Fürstenfeldbruck  
M. Ludwig Pertl, Ahornring 34, 86916 Kaufering (République fédérale d'Allemagne)  
E-Mail : [ludwig.pertl@aelf-ff.bayern.de](mailto:ludwig.pertl@aelf-ff.bayern.de)

**Localité, Pays** —— Markt Kaufering – Landkreis Landsberg, République fédérale d'Allemagne

**Source d'énergie** —— Biomasse obtenue à partir de copeaux de bois d'origine forestière et issus de l'entretien paysage

---

### DESCRIPTION DU PROJET

Dans la commune de Kaufering une centrale de biomasse et un réseau de chauffage urbain sont en fonction depuis 2007. La commune de Kaufering et des bureaux d'études externes ont conçu l'installation qui est exploitée par l'entreprise municipale de Kaufering. La construction de la centrale de biomasse est pour la municipalité l'occasion pour développer un concept régional pour une adaptation durable au changement climatique. Ce concept de durabilité comprend outre les sources énergétiques renouvelables, une gestion forestière écologique avec utilisation durable des sols et des eaux. Deux tiers des copeaux d'origine forestière ou issus de l'entretien du paysage proviennent de terrains appartenant à la municipalité. Un tiers est couvert à long terme par du bois régional. Dans les prochaines années on plantera sur 250 ha des forêts énergétiques à proximité de la centrale thermique en respectant des critères déterminés de durabilité. Les forêts d'épicéas de la région, qui n'ont qu'une faible biodiversité, peuvent être transformées en bois de feuillus ou en forêt mixte, pour couvrir à long terme la demande d'énergie.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 20.000 MWh chaleur, 4.000 MWh électricité

---

### ASPECTS CONCERNANT LA PROTECTION DE LA NATURE

L'approvisionnement en énergie avec des copeaux de bois devra être assuré à long terme à partir d'un périmètre de 15 km autour de la centrale, garantissant ainsi un système de transport respectueux de l'environnement et du climat qui renonce aux longues distances pour l'approvisionnement. On a opté pour un périmètre d'approvisionnement réduit afin de mettre en œuvre une gestion forestière locale durable pour le maintien et l'amélioration de la biodiversité régionale.

La nouvelle gestion des forêts et des surfaces agricoles a de nombreux effets positifs :

- protection des espèces et des biotopes par la gestion forestière historique du taillis-sous-futaies<sup>13</sup> le long du cours du Lech : le taillis-sous-futaies fournit de l'énergie et du bois d'œuvre sur une même surface et comprend une grande variété de structures et d'espèces d'arbres. Il fait partie des biotopes les plus riches en biodiversité et offre un terrain approprié aux plantes photophiles.
- une gestion durable de l'eau et protection naturelle contre les inondations. Dans la zone de la réserve d'eau potable de la rivière Lech on pratiquait jusqu'à maintenant des cultures agricoles intensives. La transformation en forêt d'énergie et taillis-sous-futaies permet à longue durée d'obtenir une eau potable de grande qualité : faible teneur en nitrate ; amélioration de la qualité du sol grâce au développement de sols riches en humus : amélioration de la biodiversité. Ainsi on a également la possibilité de conserver l'eau des précipitations hivernales pour contribuer à long terme à l'approvisionnement hydrique de la région.
- Protection du sol et préservation des fonctions du sol : A cause des dépôts de polluants et de la quantité importante de bois de conifères (par exemple les épicéas) beaucoup de sols sont fortement acidifiés et ont souvent perdu leurs fonctions naturelles de rétention d'eau. Avec la transformation des pessières pures en forêts avec des arbres à racines profondes et sols de humus qui retiennent l'eau on crée à long terme un sol sain avec des fonctions élevées de rétention d'eau et une plus grande biodiversité de la forêt. Avec un enracinement dense et des espèces arboricoles adaptées à la station (p.ex. aulne glutineux *alnus glutinosa*) on empêche l'érosion du sol le long des rives fluviales.
- Fonction tampon pour le climat : la gestion forestière durable avec un pourcentage élevé de feuillus favorise l'évaporation en été, ainsi il fait moins chaud et sec. En bordure de la commune on plante de nouvelles forêts de protection climatique, qui ont une fonction de refroidissement importante en été à cause de leur évaporation élevée.
- La production de bois d'énergie (plantations à courte rotation / peuplier) contribue à la biodiversité régionale grâce aux différents types de sylviculture (pas de monoculture à cause de la forêt d'énergie) et a été reconnue comme projet phare « Transition énergétique et biodiversité forestière» par l'Office fédéral de l'environnement. On a choisi une période de rotation relativement longue de 8 – 10 années, afin de limiter le tassemement du sol et obtenir une plus grande biodiversité.

---

## CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Déjà au cours des années 1990 le maire de Kaufering avait lancé l'idée d'un approvisionnement plus écologique en eau chaude pour la commune, dans le cadre d'un système de chauffage urbain basé sur le méthane. Dès le début les citoyens de la commune ont été impliqués dans un processus participatif et des séances d'information ont été organisées pour expliquer ce type de chauffage écologique. Ce n'est qu'au moment où les prix du gaz et le scepticisme de la population vis-à-vis des combustibles fossiles ont augmenté, que l'attitude initialement réservée de l'administration communale et des habitants a changé à l'égard des énergies renouvelables. Pour éviter des conflits ultérieurs et une attitude de refus de la part des citoyens, en 2006 la municipalité a chargé un bureau d'études avec la réalisation d'une centrale de cogénération à base de biomasse. La nouvelle technologie pour l'exploitation d'une centrale de biomasse de cogénération avec des copeaux de bois, qui produit simultanément de l'électricité par les turbines ORC, ainsi que la promotion de la loi allemande sur les énergies renouvelables (EEG), ont conduit à la mise en œuvre du projet. Les conflits d'utilisation des sols avec les citoyens ou les paysans ont été évités grâce à une étude scientifique d'accompagnement<sup>14</sup> concernant la gestion forestière durable avec de nouvelles forêts d'énergie, forêts de recépage et taillis-sous-futaies allant de pair avec la construction d'une centrale de biomasse. On a ainsi expliqué aux citoyens, paysans et propriétaires des forêts le concept de la durabilité pour l'adaptation climatique et les services écosystémiques liés à la gestion forestière durable. Cette approche a rencontré l'approbation générale et l'aspect écologique est devenu de première importance pour la construction de la centrale de biomasse.

<sup>13</sup> La gestion du taillis-sous-futaies prévoit d'utiliser tous les arbres dans une période allant de 20 – 30 ans, sauf 100 – 150 exemplaires pour créer une forêt permanente à double strate. Puisque ces espèces d'arbres rejettent à partir de la souche, aucune plantation sera nécessaire.

<sup>14</sup> L'étude scientifique d'accompagnement a été prise en charge par le ministère bavarois de l'Alimentation, de l'Agriculture et des Forêts et a été accompagnée par l'Agence bavaroise de gestion des forêts et par l'école technique Weihenstephan.

---

## DIMENSION SOCIALE

Un autre facteur important pour éviter des conflits entre les parties prenantes de la région, était la participation active de la population locale et de l'Office régional des forêts. Un garde forestier de la région a expliqué les avantages de l'exploitation durable des sols et son impact sur la qualité de la nappe phréatique et la protection contre les inondations par rapport à l'agriculture intensive. Il a accompagné toutes les phases de la gestion forestière durable et a contribué de manière active à la sensibilisation du public et a participé au dialogue avec les citoyens et l'association locale des propriétaires de forêts. Ceci a permis d'éviter dès le début des préoccupations et des conflits avec la gestion des forêts, puisque ces parties prenantes ont participé directement à la réalisation de l'initiative. L'organisation d'entraide des propriétaires de forêts de Landsberg et la coopérative agricole Landsberg se chargent de la fourniture de copeaux dans la région et profiteront de ces recettes supplémentaires. Les services industriels municipaux de la Ville de Kaufering ont créé un système d'incitations financières en 2002, qui permet aux propriétaires forestiers d'obtenir une rémunération annuelle pour la gestion durable des forêts dans la zone de la réserve d'eau potable et la gestion des forêts de bois d'énergie s'ils respectent les conditions strictes imposées. Ce système d'incitations et le concept climatique et écologique de la gestion forestière, ont permis de convaincre les preneurs à bail à participer à la création des forêts d'énergie.

---

## DIMENSION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

- La centrale de biomasse est du point de vue technique une installation de combustion des copeaux (copeaux obtenus à parte des écorces de la forêt et de l'entretien du paysage) produisant une puissance thermique de 6,1 MW. Chaque année on nécessite env. 35.000 m<sup>3</sup> de copeaux et 150.000 l de fioul (production thermique annuelle de 1.500 MWh). Le réseau thermique d'une longueur de 9,5 km sert 360 usagers dont la demande de chaleur est couverte à 63 %. Depuis la construction d'une PCCE (production combinée de chaleur et d'électricité) en 2013, nous pouvons couvrir 91% de la demande thermique. Les restants 9 % sont obtenus avec du fioul.
- La production électrique d'appoint d'env. 4.000 MWh provient d'une turbine ORC et d'un générateur d'une puissance de 900 kW. Le refroidissement ORC fournit également l'eau pour le chauffage urbain. ORC (cycle organique de Rankine) est un processus de turbine à vapeur qui utilise à la place de l'eau des liquides organiques qui ont une température d'évaporation basse, ce qui permet d'atteindre un rendement électrique plus élevé.
- Au cours de la planification on a effectué une analyse du potentiel économique et des performances et fait une comparaison avec les combustibles fossiles. Cette analyse a montré que les coûts d'investissement de la centrale de biomasse sont amortis après 25 ans.
- Cette centrale valorise également l'économie régionale, car le combustible utilisé vient de la région contrairement aux combustibles fossiles. Avec des combustibles fossiles 74% de la valeur ajoutée régionale devraient être dépensés pour l'achat des combustibles. Les propriétaires des forêts régionales sont les premiers à profiter de cette valeur ajoutée, car ils fournissent les copeaux de bois et l'écorce.

---

## CONCLUSIONS

- La planification à long terme de la centrale par la municipalité et la collaboration avec des experts externes, des bureaux d'études, les exploitants et les parties prenantes du secteur agricole et sylvicole ont joué un rôle décisif pour le succès de la centrale de biomasse et de la gestion forestière durable. Ce n'est qu'à travers de longs processus de planification et de modification des aspects techniques de la centrale que les citoyens et les utilisateurs de la commune ont pu être convaincus des avantages du projet.
- La municipalité a été la force motrice du concept de durabilité pour améliorer l'adaptation climatique et la protection de l'environnement qui sont si étroitement liées à une bonne gestion des forêts. La valorisation de la nature et de la forêt et les services écosystémiques, qui contribuent à une meilleure qualité de la vie, étaient de toute première importance dans la réalisation du projet.

- La transformation forestière de la région contribue à la protection de la nature et du climat de la région, grâce aux différents types d'arbres introduits (combinaison d'énergie, de recépage et de taillis-sous-futaies). Les forêts énergétiques font partie du concept de la transformation forestière durable et ne constituent pas une monoculture dans la région. Ceci permet à long terme d'améliorer la biodiversité des forêts.
- Le projet est transférable à d'autres régions, qui désirent mettre en place une gestion forestière durable dans les alentours immédiats d'une centrale de biomasse. Une condition pour la transposition est une analyse précise de la demande de bois d'énergie et du patrimoine forestier, tout comme un concept global pour la transformation de la forêt en forêt énergétique, de recépage et de taillis-sous-futaies, pour éviter la monoculture des forêts énergétiques.

## INSTALLATION DE BIOGAZ GRUFFY

Énergie issue du lisier, fumier et rejets organiques



**Exploitant** —— Coopérative agricole GAEC

**Coordonnées** —— Marcel et Jean-François Domenge, Les Chatelets Gaec, Chatelet Nord, 74540 Gruffy (France)  
Tel. : 0033 450663789  
[www.cipra.org/fr/](http://www.cipra.org/fr/)

**Localité, Pays** —— Gruffy, France

**Source d'énergie** —— Biomasse

---

### DESCRIPTION DU PROJET

La coopérative agricole GAEC se trouve dans le département français de la Haute-Savoie. Sur une surface de 150 ha. on élève des bovins et des vaches laitières. Afin d'améliorer la rentabilité de l'exploitation agricole, les propriétaires ont programmé en 2005 la construction d'une installation de biogaz, qui est entrée en fonction en 2009. Dans l'installation ont obtient de l'énergie à partir de rejets organiques (lisier, fumier, restes de nourriture provenant des restaurants, etc.) qui sont traités dans une unité fermée de fermentation et le méthane produit par la fermentation est utilisé pour la production d'énergie électrique (cogénération de chaleur et d'électricité). Ce courant électrique sert à l'approvisionnement de l'exploitation, le courant en excès est vendu. On utilise également la production d'eau chaude (env. 200 l par jour) pour les machines à traire. En été la chaleur est utilisée pour le séchage du fourrage. Ce projet était la première installation de biogaz agricole de la région Rhône-Alpes. La capacité du réservoir est de 900 m<sup>3</sup> et chaque année 3.200 t de rejets organiques y sont traités.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 861 MWh chaleur, 842MWh électricité

Coûts de construction 900.000 EUR

---

### LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

La biomasse utilisée est produite directement dans la région. Pour cette raison les distances de transport sont réduites à un minimum. Une condition préalable pour ce projet est la bonne organisation des relations entre les fournisseurs de la biomasse et l'installation. Il faut noter aussi la disparition des coûts pour le transport de combustible comme le fioul pour la production de chaleur. La production thermique par année correspond à 77.000 l de fioul, qui auraient été nécessaires pour produire la même quantité d'énergie pour le courant électrique et l'eau chaude. Cette installation permet d'économiser chaque année 420 t CO<sub>2</sub> comparée avec l'utilisation de combustibles fossiles. Les digestats, les résidus de la fermentation, possèdent une valeur fertilisante élevée (azote, phosphore, potassium) et sont épandus conformément à un plan spécifique. Ceci a permis de réduire l'utilisation d'engrais chimiques, ce qui a un effet positif sur la fertilité du sol conformément aux principes de l'économie circulaire. Grâce aux processus de fermentation dans le fermenteur, il est possible que certains produits se décomposent moins bien et causent des odeurs désagréables dans les environs immédiats lors de l'épandage. Pour

cette raison les digestats (approximativement 790 t/ par année) sont passés au filtre-presse et ensuite stockés dans un espace fermé, avant d'être utilisés comme engrais sur les 120 ha de sols agricoles de l'exploitation. Comparé avec l'épandage de lisier pratiqué dans le passé, les nuisances olfactives sont moins gênantes.

L'installation mesure 1500 m<sup>2</sup> et a été construite sur le terrain d'une coopérative agricole. On a veillé à ce que l'installation jouxte les étables, de manière à occuper peu de place. En outre il n'y a pas eu de conflits d'utilisation concernant les surfaces destinées à l'élevage. La biomasse utilisée chaque année est composée de 2300 t de fumier d'étable, 540 t de déchets provenant de l'industrie alimentaire régionale, 400 t de déchets végétaux, 87 t pain rassis et 24 t d'huile végétale usée. Grâce à l'emploi de déchets exclusivement de provenance régionale il n'est pas nécessaire d'exploiter d'autres surfaces pour la culture de plantes énergétiques tout en donnant une contribution au maintien des herbages.

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

- L'installation de biogaz contribue aujourd'hui pour un tiers aux recettes de la coopérative agricole GAEC, car elle
  - vend l'électricité directement à EDF (Électricité de France), le fournisseur national d'électricité ce qui permet d'approvisionner jusqu'à 240 ménages.
  - demande des redevances de la part des entreprises qui portent leurs déchets organiques à l'installation.
- Le projet a permis de créer un emploi directement auprès de l'installation, et une autre personne a été embauchée dans une cantine à proximité, pour porter les déchets alimentaires à l'installation.
- Le projet contribue au développement d'une économie circulaire régionale. L'économie de cette région rurale a été renforcée.
- 50% des coûts de construction ont été financés par des subventions publiques.
- Dans 10 ans les 50% restant des frais de construction de l'installation de fermentation, qui ont été à la charge de la coopérative agricole GAEC, pourront être récupérés grâce aux recettes.
- Les frais d'entretien annuels de l'installation se situent entre 8.000 et 20.000 EUR.
- Pour garantir le fonctionnement permanent de l'installation, des contrats de longue durée ont été signés avec les fournisseurs de biomasse et un contrat de vente de 15 années avec EDF.
- Un facteur essentiel pour le succès était la participation des habitants et le respect de leurs craintes, comme risques d'explosion, nuisances auditives et olfactives.

---

## CONCLUSIONS

- Les installations utilisant la fermentation anaérobie peuvent représenter un bon revenu d'appoint pour les paysans de l'espace alpin, notamment pour l'exploitation herbagère et les fermes laitières. Elles permettent également une utilisation efficace des rejets biologiques de la région.
- Ces projets peuvent avoir du succès si les déchets régionaux disponibles de l'agriculture, des ménages ou des restaurants sont rendus accessibles et si le système d'achat fonctionne bien.
- Afin d'assurer le succès des projets de biogaz, les promoteurs et les exploitants doivent être bien conseillés et avoir une connaissance approfondie des aspects techniques et financiers et des normes applicables (notamment les conditions à remplir pour obtenir des subventions).
- Les installations de biogaz peuvent être une excellente opportunité pour le développement et la valorisation durable des régions rurales.

- Vue la forte augmentation du défrichement des herbages au cours des dernières années dans l'Union européenne, toutes les possibilités qui contribuent au revenu des exploitations agricoles avec herbivores sont devenues très importantes pour la protection de la biodiversité<sup>15</sup>. Les installations de biogaz peuvent donner une contribution importante à cet égard.

<sup>15</sup> Cf. Office fédéral allemand de l'environnement Grünland-Report : (rapport sur les herbages) Est-on dans la zone verte? 2014.

## INSTALLATION DE BIOGAZ DE REICHERSBEUERN

Energie issue du fumier de cheval dans la région bioénergétique Oberland



**Exploitant** — Bioénergie Reichersbeuern GmbH

**Coordonnées** — Chargée de la communication Schmack Biogas GmbH

Mme Petra Krayl, Industriegebiet Am Kranzer, 83677 Reichersbeuern (République fédérale d'Allemagne)

E-Mail : [info@schmack-biogas.com](mailto:info@schmack-biogas.com)

**Localité, Pays** — Commune de Reichersbeuern Landkreis Bad Tölz – Wolfratshausen dans la région bioénergétique Oberland, République fédérale d'Allemagne

**Source d'énergie** — Biogaz obtenu à partir du fumier de cheval, lisier de bovins, foin mixte graminées légumineuses, culture intercalaire et herbes provenant de l'entretien du paysage

### DESCRIPTION DU PROJET

L'installation de biogaz a été mise en service en décembre 2014 dans la commune de Reichersbeuern. La localité a env. 2.100 habitants et se trouve dans le district Bad Tölz – Wolfratshausen. Cette localité s'est associée avec les districts Miesbach et Weilheim-Schongau dans la fondation «Energiewende – transition énergétique Oberland» qui s'engage pour les énergies renouvelables et l'épargne d'énergie. Les districts se sont donné le but de devenir indépendants des énergies fossiles dans les domaines de la mobilité, électricité et chaleur, et de s'approvisionner grâce au développement d'énergies renouvelables locales. L'installation de biogaz utilise en premier lieu du fumier de cheval, qui provient de 25 manèges et des détenteurs de chevaux qui se trouvent à moins de 30 km. Mais elle utilise également du lisier de bovins, du foin mixte graminées légumineuses, des cultures intercalaires et du matériel provenant de l'entretien du paysage des alentours. Le courant généré est injecté dans le réseau public.

**Facteurs clé** — Production annuelle d'énergie 10.000 MWh courant électrique

Coûts de construction 5 millions EUR

### ASPECTS CONCERNANT LA PROTECTION DE LA NATURE

L'exploitation herbagère traditionnelle pour l'élevage sur prairie contribue au maintien de la biodiversité des prés et à la beauté du paysage. Avec l'utilisation ciblée de «déchets» de l'élevage (p.ex. fumier de cheval), de l'entretien du paysage et des résidus de la culture des plantes, l'installation de fermentation du fumier de cheval contribue efficacement à la protection de la nature. Contrairement à la production de produits bioénergétiques à partir du maïs et provenant de plantations à courte rotation, aucune surface supplémentaire n'est utilisée pour la production du matériel et aucune ressource supplémentaire est employée. L'espace naturel n'est pas sollicité et on évite l'exploitation intensive des sols comme cela est le cas pour la monoculture des plantes énergétiques. L'installation de fermentation de fumier de cheval a été construite sur un terrain aménagé mais abandonné d'un ancien site militaire, ainsi aucune surface supplémentaire n'a été sacrifiée. Les manèges

locaux devaient au-paravant transporter le fumier à l'incinérateur le plus proche. Les distances des transport régionaux ont été raccourcies grâce à l'utilisation du fumier de cheval dans l'installation de fermentation. Un autre aspect positif pour la protection de la nature, qui va de pair avec l'utilisation du fumier de cheval, est le recyclage des digestats comme engrais pour les champs. Ainsi ces résidus font partie du recyclage des éléments nutritifs et contribuent à l'amélioration de la teneur en humus.

---

### CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS ET DIMENSION SOCIALE

Un facteur déterminant pour la bonne réussite du projet de l'installation de fermentation de fumier de cheval était la résolution d'un conflit existant entre les paysans locaux et les citoyens. Il y avait des craintes concernant l'utilisation croissante des rares surfaces agricoles (1,8 % dans le district Bad Tölz – Wolfratshausen) pour la culture des plantes énergétiques destinées à l'installation de biogaz. Les paysans craignaient une demande croissante de surfaces appropriées et une augmentation des baux à ferme, ainsi que la perte de terrains à destiner à la production alimentaire locale. Le facteur clé pour la réalisation du projet était le processus de planification avec la participation de toutes les parties prenantes. Le processus participatif a été coordonné par la fondation «Transition énergétique Oberland». La modération indépendante de la part de la fondation a porté ses fruits. Son travail va bien au-delà de l'accompagnement des projets individuels concernant l'utilisation des énergies renouvelables. La fondation conseille les citoyens sur les différents thèmes de l'énergie et contribue beaucoup à la diffusion du concept de durabilité dans la région bioénergétique et à la coopération entre les communes. Grâce à ce processus participatif on a expliqué aux paysans que l'installation n'aurait pas utilisé de plantes énergétiques et qu'elle n'aurait donc pas provoqué une augmentation des baux de fermage.

---

### DIMENSION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

- Matières utilisées dans l'installation : 14.000 t/a de fumier de cheval, 4.000 t/a de lisier de bovins, 6.500 t/a d'herbe d'ensilage (issue de l'entretien du paysage), foin mixte graminées légumineuses culture intercalaire
- On a prévu l'utilisation de la chaleur résiduelle de trois PCCE (production combinée de chaleur et d'électricité) notamment de l'installation de fermentation de fumier de cheval en même temps que la construction d'un réseau de chauffage urbain.
- L'approvisionnement en fumier de la centrale permet aux manèges de la région d'économiser les frais de transport vers l'incinérateur.
- L'exploitation de l'installation a été subventionnée conformément aux dispositions de la loi EEG 2012 et la construction n'a pas nécessité d'aides supplémentaires aux investissements. Pour la transposition de ce projet, il faut tenir compte du fait que l'exploitation de cette installation ne serait plus rentable avec les nouveaux critères de financement EEG 2014.

---

### CONCLUSIONS

- Ce projet est à considérer comme un exemple de bonnes pratiques, car l'installation produit du courant électrique uniquement à partir des déchets des manèges et de l'entretien du paysage, en renonçant entièrement à la culture des plantes énergétiques.
- Le fonctionnement de l'installation de fermentation de fumier de cheval contribue à éviter des conflits d'utilisation des sols avec les agriculteurs locaux.
- En livrant leurs déchets à l'installation, les manèges contribuent au maintien de la biodiversité des prairies.
- Des conflits d'utilisation des sols ont pu être évités grâce au processus participatif avec toutes les parties prenantes, qui a été coordonné par la fondation «transition énergétique Oberland». Avec son rôle d'intermédiaire indépendant, cette organisation a su conquérir la confiance des citoyens.

- Une condition pour la bonne réalisation de cette installation de biogaz est la proximité avec les manèges, qui a contribué à limiter les coûts du transport de la matière première. Pour cette raison cet exemple est particulièrement adapté pour les régions qui se trouvent non loin des grandes agglomérations urbaines dans les Alpes, où sont normalement situés les grands manèges.
- Pour rentabiliser l'exploitation d'une telle installation, il faut tenir compte des points suivants :
  - Soutien par des aides financières (par exemple rémunération de l'alimentation du réseau, prime de marché, subventions aux investissements) conformément au cadre réglementaire respectif
  - Recettes grâce à la vente de chaleur/électricité
  - Recettes grâce à la vente de digestats
  - Achat du fumier de cheval et d'autres matières à un prix favorable

## INSTALLATION DE BIOGAZ A ZELTWEG

Énergie obtenue à partir de l'herbe de la base aérienne Hinterstoisser



L'installation de biogaz à la base aérienne Hinterstoisser  
Source : LuAufklEstZ/Zinner

**Exploitant** — Biogas (BGA) Zeltweg GmbH

**Coordonnées** — **Exploitant**

Thöni Industriebetrieb GmbH, Umwelt Energietechnik (environnement technique énergétique)  
Herbert Kaufmann, Obermarktstraße 48, 6410 Telfs (Autriche)  
Tel. : 0043 052626903521, mobile : 0043 06606903521  
E-Mail : [herbert.kaufmann@thoeni.com](mailto:herbert.kaufmann@thoeni.com)

**Bundesheer/Besichtigungen – Armée fédérale/Visites**

Militärisches Immobilien Management Zentrum – Centre militaire de la gestion du patrimoine immobilier  
Bau- und Gebäudetechnik (construction et techniques des bâtiments),  
Ref 3 Energiemanagement und Brandschutz (gestion de l'énergie et protection contre les incendies)  
Ing. Josef Hoffmann, ADir  
adresse du bureau : Pappenheimgasse 12, 8010 Graz (Autriche)  
adresse postale : Roßauer Lände 1, 1090 Wien (Autriche)  
Tel. : 0043 502015046240  
E-Mail : [j.hoffmann@hbv.gv.at](mailto:j.hoffmann@hbv.gv.at)

**Localité, Pays** — Hinterstoisser/Zeltweg, Styrie, Österreich

**Source d'énergie** — Biogaz à partir de biomasse

### DESCRIPTION DU PROJET

Auprès de la base aérienne Hinterstoisser à Zeltweg on a construit en 2004 une installation de biogaz novatrice, avec cogénération de chaleur et d'électricité (500 kW électricité, 550 kW chaleur, 8.000 heures de fonctionnement par année). L'installation utilise principalement de l'herbe d'ensilage, qui provient du terrain de la base aérienne et des terrains agricoles avoisinants (270 ha). Les déchets végétaux sont fermentés et le biogaz produit est transformé en électricité et chaleur par la centrale de cogénération. Le courant est injecté dans le réseau public. La chaleur est utilisée pour le chauffage de la caserne. Le projet était le premier<sup>16</sup> projet de *contracting* (*contrat de partenariat*) de l'Armée fédérale autrichienne. Le donneur d'ordre était le Ministère de la Défense, le prestataire était la société BGA Zeltweg GmbH.

**Facteurs clé** — Production annuelle d'énergie 4.000 MWh électricité, 4.500 MWh chaleur

Coûts de construction 2,5 millions EUR (installations, machines)

<sup>16</sup> Lors du *Contracting* le donneur d'ordre charge le prestataire de la fourniture d'énergie (par ex. chaleur ou électricité), de carburants et/ou de la mise en service des installations en question. Un avantage est que le donneur d'ordre ne doit pas s'occuper des risques liés à la construction et au fonctionnement de l'installation.

---

## ASPECTS CONCERNANT LA PROTECTION DE LA NATURE

L'exploitation herbagère extensive pratiquée depuis des années sur le terrain et sur les surfaces agricoles avoisinantes peut être maintenue avec le fonctionnement de l'installation de biogaz. Ceci est une contribution importante pour la sauvegarde durable de la biodiversité des herbages (FFH-habitat naturel 6510/6520 «prairies de fauche extensives»). Vue la taille du projet, aucune étude d'impact environnemental n'a été nécessaire.

Dans le passé les seuls engrains utilisés étaient le fumier et le lisier. Mais désormais on épand des digestats provenant de l'installation de biogaz. Ceci garantit une gestion durable des sols et des terres. Les résidus solides issus de la séparation sont empilables et possèdent peu d'odeur. On les utilise également comme engrain biologique de qualité. Les distances de transport sont courtes. Ceci crée un cycle durable d'utilisation du sol qui n'épuise pas les ressources.

---

## CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS ET DIMENSION SOCIALE

Suite à l'achat des avions Eurofighter on avait augmenté le niveau de sécurité du site avant la construction de l'installation. Les agriculteurs privés n'avaient pas le droit d'accéder au site. Les terres étaient cultivées par le service agricole de l'Armée fédérale.

Sans l'installation biogaz, les déchets végétaux auraient dû être stockés dans une installation de compostage construite expressément à cet effet. Cela aurait comporté beaucoup de coûts et de travail supplémentaires. Le but de l'Armée fédérale était d'éviter de devoir investir dans une installation de compostage, de renouveler en partie le système de chauffage, d'utiliser l'herbe pour produire du biogaz pour l'énergie et de remplacer le méthane utilisé auparavant. A côté des effets de protection climatique, l'Armée fédérale voulait réaliser le projet biogaz-cogénération sans devoir en assumer les risques techniques et économiques.

Pour cette raison un des aspects les plus importants du projet était la mise au point d'un modèle de *contracting* et l'harmonisation des interfaces de gestion et de fonctionnement. Dans la négociation il fallait tenir compte de la position de l'Armée fédérale et du Ministère de la Défense, penser à l'utilisation des surfaces, aux règlements de sécurité de l'aviation, et aux questions juridiques concernant la fédération et l'exploitant. La collaboration entre le prestataire et la gestion du champ d'aviation a été définie de manière détaillée. La direction commerciale du projet a été confiée à l'Agence pour l'énergie de Graz tandis que le suivi technique a été assuré par l'Agence pour l'énergie Obersteiermark GmbH (dans le passé Judenburg-Knittelfeld Murau). Le prestataire est responsable pour toute l'installation et pour l'achat et le financement des machines agricoles nécessaires. La culture des prés (production de biomasse, et mise à disposition et épandage de digestats pour la fertilisation) relève de la gestion du champ d'aviation.

Le projet est lauréat du prix de Contracting «Energieprofi 2004» (professionnel de l'énergie) du Ministère de l'environnement et de la Société autrichienne pour l'environnement et la technique.

---

## DIMENSION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

- L'installation de biogaz comprend un fermenteur principal en béton armé, une chambre pour les matières solides, un agitateur à pales, un séparateur et un post-fermenteur avec réservoir de gaz (silo-tour à double toiture). Avant la réalisation du projet, la chaleur et l'eau chaude étaient produites par trois chaudières à gaz en partie obsolètes. Ce projet permet de remplacer avec du biogaz les 320.000 m<sup>3</sup> de méthane nécessaires chaque année pour l'approvisionnement thermique. A la fin de la période de subvention tarifaire conformément à la loi sur l'électricité verte, l'électricité produite sera probablement utilisée directement par l'aéroport, et uniquement l'excédent éventuel serait alors injecté dans le réseau.
- Au moment de la construction, une installation de biogaz alimentée principalement par de l'herbe d'ensilage était une innovation, tout comme l'emploi d'agitateur à pales pour éviter la formation de croûte.
- L'installation de biogaz couvre une partie importante de la demande de chaleur de la base aérienne et permet d'économiser les coûts pour le gaz conventionnel.

- Le modèle de *contracting* utilisé prévoit que le prestataire prenne en charge les frais de l'installation auprès du client. On stipule un contrat de longue durée pour la fourniture d'énergie à un prix convenu. A échéance du contrat l'installation devient propriété du client, mais dans ce cas particulier il est prévu que l'Armée fédérale rembourse la valeur résiduelle au *contractor*. Pour les clients il y a l'avantage que le *contractor* s'assume les risques techniques et économiques. Sans *contracting* l'installation n'aurait pas pu être construite à cause du manque de moyens propres.

---

## CONCLUSIONS

- D'un point de vue écologique, l'utilisation de déchets végétaux provenant des cultures pour la production de biogaz est importante pour la protection de la nature et du paysage.
- Lors de la production de biogaz, des nutriments précieux tel l'azote et le phosphore restent dans les digestats et peuvent être utilisés comme fertilisants respectueux des ressources naturelles (économie circulaire).
- L'installation de biogaz montre de manière exemplaire que le *contracting* et le partenariat public-privé peuvent remédier au manque de fonds propres et de crédits d'investissement, et dans des circonstances similaires il y a un effet de levier.

## CENTRE ÉCOLOGIQUE INTÉGRÉ DE PINEROLO

Biogaz issu de déchets municipaux biodégradables



**Exploitant** —— Centre écologique intégré – Acea Pinerolese Industriale SpA

**Coordonnées** —— Directeur Marco Avondetto

E-Mail : [ambiente.comunica@aceapinerolese.it](mailto:ambiente.comunica@aceapinerolese.it)

**Localité, Pays** —— C.so della Costituzione 19, 10064 Pinerolo (TO), Italie

**Système énergétique** —— Cogénération de chaleur et d'électricité, qui transforme les déchets municipaux biodégradables en biogaz et en compost de haute qualité.

### DESCRIPTION DU PROJET

Acea Pinerolese Industriale SpA est une entreprise publique interconnectée, qui participe à un réseau de filiales qui couvrent différents secteurs d'activité : collecte et élimination des déchets, gestion intégrée des eaux usées, approvisionnement hydrique, production et approvisionnement de biogaz, conception et gestion d'installations de traitement de déchets. 47 Communes de la province de Turin possèdent des actions de l'entreprise.

Le centre écologique intégré est un des premiers centres technologiques en Italie à regrouper le tri, le traitement et la transformation de déchets biodégradables et la collecte des ordures. Les déchets d'un million d'habitants de la province de Turin sont soumis à un traitement hybride anaérobie- aérobio pour la production de biogaz et de compost de qualité. Le centre écologique intégré a été construit en 2001 dans le but de développer un concept global pour traiter la quantité croissante de déchets, dans le respect des nécessités locales, de l'efficacité énergétique, de la rentabilité et de la protection de la nature. L'entreprise traite chaque année 60.000 t de déchets organiques et 20.000 t de résidus de bois et de déchets agricoles.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 46 GWh énergie globale, 17 GWh électricité

**Coûts de construction** —— Investissement initial pour l'installation de fermentation et de compostage : 16,6 millions EUR

### LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

L'approche écologique du traitement des déchets et la production d'énergie de Acea se basent sur la grande économie des surfaces et sur le fonctionnement efficient de l'installations. Des distances courtes, une gestion efficace de la collecte, pas d'utilisation d'eau douce et production de bio-compost de qualité limitent l'occupation des surfaces et l'émission de polluants à un minimum. La position géographique de l'installation permet de limiter l'impact sur les zones habitées voisines, sans compromis pour l'accessibilité des centres de collecte des déchets et des systèmes de transport. Grâce à l'efficacité élevée du tri des déchets, les dimensions des décharges peuvent être réduites de manière considérable. Le

traitement des déchets organiques a permis de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> (diminution estimée des émissions de CO<sub>2</sub> grâce au traitement des déchets organique env. 76.000 t par année).

L'eau nécessaire pour le processus de fermentation provient de la station d'épuration la plus proche, ainsi on évite d'utiliser de l'eau potable et on conserve les ressources naturelles. Les eaux usées de l'installation sont en partie recyclées et éventuellement réintroduites dans la même station d'épuration. On limite les nuisances olfactives grâce à l'étanchéité du digesteur et l'emploi de filtres biologiques. Des parties du centre écologique fonctionnent à l'aide d'une installation d'énergie solaire. 630 panneaux photovoltaïques avec une capacité installée de 112 kWp, approvisionnent partiellement l'installation de fermentation anaérobique en énergie renouvelable.

Acea offre également un service de nettoyage des rues, qui a comme but de limiter l'impact de la gestion des déchets sur la santé et le milieu de vie. Le service est effectué avec une flotte de véhicules électriques, qui fonctionnent avec l'énergie produites dans les installations de traitement de déchets du Centre.

Les procédés et les mesures de gestion des déchets sont conçus pour être durables. A cet effet on a obtenu les certifications écologiques ISO 14001 (pour le compostage et la gestion de la décharge) et ISO 9001 (pour les installations de compostage).

---

#### DIMENSION SOCIALE

Le Centre écologique a été construit dans une zone densément habitée, comprenant des zones de montagnes fortement exploitées, des zones commerciales et industrielles. Les habitants des 47 communes ont été impliqués dès les premières phases de planification. On a organisé des visites de l'installation. Le système de fermentation anaérobique a été équipé d'une passerelle, qui permet aux visiteurs de connaître le processus du traitement des déchets. Le nombre croissant des visiteurs témoigne le grand intérêt pour la technologie de Acea et le succès de la communication de l'entreprise. Le Centre reçoit désormais 1.500 visiteurs par année.

---

#### DIMENSION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

Au début du processus les déchets sont triés et passés au crible pour séparer les éléments organiques des éventuels résidus en plastique. Le matériel restant est introduit dans l'installation de mélange et d'homogénéisation à l'aide d'un entonnoir, et ensuite mélangé avec les eaux usées de la station d'épuration qui se trouve à proximité. Ensuite le mélange, qui contient env. 12 % de solides, est traité dans une machine de tri et passe à travers un entonnoir dans le digesteur, où il est soumis à un processus de fermentation thermophile anaérobique. Le système pour la production du mélange de déchets a été développé par Acea et est couvert par un brevet international.

On obtient du biogaz riche en méthane à travers le processus de fermentation, mais il reste une partie de résidus solides, les digestats, qui sont aérés après avoir été mélangés à des déchets de bois. Ainsi on obtient un compost de qualité qui pourra être recyclé dans l'agriculture. Le compost est exploité commercialement et a reçu la certification de l'organisation italienne pour la production de compost et de biogaz.

Une partie de l'énergie produite est utilisée pour les bureaux et les salles techniques du centre ; l'électricité non utilisée est injectée dans le réseau électrique, tandis que la chaleur résiduelle alimente le réseau de chauffage urbain.

Acea a l'intention d'augmenter la capacité de l'installation de fermentation anaérobique des 60.000 t à 90.000 t par année. Les recettes du traitement des déchets et du compostage sont de 6.3 millions EUR par année.

---

#### CONCLUSIONS

La gestion intégrée des déchets du projet permet de limiter l'impact du traitement des déchets et du recyclage pour les habitants et de réduire l'utilisation des sols. Le projet montre qu'il est possible de prévenir les conflits concernant l'utilisation des sols et l'environnement dans le cas des installations de biogaz à partir de déchets, si on tient compte des aspects suivants :

- la position géographique – distance appropriée par rapport aux zones habitées, mais facilement accessible aux services de ramassage des ordures. Les installations devraient dans la mesure du possible être construites sur des sols imperméabilisés précédemment et déjà utilisés par la commune, pour éviter d'éventuels conflits d'utilisation des sols ;
- réduction de l'utilisation des surfaces avec la création de points de collecte, où les ordures sont triées, réduisant ainsi en même temps les décharges ;
- un travail ciblé de communication et de formation pour donner des informations sur les projets écologiques dans le secteur du traitement des déchets ;
- recyclage des eaux usées ;
- limitation des nuisances olfactives grâce au traitement des émissions gazeuses du processus ;
- optimisation de l'aménagement de l'installation dans le but de minimiser la surface occupée par le traitement anaérobique des déchets ;
- intégration dans le tissu social local ;
- renoncer à la biomasse de culture.

## INSTALLATION DE CHAUFFAGE À BIOMASSE

Réseau de chauffage urbain utilisant la biomasse locale



Installation chauffage fonctionnant à la biomasse à Angerberg  
Source : H. Bramböck (photo)



**Exploitant** — Réseau de chauffage urbain (installation thermique centrale – centre de Angerberg) :

Commune de Angerberg

Industrie de copeaux de bois : Coopérative des producteurs de copeaux Angerberg eGen

**Coordonnées** — Hannes Bramböck, Conseil communal/e5 membre de l'équipe & porte-parole de la coopérative de copeaux Angerberg eGen  
Tel. : 0043 06645010360  
E-Mail : [h.bramboeck@aon.at](mailto:h.bramboeck@aon.at)

**Localité, Pays** — Angerberg, Tyrol, Autriche

**Source d'énergie** — Biomasse provenant de gestion forestière durable

---

### DESCRIPTION DU PROJET

La commune de Angerberg est formée par plusieurs hameaux et a 1.825 habitants. Elle se trouve dans la vallée inférieure de l'Inn dans les Alpes calcaires septentrionales. Au cours de la planification de la construction d'une nouvelle école primaire en 2009 on a installé un micro-réseau pour le chauffage urbain fonctionnant à la biomasse et une usine de copeaux ad hoc pour l'approvisionnement de l'installation. Le réseau de chauffage urbain approvisionne l'école et les bâtiments communaux. La coopérative des producteurs de copeaux de Angerberg eGen (HEGA), fondée en 2008 par la commune et 22 propriétaires de forêts de la Région, fournit les copeaux. Une installation de séchage à jet d'air fonctionnant à l'énergie solaire a été installée pour le séchage de la biomasse.

**Facteurs clé** — **Production annuelle d'énergie** 404 MWh chaleur (2011), puissance de la chaudière 220 kW, consommation annuelle de copeaux 580 m<sup>3</sup>

**Coûts de construction** 380.000 EUR pour le micro-réseau de chauffage (coûts pris en charge par la commune) 65.000 EUR pour l'installation de séchage des copeaux (coûts pris en charge par HEGA)

---

### ASPECTS CONCERNANT LA PROTECTION DE LA NATURE

La biomasse utilisée dans l'installation de chauffage est obtenue à partir des forêts de protection et d'exploitation situées à proximité et appartenant à des particuliers, ce qui permet de raccourcir les trajets de transport. L'usine de copeaux utilise exclusivement des rondins et du bois de feuillus, tout comme des déchets de bois provenant d'une scierie locale. Les aiguilles, feuilles, branches et bois morts abandonnés contribuent à la qualité du sol et à la protection de la nature. La gestion forestière se base sur les principes de la sylviculture durable. L'administration forestière du Tyrol emploie des gardes forestiers cofinancés par les propriétaires des forêts, qui surveillent toutes les opérations sylvicoles. Tout prélèvement de bois dépasse

sant 50 mètres cubes (pour les besoins propres des propriétaires) nécessite une autorisation préalable. L'inspection forestière règle également le rajeunissement de la forêt et donne des recommandations aux propriétaires pour la composition des espèces lors du reboisement. La construction de l'usine de copeaux a permis d'éviter des conflits écologiques éventuels, car on a pu utiliser les terrains existants d'un site de compostage. A cause des normes et règlements en vigueur pour les surfaces avec affectation exceptionnelle, l'installation a été clôturée. Mais les corridors faunistiques n'ont pas été interrompus. Le fait d'associer l'installation de chauffage fonctionnant à la biomasse à un réseau de chauffage urbain a été très important pour la réalisation du projet énergétique décidé en 2015 par Angerberg. Le but est d'assurer l'approvisionnement en énergie de la commune avec des énergies renouvelables pour 2030 (à l'exception de la mobilité) sur tout le territoire communal. Angerberg est une des communes autrichiennes e5 et a reçu la médaille en argent de l'European Energy Award.

---

## CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS ET DIMENSION SOCIALE

Pendant la réalisation du projet, on a évité des conflits d'utilisation des sols, car on a pu utiliser un site de compostage existant. On utilise exclusivement du bois provenant de forêts durables et on a pu renoncer à la biomasse agricole, si souvent à l'origine de conflits avec les agriculteurs. La coopérative de copeaux de Angerberg se procure le matériel auprès des forestiers et vend les copeaux à la commune de Angerberg et à d'autres clients dans la région. Les membres cultivent env. 300 ha de forêt et possèdent des actions. Les bénéfices de la vente des copeaux sont investis dans l'installation. Le but est la création de valeur régionale et obtenir un prix du bois intéressant pour les forestiers.

---

## DIMENSIONS TECHNOLOGIQUE ET ÉCONOMIQUE

- La chaleur produite dans l'installation à biomasse est acheminée par un micro-réseau de chauffage dans les bâtiments communaux. Le micro-réseau permet d'économiser chaque année 31.000 l de gazole.
- Les copeaux sont séchés dans une halle avec aération des boxes et collecteur solaire d'air chaud. Les collecteurs solaires pour le séchage occupent une surface de 105 m<sup>2</sup> et une capacité de 1.500 m<sup>3</sup>. Nous tenons à signaler que le taux d'humidité est le plus bas possible (env. 20%), pour obtenir le meilleur rendement énergétique.
- Pour l'approvisionnement de l'installation de chauffage, on a stipulé un contrat de livraison de copeaux avec la coopérative de Angerberg. Elle vend aussi 25 % de sa production à des clients privés de la région.
- L'usine de copeaux a réussi à augmenter la valeur économique de la forêt et à valoriser les produits forestiers, car pour les propriétaires le bois de «qualité inférieure» est devenu rentable. Ce projet a également contribué à une coopération suprarégionale entre différents secteurs pour la création de nouvelles filières régionales (achat de biomasse locale, commandes pour les entreprises de travaux agricoles). L'utilisation du bois pour la production d'énergie a donc un impact positif sur l'économie sylvicole locale.
- Le projet a reçu une subvention de 30% des coûts d'investissement par le fonds LEADER pour la construction des installations (les réseaux de chauffage à biomasse et l'usine de copeaux). Le projet a également été subventionné par le Land Tyrol.

---

## CONCLUSIONS

- Des installations de biomasse qui produisent et sèchent leurs copeaux peuvent être construites dans toutes les régions boisées. La condition préalable est une gestion forestière durable. Il est recommandé d'effectuer une analyse du potentiel pour s'assurer de la viabilité écologique et économique du projet.
- Pour la construction de l'installation de chauffage on a veillé à utiliser des surfaces imperméabilisées, qui ne pouvaient qu'être très peu élargies.
- A cause des coûts des investissements initiaux assez élevés d'un tel projet, la disponibilité de subventions (p.ex. pour l'installation de chauffage fonctionnant à la biomasse) est importante.

- La création de valeur d'un tel projet va au-delà des coûts économisés, car grâce à l'emploi d'une matière première durable on crée une valorisation locale et la possibilité d'une restructuration durable de la forêt adaptée au climat.
- Une analyse de marché approfondie est indispensable dès la phase de planification pour mettre en adéquation la disponibilité de biomasse forestière issue de culture durable et la demande (plus une augmentation éventuelle). Les facteurs de durabilité comme la gestion des zones protégées et les critères de biodiversité, l'importance du bois mort et résiduel ou les distances courtes des transports etc. doivent être pris en compte.

## 4.2 BONNES PRATIQUES DANS LE DOMAINE DE L'ÉNERGIE SOLAIRE

**SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE AU BRENNER**

Production d'énergie solaire sur les murs anti-bruit



A map of Italy with a green shaded region representing the Alpine mountain range. A red dot marks the location of Marano di Isera in the northern part of the Alps.



An icon of a blue photovoltaic panel with a grid of squares and a vertical post.



An icon of a blue plant with two leaves growing from a base.



A photograph showing a long, low wall running alongside a highway. The top surface of the wall is covered with a grid of solar panels. In the background, there are mountains and a valley.

Le système solaire photovoltaïque au Brenner  
Source : Autoroute du Brenner SPA

**Exploitant** —— Autoroute du Brenner SPA

**Coordonnées** —— Tel. : 0039 0461212611

E-Mail : [a22@autobrennero.it](mailto:a22@autobrennero.it)

[www.autobrennero.it/en/the-motorway-network/safety-and-comfort/sound-absorbing-noise-barriers-/](http://www.autobrennero.it/en/the-motorway-network/safety-and-comfort/sound-absorbing-noise-barriers-/)

**Localité, Pays** —— Marano di Isera, Italie

**Source d'énergie** —— Énergie solaire

---

### DESCRIPTION DU PROJET

L'idée d'installer des modules photovoltaïques sur des murs anti-bruit d'autoroute a été développée dans la commune de Isera, qui s'engage depuis 2001 pour l'installation de systèmes solaires photovoltaïques sur le territoire communal. La Commune a expressément adapté le code du bâtiment. Il fallait surtout promouvoir l'installation de systèmes photovoltaïques sur les toitures des maisons privées.

La construction de murs anti-bruit est réglée par la loi et est obligatoire, si les valeurs limites d'émission acoustique sont dépassées dans les zones habitées à proximité des autoroutes. La direction de l'autoroute du Brenner s'est adressée à la Commune de Isera pour se conformer aux dispositions législatives et pour construire un mur anti-bruit. La Commune a proposé d'installer en même temps un système photovoltaïque. Cela était possible, car Isera dispose d'un service technique municipal qui reçoit des subventions pour l'utilisation d'énergies renouvelables et a la possibilité d'injecter l'énergie produite dans le réseau électrique local.

Le mur anti-bruit a été construit en 2009, il a une longueur de 1.069, et une largeur de 5,6 m. Il offre suffisamment de place pour installer 3.944 modules photovoltaïques sur une surface de 5.034 m et une puissance de 729,6 kWp.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 760 MWh (moyenne des 6 premières années d'exercice)

Puissance installée 729,64 kWp

Coûts de construction Montant de l'appel d'offre en 2006 : 8.625.000 EUR

---

## LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Le projet regroupe un mur anti-bruit conventionnel et la production d'énergie à partir de sources renouvelables. Ceci n'a pas seulement un effet positif immédiat en termes de protection du bruit, mais également un effet indirect à cause de la réduction des gaz de serre et de la limitation des surfaces utilisées. L'exemple de Isera montre qu'il est possible d'éviter les conflits d'utilisation des sols, tels qu'ils peuvent se manifester lors de l'installation de systèmes photovoltaïques sur des terrains libres (anciens terrains agricoles ou aires naturelles), si on utilise des infrastructures existantes. Avec cette solution on a évité de construire sur une surface de presque un hectare.

Un autre facteur important était l'intégration de l'infrastructure dans le paysage alpin. L'effet optique de l'installation a été évalué sur la base de simulations numériques et modélisations en 3D du paysage. Il est vrai que le projet n'a pas fait l'objet d'une étude de compatibilité environnementale, mais la conformité du plan avec les règlements de la Province autonome de Trente a été examinée et a reçu l'autorisation de la part des organismes compétents.

Grâce à la production d'énergie renouvelable à l'aide des modules photovoltaïques on peut renoncer aux combustibles fossiles et éviter les émissions de CO<sub>2</sub> qu'ils comportent. Le système photovoltaïque couvre 20% de la demande d'électricité de la commune de Isera, ce qui correspond à la consommation de 250 ménages.

Pendant la phase de planification on a accordé beaucoup d'attention à l'intégration harmonieuse de la structure et du design dans le paysage. Lors de l'aménagement du mur anti-bruit il fallait trouver un compromis entre la meilleure inclinaison (verticale) anti-bruit et l'inclinaison nécessaire des surfaces pour la production d'énergie. Cela a eu un impact sur les performances, inférieures à celles des systèmes orientés de manière optimale vers le sud.

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

Les murs anti-bruit qui absorbent le son sont relativement chers, mais nécessaires à cause de la législation sur les émissions. Dans des conditions favorables (c'est à dire orientation de l'installation et ensoleillement) l'utilisation des modules solaires sur les murs anti-bruit possède un potentiel énergétique qui n'est pas encore pleinement épousé. L'intégration de systèmes photovoltaïques sur les murs anti-bruit est à considérer comme une opportunité pour les entreprises, car les coûts de construction peuvent être diminués grâce à l'ajout des modules solaires. Le tarif italien pour l'injection de courant issu d'énergie renouvelable était une incitation supplémentaire pour réaliser ce projet.

Les coûts de construction d'un mur anti-bruit photovoltaïque sont beaucoup plus élevés que ceux d'une installation conventionnelle. L'augmentation des coûts n'est pas uniquement due aux coûts supplémentaires des modules photovoltaïques et des câblages électriques. L'aménagement du mur anti-bruit doit également être adapté à la production d'énergie sans devoir faire des compromis au niveau de la protection acoustique. Il est nécessaire d'utiliser des constructions en acier plus stables, qui soutiennent les modules, et il faut créer une fondation appropriée.

Le projet de Isera a bénéficié non seulement d'une aide financière de 0,453 EUR/kWh qui sera payée pendant 20 années, mais pourra également vendre l'énergie produite. Pour cette raison l'installation était intéressante même avec le prix relativement élevé des modules photovoltaïques en 2006 (au moment de la planification de l'installation). Entretemps le prix des modules photovoltaïques a fortement diminué, et l'association de la protection anti-bruit avec les énergies renouvelables est devenue plus intéressante de ce point de vue.

L'autoroute du Brenner est une des routes de communication principales des Alpes. Pour la circulation de passage l'emploi fonctionnel de modules photovoltaïques sur les murs anti-bruit est immédiatement visible. Ceci permet de promouvoir l'acceptation des énergies renouvelables.

---

## CONCLUSIONS

Du point de vue économique, la transposition du projet dépend essentiellement des facteurs suivants :

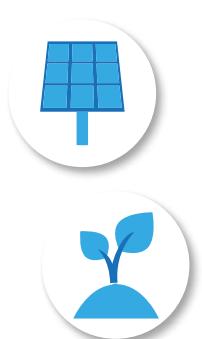
- Montant de l'aide financière et prix des modules photovoltaïques, qui a beaucoup baissé depuis 2006 ;
- Aménagement des modules photovoltaïques – il faut à chaque fois vérifier, si les sites nécessaires à la protection anti-bruit et l'inclinaison des murs anti-bruit reçoivent un ensoleillement suffisant.

Cet exemple de bonnes pratiques peut également être transposé à d'autres infrastructures, par exemple des parkings à étages, surfaces en marge des rues et des rails etc. La production d'énergie solaire qui utilise des infrastructures existantes ou à construire offre les avantages suivants :

- Prévention de conflits concernant l'utilisation des surfaces et du sol, qui se manifestent quand les modules photovoltaïques doivent être installés au sol pour produire l'énergie prévue.
- Amélioration du bilan économique des infrastructures portantes (construction et exercice).

## REFUGE ALPIN DES CLARIDEN

Accumulation d'énergie solaire jusqu'à 10 jours



Refuge des Clarides  
Source : CAS section Bachtel

**Exploitant** —— Club alpin suisse section Bachtel

**Coordonnées** —— Club alpin suisse section Bachtel  
Gérante du refuge Angi Ruggiero  
Tel : 0041 0556433121  
E-Mail : [claridenhuette@bluewin.ch](mailto:claridenhuette@bluewin.ch)  
[www.claridenhuette.ch](http://www.claridenhuette.ch)

**Localité, Pays** —— Linthal, Suisse

**Source d'énergie** —— Énergie solaire avec utilisation de batteries de stockage

---

### DESCRIPTION DU PROJET

Le refuge des Clarides est situé à une altitude de 2.453 m dans les Alpes glaronnaises, il dispose de 77 lits et est uniquement accessible à pied. L'accès le plus court est de trois heures à partir de la station de Fisetengrat. Construit en 1944 comme refuge en pierre, ce n'est qu'en 2013 qu'on a procédé à un élargissement avec une construction en bois avec parois et plafonds préfabriqués (enveloppe externe en mélèze, revêtement intérieur en épicéas) et à une restructuration du vieux refuge. En cette occasion on a installé 49 m<sup>2</sup> de modules photovoltaïques sur le toit et 5m<sup>2</sup> sur la façade. L'énergie produite est accumulée dans des batteries, ce qui assure l'approvisionnement énergétique pour l'éclairage, les pompes (eau/chauffage), ventilation (WC), lave-vaisselle, congélateur et réfrigérateur pendant 10 jours, même en cas d'intempéries. Le refuge est une «solution isolée». Cela signifie qu'il n'est relié à aucun réseau de distribution de l'électricité, de l'eau ou des eaux usées, et qu'il doit produire toute l'énergie de manière autonome.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 7 MWh courant électrique

Coûts, nouvelle construction et restructuration 2,35 millions CHF

---

### LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Avant le commencement du projet, les analyses et les maquettes montraient que la position particulière du refuge sur un plateau sommital permettait uniquement le photovoltaïque comme source d'énergie renouvelable. L'énergie éolienne ne pouvait pas être envisagée, car l'observation d'une année a montré que sur le site les vents étaient ou trop forts (tempête de föhn) ou trop faibles. En outre le paysage de haute montagne aurait subi un impact trop fort. L'énergie hydraulique n'était pas envisageable à cause de la faible disponibilité. Afin d'éviter des vols en hélicoptère supplémentaires, d'autres types d'énergie, comme les pellets en bois et autres biomasses ont été exclus. Les atteintes aux paysages provoquées par les conduites d'approvisionnement ou par des constructions dans la nature pour la réalisation de l'infrastructure ont pu être

complètement évitées grâce à la combinaison du photovoltaïque et des accumulateurs. On a ainsi réduit à un minimum l'impact de l'approvisionnement énergétique sur l'environnement et le milieu naturel de la flore et de la faune. Cet exemple peut servir de modèle pour les refuges de haute montagne. Lors de l'élargissement du refuge on a porté une attention particulière à l'image architecturale globale (ancienne et nouvelle) et à l'intégration dans la perception visuelle du paysage alpin. Ainsi le vieux refuge en pierre a été prolongé uniquement avec une construction annexe en bois et le nombre de lits n'a été augmenté que de trois.

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

- Les coûts pour l'annexe et la restructuration étaient de 2,35 millions de CHF.
  - CHF 430.000 du fonds pour les refuges du CAS (club alpin suisse) : Toutes les sections suisses ayant des refuges doivent verser 15 % des recettes des nuitées et 2,5 % des recettes des consommations au fonds.
  - CHF 600.000 grâce aux dons des membres et de la part des entreprises
  - CHF 400.000 grâce à des prêts de la part de membres (sans intérêts ou à un taux très bas) et prêts bancaires à un taux très bas
  - Les autres coûts sont couverts par la contribution propre de l'exploitant. En 2008 la section Bachtel avait déjà augmenté la cotisation des membres pour alimenter son propre fonds pour les refuges (CHF 50.000 p.a.).
- Selon des calculs actuels tous les prêts pourraient être remboursés au plus tard en 2022.
- En moyenne le refuge est ouvert 200 jours par année et enregistre chaque année 1850 nuitées (66 % en été, 34 % en hiver) et reçoit 200 visiteurs journaliers par année.
- L'approvisionnement et l'élimination des déchets se fait par hélicoptère, 12 vols avaient été nécessaires en 2015.

---

## DIMENSION TECHNIQUE

Pour la cuisine on utilise une cuisinière à bois et une à gaz. Le bois provient du Linthal. Le gaz est fourni dans des bouteilles en plastique légères et tout comme le bois, il est transporté par hélicoptère. Au moyen d'une batterie de chauffe (regroupement de plusieurs éléments chauffants en une seule unité fermée) dans la cuisinière à bois, on obtient de l'eau chaude qui est conservée dans un réservoir à double paroi. Ceci permet une utilisation énergétique efficiente.

Lors de l'installation du nouveau système photovoltaïque plus moderne (49 m<sup>2</sup> sur le toit et 5 m<sup>2</sup> sur la façade) et les batteries de stockage, on a également opté pour un nouveau type d'éclairage de qualité mais à faible consommation (LED) pour les chambres à coucher et les salles de séjour. Le lave-vaisselle et la machine à laver sont reliés à une prise d'eau froide et chaude. Cela permet de faire fonctionner les appareils avec très peu d'énergie. Les 24 batteries ont une performance de stockage de 2.700 ampères/heure et pèsent 4,5 t. Toute l'installation à une puissance maximale de 8,73 kW.

---

## CONCLUSIONS

- Un approvisionnement énergétique autonome et bien organisé dans les refuges de haute montagne évite de porter atteinte à la nature et au paysage.
- L'emploi d'éléments préfabriqués pour les parois et les plafonds produits dans la vallée s'est révélé être une bonne stratégie du point de vue des coûts, du temps et du nombre des vols nécessaires. Cette manière de procéder peut être transposée également à d'autres projets de construction en haute montagne.
- La combinaison du photovoltaïque et des batteries de stockage montre que l'approvisionnement en électricité dans les refuges de montagne peut être garanti sur une certaine période de temps, même en cas d'intempéries. Ce modèle est également transposable à d'autres refuges de montagne. Pour des raisons de sécurité on dispose aussi d'un groupe électrogène de secours fonctionnant avec des combustibles conventionnels pour faire face à d'éventuels cas d'urgence.

- Les refuges de montagne, qui s'approvisionne en grande partie de manière autonome, peuvent être des projets pilote pour l'utilisation parcimonieuse des ressources. A cause de leur position particulière, les refuges sont forcés d'utiliser l'énergie de manière plus efficiente que d'autres installations touristiques. Des solutions innovantes, qui ont fait leur preuve dans les refuges de montagne, peuvent servir d'exemple à suivre également dans des installations similaires dans la vallée.

## CENTRALE VILLAGEOISE QUEYRAS

Emploi de l'énergie photovoltaïque dans le Parc Naturel Régional et conservation du patrimoine culturel



Système photovoltaïque dans le Queyras  
Source : Centrales Villageoises Ener'Guil



**Exploitant** —— Ener'Guil

**Coordinées** —— Maison du PNR du Queyras

M. Alain Blanc, La Ville, 05350 Arvieux (France)

E-Mail : [queyras@centralesvilleoises.fr](mailto:queyras@centralesvilleoises.fr)

[www.centralesvilleoises.fr/web/guest/actusqueyras](http://www.centralesvilleoises.fr/web/guest/actusqueyras)

**Localité, Pays** —— Queyras, France

**Source d'énergie** —— Énergie solaire produite sur les édifices

---

### DESCRIPTION DU PROJET

Pour devenir plus indépendants des sources d'énergie conventionnelles, la RAEE (RhôneAlpÉnergie-Environnement) l'agence régionale de l'énergie et de l'environnement Rhône-Alpes, a développé en 2010 un modèle pour utiliser les énergies renouvelables dans les parcs naturels. Pour éviter toute atteinte au paysage et des interventions dans la nature, on a décidé d'installer un système à énergie solaire sur des édifices existants. De cette manière on peut utiliser des surfaces existantes pour une technologie éprouvée. Les «Centrales Villageoises», des sociétés locales, ont été créées expressément pour l'exploitation de ces installations. L'électricité produite est injectée dans le réseau.

Jusqu'à présent ce modèle a été utilisé dans plusieurs parcs naturels en France. Le parc naturel du Queyras est un exemple particulièrement réussi, avec son plan climatique et énergétique qui prévoit un approvisionnement en énergie renouvelable complet pour 2050. Jusqu'en 2016 dix installations solaires seront construites sur des immeubles privés et publics.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 114 MWh courant électrique

Coûts de construction 280.000 EUR (pour 10 installations)

---

### LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Comme pour tous les systèmes photovoltaïques sur les toits, des surfaces existantes ont été utilisées pour produire de l'électricité. Ainsi on a pu éviter des conflits avec l'agriculture (concurrence avec la production alimentaire et fourragère) et la protection de la nature (maintien de la biodiversité initiale, utilisation des surfaces) et d'autres types d'exploitations. Pour éviter toute atteinte à la beauté du paysage (impact visuel sur le paysage, effets miroir et reflets de lumière) et au patrimoine culturel (style architectural, monuments classés), le modèle prévoit deux phases détaillées de l'analyse, qui ont également été appliquées dans le parc naturel du Queyras.

## 1. Analyse du milieu naturel

- Description du patrimoine paysager, culturel et naturel.
- Identification et caractérisation de la perception visuelle et de la vue sur les villages et le paysage.
- Description des villages et des détails visuels, y compris les perspectives et voies de transit.
- Éléments techniques : Inclinaisons des toitures, orientation des toits en fonction des points cardinaux

## 2. Études architecturales

- Visualisations, qui représentent différentes solutions pour l'intégration de l'installation dans l'architecture locale.

Sur la base des résultats des études et analyses, on a pu évaluer 20 toits appropriés dans le parc naturel du Queyras. Jusqu'en janvier 2016 on a intégré 10 installations d'une manière qui a préservé le paysage et le patrimoine naturel et culturel.

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

- La première chose à faire pour chaque projet est la présentation de l'initiative au public, comme dans le cas de Rhônalpénergie-Environnement – RAEE. A ce moment on établit également les bases de la structure pour la coopération régionale (centrales villageoises) et on définit la forme juridique la plus appropriée.
- Pour la planification et la mise en œuvre on a fondé la coopérative «SCIC Ener'Guil dans le parc naturel du Queyras, à laquelle participent plus de 200 citoyennes et citoyens, des communes et des entreprises locales. La coopérative est propriétaire des installations. Le comité directeur de la coopérative est composé de représentants de chaque commune participante, afin d'impliquer tout le territoire dans les décisions.
- Les systèmes photovoltaïques sont exploités par la coopérative. L'électricité est vendue au tarif fixe de 0,2657 EUR/kWh au réseau de distribution ERDF sur la base d'un contrat de 20 années. La coopérative estime qu'avec les installations actuelles les recettes annuelles seront de 30.000 EUR.
- Pour chaque toiture mise à disposition, un loyer de EUR 2,50/m<sup>2</sup> a été stipulé, ce qui signifie un revenu de 150 EUR par année pour le propriétaire de l'immeuble. En alternative il y a également un forfait de 3.000 EUR, si le toit est mis à disposition pendant 20 années.
- Les 10 installations ont une surface globale de 518 m<sup>2</sup>, on a eu recours à des artisans de la Région pour l'installation.
- La production correspond à une consommation électrique d'environ 30 ménages de la Région.

---

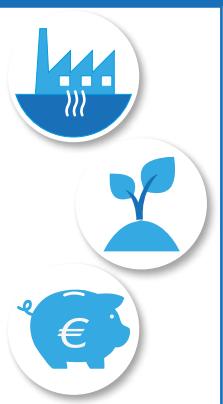
## CONCLUSIONS

- L'exemple du Queyras montre comment un modèle développé par l'agence régionale de l'énergie a pu être utilisé avec succès dans un parc naturel. L'important est d'avoir une organisation responsable et engagée (dans ce cas RAEE), qui coordonne les processus, met à disposition l'expertise technique et fournit un soutien pour la communication.
- Un facteur important pour le succès est la création d'une coopérative locale. De cette manière on a pu impliquer au niveau régional les habitants, les politiciens, les agences de l'énergie et les entreprises, qui ont participé activement à la production d'énergies renouvelables et à l'aménagement du paysage du parc naturel.
- Les contrats de bail de 20 ans avec les propriétaires et les contrats de vente avec l'opérateur du réseau sont un modèle pour d'autres régions.
- Grâce à l'analyse du milieu naturel et aux études architecturales avant la mise en place des installations, on peut éviter des conflits potentiels dès le début, car on identifie au préalable les surfaces appropriées.
- L'utilisation d'énergies locales a un effet positif sur l'économie circulaire régionale. L'installation et la maintenance sont confiées à des artisans régionaux. Les membres de la coopérative participent aux bénéfices.

#### 4.3 BONNES PRATIQUES DANS LE DOMAINE DE LA GÉOTHERMIE

##### INSTALLATION GEOTHERMIQUE DE CROVIANA

Exploitation de l'énergie géothermique pour le chauffage du dépôt des transports urbains publics



**Exploitant** —— Trentino Trasporti Spa

**Coordonnées** —— Directeur des travaux géologiques Dr. Lorenzo Cadrobbi  
Via Innsbruck, 65, 38121 Trento (Italie)  
E-Mail : [info@geologiaapplicata.it](mailto:info@geologiaapplicata.it)

**Localité, Pays** —— Croviana, Trento, Italie

**Source d'énergie** —— Géothermie superficielle

---

##### DESCRIPTION DU PROJET

En décembre 2014 Trentino Transporti (l'entreprise des transports publics de la province autonome de Trente) a commencé à exploiter une centrale géothermique, pour fournir de l'énergie à son nouveau dépôt de bus et de trains dans la commune de Croviana dans le Val di Sole (Sulztal). Le dépôt a une surface couverte de 5.700 m<sup>2</sup> pour huit trains express et 28 bus, un atelier mécanique, des bureaux et une maison d'accueil. Les sondes géothermiques sont conçues de manière à satisfaire les demandes de chaleur et de refroidissement de l'édifice. Les sondes ont été optimisées et testées pour les conditions géologiques et géothermiques locales.

Puisque Trentino Trasporti possède la certification UNI EN ISO 14 001 pour son système de gestion environnementale, elle a voulu planifier le nouveau dépôt dans le respect des principes de durabilité. Le nouveau dépôt a été développé de manière à satisfaire son besoin énergétique quasi uniquement avec des énergies renouvelables. Pour satisfaire la demande d'électricité de la centrale géothermique on a installé un système photovoltaïque. La combinaison de géothermie et système photovoltaïque est un exemple remarquable du succès du couplage d'énergie renouvelable et de chaleur.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie      Système photovoltaïque : env. 200 MWh  
Géothermie : env. 760 MWh

Géothermie superficielle

Performances de pointe de la centrale géothermique :

- env. 200 kW pour le chauffage en hiver
- env. 100 kW pour la climatisation en été par *freecooling*

Performances de pointe du système solaire photovoltaïque :

- env. 200 kW

#### Coûts de construction

Coûts de construction pour les sondes géothermiques et champs géothermiques : 301.000 EUR. Coûts pour les planchers chauffants : 287.000 EUR. Total des coûts du système solaire photovoltaïque : 483.000 EUR.

---

#### LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

La centrale géothermique pour le dépôt a été construite dans le respect des principes de durabilité de tout le système et on a veillé en particulier à éviter toute contamination du sol par les sondes. Afin de garantir une évaluation appropriée de l'impact environnemental des sondes on a utilisé le protocole de certification C-ESBE. La méthode ESBE mise au point par l'Institut de recherche FBK de Trente, permet une validation objective et standardisée (analyse, simulation et échantillons) du projet du champ de sondes géothermiques. Cette méthode permet d'éviter la pollution de la nappe phréatique et de protéger la faune et la flore du sol. Elle accompagne et complète également les protocoles de certifications énergétiques les plus récents pour les édifices.

Conformément au protocole, les premiers mètres des conduites de raccordement du champ de sondes géothermique sont isolés de manière appropriée, afin d'éviter l'impact thermique sur l'activité biologique des couches supérieures du sol. L'échange d'énergie géothermique a lieu en profondeur dans un circuit fermé sans prélèvement ou réintroduction de fluides ni en terre ni en surface. L'échange se fait à travers des processus simples de transfert thermique, sans aucun impact sur la couche supérieure du sol, à cause de l'isolation. L'emploi de la méthode ESBE et la certification C-ESBE présentent les avantages suivants :

- prévention de la contamination des conduites des eaux souterraines due à une cimentification insuffisante des sondes,
- prévention de la remontée de puits artésiens indésirables.

L'air d'échappement des sondes à Croviana ne devrait pas donner lieu à des changements significatifs de la géochimie dans les couches les plus profondes du sol : l'utilisation en été et en hiver pour le chauffage et le refroidissement garantit que les températures du sol ne changeront pas à long terme.

La centrale a été construite sur un terrain déjà aménagé précédemment et la surface au-dessus du champ de sondes est utilisée comme parking et aire de rangement. Pour cette raison il n'y a pas eu de conflits avec l'agriculture ni avec d'autres acteurs qui utilisent le sol.

Puisque tout le bâtiment est chauffé et refroidi par un système solaire photovoltaïque, les répercussions sur l'environnement se réduisent, car on évite ainsi l'émission locale de particules de poussières fines, NOx, etc.).

---

#### DIMENSION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

Le champ géothermique comprend 39 sondes PE-Xa, d'une profondeur de 130 m et d'une longueur totale de 5.070 m. Le fluide caloporeur est un mélange d'eau et glycol, qui ne cause pas de dégâts majeurs au sol en cas de fuite. La centrale géothermique comprend deux pompes géothermiques, qui produisent de l'eau chaude pour le plancher chauffant et pour l'eau sanitaire (avec un accumulateur de chaleur isolé et prévu à cet effet). Le champ géothermique offre également la possibilité de refroidir les bâtiments grâce à l'échangeur de chaleur.

Les coûts globaux de la centrale géothermique, du plancher chauffant et du système solaire photovoltaïque étaient de 1.070.000 EUR et ont été entièrement pris en charge par Trentino Trasporti.

L'exploitant du projet estime que les frais d'investissement plus élevés d'une centrale géothermique par rapport à une chaudière à fioul et à sa consommation de combustible, seront amortis après moins de 12 ans. Après cette période, le bâtiment pourrait être chauffé et refroidi sans dépenses ultérieures pour les combustibles. En outre les frais de maintenance du système sont inférieurs à ceux des systèmes conventionnels. La durée de vie d'un champ géothermique est d'au moins 100 années.

---

## CONCLUSIONS

Cet exemple de bonnes pratiques montre que la chaleur superficielle (profondeur des sondes jusqu'à 150 m) associée aux pompes à chaleur sont un excellent moyen de production d'énergie renouvelable avec très peu d'impact sur la nature et qui évitent en grande partie les conflits d'utilisation des sols. D'éventuelles atteintes au sol peuvent être limitées par une phase de planification et de mise en œuvre attentives. Ceci demande toutefois un examen approfondi des conditions géologiques. Dans le cas de la centrale de Croviana cela a été possible grâce à l'utilisation d'une méthode développée dans la région et grâce au processus de certification C-ESBE qui y est associé. Ceci a également permis de prévenir la contamination des conduites des eaux souterraines.

La centrale géothermique de Croviana se distingue pour deux autres aspects, qui limitent la contamination du sol de la part des sondes :

- l'utilisation d'un système à circuit fermé sans prélèvement ni réintroduction de fluides dans le sol ou en surface.
- le fonctionnement de la centrale en été comme en hiver, ce qui évite un changement de la température du sol à long terme.

Les centrales géothermiques en association avec les installations photovoltaïques et des systèmes d'accumulateurs électriques peuvent garantir un approvisionnement énergétique autonome. L'exemple de Croviana montre que la combinaison d'une installation photovoltaïque et d'une centrale géothermique est économiquement viable, même sans subventions spécifiques. Puisqu'on s'attend à une diminution des coûts des installations photovoltaïques et géothermiques, la rentabilité de la combinaison technologique devrait s'améliorer, ce qui augmente également les possibilités de transposition.

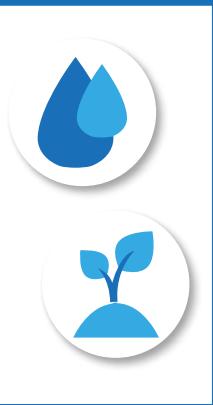
## 4.4 BONNES PRATIQUES EN MATIÈRE D'ÉNERGIE HYDRAULIQUE

### LA CENTRALE DE L'ILLER SULZBERG/AU

Exploitation écologique de l'énergie hydraulique avec la turbine «very low head»



La turbine VLH  
Source : Illerkraftwerk Au GmbH



**Exploitant** —— La centrale de l'Iller Au, est une coopération entre l'AÜW (la compagnie d'électricité de l'Allgäu) et la compagnie bavaroise Bayerische Landeskraftwerk GmbH

**Coordonnées** —— Allgäuer Überlandwerk GmbH  
M. Michael Lucke, Illerstraße 18, 87435 Kempten (République fédérale d'Allemagne)  
E-Mail : [michael.lucke@auew.de](mailto:michael.lucke@auew.de)  
[www.illerkraftwerk-au.de](http://www.illerkraftwerk-au.de)

**Localité, Pays** —— Sulzberg in Kempten, district Oberallgäu, République fédérale d'Allemagne

**Source d'énergie** —— Énergie hydraulique

### DESCRIPTION DU PROJET

Depuis 2015 la centrale hydroélectrique à Sulzberg près de Kempten sur la rivière Iller est exploitée par la Illerkraftwerk Au GmbH, une coopération entre l'AÜW (la compagnie d'électricité de l'Allgäu) et la compagnie bavaroise Bayerische Landeskraftwerk GmbH. La rivière Iller est connue pour sa grande biodiversité et l'abondance en poissons. Elle transporte beaucoup de sédiments et du bois flottant et à une faible pente. Pour cette centrale on a utilisé pour la première fois au monde la turbine «très basse chute» (VLH) qui laisse passer presque tous les poissons en aval et qui est particulièrement indiquée pour les pentes faibles.

Grâce aux nombreux tests hydroécologiques avant la construction, le projet a pu être réalisé et a été accepté par les habitants et par les décideurs politiques.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 3.900 MWh électricité

Coûts de construction env. 8,7 millions EUR

### LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Ce projet minimise l'impact sur la nature par rapport aux centrales conventionnelles, car le passage en aval des poissons et d'autres organismes aquatiques est assuré. Des tests en France avec les turbines VLH ont confirmé ces résultats. Le respect des critères de durabilité lors de la construction de centrales hydroélectriques était une condition pour obtenir une aide financière de la part du programme bavarois de soutien «BayINVENT».

Le contrôle de l'impact des turbines VLH sur les poissons, tout comme des répercussions écologiques de la centrale hydroélectrique sur les habitats piscicoles et les zones de frai dans les parties critiques de l'Iller est une mesure supplémentaire pour assurer un suivi à long terme de l'impact sur la nature. Le contrôle de l'impact sur les poissons est plus étendu que celui des tests sur les turbines VLH en France, car on vérifie d'éventuels dégâts sur la population piscicole à distance de plusieurs journées du passage à travers la turbine. Les premiers résultats sont attendus en 2017.

Des conflits d'intérêt avec les habitants, propriétaires fonciers et associations écologiques ont pu être en grande partie évités grâce à l'emploi de la technologie innovante utilisée pour la première fois. Dès le début les décideurs politiques et les exploitants avaient décidé d'utiliser uniquement cette nouvelle technologie écocOMPATIBLE pour la centrale hydroélectrique et de prendre des mesures de compensation appropriées (dispositif de remontée piscicole, plantation d'une forêt alluviale dans la zone de la centrale).

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

Un facteur important pour la réalisation de la centrale hydroélectrique Sulzberg/Au est l'objectif du district Oberallgäu de couvrir pour 2020 jusqu'à 70% de sa demande d'énergie par des énergies renouvelables. Les spécifications technologiques, les résultats positifs des tests et l'impact éventuel sur le milieu naturel ont été discutés avec la population et les propriétaires lors des événements de sensibilisation avant la réalisation du projet. On a également discuté de l'augmentation possible de la nappe phréatique due au reflux de l'eau d'amont dans les terrains privés à proximité. Grâce à la disponibilité de l'exploitant de surveiller le niveau de la nappe phréatique et en cas de répercussions négatives, de dédommager les propriétaires, les citoyens ont pu être convaincus.

Le total des investissements est de 8,7 millions d'EUR. Le programme a bénéficié d'une aide économique de 1,7 millions d'EUR par le programme de soutien bavarois «BayINVENT», qui a comme but de promouvoir des technologies énergétiques et des projets d'efficience énergétique particulièrement innovants. La nouvelle technologie a fait l'objet d'une étude de faisabilité concernant sa viabilité économique, qui a été jugée positivement. La régulation du niveau maximal de retenue, qui dans ce cas, augmente la chute de 1,5 à 2,3 m, a été un facteur déterminant pour l'amélioration de la performance et donc de la rentabilité du projet. La production annuelle de 3.900 MWh peut approvisionner 1.100 ménages de la région en énergie électrique renouvelable.

---

## DIMENSION TECHNIQUE

- La centrale hydroélectrique a été équipée avec deux groupes moteur de construction identique : les turbines à très basse chute VLH utilisées en première mondiale. Les turbines VLH ont été installées avec un système de régulation variable du niveau de retenue à travers un barrage gonflable rempli d'eau.
- Toute la technologie a été testée au préalable sur une maquette à l'échelle 1:20 pendant huit mois et l'approvisionnement de la centrale et le débit de sortie ont été jugés positivement.
- La performance des turbines est de 450 kW avec une vitesse de 15 – 20 rotations/min.
- On a utilisé un générateur à aimant permanent et la tension est de 500 V.

---

## CONCLUSIONS

- Le projet est indiqué comme exemple de bonne pratique, car sa technologie innovante qui protège les poissons, permet une exploitation de l'énergie hydraulique respectueuse de l'environnement.
- Grâce aux tests qui jusqu'à présent sont positifs, les technologies peuvent être utilisées pour des sites qui possèdent des conditions naturelles similaires : le long de torrents de montagne, qui charrient beaucoup de sédiments et de bois flottants, et qui ont une faible chute.

- Les processus participatifs et d'information où l'exploitant a expliqué aux citoyens et aux propriétaires des terrains avoisinants les conditions technologiques et d'éventuels répercussions sur le milieu naturel ont contribué à l'acceptation de la part de la population locale et ainsi ont pu être évités des conflits d'intérêt et d'utilisation des sols.
- Par rapport aux centrales hydroélectriques conventionnelles, la technologie du réglage du niveau de retenue permet de modifier la hauteur de la chute et contribue ainsi à l'amélioration de la productivité et de la rentabilité des sites à faible chute.

# CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE AARBERG

## Modernisation des turbines et mesures de renaturation du fonds écologique



**Exploitant** ————— BKW Energie AG Suisse

**Coordonnées** —— BKW Energie AG  
M. Daniel Marbacher, Mühlauadamm, 3270 Aarberg (Suisse)  
Tel. : 0041 0584775701  
E-Mail : [daniel.marbacher@bkw.ch](mailto:daniel.marbacher@bkw.ch)  
[www.bkw.ch/ueber-bkw/unsere-infrastruktur/](http://www.bkw.ch/ueber-bkw/unsere-infrastruktur/)

**Localité, Pays** —— Aarberg, Suisse

**Source d'énergie** — Énergie hydraulique

## **DESCRIPTION DU PROJET**

La centrale hydroélectrique Aarberg est au fil de l'eau et a été construite entre 1963 – 1968. Après 25 années de fonctionnement, en 1993 elle a été modernisée et sa capacité a été augmentée. La production annuelle a été augmentée de 10 GWh/année, sans devoir procéder à une augmentation de la surface. Ainsi on a évité de porter atteinte à la nature et au paysage. Les turbines ont été adaptées conformément aux nouveaux règlements écologiques et la chaleur résiduelle des générateurs a été utilisée pour le chauffage. En Suisse, le projet est considéré comme pionnier de l'électricité verte, à cause des ambitieuses et vastes mesures de renaturation, qui ont été financées par un fonds écologique spécialement créé à cet effet.

**Facteurs clé** — Production annuelle d'énergie 86,5 GWh électricité

Coûts de construction	Nouvelle construction env. 55 millions CHF Modernisation env. 15 millions CHF
-----------------------	----------------------------------------------------------------------------------

## **PROTECTION DE LA NATURE**

Les nombreuses améliorations écologiques (passe à poissons accessible aux castors, création d'espaces de retenue sur terrains boisés ou inondés, création de dérivations latérales, etc) autour de la centrale offrent aux animaux et aux plantes un nouvel habitat naturel et des aires de récréation pour la population. Parmi ces mesures volontaires de renaturation de la part de l'exploitant, il faut citer :

- transformation des gazons en prairies naturelles, plantation d'espèces endémiques
  - nivellation des berges et plantation avec des plantes appropriées au site (accès à l'eau pour les animaux)

- déboisement et élargissement de l'espace fluvial avec des bras latéraux et des baies
- aménagement de surfaces de gravier et création d'étangs destinés aux différentes espèces d'amphibiens et aux poissons frayant sur le gravier.

Par le biais de la certification avec le label de l'électricité verte «naturmade star», comprenant 45 critères telles les dispositions pour le traitement des eaux résiduelles, réglage des éclusées, gestion de la digue et des transports solides et aménagement des équipements, et un contrôle annuel, on garantit que la production d'électricité respecte les normes écologiques les plus sévères. Il s'agit du label de qualité le plus sévère en Europe pour la production d'énergie renouvelable et il est décerné par l'Association pour une énergie respectueuse de l'environnement (VUE).

Pour l'excellent compromis entre la protection et l'exploitation dans le cas de la centrale hydroélectrique Aarberg, la «BKW Energie AG», qui est propriétaire de la centrale de Aarberg a reçu le prix suisse 2015 pour les cours d'eau. On accorde ce prix à des projets de protection des cours d'eau précieux qui vont bien au-delà des exigences normatives. Il s'agit de la première fois que ce Prix est attribué à une entreprise du secteur énergétique par Pro Natura en commun avec l'Association suisse pour l'aménagement des eaux ASAE.

---

## CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Les conflits d'utilisation des sols ont été évités dans le cas de la centrale hydroélectrique de Aarberg, puisque des infrastructures existantes ont été modernisées et aucune nouvelle surface n'a été imperméabilisée, mais valorisée durablement dans le respect de la nature. Les mesures de renaturation ont été appliquées sur une surface de 17 ha. Des torrents ont été renaturés sur une longueur de 4,5 km, et de nouveaux cours d'eau ont été créés sous forme de dérivations latérales. Les surfaces proviennent de différents types de propriétaires. Des surfaces ont été mises à disposition par la Commune et le Canton (le terrain reste de la propriété des collectivités publiques), des contrats de bail illimités ont été stipulés avec les agriculteurs et des particuliers (par ex. renaturation, prairie de Radelfingen et étang pour amphibiens à Mülau), données au BKW au achetées par le biais du fonds écologique. 23 % appartenaient déjà à BKW, 35 % ont été achetées dans le cadre des projets et 27 % appartiennent à des particuliers dont les servitudes ont été inscrites au registre foncier.

Sur les premiers kilomètres l'ancienne Aar traverse des zones habitées. Afin d'améliorer la qualité de l'habitat, la renaturation a commencé avec les projets «AARBieten I» du fleuve canalisé et couvert de végétation. Etant donné que les habitants appréciaient particulièrement ces interventions (endroits pour baignades, promenades, diversité des berges) la renaturation a été développée en amont et en aval avec les projets «AARBiten II» et «AARBiten III» jusqu'au bord de la zone urbanisée. Le fonds écologique BKW a partagé la maîtrise d'ouvrage avec la Commune de Aarberg pour ce qui concerne la conception et la réalisation.

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

- Grâce à la participation de la Commune, des agriculteurs et des propriétaires privés de terrains et de forêts, BKW Energie AG a pu réaliser un projet de renaturation sur une grande surface.
- Une particularité du projet est l'intention de produire de l'électricité de manière durable, que l'exploitant avait manifestée dès la fin des années 90. A cette fin a été créé le fonds écologique BKW.
- Les clients de BKW Energie AG paient par kWh un centime dans ce fonds. Cet argent est utilisé exclusivement pour des mesures écologiques. Le comité directeur chargé de la gestion du fonds est composé en partie égale de représentants des associations environnementales, spécialistes externes et employés du BKW. Ils décident à l'unanimité de la gestion du fonds. Jusqu'à maintenant sept millions de francs du fonds ont été investis.
- Le fonds pour l'écologie BKW créé en 2000 peut compter sur des recettes de 7 millions CHF par année. En 2015 on a pu ainsi soutenir 20 projets. Depuis sa fondation 120 projets de revitalisation ont été subventionnés ou réalisés par le fonds.

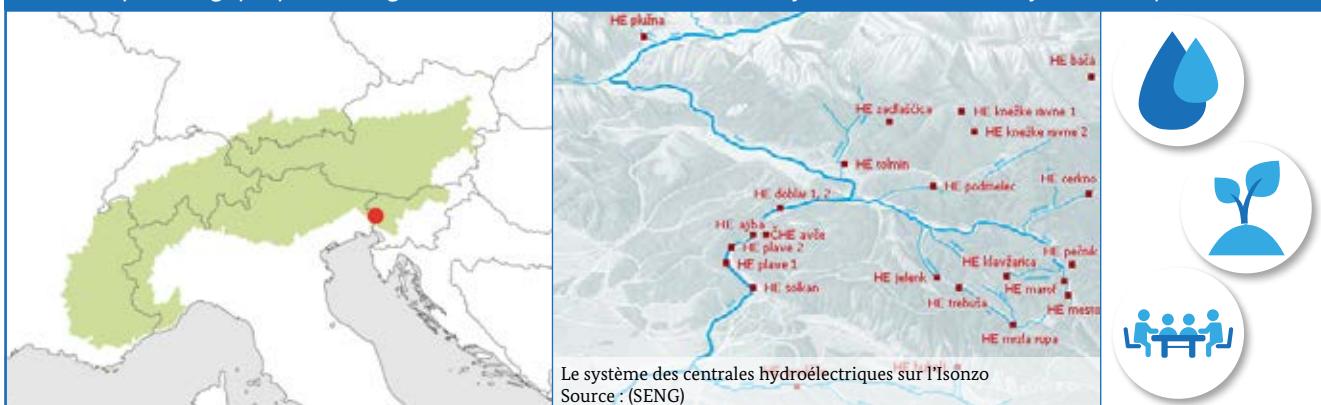
---

## CONCLUSIONS

- La modernisation des centrales hydroélectriques, par exemple grâce à l'ajout de turbines plus efficientes ou l'utilisation de la chaleur résiduelle, a rendu la production électrique plus efficiente et augmenté la rentabilité sans devoir intervenir sur la nature ou causer des conflits d'utilisation des sols. Les modernisations peuvent être une occasion pour de vastes projets de renaturation dans le but d'augmenter la biodiversité.
- Le modèle exemplaire du fonds pour l'écologie est transposable à d'autres projets énergétiques de l'espace alpin. Ainsi les consommateurs de l'électricité peuvent participer aux mesures de compensation.
- L'initiative participative pour intégrer tous les acteurs, la commune, habitants et propriétaires fonciers, est un facteur important pour le succès du projet. Il a été déterminant que lors des premières discussions et manifestations, on ait travaillé avec des plans rudimentaires dessinés à la main. Comparés aux plans détaillés ou aux visualisations graphiques, l'avantage est qu'on ne montre pas un projet définitif, ce qui provoque souvent des résistances et entrave la participation.

## LES CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES SUR LE FLEUVE ISONZO

Un concept écologique pour l'élargissement et la transformation d'un système de centrales hydroélectriques



**Exploitant** —— Soške elektrarne Nova Gorica, d.o.o. (SENG)

**Coordinnées** —— Mme. Alida Rejec, directeur du développement  
Erjavčeva 20, PO box 338, 5000 Nova Gorica (Slovénie)  
E-Mail : [Alida.Rejec@seng.si](mailto:Alida.Rejec@seng.si)  
[www.seng.si](http://www.seng.si)

**Localité, Pays** —— Nova Gorica, Slovénie

**Source d'énergie** —— Énergie hydraulique ; centrale hydroélectrique

### DESCRIPTION DU PROJET

Le fleuve Isonzo (Soča) relie les montagnes du parc national du Triglav, Goriška Brda et la vallée de la Vipava. Dans le fleuve habitent des espèces de poissons qu'on ne trouve qu'ici, comme la truite marbrée (*salmo marmoratus*). A cause de la source qui se trouve à 900 m d'altitude et de son trajet relativement court (140 km), le grand potentiel énergétique de l'Isonzo et de ses affluents a été exploité bien avant la deuxième guerre mondiale. Les centrales hydroélectriques sur l'Isonzo sont actuellement exploitées par Soške elektrarne Nova Gorica, un fournisseur national d'électricité. Sa stratégie de production d'énergie renouvelable est basée sur le principe rigoureux de causer le moins d'impact possible sur la nature.

Le système hydroélectrique sur l'Isonzo comprend 25 centrales, dont la centrale de Mesto construite avant 1909, les deux grandes centrales construites avant la deuxième guerre mondiale Plave 1 et Doblar 1 et la centrale de Klavžarica construite en 2005. L'exploitation des centrales est en harmonie avec le plan de gestion du parc national du Triglav. L'exploitation de l'énergie hydraulique a fait l'objet d'une négociation entre le parc national du Triglav, la société SENG et autres groupes d'intérêts (ONG), afin d'obtenir le meilleur résultat possible : la production d'énergie renouvelable sans péril pour les espèces protégées et le patrimoine naturel du pays.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie env. 520 GWh d'électricité avec une puissance totale de 337 MW

### LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

La nécessité de la protection du patrimoine naturel et culturel du parc national et au-delà de ses limites, a été reconnue très tôt par les autorités et par la population locale. Les conflits d'utilisation des sols ont été et sont atténués, grâce à la stratégie d'une utilisation de l'énergie hydraulique respectueuse de l'environnement, évitant l'impact sur les phénomènes karstiques géomorphologiques (dolines, poljes, ponors et sources). Au lieu de construire de grandes centrales hydroélectriques, pour la production durable d'énergie renouvelable le long de l'Isonzo, on a préféré un réseau de petites centrales, qui ont été adaptées dans la mesure du possible aux conditions géomorphologiques. Ces centrales ont été développées au cours des trente dernières années sans besoin de grands travaux de construction. Lors de l'agrandissement et de l'assainissement des

centrales hydroélectriques on a utilisé les barrages, canaux et conduites existants. On a renoncé à la construction de grands barrages supplémentaires.

Par la suite nous fournissons une description détaillée de la protection de l'environnement mise en place par quelques-unes de ces 25 centrales :

- La centrale hydroélectrique Tolmin (1995; 109 kW, 600 MWh) participe au programme d'élevage de la truite marbrée (*Salmo marmoratus*) en utilisant des barrages et des conduites comme bassin de reproduction des truites.
- Pour la centrale de pompage-turbinage Avče (2005; 200 MWh) on a utilisé le bassin inférieur existant de Plave 1 et 2. Le grand bassin supérieur de 15 ha, qui est situé dans une dépression naturelle sur un haut-plateau sec, a été conçu pour l'amélioration de la variété paysagère. Le barrage contribue à la diversification des biotopes et augmente considérablement le potentiel des différentes espèces sauvages (p.ex. eau potable pour la faune sauvage). Près de la centrale on a également créé un biotope humide avec un étang et des sols hydromorphes – un habitat naturel pour oiseaux et amphibiens. La grande variété des espèces et du paysage est la preuve de la compatibilité de l'utilisation de l'énergie hydraulique et de la protection de la nature. La conduite forcée a été en partie enterrée dans le sol à grands frais, pour éviter l'impact visuel.
- La centrale hydroélectrique Zadlaščica (1989; 8 MW, 30.500 MWh) dans le parc naturel de Triglav a été construite de manière à ce que l'utilisation de l'énergie hydraulique puisse être associée à l'approvisionnement en eau potable pour la ville de Tolmin. Le barrage est couvert, tandis que les conduites peuvent être utilisées pour la production d'énergie hydraulique et pour l'eau potable.
- Lors de la construction de la centrale hydroélectrique Klavžarica (2005; 303 kW, 1.200 MWh) l'ancien barrage, qui était utilisé dans le passé pour le flottage du bois, a fait l'objet d'un assainissement et a été transformé en musée. Ainsi un élément du patrimoine culturel national a été conservé voire rétabli.
- La centrale hydroélectrique Planina (1989, 136 kW, 340 MWh) a été assainie avec beaucoup de soins, pour conserver la source d'eau située dans une caverne karstique.

La stratégie la plus importante pour éviter et mitiger les conflits d'utilisation des sols consiste à faire participer en temps utile un grand nombre de communautés locales, communes ou villages à la préparation méticuleuse et à la discussion concernant les changements de l'utilisation des sols. Grâce à la participation des écologistes, des organisations de la société civile telle les associations des pêcheurs et des chasseurs tout comme des experts en biologie, il est possible d'intégrer la protection de la nature dans l'exploitation de l'énergie hydraulique. L'excellent programme de revitalisation et de repeuplement de la truite marbrée et le projet pour l'eau potable étaient p.ex. le résultat direct de la participation et collaboration des ONG et des collectivités locales avec l'exploitant de la centrale. Grâce à la collaboration de l'exploitant avec les experts du patrimoine culturel (Musée à Idrija) et le Ministère de la culture, l'utilisation de l'énergie hydraulique a même donné une contribution à la conservation du patrimoine culturel.

Le contrôle de l'impact sur l'environnement est une activité d'accompagnement importante lors de l'exploitation de l'énergie hydraulique dans la région. Dans les centrales Plave 2 et Doblar 2 huit paramètres sont contrôlés chaque année, et cela avant et après l'élargissement. Dans les centrales de Gornji Log, Spodnji Log et Most na Soči, on contrôle quatre fois par année huit paramètres physiques et chimiques dont la dynamique du lit fluvial, la température, le ph et la teneur en oxygène. En plus le contrôle du respect de la nature est tout aussi important. Par exemple dans le cas de la centrale de pompage-turbinage Avče on a surveillé à côté des paramètres physiques et chimiques de la qualité de l'eau et de l'air (pollution, oxygène, métaux lourds, polluants organiques etc.) également la flore et la faune aquatique (paramètres ichtyologiques, phytoplancton, zooplancton, phytobenthos et zoobenthos) et terrestre.

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

L'acceptation sociale de la construction d'une centrale hydroélectrique a été facilitée grâce à la communication précoce avec les citoyens et l'administration publique. SENG s'est beaucoup engagé pour la protection de la nature et a parlé avec les entreprises de pêche, les biologistes, écologistes et le Ministère de l'environnement du développement, de la réalisation, du cofinancement du programme pour la réintroduction de la truite marbrée. SENG continue sa collaboration et le financement partiel du programme d'élevage des truites, surtout dans des sites où pour des raisons techniques il n'est pas possible de construire des échelles à poissons. SENG a parlé avec la commune locale de la possibilité d'associer l'approvisionnement en eau potable à l'utilisation de l'énergie hydraulique (centrale hydroélectrique de Zadlaščica). Dans le cas de la centrale de pompage-turbinage de Avče on a décidé de construire une ligne de haute tension enterrée, beaucoup plus onéreuse que la ligne en surface, justifiée par d'excellents arguments technologiques, pour respecter la volonté des citoyens. Dans le cadre de l'étroite coopération avec la ville de Idrija, le Musée de la ville à Idrija et du Ministère de la culture, l'exploitant a subventionné l'assainissement et l'intégration de la digue, qui dans le passé était utilisée pour le flottage du bois. Cette digue appartient au patrimoine culturel et a été transformée en musée en plein air.

Les centrales hydroélectriques ont permis de créer 132 emplois directs (moyenne 2014) et de nombreux autres emplois indirects dans la protection de la nature (p.ex. programme ichtyologique), dans l'industrie du tourisme (musées, restaurants, excursions en bateau) tout comme dans le secteur technique, de la surveillance et de l'entretien. Le système d'énergie hydraulique sur le fleuve Isonzo ne reçoit pas de subventions de l'État. Les investissements couvrent les coûts et permettent de dégager un bénéfice.

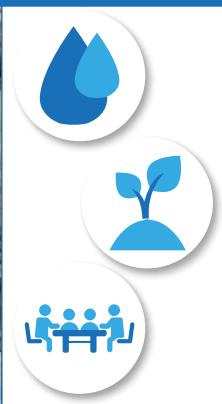
---

## CONCLUSIONS

- Les petites centrales hydroélectriques sont plus faciles à adapter aux conditions géomorphologiques et causent nettement moins de conflits d'utilisation des sols, puisqu'elles ne comportent pas de changements majeurs de l'utilisation des sols et ont moins d'impact sur la géomorphologie et l'architecture.
- Le réseau des petites centrales sait mieux faire face aux catastrophes naturelles potentielles comme les inondations, sécheresses et pluies verglaçantes à cause de leur distribution sur le terrain et de la meilleure adaptation aux micro-sites.
- La participation d'un grand nombre d'experts différents et de groupes d'intérêt, signifie habituellement de longues discussions, qui portent toutefois leurs fruits quand la production d'énergie hydraulique peut être associée à la protection de la nature, à la fourniture d'eau potable ou à l'entretien des monuments et à l'industrie du tourisme.
- La présentation détaillée des arguments en faveur et contraires devant la communauté locale, prend du temps, mais elle est importante pour la préparation, car elle évite les conflits d'utilisation des sols et permet de trouver des solutions acceptables pour la population, comme cela a été le cas de la construction de la centrale de pompage-turbinage de Avče.
- Les mesures complexes et onéreuses pour préserver la biodiversité et l'environnement et pour l'utilisation multiple (tourisme, pêche) sont rentables à long terme, en créant par exemple des emplois et en améliorant l'acceptation au niveau local.
- La production d'énergie renouvelable peut contribuer à créer de nouveaux habitats (centrale de Avče); intégrer la protection et l'assainissement du patrimoine culturel (centrale de Klavžarica) et faciliter la mise en œuvre de programmes de protection de la nature et de préservation d'espèces menacées (centrale de Tolmin).
- La production d'énergies renouvelables peut contribuer avec succès à l'essor économique d'une région, en créant des emplois au niveau local et en élargissant le marché des services (p.ex. tourisme).
- Dans l'espace alpin il y a surtout des cours d'eau petits ou de taille moyenne, qui sont utilisés de différentes manières. Les stratégies énergétiques et écologiques développées pour l'Isonzo peuvent être adaptées et transposées à des situations similaires, où on désire développer ou assainir un réseau de petites centrales hydroélectriques.

## CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE SUR LE TORRENT GÖGENALM

Exploitation de l'énergie hydraulique pour la conservation du paysage naturel des Alpes



La centrale hydroélectrique sur le torrent Gögenalm  
Source : Göge Energie GmbH

**Expitant** —— Centrale hydroélectrique Gögenalmbach – Göge Energie GmbH

**Coordonnées** —— Göge Energie GmbH, Inertal 58/K, 39030 Rio Bianco (Weißenbach, Italie)  
Tel. : 0039 0474680505

**Localité, Pays** —— Weißenbach im Ahrntal, Italie (Rio Bianco en Valle Aurina)

**Source d'énergie** —— Énergie hydraulique

---

### DESCRIPTION DU PROJET

La centrale hydroélectrique se trouve à Rio Bianco (Weißenbach), une localité de la Valle Aurina (5.800 habitants). Elle a été construite en 2009, sur initiative de la municipalité et avec la participation de Alperia (le fournisseur d'énergie du Tyrol du Sud) et est exploitée par Göge Energie GmbH, créée à cet effet. La centrale couvre toute la demande d'électricité de la commune. Les installations de la centrale se trouvent à différentes altitudes, entre 3.000 et 1.382 m. Le captage de l'eau du Rio Bianco et de son bras secondaire, le Rio Gögenalm, se fait par une conduite forcée de 2,5 km. La Valle Aurina est une région touristique importante du Tyrol du Sud, tributaire de l'état incontaminé de sa nature et de son paysage. La conservation de la beauté du paysage était donc de première importance pendant la planification de la centrale.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 9 GWh électricité

Coûts de construction 6 millions EUR env.

---

### LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Pour protéger et conserver la nature délicate des Alpes et la beauté du paysage de cette région touristique, le concepteur et le constructeur ont eu très à cœur le maintien du paysage typique. La plupart des plantes et des arbres qu'on trouve sur le site de la centrale ont été prélevés avant le début des travaux et ensuite réimplantés sous la surveillance d'un biologiste, de manière à rétablir l'état naturel du paysage. Le captage de l'eau n'a lieu qu'à la fin du cours du Rio Gögenalm, dans le but de préserver complètement la nature de la partie supérieure de la vallée. Lors des travaux sur les lits fluviaux, on a veillé à conserver le cours naturel.

Lors de la conception et de la construction des bâtiments de la centrale, on a accordé beaucoup d'importance à l'intégration harmonieuse dans l'espace naturel et l'architecture des villages. Grâce à des choix architecturaux appropriés on a su éviter dès le début des conflits avec les citoyens ou le tourisme. Pour le bâtiment des machines et d'autres petits édifices on a construit des maisons en bois typiques qui s'intègrent très bien dans l'architecture du village et on a utilisé du bois de la forêt locale.

La centrale hydroélectrique sur le Rio Gögenalm est une petite centrale de dérivation possédant une faible capacité de stockage et utilisant uniquement de l'eau courante (pas d'utilisation de l'eau en excès). Le système d'alimentation est muni de dispositifs de filtration et de régulation, qui sont basés sur la solution avec grille Coanda. Cela permet une décharge dynamique de l'eau résiduelle où l'eau en excès reflué et le débit minimum requis est conservé. L'emploi de la grille Coanda a permis de conserver les caractéristiques typiques des torrents et de leurs chutes d'eau.

Dans le cadre des mesures de compensation, le cours du torrent Rio Bianco en aval de la centrale a été élargi et aménagé de manière naturelle. Les câblages pour les alpages sont souterrains. Ils n'ont plus besoin d'utiliser des équipements au diesel pour l'approvisionnement électrique, mais peuvent recevoir de l'énergie renouvelable de la centrale hydroélectrique. Ceci est un effet positif supplémentaire pour la protection du climat et de la nature.

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

Pendant les phases d'autorisation et de construction Göge Energie a travaillé en étroite collaboration avec différents acteurs impliqués, pour garantir le respect de la nature et la conservation de la beauté authentique du paysage. Les instances locales chargées de la protection du paysage et des eaux, l'administration forestière locale et la commission du bâtiment, tout comme les riverains et les propriétaires de terrains ont été impliqués activement dans le processus de planification et une stratégie commune a été développée pour la réalisation du projet dans le respect de la nature et du paysage. Notamment la forte implication des propriétaires fonciers, concernés par la construction de la centrale, a permis d'éviter les conflits d'utilisation des sols dès la phase de planification. Dans la région alpine les propriétaires des alpages et les gérants des refuges ont été également impliqués dans le processus participatif. Ces derniers ont profité de l'installation de câbles souterrains et de l'approvisionnement en énergie renouvelable. Ces mesures ont été à la base de l'acceptation de la construction de la centrale hydroélectrique.

La centrale hydroélectrique a été mise en service en 2009 avec une puissance annuelle moyenne de 9 GWh. La construction et la mise en service de la centrale a eu lieu dans une période où il y avait de très fortes incitations en Italie, du point de vue du montant et de la durée des subventions (15 centimes par kWh pendant 15 ans). Deux aspects ont contribué de manière déterminante à la rentabilité de la centrale : la forte chute, due au terrain escarpé et la conduite forcée relativement courte du captage d'eau jusqu'au bâtiment des machines (2,5 km).

Malgré l'insistance de certains acteurs privés pour construire la centrale, lors de l'attribution définitive de la concession, les intérêts publics avaient la priorité par rapport aux intérêts privés. Les actions de Göge Energie sont distribuées de la manière suivante : Alperia 30%, la fraction Rio Bianco 27%, la Commune de Valle Aurina 23% et la coopérative Ahrntaler E-Werk 20%. Cette dernière approvisionne les localités de Rio Bianco et Luttach en électricité au tarif avantageux de la coopérative. Des négociations sont actuellement en cours pour la vente des actions de Alperia et la valeur ajoutée et le profit de la centrale hydroélectrique appartiendront exclusivement au secteur public soit (600.000 EUR de dividendes pour les membres de la coopérative en 2015 pour une période d'amortissement de 10 ans). Grâce aux recettes de l'entreprise, Rio Bianco et la Commune de Valle Aurina disposent de moyens considérables pour des investissements dans la vallée. Cette démarche de la coopérative et l'approvisionnement des communes à un tarif avantageux ont facilité l'acceptation de la part des communes et des habitants, justement parce que le pouvoir de décision et la valeur ajoutée (recours à des entreprises locales) restent dans la région.

---

## CONCLUSIONS

- La centrale hydroélectrique de Gögenalmbach est une approche globale et écocompatible pour la production d'énergie, avec implication de la société dans la gestion énergétique et la conservation du paysage alpin.
- La protection de la nature et les répercussions sociales de la centrale du Rio Gögenalm peuvent être résumées comme suit :
  - installation énergétique efficiente : niveau élevé de la chute, conduite forcée courte ;
  - emploi d'une grille Coanda pour une régulation et un nettoyage plus efficient de l'eau, contribuant à une meilleure rentabilité (par exemple moins de frais de nettoyage et de maintenance) ;

- rétablissement de l'état écologique initial ;
  - un concept axé sur la conservation du paysage authentique des alpages ;
  - conservation des pâturages et des activités agricoles ;
  - participation publique à l'utilisation des bénéfices.
- Grâce à la participation à la société d'exploitation, cette centrale a été très bien acceptée par les communes impliquées et les acteurs locaux, puisque la valeur ajoutée et le pouvoir de décision restent dans la région.

## CENTRALE HYDRAULIQUE SUR EAU POTABLE SCHLOSSWALD

Usages multiples et fonds pour l'écologie pour des interventions d'amélioration



La centrale hydraulique sur eau potable Schlosswald  
Source : LKW



**Exploitant** —— LKW, Liechtensteinische Kraftwerke (centrales électriques du Liechtenstein)

**Coordonnées** —— LKW, M. Robert Wachter,  
gestion des réseaux et des centrales  
Tel. : 00423 2360111  
E-Mail : [robert.wachter@lkw.li](mailto:robert.wachter@lkw.li)  
[www.lkw.li](http://www.lkw.li)

**Localité, Pays** —— Vaduz, Liechtenstein

**Source d'énergie** —— Énergie hydraulique

---

### DESCRIPTION DU PROJET

La construction de la centrale hydraulique sur eau potable Schlosswald a été commencée dans le cadre d'un projet collectif des LKW (centrales électriques du Liechtenstein) et de la municipalité de Vaduz en 1989 et mise en service en 1995. La zone de source et de captage se trouve dans le Malbuntal à une altitude de 1.450 m. L'eau potable est acheminée par une conduite forcée d'à peine sept kilomètres et à une altitude de 642 m elle est injectée dans deux réservoirs destinés à l'approvisionnement en eau potable (hauteur de chute brute 808 m). La caractéristique essentielle de ce projet est qu'en complément aux exigences des installations pour l'eau potable, à la place des coupe-pression (construction de puits pour l'annulation de l'énergie hydraulique pour éviter une surpression) on a construit une conduite à haute chute). La chaleur d'évacuation du générateur est utilisée en hiver pour le chauffage de la centrale :

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 2,2 GWh électricité

Coûts de construction 2,5 millions CHF

---

### ASPECTS CONCERNANT LA PROTECTION DE LA NATURE

Pour garantir l'approvisionnement en eau potable de la commune de Vaduz, l'eau de source du Malbuntal dans la zone de captage «Schneeflucht» a été déclarée en 1994 zone de protection des eaux. Pour éviter de porter atteinte au paysage, la centrale et les réservoirs ont été construits entièrement en souterrain. Après la construction, toutes les parties de l'édifice ont été couvertes de terre et de plantes, pour leur conférer un aspect proche de l'état naturel, ce qui a donné lieu à une prairie maigre. Uniquement l'entrée et la porte d'accès au réservoir d'une capacité de 1.000 m<sup>3</sup> sont visibles (zone de protection 1). Les zones de protection 2 et 3 ont été créées pour servir de zone tampon élargie (interdiction d'élevage et d'affouragement de la faune sauvage, etc.). Un nouveau mur de protection avec des couches de pierres naturelles a été construit le long de la route pour Malbun. Ce mur est utilisé comme refuge par des micro-organismes et des petits reptiles à cause de sa position ensoleillée.

Puisque la même installation fournit l'électricité et l'eau potable, on a pu éviter des interventions dans le milieu naturel, car les constructions (réservoirs, conduites à haute chute, corps du bâtiment) ont pu être réalisées en commun. Le réservoir de stockage est utilisé également pour l'eau de secours pour la commune de Triesenberg et comme réservoir pour la neige de culture du domaine skiable de Malbun. Même si la production de la neige de culture comporte de nombreux autres conflits avec la protection de la nature (forte consommation d'énergie et d'eau, nuisances auditives, etc.) il n'a pas été nécessaire d'ajouter un nouveau réservoir, car on a pu utiliser l'infrastructure existante.

La centrale est certifiée par le label volontaire «naturemade star», qui garantit par des contrôles annuels, que les normes environnementales et des critères, comme les quantités d'eau résiduelles, transports solides, aménagement des installations, etc. (en tout 45 critères) soient respectés. La certification prévoit également la création d'un fonds écologique. Les clients paient un centime par kWh dans ce fonds. Ce fond est utilisé en particulier pour améliorer la centrale avec des interventions écologiques et proche de l'état naturel. Un comité de pilotage pour la gestion du fonds, qui comprend un représentant de LGU (société du Liechtenstein pour la protection de l'environnement), un expert externe et un employé de LKW, décide à l'unanimité l'affectation de l'argent du fonds.

---

## CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Les conflits d'utilisation des sols ont été évités dans le cas de la centrale hydraulique sur eau potable de Schlosswald, puisque l'utilisation de l'infrastructure a pu être partagée et qu'il n'a pas été nécessaire d'imperméabiliser des surfaces. Le projet pour l'approvisionnement en eau potable de la commune de Vaduz prévoyait également la modernisation du captage de l'eau de source et la désignation de zones de protection des eaux dans une région utilisée par l'agriculture et par le tourisme. Il fallait maîtriser des conflits d'utilisation, par exemple, limiter la pollution croissante de la zone des sources, conséquence de l'élevage, en introduisant des prescriptions légales pour la protection de la zone de captage, compte tenu de l'urbanisation et de la périurbanisation dans le Malbuntal. A cet effet une nouvelle zone de protection des eaux a été créée en dessous du domaine skiable très achalandé de Malbun.

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

Malgré le prix actuellement très faible de l'électricité dans les bourses européennes de l'énergie, la centrale de Schlosswald produit de manière rentable, car grâce aux réservoirs elle peut fournir du courant aux heures de pointe le matin et le soir.

Grâce à l'assainissement de la source, les pertes par infiltration ont pu être considérablement réduites. De cette manière l'approvisionnement en eau de source de la commune a atteint presque 100%. Par la suite il a été possible de renoncer à pomper une part importante de l'eau dans la vallée du Rhin pour préparer l'eau potable (économie de courant au niveau des pompes pour eaux souterraines).

L'objectif prioritaire du projet a été l'approvisionnement à long terme en eau potable de la commune de Vaduz grâce aux sources du Malbuntal. En outre on désirait produire de l'énergie renouvelable, pour économiser l'énergie des pompes pour eaux souterraines dans la vallée du Rhin.

La centrale hydraulique sur eau potable approvisionne 500 ménages. Sa performance correspond à env. trois pourcent de la production de courant du Liechtenstein.

---

## CONCLUSIONS

- Grâce aux usages multiples de l'infrastructure (eau potable et lacs de retenue), grâce à la valorisation écologique de la construction dans la cadre de la certification «naturemade star», la centrale hydraulique sur eau potable de Schlosswald est un excellent exemple du compromis entre l'exploitation et la protection de la nature. Cet exemple peut motiver d'autres producteurs d'énergie et communes à associer la production d'énergie aux nouveaux ou anciens systèmes pour l'eau potable, de manière à ce que la faune et la flore retournent rapidement à l'état naturel après les travaux de construction.

- Grâce à la création du fonds écologique dans le cadre de la certification «naturmade star», il a été possible de financer des mesures de compensation, telle la végétalisation de toits plats, aménagement du paysage, création d'habitats pour les micro-organismes et les reptiles. Un fonds pour les mesures de renaturation peut se révéler utile pour d'autres projets.
- Si les conditions préalables existent, comme les dénivélés et les quantités d'eau potable suffisantes, les centrales hydroélectriques conventionnelles peuvent être transformées en centrales hydrauliques sur eau potable.

## CENTRALE HYDRAULIQUE SUR EAU POTABLE HÖRBRANZ

Synergies lors de l'assainissement des conduites de l'eau de source et des eaux usées



Réservoir à Hörbranz  
Source : Institut pour l'Énergie Vorarlberg

**Exploitant** — Commune de Hörbranz & e5 Team Hörbranz

**Coordinées** — Hubert Schreilechner, technicien responsable (Wassermeister), 6912 Hörbranz (Autriche)  
Tel. : 0043 00557382222280  
E-Mail : [bauhof@hoerbranz.at](mailto:bauhof@hoerbranz.at)

Hannes Mühlbacher, e5 Team Mitglied Hörbranz (initiateur du projet)  
Tel. : 0043 006506833448  
E-Mail : [mb@htl-bregenz.ac.at](mailto:mb@htl-bregenz.ac.at)

**Localité, Pays** — Commune Hörbranz, Vorarlberg, Autriche

**Source d'énergie** — Énergie hydraulique

### DESCRIPTION DU PROJET

La petite centrale hydraulique sur eau potable «Am Halbenstein» a été construite en 2004 par la Commune de Hörbranz (Vorarlberg, Autriche) lors de la modernisation des anciennes conduites de l'eau de source. La centrale, qui a reçu le prix «Austrian Energy Globe», utilise la chute entre le captage de la source et le réservoir supérieur de l'eau potable «Am Halbenstein» pour produire du courant. A Hörbranz on a construit également un deuxième réservoir supérieur d'eau potable «Am Giggelstein». Le dénivelé existant entre les deux réservoirs est également exploité pour produire de l'énergie. La centrale hydraulique sur eau potable que nous présentons fait partie des projets énergétiques de la Commune.

**Facteurs clé** — Production annuelle d'énergie env. 600 MWh électricité

Coûts de construction env. 540.000 EUR (y compris la tuyauterie)

### ASPECTS CONCERNANT LA PROTECTION DE LA NATURE

L'ancienne conduite de l'eau de source, qui était en partie en surface, avait besoin d'une modernisation, car plusieurs ruptures de tuyaux s'étaient vérifiées, qui avaient comporté des érosions à cause du débit élevé de l'eau. Avec l'élimination de l'ancienne tuyauterie datant de 1966 et grâce à l'aménagement souterrain, la beauté du paysage a été rétablie.

Le projet concerne une zone très belle, où se trouvent des plantes rares (p. ex. des orchidées), même si la zone n'est pas classée comme réserve naturelle. Tout le territoire est très apprécié comme but de promenade et pour sa vue sur le lac de Constance. La nouvelle conduite résistante à la pression a été aménagée dans un tracé routier existant, sans aucun impact sur le paysage.

Pour les conduites de l'eau de source en montagne il est normalement nécessaire de réduire la pression due au dénivelé entre le captage, le réservoir et le réseau de distribution par des soupapes ou des puits coupe-pression. Mais de cette manière l'énergie potentielle est perdue en grande partie ou est transformée en chaleur inutilisée. L'utilisation de l'eau potable pour la production de courant ne comporte plus l'installation de puits coupe-pression et il y a eu un double «bénéfice» pour la protection de la nature et de l'environnement. L'énergie de la conduite d'eau inutilisée jusqu'à présent peut maintenant servir pour produire du courant, laissant inaltérée la disponibilité d'eau potable. Dans le présent exemple le courant est produit à partir de l'énergie hydraulique, sans qu'il soit nécessaire de procéder à une retenue d'un cours d'eau. Le courant produit de manière renouvelable à partir de l'énergie hydraulique remplace les combustibles fossiles utilisés pour la production conventionnelle de courant et contribue ainsi à la protection du climat.

---

## CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS ET DIMENSION SOCIALE

Le projet a évité des conflits potentiels d'utilisation des sols, car l'infrastructure existante a été utilisée et aucune nouvelle surface a été nécessaire. On a juste construit un petit édifice (surface 3X3 mètres) sur les réservoirs existants de l'eau potable. Un nouveau réservoir a été construit sous le sol.

A côté de la solution technique efficiente, une particularité du projet est que le concept a été développé en collaboration avec les élèves de l'École technique supérieure de Bregenz. La mise en œuvre du projet a été encouragée par e5-Team de la Commune de Hörbranz et la planification a été faite par un bureau d'ingénieurs. Le projet a été fortement apprécié par la population. Sur le bâtiment des machines on peut voir quelle est la production momentanée de la centrale et le rendement énergétique total, ce qui a permis de sensibiliser la population pour le thème de la production et de l'approvisionnement énergétique.

---

## DIMENSION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

Dans cet exemple ont été utilisés les effets de synergie de la combinaison de plusieurs projets de construction : Les travaux d'assainissement de la conduite de l'eau potable de Hörbranz associés à l'aménagement de la canalisation des eaux usées du village de Eichenberg, ce qui a permis de faire des économies. Les captages de l'eau de source et le déversement existaient déjà. Pour les travaux d'excavation la Commune a bénéficié d'une subvention de l'industrie de l'eau. Lors du premier calcul de la rentabilité, on a pensé à une période d'amortissement des investissements de huit ans, tenant compte des primes pour l'injection de courant, mais à cause de la chute des prix du courant cette période est entretemps de 13 ans.

- Immédiatement au-dessus du réservoir supérieur d'eau potable, à l'extrémité de la conduite qui transporte l'eau potable, on a installé une turbine Pelton. Elle actionne un générateur qui a une puissance de 90 kW. L'eau potable provenant du réservoir supérieur, actionne une pompe de retour. Ainsi la puissance du générateur des deux petites centrales hydrauliques sur eau potable augmente jusqu'à 103 kW.
- Avec une production annuelle d'env. 600.000 kWh (variable) la centrale produit approximativement 60 % de la demande en énergie de l'éclairage des rues et des bâtiments communaux à Hörbranz. Les centrales du Vorarlberg achètent le courant de la Commune. En retour la commune reçoit la subvention autrichienne pour le courant écologique. Grâce à la vente du courant et à la subvention pour l'injection du courant, les frais de fonctionnement courants sont entièrement couverts.

---

## CONCLUSIONS

- Cette technologie peut être utilisée partout où les conditions préalables existent (dénivelés, quantité suffisante d'eau potable). L'utilisation des synergies obtenues grâce à l'aménagement contemporain de la canalisation des eaux usées et de la conduite forcée a permis d'augmenter de manière considérable la rentabilité du projet de Hörbranz.
- Ce type d'installation fonctionne longtemps sans problèmes, car grâce à l'eau propre il n'y a pratiquement pas d'usure de la turbine.

- Du point de vue de la protection du paysage et de l'environnement, on ne peut que se féliciter de l'association du traitement de l'eau potable avec la production d'énergie qui n'a comporté aucune atteinte à la nature, au paysage et aux cours d'eau.
- Les installations nécessaires en surface doivent être conçues de manière à avoir le moins d'impact possible sur le paysage. L'intégration dans des bâtiments existants est à préférer dans la mesure du possible.

## 4.5 BONNES PRATIQUES DANS LE DOMAINE DE L'ÉNERGIE ÉOLIENNE

**LES ÉOLIENNES DANS LE BURGENLAND**  
Production d'énergie éolienne dans le cadre d'un concept écologique

Éolienne dans le Burgenland  
Source : IG Windkraft

**Organisme de coordination** —— Gouvernement régional du Land autrichien du Burgenland, Energie Burgenland AG

**Coordinées** —— Administration régionale du Burgenland, section 5  
(droit des installations, protection de la nature & circulation)  
Europaplatz 1, 7000 Eisenstadt (Autriche)  
Tel. : 0043 0576002300  
E-Mail : [post.abteilung5@bgld.gv.at](mailto:post.abteilung5@bgld.gv.at)

**Localité, Pays** —— Burgenland, Autriche

**Source d'énergie** —— Énergie éolienne

---

### DESCRIPTION DU PROJET

Le 8 juin 2006, le parlement régional du Burgenland a décidé de couvrir jusqu'en 2013 l'entier besoin en électricité du Burgenland par de l'énergie renouvelable. Les calculs ont prouvé que cela a été possible pour la première fois en 2013. Le Burgenland s'est transformé à partir d'importateur d'énergie en région modèle de l'énergie renouvelable, grâce au développement de l'énergie éolienne sur le plateau de Pandorf dans le district Neusiedl am See, dans le Nordburgenland. A la base il y a un concept régional de développement des éoliennes, qui tient compte des aspects écologiques, économiques et sociaux. L'exploitant principal est Energie Burgenland AG, avec plus de la moitié des centrales, auquel s'ajoutent deux entreprises privées Püspök Group et Im Wind et d'autres exploitants avec un nombre limité de centrales.

**Facteurs clé** —— **Production annuelle d'énergie** env. 2.100 GWh courant par année 2015 (source : IG Windkraft Autriche)

**Coûts de construction** 4,5 – 5,5 millions EUR par centrale (variable, y compris l'infrastructure)

---

### ASPECTS CONCERNANT LA PROTECTION DE LA NATURE

Le Burgenland comprend des contreforts des Alpes centrales, des surfaces marginales de la plaine pannonienne (dont le plateau de Parndorf) et est relié au bassin viennois. A cause de sa situation biogéographique particulière, le Burgenland occupe une toute première place parmi les zones sensibles de la biodiversité en Europe. Un tiers de la surface du Burgenland est zone protégée.

Avant l'autorisation des éoliennes, il y a eu outre l'étude d'impact environnemental, prévue par la législation, un plan intégré pour l'énergie et l'aménagement du territoire, basé sur des critères de protection de la nature. A part les zones d'exclusion, on a fait un vaste contrôle des répercussions de l'énergie éolienne sur l'avifaune dans la zone du plateau de Parndorf. Le choix des sites appropriés (sous réserve) pour l'énergie éolienne a fait l'objet d'un processus de décision avec les experts de la protection de la nature et avec l'Autorité environnementale du Burgenland. L'association autrichienne BirdLife a collaboré au zonage pour l'énergie éolienne, tout comme la station biologique de Illmitz. De cette manière il a été possible de prévenir en temps utile d'éventuels conflits avec la protection de la nature au niveau régional. Des analyses détaillées de l'ornithologie, du bruit et des ombres portées ont été effectuées. Dans les cas où il n'y avait aucune solution alternative à l'impact sur la faune locale, des mesures de compensation en dehors de la zone du projet ont été mises au point.

Voici un exemple spécifique de la conception du plateau de Parndorf – une des zones les moins boisées de l'Autriche : initialement il n'était pas clair si dans ce cas il fallait également utiliser des surfaces boisées pour l'énergie éolienne. Le résultat d'un atelier spécial réservé aux institutions, a indiqué que sur le plateau de Parndorf les surfaces boisées étendues et connectées ne devaient pas être utilisées pour les éoliennes. La délimitation concrète de ces surfaces boisées a été décidée en collaboration avec des experts des institutions et le conflit d'affectation a été résolu de cette manière.

---

### CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Les conflits d'utilisation des sols ont pu être évités en grande partie. En 2002 les surfaces appropriées et à exclure pour les éoliennes, avaient déjà été déterminées dans un concept cadre régional sur les éoliennes, qui se basait sur une étude de l'Institut autrichien pour l'aménagement du territoire et qui comprenait l'utilisation actuelle de l'espace, les objectifs du développement régional, l'acceptation sociale des éoliennes, les aspects concernant la beauté du paysage et la protection de la nature. Dans le plan de maîtrise des limites pour la hauteur des éoliennes ont été prévues, même si ces impositions varient selon les zones : 186 m, 193 m, 207 m et max. 213 m pour la hauteur des pales. Les organisations de protection de la nature exigeaient une solution uniforme pour protéger les oiseaux, de manière à éviter de grands écarts de hauteur entre les éoliennes et les pales des rotors. Les sites pour les différentes éoliennes ont été et sont choisis par les exploitants des parcs éoliens. Ils contactent les propriétaires fonciers et uniquement les sites pour lesquels les propriétaires donnent leur accord seront utilisés. Les surfaces utilisées comme fondement des éoliennes et le cas échéant les voies d'accès sont exclues de l'exploitation agricole, mais les surfaces balayées par les rotors continuent à être utilisées par l'agriculture.

On avait organisé de nombreuses activités d'information, lors desquelles la valeur ajoutée pour la région a été soulignée par les représentants de la politique. Pour cette raison il n'y a pratiquement pas eu de critiques ou de protestation de la part des citoyens. Les communes avaient en principe une attitude positive face aux parcs éoliens, car elles s'attendaient à des recettes fiscales et à l'indépendance des importations d'énergie. Puisque le tourisme a une très grande importance pour le Burgenland, l'aménagement des éoliennes n'est en principe que possible en dehors des zones touristiques (mais néanmoins à proximité) et dans des zones préférentielles prévues à cet effet (principe de concentration). Le conflit avec le tourisme a été évité en grande mesure, car les centrales ont été aménagées en dehors des zones à vocation touristique prévues par le programme de développement régional de 2011. Parfois il est possible d'associer le tourisme au développement de l'éolien. Une nouvelle piste cyclable de 50 km a été aménagée : le chemin des éoliennes B29, qui à partir du lac de Neusiedl traverse plusieurs parcs éoliens.

---

### DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

- La planification intégrée et participative avec implication de tous les groupes d'intérêt importants, a été exemplaire. Le groupe de pilotage comprenant les gestionnaires du projet, l'Autorité environnementale du Burgenland et la Station biologique Illmitz, a collaboré de manière exemplaire. Selon les nécessités des représentants du gouvernement régional, des communes et des exploitants des parcs éoliens ont été ajoutés. Le «concept cadre régional pour les éoliennes» a reçu la mention de «best practice» dans le cadre du concept autrichien pour le développement de l'espace de 2011.

- Pour des raisons historiques, le Burgenland était une des régions les moins développées de l'Autriche et souffrait de la carence d'énergie. Un des objectifs majeurs de la Région était donc de s'assurer un meilleur approvisionnement avec de l'énergie produite dans la région. Entretemps le Burgenland produit plus de 130% de son besoin d'électricité avec des éoliennes et pendant une bonne partie de l'année il devient exportateur de courant. Le Burgenland septentrional a la plus forte densité d'éoliennes en Autriche. Sur 412 centrales du Burgenland, 93% sont situées dans le district de Neusiedl.
- Les coûts de construction des éoliennes varient beaucoup. Selon le type de centrale, de site et en fonction d'autres facteurs, une éolienne (turbine) peut coûter entre 3,5 et 4,5 millions d'EUR plus les coûts pour l'infrastructure : voies d'accès, câblages, développement et coût du projet. L'exploitant s'attend à l'amortissement des frais vers la fin de la période de subvention, qui est actuellement de 13 ans.

---

## CONCLUSIONS

- Les critères spécifiques du site jouent un rôle pour la transposition des projets concernant toutes les sources d'énergie renouvelable. Le Burgenland septentrional possède des caractéristiques géographiques particulièrement importantes pour l'énergie éolienne.
- Cet exemple a été sélectionné comme bonne pratique à cause du remarquable processus participatif qui a impliqué différents types d'intérêts et à cause du respect des exigences écologiques en déterminant des zones d'exclusion et de concentration. Il est important d'associer tous les groupes d'intérêt bien avant la planification concrète, afin d'élaborer des solutions acceptables pour tous.
- L'appui politique régional aux objectifs fixés a joué un rôle déterminant et a augmenté l'acceptation des parcs d'éoliennes.
- La participation active des associations de protection de la nature et de l'environnement à côté des représentants du secteur de l'énergie éolienne, a joué un rôle essentiel pour la compatibilité avec la protection de la nature. Grâce à leur expertise, les deux côtés ont pu fournir des contributions importantes pour la planification et donner un apport décisif aux différents moments du projet.

## ÉOLIENNES A WILDPOLDSRIED

Éoliennes citoyennes pour la production durable dans le village énergétique



Éoliennes près de Wildpoldsried  
Source : Commune de Wildpoldsried

**Exploitant** —— Windkraft EW GmbH & Co. KG (chaque société a été créée pour une éolienne)

**Coordonnées** —— Bureau de coordination Energie et protection du climat, Commune de Wildpoldsried  
Mme. Susi Vogel, Kemptener Straße 2, 87449 Wildpoldsried (République fédérale d'Allemagne)  
E-Mail : [info@wildpoldsried.de](mailto:info@wildpoldsried.de)  
[www.wildpoldsried.de](http://www.wildpoldsried.de)

**Localité, Pays** —— Wildpoldsried-Oberallgäu, , République fédérale d'Allemagne

**Source d'énergie** —— Énergie éolienne

---

### DESCRIPTION DU PROJET

Dès 1999 la commune de Wildpoldsried dans le Oberallgäu (2.570 habitants) a élaboré avec la participation des citoyens un profil écologique et un concept global pour l'énergie renouvelable dénommé «Energiedorf Wildpoldsried» (village énergétique). La collaboration de longue durée et la confiance des citoyens ont été à la base du développement des énergies renouvelables dans la commune. En 2015, le village énergétique a produit 34.344 MWh de courant avec un excédent d'env. 536 % de sa consommation. L'énergie est produite avec des éoliennes, des centrales photovoltaïques, installation de biomasse ou des petites centrales hydroélectriques. Les investissements dans l'épargne d'énergie, dans des projets de recherche sur les réseaux électriques intelligents, les possibilités de stockage et dans un réseau de chauffage urbain ou dans la formation des citoyens contribuent à promouvoir le concept global du village énergétique de Wildpoldsried.

En l'an 2000 les premières éoliennes citoyennes ont été construites à Wildpoldsried. A ces sept éoliennes citoyennes sur le territoire communal de Wildpoldsried deux éoliennes intercommunales supplémentaires ont été ajoutées en 2015, grâce à la participation de la commune.

**Facteurs clé** —— **Production annuelle d'énergie** Sept éoliennes citoyennes 20.149 MWh (2015) ; prochainement deux éoliennes citoyennes : env. 14.000 MWh d'électricité (estimation)

**Coûts de construction** Neuf éoliennes (sept éoliennes citoyennes à Wildpoldsried et deux éoliennes intercommunales) : env. 26 millions d'EUR, dont env. 9,3 millions d'EUR grâce à la participation des citoyens.

---

### ASPECTS CONCERNANT LA PROTECTION DE LA NATURE

Les neuf éoliennes de Wildpoldsried se trouvent sur une crête qui sépare le Oberallgäu du Ostallgäu. Elles ne sont pas situées dans une zone protégée. Un avantage permettant d'éviter les conflits liés à la protection de la nature, était que la crête est formée par une forêt d'exploitation (épicéas) qui ne possède qu'une faible biodiversité. Les contraintes juridiques pour la

planification des éoliennes continuent à augmenter. Pour cette raison pendant la période 2010 – 2016 nous avons demandé un examen environnemental avant et après la construction des 4 éoliennes, dans le cadre des contrôles obligatoires. Un examen scientifique de la population des chauves-souris avant la planification a indiqué que sur le territoire concerné il y avait des espèces susceptibles d'être dérangées par la construction. Pour protéger les chauves-souris nous avons ajouté un algorithme de mise hors service durant la soirée et la nuit. Nous assurons également un suivi des chauves-souris, de manière à pouvoir adapter les mises hors service des éoliennes, le cas échéant. Dans le cadre des planifications et des concessions pour les deux dernières éoliennes en 2014, nous avons effectué des analyses ornithologiques conformément aux impositions législatives, qui n'ont pas indiqué la présence d'espèces menacées voire protégées. Pour compenser l'atteinte au paysage, une contribution a été versée dans le fonds bavarois de protection de la nature, pour la construction de chacune des éoliennes.

Le peu de place qu'occupent les éoliennes par rapport à d'autres sources d'énergie renouvelable, a été un aspect décisif pour les exploitants lors de la planification et de la réalisation du projet. Pour compenser l'occupation des surfaces (place pour la grue, entrepôt, voie d'accès) un programme d'accompagnement paysager a été élaboré pour procéder à des ensemencements et des reboisements de substitution.

---

## CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

L'évitement des conflits avec les citoyens, les agriculteurs et les preneurs à bail est dû au long processus participatif et à l'information transparente que la commune et l'exploitant ont fourni sur l'usage des énergies renouvelables. Les citoyens ont été préalablement informés sur la planification des éoliennes et avaient la possibilité d'une participation financière au projet. Cette démarche a rencontré un grand intérêt auprès des citoyens et est à la base d'une compréhension commune et d'un sentiment d'appartenance au concept énergétique de la commune. Grâce à la forte implication des citoyens, la demande de participation a été tellement élevée que la commune a renoncé à des parts pour permettre aux citoyens de participer. Dans le cadre des processus de planification, tous les propriétaires de terrains forestiers sur les crêtes ont été impliqués dans un processus participatif séparé, pour éviter d'avancer des conflits. Puisque les éoliennes sont distribuées sur différents terrains à bail dans la forêt et puisque les propriétaires des terrains à bail dont les terrains sont uniquement utilisés comme voie d'accès, sont également concernés, tous les propriétaires des surfaces ont reçu une indemnité financière par les exploitants.

---

## DIMENSION SOCIALE

Les initiateurs de la construction des éoliennes étaient des agriculteurs engagés et des citoyens, devenus aujourd'hui exploitants et co-sociétaires de nombreuses éoliennes, qui s'étaient engagés depuis 1999 pour la production énergétique durable à partir de la force du vent. Pour la première éolienne une société de citoyens avait déjà été fondée, pour pouvoir agir en tant qu'investisseur. Le succès rapide et la rentabilité du projet ont attiré l'attention des autres citoyens et des entreprises de la commune, qui voulaient également participer, pour permettre à la commune de mener à bien la transition énergétique. Aujourd'hui environ 300 citoyens et les communes de Wildpoldsried et de Kraftisried participent aux neuf éoliennes de Wildpoldsried.

Un facteur important à la base de la très grande acceptation, était le fait que les citoyens et la commune ont eux-mêmes décidé la planification. Dans le cadre d'une enquête, 86 % des citoyens se sont dits d'accord pour l'installation des éoliennes. La position avantageuse sur une crête dans une forêt d'exploitation, permet de rendre les installations moins visibles que sur une surface non boisée. Il n'y a pas de conflits avec le secteur touristique, car la commune utilise le concept énergétique et les éoliennes à des fins touristiques en offrant p.ex. des visites guidées des sites.

---

## DIMENSION ÉCONOMIQUE

- Les coûts de 9 éoliennes sont d'env. 26 millions d'EUR. Pour la construction des éoliennes il n'y a eu aucune subvention. Env. 30 – 40 % des coûts sont pris en charge par les citoyens, qui participent avec leur capital propre, le reste est financé par un crédit. Grâce aux primes pour l'injection de courant et grâce à la vente subventionnée du courant, les exploitants estiment que le crédit pourra être remboursé dans 8 – 10 ans.

- Les exploitants des éoliennes vendent le courant en excès à des entreprises d'énergie de la région et gagnent ainsi environ 4 millions d'EUR par année. La valeur ajoutée est donc créée à l'intérieur de la région. Une autre valeur ajoutée régionale est due aux investissements de la commune, qui met à disposition les bénéfices et les recettes fiscales pour des projets sociaux, comme la création d'un centre de formation écologique, des projets/informations destinés aux citoyens et aux jeunes ou pour une maison de soins dans le cadre d'un programme de développement villageois.
- Le modèle exemplaire pour l'approvisionnement énergétique a attiré de nombreuses entreprises du secteur de l'énergie et de l'environnement (p.ex. bureaux d'études, constructeurs d'installations photovoltaïques, fabricants de batteries) qui se sont établis dans la commune. Ceci a permis de créer des emplois et de faire des innovations dans le domaine des énergies renouvelables et de la protection climatique. La valeur ajoutée régionale est renforcée par le tourisme, grâce au grand nombre de groupes qui viennent visiter les éoliennes et les projets d'énergie renouvelable.
- L'absence de conflits lors de la réalisation du concept énergétique, le processus participatif, la valeur ajoutée régionale et la production d'énergie renouvelable dans le respect du climat, sont à l'origine du choix de ce projet comme exemple de bonnes pratiques de la part du gouvernement régional bavarois. En 2012 le site a été désigné comme centre d'information pour l'énergie éolienne en Bavière (Windstützpunkt). Cette désignation est réservée à des projets exemplaires qui auront droit à une aide financière. Ainsi la Commune a pu procéder à d'autres améliorations de ses infrastructures, réaliser des voies d'accès et placer des tableaux d'information sur les éoliennes.

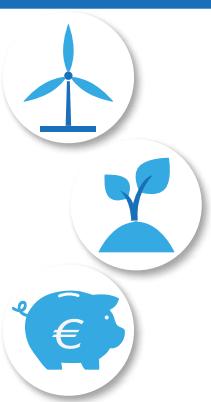
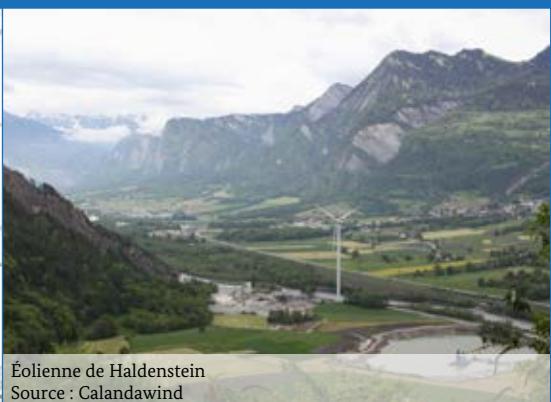
---

## CONCLUSIONS

- La participation des citoyens aux éoliennes et l'implication des propriétaires fonciers, leur dédommagement pour les surfaces forestières avant la construction des éoliennes, ont fait en sorte que les acteurs concernés s'identifient avec le projet des éoliennes. Pour tous les acteurs, la chose la plus importante était de pouvoir s'approvisionner en énergie renouvelable sans porter atteinte à l'environnement. Les conflits d'intérêt et d'usage des sols ont été évités grâce au processus participatif et à l'implication directe des citoyens dans le projet éolien. Le pouvoir décisionnel reste dans la commune. Cela est à la base de l'acceptation de la part des citoyens.
- Les recettes de la commune issues de la production d'énergie renouvelable, contribuent à la création de valeur régionale, car elles sont investies dans des projets sociaux dont tous les citoyens pourront profiter.
- Ce concept attire également les entreprises du secteur environnemental et énergétique, qui créent des synergies et des innovations technologiques et économiques. Le grand nombre de visiteurs nationaux et internationaux, qui viennent voir les projets d'énergie renouvelable de la commune, ont un effet positif sur le tourisme et contribuent à la renommée internationale de la commune.
- La démarche globale choisie à Wildpoldsried pour le développement de l'énergie renouvelable au niveau communal peut en principe être transposée à toutes les autres communes. Mais si on désire transposer des projets d'éoliennes il faut contrôler d'abord si le site possède le potentiel suffisant pour la production de ce type d'énergie.
- Le développement écocompatible des éoliennes, et l'évitement de conflits avec la protection de la nature dépendent du site des éoliennes. La participation précoce d'experts de la protection de la nature est une condition importante pour la bonne réalisation du projet.

## ÉOLIENNE A HALDENSTEIN

La plus grande éolienne en Suisse pour l'approvisionnement énergétique local compatible avec la nature



**Exploitant** —— Calandawind

**Coordonnées** —— M. Jürg Michel  
Tel. : 0041 0813533953  
E-Mail : [juerg.michel@sunrise.ch](mailto:juerg.michel@sunrise.ch)  
[www.calandawind.ch](http://www.calandawind.ch)

**Localité, Pays** —— Haldenstein, Suisse

**Source d'énergie** —— Énergie éolienne

---

### DESCRIPTION DU PROJET

La centrale éolienne Calandawind dans la vallée du Rhin près de Coire comprend une seule éolienne qui est en service depuis 2013. Avec une longueur des pales d'env. 55 m de diamètre et une hauteur de 175 m cette centrale est une des plus grandes en Suisse. A cause de la longueur des pales cette éolienne a une production élevée même quand la vitesse du vent est faible ou moyenne. Les associations environnementales ProNatura, WWF Suisse et la fondation pour la protection du paysage en Suisse ont été impliquées dès le débuts dans le projet.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 4.500 MWh électricité

Coûts de construction : 7 millions CHF  
nouvelle construction

---

### LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Après les mesures positives du vent sur le site potentiel, en 2010 sur recommandation des associations environnementales ProNatura et WWF Suisse, on a étudié les habitudes de vol des rapaces qui y habitent. Le résultat montre qu'ils ne séjournent que sur la paroi rocheuse située à 800m à l'ouest et sur le flanc de la montagne. Il s'en suit que l'éolienne ne pose pas de danger pour eux. Des études ont également montré que le site pullule de chauves-souris. Pour cette raison on a décidé de mettre l'éolienne hors service à partir de la tombée de la nuit jusqu'à l'aube pendant la période de mars à octobre, quand la vitesse du vent descend en dessous de 6 mètres par seconde. Quand la vitesse du vent est plus forte les chauves-souris ne volent pas.

En 2012 les associations de protection de la nature ont demandé de faire des observations des oiseaux migratoires dans la zone pour connaitre l'impact de l'éolienne sur les oiseaux migratoires. Le résultat montre, que la zone sert potentiellement de route pour la migration des oiseaux, quand la couverture nuageuse se ferme en dessous de 800m. Sur la base de ce résultat, on est tombé d'accord avec les associations de protection de la nature, de mettre l'éolienne hors service dans ce cas, chose qui ne s'est vérifiée qu'une seule fois depuis 2013.

En 2015 les systèmes DTBird et DTBat équipées de caméras et de microphone, ont été installés sur l'éolienne pour effectuer des tests. Les systèmes reconnaissent les oiseaux et les chauves-souris en vol en temps réel et en cas de risque de collision ils peuvent déclencher de manière autonome des sons d'alerte ou provoquer l'interruption de l'éolienne. Les tests ont montré, que le système reconnaît les oiseaux et émet un signal sonore, mais que d'une manière générale les oiseaux volent à une distance de 100 m de l'éolienne. Le Système DTBat s'est avéré inapproprié, car l'intervalle de temps entre la reconnaissance des chauves-souris et la mise hors service est trop long, pour cette raison on gardera le système d'interruption précédent.

Le choix du site est basé sur le meilleur équilibre entre l'impact sur les paysage et le revenu. On a sciemment renoncé à un autre site, qui pourtant avait de meilleures conditions pour le vent. Le site actuel se trouve à côté de l'autoroute, de la ligne ferroviaire, de la gravière et de deux lignes de haute tension. Le site a également été approuvé par la fondation pour la protection du paysage. L'installation de l'éolienne à proximité de l'autoroute et de la ligne ferroviaire fait en sorte que le bruit des pales ne comporte pas de nuisance acoustique supplémentaire pour les alentours immédiats. L'immeuble le plus proche est à un kilomètre de distance, et le village de Haldenstein à deux kilomètres. Les conflits d'utilisation des sols ont pu être prévenus à cause de la planification attentive et du choix du site.

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

- Les initiateurs et propriétaires du projet, Josias F. Gasser, membre du conseil national 2011 – 2015 et membre fondateur du Parti vert libéral des Grisons, et Jürg Michel, président de la commune de Haldenstein 1999 – 2007, avaient présenté cette idée au public et aux organisations environnementales en 2009. Auparavant des sites potentiels avaient été cherchés.
- Grâce à sa fonction de président de la commune Jürg Michel connaissait bien les démarches institutionnelles et les procédures dans les communes et cantons et a pu faire un excellent travail de conviction pour le projet. Il était en outre connu dans la commune, ce qui permettait une relation de confiance. Il a fallu cinq années pour réaliser l'idée.
- Les coûts étaient de 7 millions de CHF dont un tiers a été pris en charge par les initiateurs et deux tiers par un crédit d'exploitation de la Banque cantonale des Grisons. La construction de l'éolienne n'a profité d'aucune aide directe. Sans la rémunération de l'alimentation du réseau pour le courant injecté, le projet n'aurait toutefois pas pu être rentable. Pour l'éolienne de Haldenstein la rémunération pour l'alimentation du réseau est de 21,5 centimes/kWh pendant 20 ans.
- La production de l'éolienne (4.500 MWh/a) peut approvisionner les 450 ménages de la commune de Haldenstein. Par année env. 1000 personnes viennent visiter la centrale. Les recettes couvrent uniquement les coûts des visites guidées, mais ne permettent pas de dégager un bénéfice.

---

## CONCLUSIONS

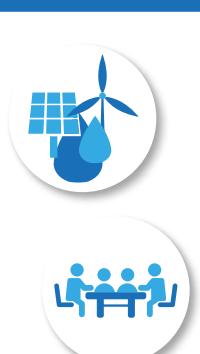
- Pour l'évitement des conflits d'utilisation des sols avec les habitants et les organisations environnementales, il a été déterminant d'avoir trouvé le juste équilibre entre l'exploitation du vent/rendement économique et l'impact sur le paysage. Pour cette raison l'éolienne a été construite sur un site moins rentable, mais qui comporte moins de nuisances visuelles.
- L'exemple mérite d'être choisi comme bonne pratique, car le projet a été réalisé dans une zone qui avait déjà subi d'autres impacts (autoroutes, ligne ferroviaire etc.). En outre le projet a des répercussions positives sur la nature, car la zone était déjà exploitée et il n'y a eu aucune imperméabilisation supplémentaire des surfaces.
- On doit aux initiateurs l'absence de conflits lors de la réalisation, car ils avaient d'excellents contacts dans la commune, étaient informés sur les différents sites envisageables et ils avaient impliqué les organisations environnementales dans le projet.
- Le système DTBird peut être utilisé pour la protection des oiseaux dans le cas des autres centrales éoliennes situées dans une vallée. Il est important d'observer méticuleusement l'efficacité, car les conditions pour la migration des oiseaux varient en fonction des sites.

- La centrale a donné naissance à un tourisme de l'énergie, qui fournit des informations sur les opportunités et les risques de l'énergie éolienne dans les Alpes et qui contribue à sensibiliser les citoyens pour la production d'énergie durable issue de l'énergie éolienne.
- Cet exemple de bonnes pratiques peut notamment être transposé dans des communes de petite taille, qui couvrent leur approvisionnement énergétique par une ou un petit nombre d'éoliennes et qui peuvent les relier à une infrastructure existante.

## 4.6 BONNES PRATIQUES DANS LE DOMAINE DE LA COGÉNÉRATION

### RÉGION ÉNERGÉTIQUE DE CONCHES (GOMS)

Exploitation des ressources régionales et avantages pour la région



La région énergétique de Conches  
Source : energieregion Goms

**Organisme de coordination** —— energieregionGOMS

**Coordonnées** —— Bureau, Mme. Patrizia Imhof  
Tel. : 0041 774772529  
E-Mail : [info@energieregiongoms.ch](mailto:info@energieregiongoms.ch)  
[www.energieregiongoms.ch](http://www.energieregiongoms.ch)

**Localité, Pays** —— Conches (Goms), Suisse

**Source d'énergie** —— Diverses

### DESCRIPTION DU PROJET

La région de Conches dans le canton du Valais en Suisse compte 5.200 habitants, 650 km<sup>2</sup>, 13 communes. En 2007 Conches est devenue la première région énergétique en Suisse grâce à des initiateurs privés, désireux d'encourager l'utilisation la plus efficiente possible de l'énergie tout en promouvant la production durable, décentralisée et locale de l'énergie. La région énergétique Conches est développée par l'association «unternehmenGOMS», fondée par les communes de la région, l'industrie locale et des particuliers. Les fournisseurs d'énergie de la région accordent leur parrainage à l'association, mais ne font pas partie des responsables. Grâce à ce modèle, la région devient indépendante des sources d'énergies conventionnelles et exploite toutes les ressources naturelles disponibles sur place de manière durable. Ainsi il est possible de compenser des oscillations de la production annuelle. Les projets partiels comprennent différentes technologies, installations solaires et photovoltaïques sur les toits, eau chaude provenant de la source thermale du tunnel de la Furka, un réseau de chauffage à distance alimenté par des copeaux de bois, un parc éolien, des installations de biomasse et des centrales hydroélectriques.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 620.000 MWh (env. 94,6 % énergie hydraulique, 4 % énergie ligneuse, 0,7 % géothermie, 0,3 % énergie éolienne, 0,2 % énergie solaire, 0,2 % eaux usées et déchets)

### LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Grâce à l'utilisation des matières premières régionales dans la région (bois, eau, vent, soleil, chaleur, gaz issu de boue d'épuration et déchets agricoles) les trajets des combustibles vers le lieu de production énergétique sont réduits. Le but de la région est de réduire la consommation de combustibles (combustibles fossiles pour les trajets de l'approvisionnement énergétique, mais également circulation motorisée des particuliers) de 28 GWh/a en 2008 à 21 GWh/a en 2030.

Il y a eu un conflit concernant la protection de la nature lors de l'élargissement du parc éolien de Gries. Selon le WWF, le choix du site est pertinent : à proximité de la paroi du barrage de la centrale de Griessee. Il s'agit d'une surface déjà aménagée avec un accès facile et des conditions idéales pour la production d'électricité. Sur ce site se trouve déjà une installation datant de l'an 2012. Pour cette raison il n'y a eu aucun conflit d'utilisation des sols. Il manquait toutefois un système fiable de mise hors service pour la protection des oiseaux et des chauves-souris. A la suite d'un long débat entre l'exploitant SwissWinds et le WWF du Haut-Valais, un compromis a pu être trouvé après six mois et a été ajouté à l'autorisation de construction. Les pierres angulaires sont la surveillance (accompagnement scientifique et recensement des différentes espèces de chauves-souris du printemps à l'automne pendant trois années consécutives), protection par la mise hors service, (plan de mise hors service au moment théorique des migrations et adaptation aux résultats de la surveillance) et la création d'une commission d'entreprise (la surveillance et la mise hors service sont suivies par différents groupes d'intérêt).

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

- Dans le but d'harmoniser de manière efficiente et efficace les différents projets, le premier concept énergétique intégré pour le développement rural régional a été rédigé. Il a été subventionné avec 80.000 CHF par l'Office fédéral suisse du développement territorial et par le canton du Valais.
- Les projets précédemment réalisés dans la région, montrent que les investissements liés à la réalisation du concept de région énergétique, se révèlent toujours plus efficaces. A côté des producteurs d'énergie, le secteur du bâtiment, les entreprises artisanales et de service (entreprises forestières, bureaux d'études etc.) tout comme les propriétaires d'immeubles profitent de ces investissements.
- On a veillé à ce que les premiers projets soient simples du point de vue technique et rapides à réaliser. Quelques mois après la création de la région énergétique, des installations photovoltaïques ont été aménagées sur les toits et des manifestations ont été organisées pour les habitants. Cela a permis d'expliquer à tous la vision dès le début et d'encourager la participation de la population locale.
- En 2015 la région a produit de l'électricité pour 130.000 ménages, tenant compte d'une consommation moyenne de 4.500 kWh/a par ménage.
- Les projets ont donné lieu à un véritable «tourisme de l'énergie», avec des visites de groupes d'experts (autres régions énergétiques, associations environnementales, entreprises utilisant des énergies similaires) et des visiteurs privés. Ces activités contribuent au revenu de la région et créent une image positive.
- La participation citoyenne dans les différents projets, comme p.ex. l'association des copeaux de bois Ernen ou l'utilisation de la chaleur des eaux d'écoulement du tunnel de la Furka, ont montré combien il est important que les citoyens puissent profiter du projet. Ceci s'applique également aux entreprises et aux communes qui font partie des investisseurs. L'expérience dans la région montre que cet avantage ne doit pas nécessairement être de nature financière. Mais si un projet permet d'augmenter la création de valeur, de créer des emplois ou de réaliser d'autres avantages pour la communauté, il sera d'autant plus facile de gagner la confiance de la population.
- Depuis sa création, l'initiative «energieregionGOMS» est enracinée auprès des communes, des entreprises et de la population. Pour éviter les conflits dès le début, tous les acteurs de l'association fournissent régulièrement et de manière proactive des informations sur le projet. Les groupes d'intérêt locaux sont impliqués dès le début dans le projet. Un autre avantage est que de nombreux acteurs se connaissent depuis longtemps, à cause de la petite taille des structures régionales.

---

## CONCLUSIONS

- Un avantage de «energieregionGOMS» a été la mise en œuvre rapide du concept. Juste quelques mois étaient nécessaires pour passer de l'idée à la réalisation des premiers projets. Ainsi toutes les parties concernées ont pu se rendre compte de la vision et leur participation a été facilitée.

- Après les aspects techniques des différentes installations de biogaz, PV, réseau de chauffage à distance et éoliennes, la communication et le partage sont la clé du succès. Il est important que les projets soient enracinés auprès de la population locale et basés sur la confiance, et qu'on fasse un bon travail de réseautage. Il est également décisif que la continuité des mesures et le soutien de tous les acteurs de la région soient garantis, du tourisme à l'industrie, de la protection de la nature à l'entretien du paysage.
- Le projet montre qu'il est souvent plus facile de créer des communautés énergétiques dans les petites régions, car les acteurs se connaissent depuis longtemps et ainsi les projets peuvent être réalisés plus vite et il est plus facile de trouver un consensus autour des différentes exigences. Le désavantage est que les possibilités financières sont souvent plutôt limitées.
- Le concept et l'idée de «energieregionGOMS» peut être transposé dans de nombreuses régions rurales, à condition de disposer des ressources naturelles nécessaires (eau, vent, bois, biomasse, etc.)
- Le conflit autour de l'éolienne de Gries, montre l'importance de l'implication des organisations régionales de protection de la nature et leur savoir, à partir de l'idée du projet jusqu'au fonctionnement de l'installation.

## ENERGETIKA PROJEKT

Chauffage à distance grâce à l'exploitation combinée de biomasse ligneuse et d'énergie solaire



Centrale de chauffage à distance fonctionnant avec de la biomasse ligneuse et de l'énergie solaire  
Source : Energetika Projekt d.o.o

**Exploitant** —— Energetika Projekt d.o.o.

**Coordinnées** —— Vransko 66, 3305 Vransko (Slovénie)  
E-Mail : [marko.krajnc@energetika-projekt.eu](mailto:marko.krajnc@energetika-projekt.eu)  
[www.energetika-projekt.eu](http://www.energetika-projekt.eu)

**Localité, Pays** —— Vransko, Slovénie

**Source d'énergie** —— Combinaison d'installation de biomasse/installation solaire pour la production de chaleur à distance

---

### DESCRIPTION DU PROJET

Le projet ENERGETIKA de la commune de Vransko produit de la chaleur à distance issue de la biomasse et de l'énergie solaire et dispose d'un grand réservoir d'énergie. La commune de Vransko a 2.526 habitants et une surface de 53 km<sup>2</sup>, dont 75 % sont couverts par la forêt. Le bois est la plus importante source d'énergie renouvelable de la commune. A cause de la grande surface boisée, et dans le but de devenir la commune slovène la plus durable, on a construit la centrale de cogénération pour l'utilisation combinée de biomasse et d'énergie solaire et on y a ajouté le réservoir d'énergie. 189 ménages sont approvisionnés par le réseau de chauffage à distance, il s'agit de maisons uni-et plurifamiliales, bâtiments industriels et immeubles de l'administration publique. Le projet a reçu une mention de la part du ministère bavarois de l'économie, des médias et de la technologie (BayStMWMET).

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 3.600 MWh chaleur

Puissance installée 3,2 MW biomasse, 370 kW énergie solaire (+ 1,5 MW fioul de réserve)

---

### LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Les forêts locales appartiennent surtout à des privés et sont exploitées de manière durable et respectueuse de l'état naturel. La protection de la nature est intégrée dans la gestion forestière et est un principe fondamental prioritaire par rapport aux objectifs économiques. La forme d'exploitation prépondérante est la coupe progressive<sup>17</sup> avec rajeunissement naturel afin de garantir une structure variée de la forêt et des espèces adaptées au site. Les types de forêt les plus fréquents sont les forêts de hêtres, forêts mixtes de hêtres et les pessières. La petite taille des terrains forestiers (en moyenne 4,42 ha) et le peu d'intérêt de la part des propriétaires pour la gestion ont compliqué la réalisation des mesures obligatoires prévues par les plans de gestion forestière. Les besoins de l'installation de biomasse ont créé un nouveau marché local de biomasse, qui facilite la

<sup>17</sup> La coupe progressive est utilisée dans les futaines pour favoriser le rajeunissement des forêts mixtes (p.ex. : sapins, épicéas, hêtres) pour donner lieu au développement d'une diversité écologique liée au rajeunissement.

mise en œuvre des plans de gestion forestière et contribue ainsi à une gestion forestière respectueuse de la nature dans cette région. Ces plans ont été mis en œuvre dans le cadre d'une approche écologique, améliorant la structure du peuplement forestier et la composition des espèces dans les forêts locales, avec des répercussions positives sur la protection de la biodiversité.

Pour la construction on a rigoureusement renoncé à l'utilisation de surfaces agricoles ou proches de l'état naturel. La centrale de cogénération a été construite sur un site industriel existant, l'installation solaire a été installée sur le toit de l'édifice et les conduites du chauffage à distance ont été posées dans la zone de l'infrastructure routière, ce qui a permis d'éviter des conflits d'utilisation des sols et de protection de la nature.

Les anciens chauffages à fioul, charbon et bois, inefficaces et polluants de 189 ménages ont été remplacés par le raccordement au réseau de chauffage urbain et par la construction des nouvelles installations solaires et de biomasse, plus efficaces, plus propres et utilisant des technologies de pointe. Ainsi on a pu économiser chaque année 400.000 l de fioul et les émissions de CO<sub>2</sub> ont pu être réduites de 1.607 t. A côté de la protection du climat et de la meilleure gestion forestière, le plus grand avantage écologique est la nette amélioration de la qualité de l'air, un aspect écologique important dans une vallée étroite.

---

#### DIMENSION SOCIALE

La centrale de cogénération a été bien acceptée dans la commune : les raisons principales sont l'amélioration de la qualité de l'air, l'utilisation durable des ressources d'énergie locale et la possibilité de création de nouveaux emplois. L'implication de la communauté locale dans le processus participatif et les informations détaillées données aux citoyens sur la stratégie énergétique locale et sur le projet de chauffage à distance dès la phase de planification ont également contribué à cette bonne acceptation. Pendant le développement du projet on a organisé plusieurs ateliers, pour parler des questions les plus importantes. Les préoccupations et les commentaires des participants ont été vérifiés et dans la mesure du possible le projet a tenu compte des souhaits des citoyens. Pendant cette même période on a organisé des visites pour connaître des exemples de bonnes pratiques dans d'autres pays. A cause de la bonne expérience, de l'approvisionnement en chaleur à un prix intéressant, et des réactions positives des consommateurs qui étaient déjà reliés au réseau de chauffage à distance, le nombre des ménages reliés au réseau a augmenté lentement mais de manière constante.

---

#### DIMENSION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

La centrale de cogénération se base sur la combinaison de biomasse ligneuse et d'énergie solaire pour la production de chaleur à distance en association avec le grand réservoir d'énergie. La centrale de cogénération comprend deux chaudières pour biomasse de copeaux (chaudière de 2 MW avec un débit de combustible estimé à 4 m<sup>3</sup>/h et une chaudière de 1,2 MW avec un débit de combustible estimé de 2,4 m<sup>3</sup>/h), qui sont produits par un producteur local de Vrasko tout comme une chaudière de réserve pour le fioul (1,5 MW). Les deux chaudières pour biomasse sont conçues pour la combustion de biomasse relativement humide et garantissent une efficience élevée de la biomasse utilisée. Chaque année 9.000 m<sup>3</sup> de copeaux sont traités dans la centrale de cogénération. A côté de la centrale de cogénération existante, on a testé une installation d'essai pour l'énergie solaire. On utilise trois types de collecteurs solaires : systèmes stationnaires, de façade et de guidage programmé (sun-tracking-system). Les collecteurs solaires à haute température occupent une surface de 842,3 m<sup>2</sup> et sont équipés d'un réservoir d'énergie d'une capacité de 93 m<sup>3</sup>. L'installation solaire a été conçue pour une puissance totale de 1 MW, qui a toutefois dû être réduite à 370 kW à cause de la surface limitée de la toiture.

Les copeaux des forêts avoisinantes sont une ressource de revenu supplémentaire importante pour les propriétaires des forêts de la région. La centrale de cogénération contribue à l'essor économique local, améliore la situation environnementale dans la vallée et diminue les frais de chauffage des ménages.

L'exemple de bonnes pratiques avec sa démarche écologique, sociale et technologique a déjà été transféré à d'autres pays de l'espace alpin. L'entreprise Energetika Projekt a réalisé des projets similaires en Slovénie (p.ex. DOLB Kozje) et dans d'autres pays (Royaume Uni, Irlande, Serbie, Croatie, Monténégro et Albanie).

---

## CONCLUSIONS

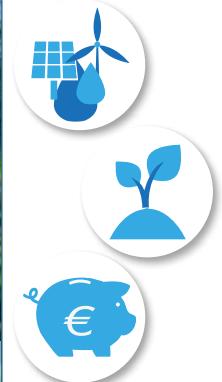
- Grâce à un aménagement attentif du territoire on a pu éviter l'imperméabilisation de terres agricoles de haute qualité et l'impact sur le paysage alpin. Ainsi les conflits d'utilisation des sols ont pu être minimisés et la protection de la nature a été renforcée.
- L'exemple a des effets positifs sur la protection de la nature, car un nouveau marché local de biomasse a été créé, qui contribue à promouvoir les plans de gestion forestière durable et contribue ainsi à une industrie forestière respectueuse de la nature.
- La planification et gestion participative, les explications détaillées sur les avantages et désavantages ont été un facteur déterminant pour la bonne réussite de ce projet et ont permis d'éviter des conflits avec les groupes d'intérêt locaux.
- L'utilisation de sources d'énergies locales a des répercussions socio-économiques positives (p.ex. coûts du chauffage, revenu supplémentaire pour les propriétaires de forêts, création de valeur dans la région) et contribue au développement local.
- Le projet peut être transposé dans d'autres régions alpines et même au-delà, notamment dans des communes qui ont de vastes surfaces boisées à proximité et un centre bien délimité. L'entreprise chargée de la mise en œuvre l'a confirmé lors de la réalisation de projets similaires.

## REFUGE DE LAUFEN

Refuge alpin avec approvisionnement en énergie renouvelable près de Abtenau



Refuge de Laufen (Laufener Hütte)  
Source : Matthias Graspointner



**Exploitant** — Club alpin allemand DAV

**Coordonnées** — DAV-section de Laufen

Responsable technique Gottfried Eder, Rottmayrstraße 16, 83410 Laufen (République fédérale d'Allemagne)

Tel. : 0049 08682956929 ou 0049 086827214

E-Mail : [g\\_eder@t-online.de](mailto:g_eder@t-online.de)

**Localité, Pays** — Salzbourg, Autriche

**Source d'énergien** — Solaire/photovoltaïque, biomasse (huile de colza de la région)

## DESCRIPTION DU PROJET

Le refuge de Laufen est situé à une altitude de 1726 m dans le massif de Tennen dans le Land de Salzbourg. Le refuge a été construit entre 1925 – 26 par le club alpin allemand DAV. Dès 1982 le refuge possédait déjà un système photovoltaïque pour la production de courant utilisé par la communication radio avec Abtenau dans la vallée et depuis 1989 l'éclairage à gaz a été remplacé par l'électricité. Entre 2005 et 2013 les systèmes énergétiques du refuge ont été entièrement modernisés. En 2005 a été construite une PCCE (production combinée de chaleur et d'électricité) utilisant l'huile de colza (puissance électrique kW et puissance thermique 21 kW, rendement env. 87%). En 2013 on a aménagé une installation pour l'eau chaude fonctionnant avec l'énergie solaire (quatre collecteurs thermosolaires avec un volume d'accumulation de 800 l), un système photovoltaïque sur le toit (puissance totale de 4.640 Wp) et une nouvelle installation de batteries. Le refuge est uniquement accessible par des sentiers alpins et il est très apprécié par les groupes de randonneurs et d'alpinistes comme gîte en gestion libre (64 lits).

**Facteurs clé** — Production annuelle d'énergie      Système solaire photovoltaïque 1.325 kWh électricité  
PCCE (production combinée de chaleur et d'électricité) 110 kWh

**Coûts de construction**      Transformation et modernisation de l'installation (batteries, panneaux, vols, heures de travail, matériel) env. 45.000 EUR

## ASPECTS CONCERNANT LA PROTECTION DE LA NATURE

Des refuges qui utilisent peu de ressources ou qui fonctionnent de manière autosuffisante contribuent à diminuer l'impact que l'approvisionnement peut avoir sur la nature et le paysage. En haute montagne les ouvrages de construction avec intervention dans le sol ou dans les forêts protégées sont particulièrement délicats, car ils comportent des pertes de la biodiversité et un péril constant d'érosion. Pour cette raison, il est particulièrement important d'avoir des exemples pour les refuges en gestion libre, qui n'entraînent aucun impact négatif sur la nature ou sur le paysage. En 2001 le refuge a reçu le label écologique des clubs alpins pour sa gestion écocompatible.

L'aménagement des nouveaux systèmes énergétiques a rendu possible l'autosuffisance de l'approvisionnement énergétique. Il n'a pas été nécessaire de réaliser des constructions, susceptibles d'impacter la nature, pour le raccordement à un réseau d'approvisionnement. Avec les collecteurs solaires et les systèmes photovoltaïques, la puissance de la PCCE, qui fonctionne à l'huile de colza, a pu être réduite à un quart. Ainsi on a besoin d'un nombre plus réduit de vols en hélicoptère. La PCCE fournit de l'énergie électrique au refuge pendant les longues périodes d'intempéries. La chaleur n'est pas uniquement utilisée pour le chauffage du refuge, mais également pour le fonctionnement des toilettes sèches à compostage et pour l'installation de stérilisation aux UV de l'eau de pluie pour réaliser le concept complet de refuge durable. On cuisine sur une cuisinière à bois. Une partie du bois vient des alentours pour éviter de longs trajets de transport. Les services forestiers de la Bavière et les services forestiers autrichiens permettent de couper certains arbres, par exemple quand ils sont infestés par des ravageurs, pour approvisionner le refuge. Une autre partie provient des forêts d'exploitation dans la vallée et est transportée par hélicoptère. Les randonneurs amènent du bois coupé qui se trouve sur leur sentier, contribuant ainsi à réduire les vols d'hélicoptère. Il n'y a pas d'autres possibilités de transport.

---

## CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS ET DIMENSION ÉCONOMIQUE

Le refuge dispose de 64 lits et de trois salles de séjour pour une surface utile d'env. 455 m<sup>2</sup>. Grâce à la modernisation de l'approvisionnement énergétique et de l'installation de traitement, il n'y a eu aucun type de conflit. La commune de Abtenau, l'autorité administrative de l'arrondissement Hallein, les services forestiers autrichiens et les usagers du refuge ont été informés par un travail de sensibilisation et par des visites écologiques du refuge. Une caractéristique du refuge de Laufen est que les visiteurs doivent emporter leurs déchets quand ils retournent dans la vallée.

Le refuge est ouvert pendant 150 jours par année et enregistre env. 1.750 – 2.000 nuitées. Il contribue à la promotion du tourisme durable dans la région.

L'intégration de la technologie a été soutenue par le Land Salzbourg, par la subvention écologique «crédit communal de Vienne», par le Ministère bavarois de l'environnement et a bénéficié d'une aide et d'un crédit du club alpin allemand (env. 50 % des frais pour la technologie).

---

## CONCLUSIONS

- L'exploitation d'énergies renouvelables dans le refuge de Laufen sert d'exemple à d'autres refuges alpins. On voit qu'il est possible de limiter l'atteinte que l'approvisionnement énergétique du refuge pourrait provoquer au paysage et à la nature et en même temps renforcer l'image positive du refuge auprès des habitants et des randonneurs.
- Grâce à la rénovation totale de l'approvisionnement en énergie solaire, la puissance de l'unité qui fonctionne à l'huile de colza a pu être réduite à un quart, ce qui a contribué à diminuer le nombre de vols en hélicoptère.
- Un aspect particulièrement intéressant concernant l'autonomie du refuge, est l'utilisation de différentes sources d'énergies renouvelables, qui renforcent les fonctions d'autres technologies écologiques, comme par exemple les toilettes sèches à compostage. Ainsi a été créé un système global écocompatible pour l'approvisionnement du refuge.

## E-WERK PRAD

100% d'énergies renouvelables grâce au mix de sources d'énergies durables



**Expitant** —— E-Werk Prad (EWP)

**Coordonnées** —— Coopérative énergétique de Prad am Stilfserjoch (Prato allo Stelvio)

M. Georg Wunderer

Tel. : 0039 0473616202

E-Mail : [georg.wunderer@e-werk-prad.it](mailto:georg.wunderer@e-werk-prad.it)

**Localité, Pays** —— Prad am Stilfserjoch (Prato allo Stelvio), Obervinschgau (Alta Val Venosta) – Province Bozen (Bolzano), Italie

**Système**

**énergétique** —— Energie solaire, énergie hydraulique, biomasse, biogaz et géothermie

---

### DESCRIPTION DU PROJET

En 1927 a été créée la centrale électrique de Prato allo Stelvio (Prad am Stilfserjoch), une petite commune (3.461 habitants) dans le nord-ouest du Tyrol du Sud. Il s'agit d'une coopérative d'énergie qui fournit du courant à la population locale, qui à l'époque n'était pas connectée au réseau de la haute tension. La coopérative a connu depuis lors un excellent développement, de manière à représenter désormais 90 % de la population (1.200 membres et leurs familles). Actuellement son but est de produire de l'énergie exclusivement à partir de sources d'énergies locales renouvelables. Aujourd'hui les membres de la coopérative sont propriétaire de quatre centrales hydroélectriques de taille moyenne, de deux réseaux de chauffage urbain à distance avec trois chaudières à biomasse, de quatre centrales de cogénération, deux pompes à chaleur et d'une installation de biogaz. Les réseaux de chauffage urbain à distance de la centrale électrique Prad sont subdivisés en des sous-unités plus petites et sont approvisionnés par les chaudières de biomasse ligneuse tout comme par les installations de biogaz. Les pompes à chaleur électriques contribuent également à la production d'énergie thermique pour le réseau de chauffage urbain à distance. Le besoin d'énergie thermique est en outre couvert grâce à 2.200 m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques.

Le village possède également des systèmes photovoltaïques sur les maisons privées qui atteignent une puissance installée de presque 7 MWp. L'électricité produite dépasse le besoin de la commune. L'énergie thermique produite, qui est distribuée par le réseau de chauffage urbain à distance, correspond au besoin du chauffage local. En 2013 Legambiente, une organisation italienne pour la protection de l'environnement, a ajouté Prato allo Stelvio sur sa liste des communes qui utilisent à 100 % des systèmes durables grâce au concept énergétique.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie 17.102 MWh chaleur, 18.980 MWh électricité en 2015

---

## LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

Le projet montre clairement, que l'utilisation des différentes ressources naturelles locales dans l'espace alpin permet de produire de l'énergie de manière durable avec les technologies d'optimisation modernes. Cela a des répercussions positives sur la nature et le paysage. Grâce à l'utilisation de l'installation de biogaz et des pompes à chaleur, il a été possible de réduire la demande de bois pour le fonctionnement de la centrale de cogénération, de manière à limiter son approvisionnement uniquement aux forêts avoisinantes et aux déchets d'une scierie locale. La combinaison de petits systèmes énergétiques permet d'utiliser la biomasse locale tout en respectant la progression naturelle de la forêt et de réduire en même temps l'impact environnemental dû aux transports, grâce à l'utilisation des déchets de scierie. L'approvisionnement de l'installation de biogaz a été organisé de manière similaire : les exploitations agricoles situées dans la commune, fournissent du lisier, ce qui permet d'éviter les longs trajets de transport et le risque de pollution de la nappe phréatique lié à l'épandage sur les champs.

Dans le cas de cette installation de petite taille, les conflits d'utilisation des sols peuvent être évités la plupart du temps, car ce type d'installation peut être construite à l'intérieur de la commune sur des surfaces relativement petites.

Le câblage du réseau de chaleur et d'énergie a eu lieu en 2000 et a été effectué de manière souterraine sans défigurer le paysage. On a profité de cette occasion pour installer en même temps un réseau à large bande. Ces infrastructures permettent également l'introduction des réseaux électriques intelligents (smart grids).

---

## DIMENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE

La centrale électrique de Prato allo Stelvio se distingue pour la participation intensive et de longue durée des citoyens à la coopérative. Chaque année on présente à l'assemblée des sociétaires un rapport détaillé sur la situation énergétique, un bilan économique et le développement de la coopérative. La coopérative fournit régulièrement des informations à travers le bulletin (newsletter) de la commune. Il y a également des entreprises locales qui sont membres de la coopérative et qui sont impliquées directement dans la réalisation des projets. Des plombiers, électriciens et travailleurs des entreprises de construction locales contribuent de manière continue à l'entretien, à l'amélioration et au développement du système.

Les citoyens et les entreprises jouent un rôle actif dans la création d'une commune énergétiquement durable, en soutenant la production d'énergie locale et renouvelable obtenue grâce aux systèmes photovoltaïques installés sur leurs toits. La vente de l'énergie en excès (35 – 40 %) représente une source importante de revenu. La coopérative étant un organisme sans but lucratif, une partie des recettes est destinée à l'amélioration continue du système énergétique et les membres profitent de prix avantageux pour le courant. En 2015 les membres de la centrale électrique Prad ont payé 13,16 cent/kWh, tandis que la moyenne nationale était de 19,92 cent/kWh. Ceci a permis aux citoyens d'économiser plus de 600.000 EUR. Le prix pour l'énergie thermique était de 8,7 Cent/kWh tandis que le prix moyen du fioul était de l'ordre de 10,6 Cent/kWh dans le Tyrol du Sud. Ces résultats ont été possibles en même temps que les investissements destinés à augmenter l'efficience de tout le système énergétique.

---

## CONCLUSIONS

Le projet montre que l'implication directe de la population locale et des entreprises dans la production d'énergie et des mesures administratives permettent d'atteindre des objectifs économiques et écologiques. Dans le cas de Prato allo Stelvio, le système participatif de la coopérative a contribué à la réalisation d'une infrastructure énergétique, que la population approuve et soutient activement. La diminution des coûts de l'énergie pour les membres de la coopérative et la garantie des réinvestissements dans l'amélioration continue de la production, de la gestion et du système de distribution, ont en outre joué un rôle important.

Du point de vue de la protection de la nature et de l'évitement des conflits d'utilisation des sols, les résultats suivants ont été atteints :

- réduction de l'impact des centrales de biomasse sur le patrimoine forestier local et respect de la progression de la forêt grâce à l'utilisation de biomasse locale (bois) ;
- limitation de la fourniture de biomasse provenant en dehors de la région et réduction des transports ;
- construction des installations à l'intérieur des limites des zones urbaines à cause de la taille réduite, ce qui a évité l'utilisation de terrains agricoles ;
- câblages souterrains pour éviter toute atteinte au paysage et investissements tournés vers le futur pour la création d'une infrastructure pour un réseau électrique intelligent.

La transposition du modèle d'une commune entièrement approvisionnée en énergie renouvelable dans d'autres régions alpines est facilitée par deux facteurs : disponibilité de ressources locales naturelles et création d'une coopérative locale, qui se distingue pour la participation et qui gère de manière centrale les initiatives énergétiques de la commune.

## OSTPREUSSENHÜTTE

Refuge alpin avec PCCE, système photovoltaïque et batteries de stockage



La Ostpreusenhütte avec ses panneaux photovoltaïques  
Source : club alpin allemand

**Exploitant** —— Club alpin allemand DAV

**Coordonnées** —— Section Königsberg du club alpin allemand

Dr.-Ing. Cornelius Chucholowski, 1. Président de la section Königsberg/Pr. du DAV,  
Rolf-Pinegger-Straße 14, 80689 Munich (République fédérale d'Allemagne)  
Tel. : 0049 08178906744, mobile : 0049 017611737730  
E-Mail : [cornelius@chucholowski.de](mailto:cornelius@chucholowski.de)

**Localité, Pays** —— Salzbourg, Autriche

**Source d'énergie** —— Photovoltaïque, biomasse (colza, bois)

---

### HISTOIRE DU REFUGE

Le refuge Ostpreußen-Hütte se trouve à une altitude de 1.630 sur le Hochkönig dans les Alpes calcaires salzbourgeoises. Le refuge a été construit en 1928 par le club alpin allemand et appartient à la section Königsberg du DAV. Déjà en 2006 un système photovoltaïque avait été installé sur la construction annexe, qui approvisionne le refuge en électricité, ensemble avec le bloc de batteries plomb-acide. Les groupes électrogènes diesel utilisés jusqu'à cette date ont été remplacés pour une PCCE (production combinée de chaleur et d'électricité) moderne, qui emploie de l'huile végétale et dont la chaleur résiduelle sert à la préparation d'eau chaude et comme chauffage d'appoint pour le refuge. Il était nécessaire d'installer un réservoir d'accumulation d'une capacité de 1.000 l. En 2014 toute l'installation a été modernisée et un nouveau bloc de batteries au lithium – phosphate de fer a été aménagé pour le stockage de l'électricité solaire.

**Facteurs clé** —— **Production annuelle d'énergie** Système solaire photovoltaïque : env. 7,5 MWh électricité  
PCCE : env. 10 MWh électricité

**Coûts de construction** Transformation et modernisation de l'installation en 2014  
env. 145.000 EUR

---

### ASPECTS CONCERNANT LA PROTECTION DE LA NATURE

Dans cet exemple on mise essentiellement sur la combinaison des centrales à énergie renouvelable avec un système efficace de batteries de stockage. Les exigences réglementaires ont pendant des années provoqué une augmentation continue du besoin en énergie : il faut de l'électricité pour transférer par pompage les eaux usées dans les installations d'épuration, pour aérer la cuisine ou pour faire fonctionner le lave-vaisselle à 70°C et pour l'installation à UV pour traiter l'eau douce. Dans le passé l'électricité était produite par des moteurs diesel dans le refuge. La taille des groupes électrogènes dépend des besoins pour le fonctionnement du monte-chARGE, de la pompe à eau, de l'éclairage et des appareils électriques. Déjà en 2006 dans une première phase on a utilisé pour l'approvisionnement en énergie une combinaison de PCCE avec un petit groupe de

batteries plomb-acide pour pouvoir utiliser la chaleur résiduelle et approvisionner des petits appareils électriques même pendant les phases où le moteur était hors service. On est passé à l'utilisation de l'huile végétale, qui est raffinée dans un moulin à huile qui se trouve à une distance de 100 km. Le premier investissement pour l'utilisation des sources d'énergie renouvelables était déjà un progrès pour la protection de l'environnement, car le fonctionnement à l'huile végétale possède un meilleur bilan écologique que le diesel, et grâce au système photovoltaïque et à la batterie de stockage l'utilisation de la PCCE a pu être réduite.

---

## CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS ET DIMENSION SOCIALE

Le projet n'a provoqué aucun conflit d'utilisation des sols, car on s'est simplement limité à moderniser l'infrastructure existante du refuge. Il est ouvert pendant env. 260 jours par année, reçoit 12.000 visiteurs journaliers et enregistre 1.100 nuitées. Le refuge n'est accessible que par un sentier alpin. A l'extérieur du refuge se trouve un panneau d'information sur l'installation. Dans les salles de bain on invite les visiteurs à utiliser l'eau et l'énergie de manière parcimonieuse.

---

## DIMENSION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

- Un aspect particulier du nouveau système sont les batteries lithium-phosphate de fer de dernière génération avec une capacité de stockage de 4 x 9,6 kWh. Les premiers résultats sont très prometteurs. Les batteries plomb-acide utilisées auparavant devaient être éliminées après sept années, car elles ne correspondaient pas aux différentes exigences et aux pics de charge durant le fonctionnement et n'étaient pas adaptées aux températures hivernales.
- Pour les nouvelles batteries Li-Ion on a minimisé le risque d'erreurs opérationnelles grâce à un nouveau système de gestion du stockage assisté par ordinateur. La nouvelle installation fournit de manière ininterrompue du courant et sur le toit du refuge se trouvent des capteurs solaires à 6Wp.
- En 2015 la consommation d'énergie était de 17.500 kWh, dont env. 7.500 kWh provenaient du système solaire photovoltaïque et 10.000 kWh de la PCCE. Le bilan énergétique de l'installation peut être consulté sur internet.
- Les frais de fonctionnement ont diminué considérablement avec la nouvelle installation. Les frais de maintenance sont également plus bas. Toutefois les frais d'investissement étaient beaucoup plus élevés, car les PCCE à base d'huile végétale étaient trois fois plus chères que les groupes électrogènes conventionnels au diesel.
- Le Land Salzbourg, le DAV et l'UE ont voulu promouvoir l'intégration des nouvelles technologies en 2014. La planification et l'installation des systèmes énergétiques ont été accompagnées et soutenues par l'association principale du DAV et par les autorités environnementales. L'installation de base 2006/2007 a également reçu une aide de la part de la Fondation allemande pour l'Environnement (DBU).

---

## CONCLUSIONS

- L'utilisation de batteries de stockage permet d'utiliser plus de courant solaire et réduit ainsi l'emploi d'huiles végétales dans la PCCE, ce qui comporte à son tour une réduction des vols d'hélicoptère pour le transport du combustible.
- Malgré l'augmentation de la consommation d'électricité due aux règlements pour l'hygiène, le développement de solutions énergétiques combinées dans le refuge a permis d'éviter le raccordement au réseau qui aurait comporté un impact considérable sur la nature et aurait été très onéreux.
- A la place des anciennes batteries plomb-acide, on a franchi un pas courageux en achetant des batteries Li-Ion, une technologie qui est encore relativement chère et pour laquelle il y a peu d'expérience. Après ce premier succès, elles pourront être envisagées pour d'autres refuges alpins.
- L'utilisation combinée d'énergies renouvelables avec un système de batteries de stockage pour améliorer l'efficience, peut en principe être transposée à d'autres refuges alpins et à des habitats isolés.

## 4.7 BONNES PRATIQUES DANS LE DOMAINE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES INTELLIGENTS (SMART GRIDS)

### COMPLEXE RÉSIDENTIEL ROSA ZUKUNFT SALZBURG

Le réseau électrique intelligent optimise la production, le stockage et la consommation dans un complexe résidentiel



**Exploitant** —— Salzburg AG pour l'énergie, les transports et les télécommunications ; Salzburg Wohnbau GmbH ; Siemens AG Autriche

**Coordonnées** —— pour HiT construction<sup>18</sup>

Recherche et développement Salzburg Wohnbau GmbH  
Bernhard Kaiser, directeur Immobilienservice Salzburg GmbH & directeur Kommunal Service  
Salzburg GmbH, Leitmeritzstraße 2 – 6, 5033 Salzbourg (Autriche)  
Tel. : 0043 6622066315  
E-Mail : [B.Kaiser@salzburg-wohnbau.at](mailto:B.Kaiser@salzburg-wohnbau.at)

pour HiT recherches d'accompagnement<sup>19</sup>

Salzburg AG pour l'énergie, la circulation et les télécommunications (distribution réseau et projet)  
Bayerhamerstraße 16, 5020 Salzbourg (Autriche)  
Tel. : 0043 6628842112

**Localité, Pays** —— Salzburg, Autriche

**Système**

**énergétique** —— Réseaux électriques intelligents, cogénération

### DESCRIPTION DU PROJET

La région de Salzbourg est une région-modèle pour les réseaux électriques intelligents qui accorde la priorité à l'intégration intelligente des clients, des immeubles et des véhicules électriques, tout comme à la gestion active des réseaux de distribution et aux nouvelles technologies dans ce domaine. Les immeubles sont parmi les plus grands consommateurs de courant électrique (env. 30 % de la demande de courant et également env. 30 % de la demande totale d'énergie (chaleur et courant) et sont un enjeu majeur dans la gestion de la charge énergétique. Le complexe résidentiel «Rosa Zukunft» est optimisé pour les réseaux électriques intelligents et constitue un projet «phare» construit dans le quartier Taxham, à Salzbourg, dans le cadre du projet «HiT-Häuser», en tant que participant interactif pour le réseau intelligent. Le projet est axé sur la gestion de la charge énergétique associée à la production centralisée et renouvelable. Les travaux de planification ont commencé en automne 2010, et en 2013 les immeubles étaient terminés. Les installations de production d'électricité et de chaleur, photovoltaïque et PCCE avec réservoir d'accumulation, ont été associées à des systèmes de consommation programmables (une

<sup>18</sup> partenaire de projet pour HiT construction : Salzburg AG pour l'énergie, les transports et les télécommunications ; Salzburg Wohnbau GmbH ; Siemens AG Autriche

<sup>19</sup> partenaire de projet pour les études d'accompagnement : Salzburg AG pour l'énergie, les transports et les télécommunications ; Salzburg Wohnbau GmbH ; Siemens AG Autriche ; Austrian Institute of Technology (AIT)

pompe à chaleur et des bornes de recharge pour voitures électriques), par le biais d'un système intelligent de gestion énergétique. Ainsi l'énergie renouvelable peut être utilisée de manière optimale en réagissant à l'état du réseau. Les citoyens reçoivent des informations interactives sur l'énergie, pour pouvoir adapter leur consommation de manière ciblée.

Facteurs clé	Production annuelle d'énergie	Pompe à chaleur 50,07 MWh (7%), PCCE 306,35 MWh (43%), chauffage à distance 355,46 MWh (50%) pour la chaleur nécessitée par le complexe résidentiel.
Coûts de construction		HiT planification + construction : 637.372 EUR HiT recherches d'accompagnement : 698.792 EUR

## ASPECTS CONCERNANT LA PROTECTION DE LA NATURE

Les réseaux intelligents n'ont aucun effet direct sur la nature ou sur le paysage. Ils permettent une gestion de la charge énergétique très efficiente. Il n'y a pas seulement des avantages économiques pour les consommateurs (p.ex. la possibilité d'utiliser de manière optimale les différents tarifs de jour et de nuit), on assiste surtout à une augmentation de l'efficience et un approvisionnement constant en courant et en chaleur, car il est possible de lisser et tamponner les goulets d'étranglement et les charges de pointe, p.ex. : en absence d'une source d'énergie renouvelable comme le soleil, en cas d'intempéries. Ceci est très important pour l'utilisation des énergies renouvelables dans les zones rurales et dans les zones de montagnes peu peuplées de l'espace alpin. Les surfaces peuvent être minimisées en adaptant les installations à la demande. On évite des agrandissements inefficaces des réseaux tout en améliorant la stabilité. L'utilisation efficiente des ressources naturelles locales (notamment la biomasse, l'eau) réduisent l'impact sur la nature et le paysage. Grâce à la combinaison optimale de différentes sources d'énergie renouvelables, il est possible de ménager le plus possible les ressources nécessaires à la production énergétique, avec des répercussions positives sur les écosystèmes.

## CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS ET DIMENSION SOCIALE

Le terrain de ce complexe résidentiel a été réaffecté par la Ville de Salzbourg, à condition de construire des logements sociaux dont au moins 50% sont destinés à la location. En outre la Ville a exigé un concept novateur pour l'énergie, la mobilité et des mesures sociales. Rosa Zukunft est un projet commun des plus importants constructeurs-promoteurs salzbourgeois, accompagné par un concept sociologique de l'organisation de bénévolat – Diakoniewerk. Le projet bénéficie du soutien technologique de la part de la région-modèle SMART GRIDS Salzbourg. Le complexe comprend 129 logements en régime locatif ou en copropriété, en grande partie subventionnés et destinés à des personnes qui sont dans des phases de vie différentes. Grâce à une coordination attentive, on veille à ce que les différentes générations puissent interagir et se sentir intégrées dans la communauté.

Le processus de participation lors de la planification comprenait : 1) une procédure d'affectation avec des conditions à respecter, 2) un concours d'architecture avec implication du conseil d'urbanisme de la Ville de Salzbourg, 3) la participation du Diakoniewerk à la conception, la planification et à l'aménagement et 4) la participation de partenaires scientifiques (techniques) dans le domaine de l'énergie et de la mobilité. Il n'y a pas eu de participation de la part des habitants, car au moment de la planification il n'y en avait pas. Mais on a eu recours à des personnes pour tester et contribuer à développer le design des interfaces, et dès l'achat de l'immeuble, les copropriétaires ont participé au développement du concept. Toutes les composantes importantes (centrale énergétique, accumulateur, locaux techniques) ont été réalisées de manière à pouvoir être visitées facilement. Le parcours didactique sur l'énergie informe le visiteur sur l'application des réseaux intelligents dans le complexe résidentiel.

## DIMENSION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

- La combinaison de différentes sources d'énergie, un grand accumulateur de chaleur, un système de consommation et un système de domotique assure la flexibilité de l'installation (optimisation des coûts de fonctionnement, réduction du CO<sub>2</sub> et utilisation optimale du réseau). Des capteurs (surtout pour la température) et différents compteurs d'électricité et de chaleur sont reliés au système domotique et les valeurs sont enregistrées à des intervalles réguliers.

- Pour la communication avec l'opérateur du réseau on transmet par l'interface située dans l'immeuble (*Customer Energy Management System*) les tarifs énergétiques variables en fonction du temps au système domotique. L'interface entre l'immeuble et l'opérateur du réseau est constituée par le *Building Energy Agent* (BES). Il calcule sur la base d'un signal dynamique du prix un plan qu'il transmet au système domotique. Pour les trois unités de chaleur – pompe à chaleur, PCCE et chauffage à distance, on a mis au point un mode de fonctionnement qui réagit efficacement aux pics du réseau électrique.
- A cause des contraintes du projet, un système informatique (serveur, ingénierie et architecture des réseaux informatiques) a été développé pour le système de gestion technique du bâtiment et pour l'acquisition des valeurs mesurées et un concept informatique ad hoc a été élaboré.
- Le projet a bénéficié d'une aide du fonds pour l'énergie et le climat du Ministère fédéral pour l'agriculture et la sylviculture, l'environnement et l'eau et du Ministère des transports, innovation et technologie et il a été réalisé dans le cadre du programme «NOUVELLES ÉNERGIES 2020».

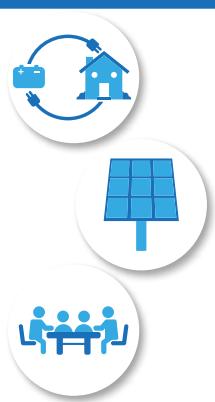
---

## CONCLUSIONS

- L'utilisation des technologies des réseaux électriques intelligents dans le bâtiment permet de lisser les pointes et baisses de charge de manière optimale, contribuant ainsi à la stabilité du réseau tout en augmentant l'alimentation en énergies renouvelables. Le réseau pourra ainsi être utilisé de la manière la plus efficiente.
- Ces technologies contribuent également à l'efficience énergétique, comportant une diminution générale de la consommation. Cela signifie une réduction de l'utilisation des ressources naturelles et une meilleure protection de la nature et du paysage. C'est particulièrement important pour les petites communes de l'espace alpin qui disposent de ressources et de surfaces limitées.
  - La construction d'un complexe résidentiel approprié pour l'installation d'un réseau intelligent, exige de la part des concepteurs le développement de nouveaux concepts de système pour l'approvisionnement énergétique et pour mobilité électrique (*e-mobility*). Il faudra vérifier dans quel mesure ces concepts sont *grid friendly* et s'ils sont réalisables du point de vue technique et économique. Il faut, dès la planification, tenir compte de la complexité élevée d'une telle installation. Un système informatique approprié (serveur, ingénierie et architecture des réseaux informatiques) est nécessaire pour le fonctionnement de la domotique et pour l'acquisition des valeurs mesurées.
- Les valeurs expérimentales concernant le taux d'utilisation et l'acceptation des méthodes de feedback énergétique permettront dans le futur d'offrir aux habitants un feedback énergétique avec optimisation des coûts et des bénéfices.
- Dans le cas des logements sociaux, un tel projet n'est pas réalisable sans subvention, étant donné les loyers prédéterminés. Mais dans le domaine des logements de propriété où les prix sont libres, cela est tout à fait possible.

## SMART OPERATOR SCHWABMÜNCHEN

Réseau intelligent avec batteries de stockage



**Exploitant** —— Lechwerke AG (LEW) et RWE Int. SE

**Coordonnées** —— LEW Lechwerke, Schaezlerstraße 3, 86150 Augsburg (République fédérale d'Allemagne)

E-Mail : [smartoperator@lew.de](mailto:smartoperator@lew.de)

[www.lew.de/smartoperator](http://www.lew.de/smartoperator)

**Localité, Pays** —— Zone résidentielle Wertachau à Schwabmünchen, République fédérale d'Allemagne

**Système énergétique** —— Réseau électrique intelligent -Smart Grid avec système d'accumulateurs, compteurs et appareils électroménagers intelligents, pompes à chaleur dans les ménages, voitures électriques, PV sur les toits des habitations

### DESCRIPTION DU PROJET

Le projet de démonstration «Smart Operator» a été lancé en 2012 par LEW Lechwerken, la Ville de Schwabmünchen, la zone résidentielle Wertachau e.V. et RWE Int. SE à Wertachau près de Schwabmünchen. Le but du projet Smart-Grid est de mettre en adéquation l'énergie produite par le système photovoltaïque sur 23 toitures du complexe résidentiel avec la demande, grâce à un réseau intelligent. Le but est d'utiliser le réseau existant de manière plus efficiente et d'améliorer l'intégration des énergies renouvelables. Le réseau électrique intelligent couvre plus de 110 ménages dans l'habitat rural de Wertachau. Il intègre dans un smart grid des compteurs intelligents, des appareils électroménagers, des pompes à chaleur et des batteries de stockage qui se trouvent dans les logements, tout comme des modules intelligents et un accumulateur central et une borne de recharge pour véhicules électriques. Le «Smart Operator» est un petit ordinateur, qui grâce à un algorithme développé sur mesure, gère le réseau de manière autonome. Grâce à cette technique novatrice on obtient également des informations détaillées sur les flux énergétiques dans le réseau local de la zone résidentielle.

**Facteurs clé** —— Production annuelle d'énergie env. 150 MWh

Coûts de construction du système électrique intelligent

Réalisation de l'infrastructure : 1 millions d'EUR  
projet global chez RWE Int SE : env. 7 millions d'EUR

### LA PROTECTION DE LA NATURE ET LES CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

L'utilisation du réseau souterrain en fibre optique (les gaines vides pour le câblage étaient déjà installées sous les routes) pour le réseau intelligent, a évité d'altérer les zones naturelles à proximité de l'habitat (prairie fluviale de la Wertach avec sa faune et sa flore vulnérable) et le paysage ; jusqu'à présent il n'a pas été nécessaire d'agrandir le réseau local. Puisque l'énergie est produite par les systèmes photovoltaïques sur les toitures de la zone résidentielle, il n'a pas été nécessaire d'utiliser de nouvelles surfaces ou des terrains agricoles ; il n'y a eu aucun impact sur le paysage. Un effet secondaire positif est l'installation d'une borne de recharge et de plusieurs boxes de recharge pour voitures électriques dans le complexe de Wertachau, qui sont

intégrés dans le système «Smart Operator». L'utilisation des voitures électriques, parfois en covoiturage, diminue les émissions de CO<sub>2</sub> et contribue à la protection du climat et de l'environnement.

L'aménagement de réseaux électriques intelligents permet de soulager le réseau d'approvisionnement et améliore l'efficience énergétique. Les différentes installations de production d'énergie peuvent ainsi être dimensionnées conformément à la demande. La consommation de ressources naturelles – y compris les sols – peut se limiter au nécessaire.

---

## DIMENSION SOCIALE

Des ménages possédant déjà des systèmes photovoltaïques ont été intégrés dans le projet de démonstration, ce qui a permis d'augmenter le degré d'acceptation lors de la réalisation. Dès le début, le projet «Smart Operator» a été réalisé en coopération avec l'exploitant LEW Lechwerke, RWE Int SE, la Ville de Schwabmünchen et l'association des habitants de Wertachau. Les habitants de la zone résidentielle ont reçu au préalable des informations détaillées sur le projet et le processus de participation. Le projet «Smart Operator» n'a pu qu'être réalisé après l'accord de la population locale, car sans l'accord explicite des participants il n'aurait pas été possible d'enregistrer les données concernant la consommation des ménages. Le soutien de la part des citoyens et des participants (il s'agit de plus de 100 ménages) tout comme la collaboration de la ville et de l'association locale des habitants ont été décisifs pour le succès de l'initiative, car les conflits ont pu être évités au cours de la réalisation.

---

## DIMENSION TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

Au centre du réseau électrique intelligent fonctionne le «Smart Operator», un logiciel avec un programme de gestion spécialement conçu pour le projet. Le «Smart Operator» est relié par fibre optique aux compteurs intelligents, aux appareils électroménagers intelligents et aux accumulateurs et au système central des accumulateurs et aux 23 installations photovoltaïques à 160 kWp. Le «Smart Operator» fait un pronostic de l'injection de courant produit par l'énergie solaire, de la consommation des ménages, du potentiel de consommation mobile et des possibilités de stockage sur place. Dans une deuxième phase ces facteurs seront harmonisés. Le «Smart Operator» gère tout le réseau local : dans les ménages un «Home Energy Controller» regroupe les appareils intelligents, évalue la consommation électrique du ménage et la gère conformément aux profils de charge, qui à leur tour, doivent être harmonisés avec le «Smart Operator». Le courant en excès est semi-stocké p.ex. pendant la pause de midi et le soir, quand la demande est élevée, ce courant est restitué aux ménages.

L'énergie renouvelable produite localement peut être utilisée, stockée et intégrée dans le réseau de manière optimale grâce à la technique intelligente. Pendant une journée ensoleillée environ un tiers du courant en excès est réinjecté dans le réseau moyen tension régional. En même temps l'approvisionnement en énergie de la zone résidentielle diminue dans le niveau superposé du réseau.

---

## CONCLUSIONS

- Ce projet est particulièrement approprié comme exemple de bonnes pratiques pour les réseaux intelligents et les systèmes de stockage, car il utilise une nouvelle technologie, le «Smart Operator», qui mesure et gère la demande et l'approvisionnement énergétique des ménages et permet ainsi d'utiliser davantage l'énergie renouvelable produite localement. Les réseaux existants ne subissent plus de fortes oscillations provoquées par les énergies renouvelables et la stabilité du réseau est renforcée.
- L'utilisation d'infrastructures locales pour le développement de réseaux intelligents est exemplaire à Schwabmünchen. L'utilisation du réseau souterrain en fibre optique et des systèmes photovoltaïques sur les toits des habitations ménagent la nature et le paysage, car aucune surface n'a été utilisée et imperméabilisée et il n'y a eu aucun impact sur le paysage.
- A la base du succès du réseau électrique intelligent et du «Smart Operator» était la grande disponibilité de la part de la population locale, car le besoin énergétique précis doit être mesuré par des compteurs intelligents dans les ménages. Une condition essentielle pour la transposition et la réalisation est l'étroite collaboration entre les fournisseurs d'énergie, la commune et les citoyens, afin de travailler tous ensemble dès le début à la réalisation durable du réseau intelligent.

- Les résultats du projet peuvent être utilisés à deux niveaux. Au niveau des réseaux locaux il est possible d'effectuer une meilleure analyse du réseau et de la commande centrale des différents modules du réseau. En outre, lors de l'amélioration des systèmes existants en vue de l'optimisation de la consommation des ménages on peut se baser sur les résultats du projet.
- Le projet peut être transposé à d'autres habitats de l'espace alpin, notamment en milieu rural, qui désirent améliorer leur consommation et éviter l'agrandissement de leur réseau, en lissant les pics de production et en évitant en même temps d'altérer le paysage dans ces régions sensibles.

## 5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS D'ACTION

Le présent recueil d'exemples de bonnes pratiques montre que le développement des énergies renouvelables dans l'espace alpin est compatible avec les intérêts de la protection de la nature, et qu'il permet d'éviter les conflits d'utilisation des sols indépendamment de la source d'énergie et de la technologie concernées. L'utilisation durable des sources d'énergie renouvelables disponibles dans l'espace alpin offre en outre un potentiel considérable pour le développement économique et social de cette région, et elle contribue de manière essentielle à la lutte contre le changement climatique.

Le présent rapport montre par ailleurs que le développement des énergies renouvelables dans l'espace alpin peut prendre des formes très diverses. La mise en œuvre des projets ne dépend pas seulement des caractéristiques naturelles du territoire, mais aussi et surtout du contexte national et régional (par exemple site, source d'énergie, subventions/financements destinés à la réalisation du projet, acteurs impliqués, opinion publique, etc.). Il est dès lors impossible d'établir des comparaisons directes entre les différents projets.

Néanmoins, ces projets révèlent des aspects et des questionnements récurrents, qui permettent de tirer des **conclusions générales** au sujet du succès de la mise en œuvre des projets d'énergies renouvelables dans les Alpes. Ces aspects se réfèrent à la planification et à l'exécution des projets énergétiques, à la participation, à la protection de la nature, à la manière d'éviter les conflits d'utilisation des sols, à la rentabilité et aux aspects technologiques.

### PLANIFICATION ET EXÉCUTION

- **Recherche du site :** si l'on prend en compte les intérêts de la protection de la nature et les modalités d'occupation des sols dès la phase de recherche des sites – à savoir en amont de la planification concrète –, les conflits ultérieurs sont plus rares et ils sont plus faciles à résoudre. Il est avantageux de prendre en considération plusieurs sites pour le projet et de réaliser une étude comparative préalable pour éviter les conflits.
- **Inclusion dans les plans énergétiques et climatiques locaux/régionaux :** lorsque les projets s'inscrivent dans les plans d'action locaux ou régionaux portant sur les sources d'énergie renouvelables ou sur la lutte contre le changement climatique ou que des concepts énergétiques globaux sont mis en œuvre au sein d'une commune (comme dans le cas des villages bioénergétiques), cela facilite souvent la réalisation du projet. En effet, ces plans et concepts peuvent comporter en amont des normes réglementant la protection de la nature et la proportion d'énergies renouvelables ; de plus, les conflits éventuels peuvent être évités grâce à une communication globale. Dans ces cas, le projet énergétique doit être mis en place sur la base des compromis et solutions identifiés.
- **Initiateur/coordinateur :** souvent, les projets qui ont obtenu de bons résultats ont été initiés ou impulsés par un acteur (exploitant du projet, agence de l'énergie, commune, producteur d'énergie, spécialiste de la protection de la nature, de l'exploitation forestière durable etc.) qui s'est chargé de la coordination générale sur le plan technique, social, économique et écologique. En matière de protection de la nature en particulier, on constate que les projets réussis sont ceux qui ont été impulsés par un initiateur disposant de connaissances générales et d'expérience, atouts qui ont été employés dans le cadre de la planification et de la mise en œuvre du projet et qui ont été transmis à tous les acteurs participants, ce qui a permis de prendre en compte au stade initial les intérêts de la protection de la nature.
- **Exploitants locaux/régionaux :** lorsque les projets axés sur les énergies renouvelables sont initiés et mis en œuvre par des acteurs locaux et régionaux, on constate qu'ils sont souvent mieux acceptés par la population locale : les acteurs étant connus au niveau local/régional, ils suscitent davantage la confiance que des investisseurs anonymes.
- **Implication des utilisateurs des sols et de la population locale :** l'implication de la population locale et des utilisateurs des sols dès la phase de recherche des idées est un important facteur de succès utile pour éviter les conflits. Ceci permet de gagner du temps dans la prise en compte des divers intérêts individuels (par exemple les intérêts des agriculteurs, des propriétaires ou preneurs à bail forestiers, des opérateurs touristiques, des producteurs et consommateurs d'énergie), ainsi ceux des citoyens.

- **Inclusion des ONG et des institutions locales :** dans le cadre du processus de participation, l'implication en amont des ONG et des autres groupes d'intérêts joue un rôle important. Ces acteurs sont essentiellement des associations de protection de la nature et des organisations d'utilisateurs, mais aussi des initiatives citoyennes et des regroupements intercommunaux, qui exercent une forte influence sur l'opinion publique. Cet aspect peut être décisif pour la perception et la résolution des conflits. L'implication précoce des institutions pertinentes pour le projet (communes, districts, etc.) facilite et accélère parfois les procédures de planification et d'autorisation nécessaires.

## INTÉRÊTS DE LA PROTECTION DE LA NATURE ET CONFLITS D'UTILISATION DES SOLS

- **Prise en compte spécifique des aspects liés à la protection de la nature, y compris hors des espaces protégés :** les dispositions juridiques s'appliquant aux espaces protégés contiennent généralement des indications claires concernant les interventions autorisées ou interdites sur la nature et le paysage. Toutefois, des conflits peuvent surgir également dans les zones dénuées d'un statut de protection. Ceci concerne en particulier le paysage, les espèces animales qui migrent et la présence d'espèces protégées jusqu'alors inconnues. De plus, la réalisation de constructions pour la production d'énergies renouvelables peut entraîner une fragmentation du paysage qui est susceptible d'affecter les espaces protégés voisins. Ces aspects doivent être clarifiés dès la phase initiale du projet. À cette fin, les administrations des espaces protégés ou les autorités compétentes dans le domaine de la protection de la nature doivent être impliquées en amont.
- **Priorité aux surfaces déjà utilisées :** les exemples montrent que les projets réalisés sur des terrains déjà utilisés ou imperméabilisés consomment moins de nouvelles surfaces et bénéficient d'une manière générale d'une meilleure acceptation par la population et les acteurs concernés. De plus, les conflits liés à la protection de la nature peuvent être évités car les espaces naturels occupent moins d'espace.
- **Financement et mesures de compensation à travers la taxation/des fonds écologiques :** lorsque les interventions sur la nature sont inévitables et que des mesures de compensation écologique s'imposent, elles peuvent être financées par une taxe additionnelle sur l'électricité produite et consommée sur place, ainsi que par la mise en place d'un fonds écologique. Cela incite parfois l'exploitant à adopter des mesures de compensation plus coûteuses, qui vont même au-delà des dispositions prévues par la loi. L'avantage ici est que l'installation est exploitée par la commune.
- **Coopération intercommunale :** souvent, les conflits d'utilisation des sols peuvent être évités grâce à la planification et à la coopération intercommunales. Ceci concerne en particulier l'analyse du potentiel des énergies renouvelables, le choix du site avec prise en compte de la protection de nature et l'implication des groupes d'intérêts et de la population par-delà des frontières communales. Outre éviter les conflits, la coopération communale est décisive sur le plan de l'analyse coûts-bénéfices : ainsi, une installation peut être rentable pour une association de communes, même si elle dépasse les besoins ou les capacités financières de chaque commune prise individuellement.

## ASPECTS ÉCONOMIQUES

- **Filière régionale participation financière :** les projets dont on peut supposer qu'ils généreront des retombées positives sur l'économie régionale, par exemple grâce à la création de nouvelles filières et d'emplois ou à l'installation de nouvelles entreprises, sont mieux acceptés par les citoyens et les autres parties prenantes. Ils sont alors mis en œuvre sans frictions. De plus, la participation de la population au succès économique du projet, par exemple dans le cadre des projets énergétiques citoyens, peut favoriser cette acceptation. D'une part, il en résulte des incitations financières, et, d'autre part, les citoyens peuvent « garder la main » sur la réalisation du projet et participer activement à sa définition au-delà de leur cadre de vie.
- **Aides :** les projets d'énergies renouvelables ne sont souvent pas réalisables si l'on n'encourage pas les investissements et la répartition des coûts à travers l'énergie produite. Certaines sources d'énergie renouvelables comme la biomasse, l'énergie éolienne et l'énergie solaire peuvent concurrencer les technologies conventionnelles sur certains sites. Toutefois, pour qu'un projet réussisse, il est très important que les concepteurs et exploitants connaissent les opportunités de financement existant au niveau régional, national et européen, et qu'ils les utilisent.

## CONCLUSION SUR LES DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES D'ÉNERGIES RENOUVELABLES :

- Les installations de biomasse ont un impact particulièrement positif sur la protection de la nature lorsqu'elles utilisent des ressources disponibles localement, comme les déchets agricoles (par ex. le lisier), les matériaux provenant de l'entretien du paysage ou le bois issu de l'exploitation forestière durable. Ceci permet d'éviter les transports sur longue distance, avec les émissions de CO<sub>2</sub>, la pollution atmosphérique et les nuisances sonores qu'ils occasionnent. Les exemples sélectionnés montrent que la gestion durable des forêts est souvent réalisée pour répondre à la demande des installations de biomasse. L'augmentation de la demande de bois peut accélérer la nécessité d'aménager les forêts (forêts des feuillus mixtes adaptées aux sites). Ceci permet d'accroître la diversité biologique et contribue à diminuer la vulnérabilité des forêts face aux tempêtes, à la sécheresse et aux ravageurs (scolytes), ce qui les rend globalement plus résistantes aux effets du changement climatique.
- L'un des problèmes spécifiques posés par le changement climatique est le recul de l'élevage et la nécessité de préserver les milieux ouverts, qui possèdent une biodiversité spécifique et sont typiques de l'espace alpin. La construction et l'exploitation d'installations photovoltaïques au sol peut aggraver ce problème. C'est pourquoi les infrastructures existantes, comme les murs antibruit le long des autoroutes ou des voies de chemin de fer, les surfaces abandonnées telles que les friches militaires ou les anciennes mines, peuvent s'avérer tout à fait appropriées pour accueillir des installations photovoltaïques au sol. Ceci permet d'éviter les conflits d'utilisation des sols et de maintenir le paysage « traditionnel ». De plus, en combinant la production d'énergie à la lutte contre les nuisances sonores, on obtient un double effet sur l'environnement. Les installations photovoltaïques sur les bâtiments ont montré l'utilité d'une planification architecturale adaptée au paysage, avec la participation des différents groupes d'intérêt, en particulier à proximité des espaces protégés. Cette démarche est particulièrement importante dans les régions touristiques, qui sont tributaires du profil « traditionnel » du paysage et des lieux.
- Les exemples de bonnes pratiques dans le domaine de l'énergie hydraulique montrent que l'utilisation de nouvelles technologies compatibles avec l'environnement (par exemple les turbines laissant mieux passer les poissons et les passes à poissons) est absolument indispensable. La modernisation des installations existantes doit être sensiblement privilégiée face à la construction de nouvelles installations. Dans les régions alpines en particulier, l'adaptation des installations au paysage architectural joue un rôle important pour éviter les conflits et favoriser leur acceptation par les acteurs concernés. Une particularité propre aux Alpes – la production d'énergie à partir d'eau potable – offre la possibilité d'atteindre simultanément deux objectifs, à savoir l'approvisionnement en eau et en énergie, dans le cadre d'une approche compatible avec la nature.
- Les recherches ont montré que l'impact sur la nature (oiseaux, oiseaux migrateurs, chauves-souris) de certaines sources d'énergie, notamment l'énergie éolienne, n'a pas été suffisamment analysé au niveau alpin. Selon BirdLife<sup>20</sup> les installations éoliennes ont des effets négatifs notoires : elles dérangent les oiseaux et altèrent leur comportement, provoquent des collisions, produisent un effet de barrière et entraînent la perte des lieux de nidification et des habitats. On peut s'efforcer de contrecarrer ces effets par un aménagement du territoire intelligent, une sélection attentive des sites sur la base de la cartographie établie par les associations de protection de la nature et en tenant compte des études sur l'avifaune réalisées en amont de la construction des parcs éoliens. Le monitoring régulier des espèces animales concernées, avant et pendant la phase de construction, mais aussi durant l'exploitation des installations éoliennes, peut apporter une précieuse contribution à l'évaluation de leur compatibilité.<sup>21</sup>
- Les recherches sur les réseaux intelligents et les systèmes de stockage efficaces dans l'espace alpin ont montré que la mise en œuvre de ces technologies est encore au stade initial. Les projets de réseaux intelligents illustrés dans le présent rapport et déjà mis en œuvre apportent une contribution essentielle à l'amélioration de l'efficacité énergétique, par exemple en intégrant mieux les énergies renouvelables dans les réseaux et en utilisant des systèmes de stockage. A l'avenir, les réseaux intelligents pourront jouer un rôle important, surtout dans les régions faiblement peuplées de l'espace alpin. En favorisant une production, une distribution et un stockage axés sur les besoins, les réseaux intelligents peuvent contribuer à lisser les pics de production et de consommation, ce qui permet de ramener à un niveau raisonnable les atteintes à la nature et au paysage causées par le raccordement au réseau ou par son développement.

20 BirdLife Europe : Meeting Europe's Renewable Energy Targets in Harmony with Nature, 2011.

21 Science for Environment Policy : Wind & Solar Energy and Nature Conservation, 2015.

## BIBLIOGRAPHIE

Alpine Convention (publisher): Sustainable Rural Development and Innovation – Report on the State of the Alps, Alpine Signals – Special Edition 3, Permanent Secretariat of the Alpine Convention, 2011

Bundesamt für Naturschutz: Grünland-Report: Alles im grünen Bereich? 2014

Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Raumentwicklung ARE: Background Report of the Alpine Convention Energy Platform, 2015

Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Raumentwicklung ARE: Tätigkeitsbericht der Energieplattform für die Jahre 2013-2014, 2014

Hastik R., Walzer, C., Haida, C., Garegnani, G., Pezzutto, S., Abegg, B., Geitner, C.: Using the «Footprint» Approach to Examine the Potentials and Impacts of Renewable Energy Sources in the Alps, Mountain Research and Development, 36 (2), 2016

Peters Umweltplanung Forschung und Beratung, Bosch & Partner GmbH, im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Naturschutzstandards Erneuerbarer Energien, Schlussbericht, 2011

recharge.green project (publisher): Balest, J., Curetti, G., Garegnani, G., Grilli, G., Gros, J., Pezzutto, S., Vettorato, D., Zambelli, P., Paletto, A., De Meo, I., Geitner, C., Hastik, R., Leduc, S., Bertin, S., Miotello, F., Zangrando, E., Pettenella, D., Portaccio, A., Petrinjak, A., Pisek, R., Poljanec, A., Kuenzer, N., Badura, M., Walzer, C.: Renewable Energy and Ecosystem Services in the Alps: Status quo and trade-off between renewable energy expansion and ecosystem services valorization, EURAC Research, ISBN: 979-12-200-0537-1, 2015

recharge.green project (publisher): Ciolli, M., Garegnani, G., Hastik, R., Kraxner, F., Kuenzer, N., Miotello, F., Paletto, A., Svdalenak-Gomez, K., Ullrich-Schneider, A., Walzer, C.: Energie & Natur in den Alpen, Ein Balanceakt, ISBN: 978-3-906521-70-1, 2015

Science for Environment Policy: Wind & Solar Energy and nature conservation, Future Brief 9 produced for the European Commission DG Environment, Bristol: Science Communication Unit, <http://ec.europa.eu/science-environment-policy>, 2015

Scrase I., Gove B. (publisher): BirdLife Europe: Meeting Europe's Renewable Energy Targets in Harmony with Nature, The RSPB, 2011

Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention: XIII. Alpenkonferenz, Beschlussprotokoll, Turin, 21. November 2014

Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention: Alpenkonvention Nachschlagewerk – Alpensignale 1,2. Auflage, 2010

**Nous tenons à remercier chaleureusement toutes les personnes qui ont répondu au questionnaire et qui grâce à leur engagement et aux nombreuses informations ont donné une contribution significative au présent rapport.**







