



Universität St.Gallen

WORK PACKAGE 4F – RAPPORT

Modèles commerciaux pour l'approvisionnement énergétique des remontées mécaniques

INNOSUISSE FLAGSHIP – RESILIENT TOURISM (RESto)

Subproject 2: Designing digitally supported services,
business processes and business models

Dr Simon Kuster, Prof. Dr Christian Laesser
Saint-Gall, octobre 2025



Financement

Ce rapport a été financé par le projet « Resilient Tourism », soutenu par Innosuisse, l'agence suisse pour l'innovation qui promeut les innovations scientifiques dans l'intérêt de l'économie et de la société en Suisse.

<https://www.resilienttourism.ch/fr/flagship-resilient-tourism>

Auteurs

Dr Simon Kuster, chef de projet au Centre de recherche sur le tourisme et les transports de l'Institut de gestion systémique et de gouvernance publique de l'Université de Saint-Gall.

Prof. Dr Christian Laesser, professeur de tourisme et de gestion des services à l'Université de Saint-Gall et directeur de l'Institut pour la gestion systémique et la gouvernance publique.

Contact : imp@unisg.ch, IMP-HSG, Dufourstrasse 40A, CH-9000 Saint-Gall

Citation

Kuster, S., & Laesser, C. (2025). *Modèles commerciaux pour l'approvisionnement énergétique des remontées mécaniques*. Rapport. Saint-Gall : Institut für Systemisches Management und Public Governance (IMP-HSG).

Copyright

Aucune partie de ce rapport ne peut être reproduite ou utilisée sans l'autorisation de l'éditeur.
La version originale en allemand est disponible auprès des auteurs.

© 2025 IMP-HSG, Université de Saint-Gall, Suisse

Remarques préliminaires

Ce rapport fait partie du projet « Resilient Tourism » (ResTo) d'Innosuisse. Ce projet vise à rendre le secteur du tourisme plus résilient et plus durable en temps de crise. Pour ce faire, il développe des infrastructures de données, des modèles commerciaux et des outils pour une transformation numérique durable, tout en favorisant la fertilisation croisée entre théorie et pratique. Le présent rapport fait partie du *quatrième module de travail* du *deuxième sous-projet*, dirigé par l'Université de Saint-Gall (HSG).

Ce texte est basé sur une traduction automatique vérifiée manuellement du document original en allemand.

Table des matières

Liste des tableaux	VI
Liste des illustrations	VII
Liste des abréviations	VIII
Glossaire	X
1 Introduction	11
2 Situation initiale	12
2.1 Approvisionnement électrique en Suisse	12
2.2 Alimentation électrique des remontées mécaniques	15
3 Méthodologie	17
3.1 Modèle d'étude de cas	17
3.2 Approche	17
4 Concepts	18
4.1 Modèles commerciaux en général	18
4.2 Configurations dans le secteur de l'énergie	21
5 Études de cas	28
5.1 Klosters-Madrisa Bergbahnen	29
5.2 Monte Tamaro	29
5.3 Davos Klosters Bergbahnen	30
5.4 Stoosbahnen	31
5.5 Gondelbahn Gamplüt	32
5.6 Pizolbahnen	32
5.7 Arosa Bergbahnen	33
5.8 Zermatt Bergbahnen	34
5.9 Sportbahnen Melchsee-Frutt	35
5.10 Remontées Mécaniques de Grimentz-Zinal	35

6	Résultats	36
6.1	Énergie solaire	37
6.2	Énergie hydraulique	39
6.3	Énergie éolienne	40
7	Conclusion	42
	Annexe	43
	Annexe I : Liste longue	44
	Annexe II : Guide d'entretien	46
	Annexe III : Solarexpress	47
	Bibliographie	48
	Liens Internet	50

Liste des tableaux

Tableau 1 : Niveaux du réseau électrique suisse	12
Tableau 2 : Alimentation électrique des remontées mécaniques par des énergies renouvelables..	15
Tableau 3 : Dimensions des (méta-)modèles commerciaux.....	18
Tableau 4 : Modèles commerciaux basée sur la configuration de la création de valeur	19
Tableau 5 : Modèles commerciaux basée sur la configuration de la captation de valeur	19
Tableau 6 : Modèles commerciaux dans le secteur de l'énergie selon la création de valeur	21
Tableau 7 : Modèles commerciaux dans le secteur de l'énergie selon la captation de valeur	22
Tableau 8 : Liste restreinte des études de cas.....	28
Tableau 9 : Principaux enseignements tirés de l'analyse des études de cas	36
Tableau 10 : Liste longue des cas d'étude potentiels.....	44
Tableau 11 : Conditions générales de l'entretien.....	46
Tableau 12 : Axe technologique de l'entretien	46
Tableau 13 : Fil conducteur pour un entretien semi-structuré	46

Liste des illustrations

Illustration 1 : Composition type des coûts de l'électricité en Suisse	13
Illustration 2 : Évolution du prix de l'électricité en Suisse	13
Illustration 3 : Importations nettes d'électricité en Suisse en 2024	14
Illustration 4 : Projets connus dans le domaine de l'électricité solaire, hydraulique et éolienne...	16
Illustration 5 : Installations existantes des remontées mécaniques suisses.....	16
Illustration 6 : Business Model Canvas	20
Illustration 7 : Exemple de chaîne de valeur pour l'électricité	23
Illustration 8 : Formes de coopération dans les réseaux (énergétiques).....	24
Illustration 9 : Business Model Canvas pour développeurs de projets énergétiques.....	24
Illustration 10 : Business Model Canvas pour les financeurs d'un projet énergétique	25
Illustration 11 : Business Model Canvas pour les producteurs d'énergie renouvelable	25
Illustration 12 : Business Model Canvas pour les contractants (location de surfaces)	26
Illustration 13 : Réseau de création de valeur dans l'écosystème du secteur de l'énergie	27

Liste des abréviations

AES	Association faîtière du secteur électrique suisse
AG	Aktiengesellschaft (allemand) pour SA
al.	alii/aliae (autres)
Art.	Article
BKW	Forces motrices bernoises (Bernische Kraftwerke)
B2B	Business to business
B2C	Business to consumer
CA	Communauté d'autoconsommation (cf. également Glossaire)
cf.	voir (confer)
CO ₂	Dioxyde de carbone
EKZ	Forces motrices du canton de Zurich (Elektrizitätswerke des Kantons Zürich)
etc.	et cetera (et ainsi de suite)
GR	Grisons
HSG	Université de Saint-Gall
IMP	Institut pour la gestion systémique et la gouvernance publique
km	Kilomètre
kJ	Kilojoules
LEne	Loi fédérale sur l'énergie
LPN	Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage
m	Mètre ; ainsi que m ² pour mètres carrés et m ³ pour mètres cubes
n/a	non spécifié
N°	Numéro
NOK	Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse (aujourd'hui Axpo SA)

OFEN	Office fédéral de l'énergie
OFS	Office fédéral de la statistique
p.	page
p. ex.	par exemple
PV	Photovoltaïque
RCP	Regroupement pour la consommation propre (cf. également Glossaire)
ResTo	Resilient Tourism (Innosuisse Flagship)
RMS	Remontées Mécaniques Suisses, association suisse des remontées mécaniques
RPC	Rétribution à prix coûtant du courant injecté (cf. également Glossaire)
RU	Rétributions uniques (cf. également Glossaire)
s.	suivant (page)
SA	Société Anonyme (français) et Società Anonima (italien)
SE	Société électrique (cf. également Glossaire)
SP	Sous-projet
ss.	suivantes (pages)
UR	Uri
VS	Valais
W	Watt, ainsi que kW, MW, GW pour kilo-, méga-, gigawatt (cf. également Glossaire)
Wh	Wattheure (cf. également Glossaire)
WP	Work Package
ZHAW	Haute école des sciences appliquées de Zurich

Glossaire

Business case	Cas commercial ; idée commerciale justifiable après une analyse systématique sous des aspects (principalement) économiques ; les avantages escomptés dépassent les coûts et les risques.
Business model	Modèle commercial visant à créer et à exploiter de la valeur (économique), conceptualisable comme une combinaison de proposition, création et captation de valeur.
CapEx et OpEx	Capital Expenditure (dépenses en capital, investissements ; souvent des dépenses ponctuelles importantes à long terme) et Operational Expenses (dépenses opérationnelles ; coûts courants ou récurrents).
CA	Communauté d'autoconsommation ; modèle simplifié d'un regroupement dans le cadre de la consommation propre (RCP), dans lequel une SE se charge de l'administration de la communauté (du comptage à l'encaissement).
Puissance et énergie	Puissance : énergie convertie par unité de temps [watt] ; Énergie : puissance sur une période donnée [wattheure] (1 Wh = 3,6 kJ) ; 1 000 000 kWh = 1 000 MWh = 1 GWh ($\approx$ 200 ménages/an)
Potentiel et tension	Le volt est l'unité de mesure du potentiel électrique et de la tension : 1 V = différence de potentiel pour un courant de 1 ampère et une puissance de 1 watt ; 1 000 V = 1 kV (en dessous : basse tension)
RCP	Regroupement dans le cadre de la consommation propre, pour l'utilisation collective d'une installation photovoltaïque locale (avant injection dans le réseau public) ; le RCP fait office d'interlocuteur ou de client important dans les rapports avec la SE.
RPC	Rétribution à prix coûtant du courant injecté ; instrument de promotion de la Confédération (attribué entre 2009 et 2022) pour le subventionnement à long terme des énergies renouvelables provenant de diverses sources (par kWh).
RU	Rétributions uniques (contributions aux investissements) visant à promouvoir le développement des énergies renouvelables ; programme succédant à la RPC ; géré pour le compte de la Confédération par Pronovo SA.
SE	Société électrique ; généralement responsable de l'approvisionnement en électricité (et de son achat) au niveau local ; également appelé EAE (entreprise d'approvisionnement en électricité).
Solarexpress	Programme national de promotion pour le développement rapide des installations photovoltaïques alpines (décidé à l'automne 2022 en raison de la crise énergétique ; voir Annexe pour les détails).

1 Introduction

En raison de la transition énergétique et des risques de pénurie pendant les mois d'hiver, la question d'un approvisionnement énergétique sûr et respectueux de l'environnement a récemment fait l'objet d'une attention accrue. Les perturbations sur les marchés de l'énergie ont des répercussions directes sur la rentabilité et la viabilité des entreprises à forte consommation d'énergie, dont font partie les remontées mécaniques. La mise à disposition d'infrastructures pour les sports d'hiver est notamment devenue plus coûteuse en cette période de changement climatique et d'exigences accrues en matière de confort. Malgré des véhicules et des installations plus efficaces, il faut s'attendre à ce que les besoins en énergie ne diminuent guère en raison de l'enneigement artificiel et de l'extension des installations.

Dans le même temps, les évolutions dans les domaines de la protection du climat, des énergies renouvelables et de la sécurité d'approvisionnement ouvrent également des perspectives. Ainsi, la demande en sources d'énergie à faibles émissions, disponibles localement et tout au long de l'année, est aujourd'hui en hausse. Face à la menace de pénuries d'électricité en hiver, l'Assemblée fédérale a adopté le projet dit « Solarexpress » en automne 2022. Cette modification législative vise à promouvoir et à accélérer la construction d'installations photovoltaïques alpines. Outre l'énergie solaire, l'énergie éolienne et en particulier le développement de l'énergie hydraulique font également l'objet de discussions et de projets. D'un point de vue topographique, ce n'est pas un hasard si les régions disposant d'une infrastructure de remontées mécaniques existante sont particulièrement adaptées à de tels projets.

Pour les sociétés de remontées mécaniques, la question se pose donc de savoir quel rôle elles pourraient jouer dans de tels projets de production d'énergies renouvelables. À cette fin, le présent rapport rassemble des informations de base pertinentes sur le secteur énergétique suisse et sur différentes configurations de modèles commerciaux. Dans ce contexte, il présente des exemples concrets d'entreprises suisses de remontées mécaniques ayant pris des initiatives dans le domaine de l'énergie. L'objectif est d'identifier les moteurs et les obstacles de tels projets impliquant des remontées mécaniques, mais aussi d'en tirer des enseignements pour les modèles commerciaux et la gouvernance. L'accent est mis ici sur les sources d'énergie renouvelables que sont l'énergie solaire, l'énergie éolienne et l'énergie hydraulique.

Après cette brève *introduction* (1), le présent rapport présente la *situation initiale* sur le terrain (2), la *méthodologie* (3) et les *concepts* scientifiques fondamentaux (4). Il présente ensuite les *études de cas* sélectionnées (5), discute les *résultats* (6) de l'analyse et formule des recommandations dans la *conclusion* (7).

2 Situation initiale

Le présent chapitre commence par introduire les bases nécessaires. Il comprend notamment un aperçu de la structure de l'approvisionnement en électricité en Suisse en général (2.1) ainsi qu'un aperçu de l'approvisionnement en électricité des remontées mécaniques suisses (2.2).

2.1 Approvisionnement électrique en Suisse

Pour garantir un approvisionnement en électricité sûr, il est nécessaire de disposer d'un réseau développé reliant les producteurs, les consommateurs et les éventuels systèmes de stockage d'énergie. Le réseau électrique suisse est divisé en **sept niveaux**, les niveaux 2, 4 et 6 servant à la transformation lorsque l'électricité est transformée du niveau 1 au niveau 3, du niveau 3 au niveau 5 ou du niveau 5 au niveau 7 (cf. Tableau 1).

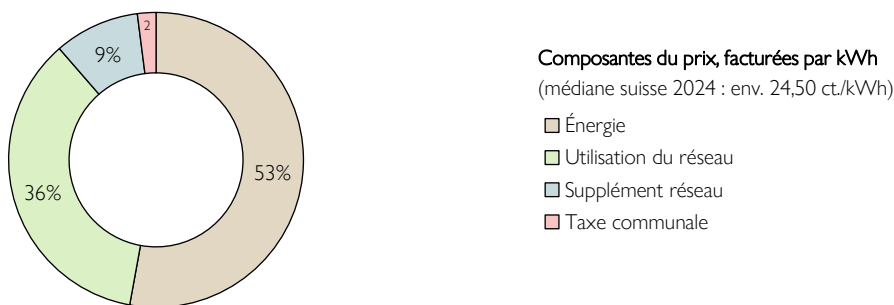
Le réseau à très haute tension sert principalement au transport et n'est directement raccordé qu'aux plus grandes centrales nucléaires et hydroélectriques. Les gros consommateurs tels que les parcs industriels ou les centres de données, ainsi que les grands producteurs tels que les centrales hydroélectriques, les parcs éoliens et solaires, sont raccordés au réseau à haute tension. Les consommateurs de taille moyenne, tels que les stations de recharge rapide pour voitures électriques et les petites centrales hydroélectriques, solaires et éoliennes, sont généralement raccordés au réseau à moyenne tension. Les petits consommateurs, tels que les ménages privés et les petites installations décentralisées de production d'électricité, font partie du réseau à basse tension, qui est généralement exploité par les sociétés électriques locales. (Swissgrid, 2025)

Tableau 1 : Niveaux du réseau électrique suisse (sans le réseau ferroviaire) (OFEN, 2024 ; Swissgrid, 2025 ; AES, 2025)

Niveau du réseau	Très haute tension (1)	Haute tension (3)	Moyenne tension (5)	Basse tension (7)
				
Description	Réseaux de transport ; principalement via des lignes aériennes	Réseaux de distribution suprarégionaux ; souvent via des lignes aériennes	Réseaux de distribution régionaux ; souvent via des câbles	Réseaux de distribution locaux ; principalement via des câbles
Distribution (tension)	Réseau de transport ; Swissgrid SA 380 kV / 220 kV (6800 km)	Réseau de distribution ; p. ex. Axpo Grid SA 150 kV – 36 kV (9600 km)	Réseau de distribution ; par ex. EW Davos AG 36 kV – 1 kV	Réseau de distribution local ; p. ex. EW Davos AG < 1 kV (400/230 volts)
Consommation (sortie)	Uniquement transport, pour l'importation, l'exportation, le transit	Gros consommateurs tels que les centres de calcul	Grands consommateurs tels que p. ex. les stations de recharge rapide	Petits consommateurs tels que les ménages privés
Production (entrée)	Les plus grandes centrales électriques telles que centrales nucléaires et les centrales à accumulation par pompage	Grandes centrales électriques hydrauliques, solaires et éoliennes	Petites centrales hydroélectriques, solaires et éoliennes	Petites installations décentralisées telles que les installations photovoltaïques sur toiture/façade

La construction, l'entretien et l'exploitation d'une **infrastructure de réseau** stable sont facturés via la facture d'électricité sous forme d'utilisation du réseau par kWh consommé. À cela s'ajoute un supplément réseau par kWh, qui sert à financer les énergies renouvelables, les mesures d'efficacité énergétique et les assainissements écologiques. D'autres taxes communales peuvent être prélevées pour financer des programmes de promotion et pour des concessions liées à l'utilisation du réseau. Au total, près de la moitié du prix de l'électricité peut ainsi être lié à des prestations liées au réseau.

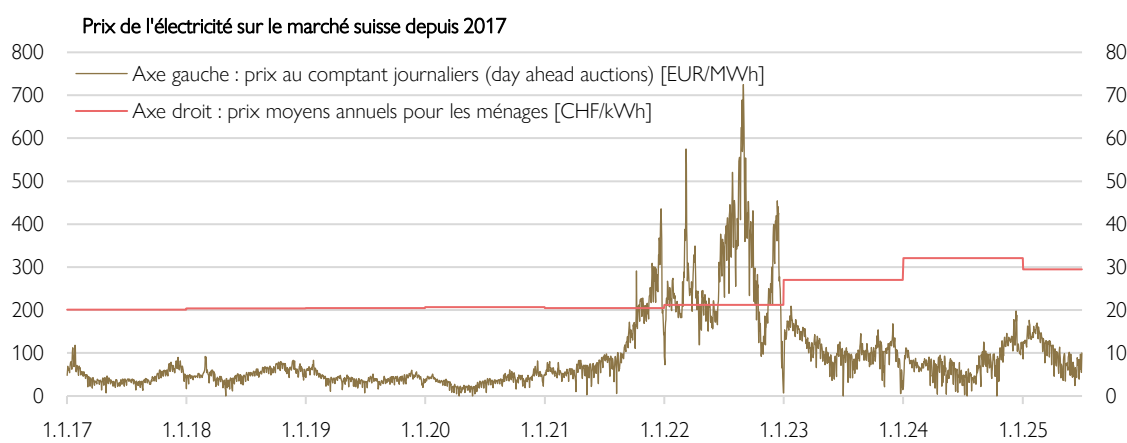
Illustration 1 : Composition type des coûts de l'électricité en Suisse (représentation propre, basée sur strompreis.elcom.admin.ch)



Exemple : consommateur commercial avec 7 500 000 kWh/an, puissance maximale utilisée de 1 630 kW, moyenne tension, avec sa propre station de transformation (source : strompreis.elcom.admin.ch, 2024, produit standard, catégorie C7, selon l'exemple d'EVV Davos AG).

Contrairement à ses voisins européens, le marché de l'électricité suisse n'est pas entièrement libéralisé. Seuls **les gros consommateurs** industriels dont la consommation annuelle est supérieure à 100 000 kWh peuvent choisir librement leur fournisseur d'électricité (depuis 2009). Tous les autres clients restent dans le cadre de l'approvisionnement de base, où ils sont généralement alimentés en électricité par leurs sociétés électriques locales (SE). Comme de nombreuses SE ne disposent pas de leur propre production, elles doivent également se procurer les volumes d'électricité nécessaires sur le marché, de sorte que leurs clients finaux sont finalement approvisionnés aux prix du marché. Les évolutions (à court terme) sur les marchés libres d'électricité se répercutent toutefois avec un certain retard sur les prix facturés aux clients finaux dans le cadre de l'approvisionnement de base. Ainsi, les prix du marché se sont nettement normalisés à la suite de la crise énergétique (redoutée) de 2022/2023, mais les prix moyens pour les ménages en Suisse restent élevés.

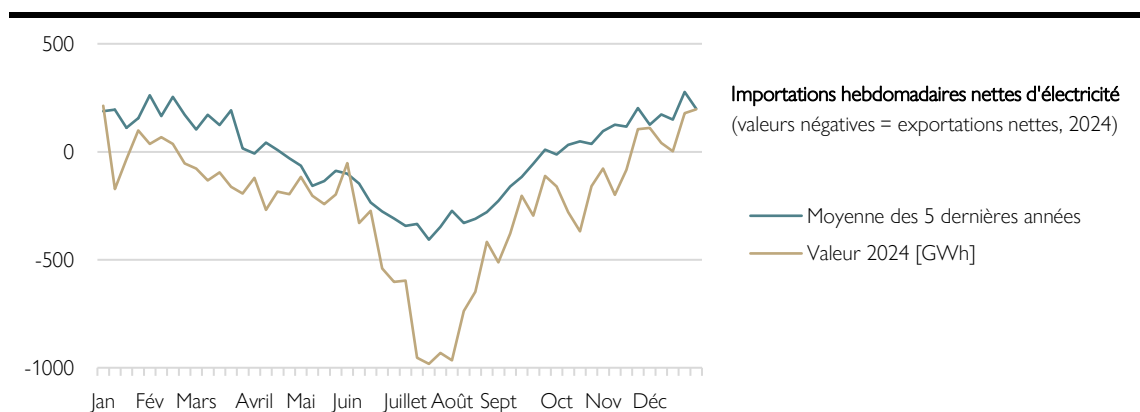
Illustration 2 : Évolution du prix de l'électricité en Suisse (représentation propre, basée sur [opendata.swiss/energiedashboard](https://opendata.swiss/en/energiedashboard) ; OFEN, 2025)



Remarque : l'électricité n'est pas seulement négociée à court terme (day ahead auctions), mais aussi à plus long terme (futures).

Les **perspectives énergétiques 2050+** de la Confédération (OFEN, 2023) prévoient que d'ici 2050, d'une part, des gains d'efficacité seront réalisés et, d'autre part, les énergies renouvelables seront fortement développées (en raison de la sortie progressive du nucléaire). Il s'agit principalement des installations solaires, mais aussi de l'énergie éolienne et hydraulique, ainsi que des centrales à biomasse et géothermiques. Dans le même temps, on part du principe que les importations et les exportations s'équilibreront au cours de l'année, même si, selon les prévisions, la Suisse sera davantage dépendante des importations d'électricité, en particulier pendant les mois d'hiver (cf. également powerswitcher.axpo.com pour des scénarios). La production d'électricité solaire, éolienne et hydraulique est particulièrement difficile à prévoir avec précision, car elle est soumise à d'importantes fluctuations liées aux conditions météorologiques. Ainsi, grâce à l'énergie hydraulique et à des températures relativement élevées, l'année 2024, riche en précipitations, a permis à la Suisse d'enregistrer un export net d'électricité même pendant les mois d'hiver, alors que la moyenne à long terme montre qu'entre novembre et mars, des importations importantes sont nécessaires déjà aujourd'hui (avec les centrales nucléaires en service) pour couvrir la demande.

Illustration 3 : Importations nettes d'électricité en Suisse en 2024 (représentation propre, basée sur energiedashboard.admin.ch/strom)



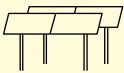
Remarque : les courbes ne montrent que les valeurs nettes hebdomadaires ; même pendant les semaines où les exportations nettes sont positives, les importations sont tout à fait courantes (au cours de la journée/semaine). Par exemple, de l'électricité nucléaire est importée quotidiennement de France, stockée temporairement et revendue.

Afin de réduire la dépendance vis-à-vis de l'étranger, en particulier pendant les mois d'hiver, le Parlement fédéral a adopté à l'automne 2022, dans le contexte de la menace de pénurie d'énergie due à la guerre en Ukraine, le « **Solarexpress** » (modifications de la loi sur l'énergie LEné du 1^{er} octobre 2022, cf. Annexe III : Solarexpress). Cette offensive visait à accélérer le développement rapide des installations solaires alpines, qui produisent de l'électricité de manière fiable même pendant les mois d'hiver. La Confédération accorde des rétributions uniques pouvant atteindre 60 % des coûts d'investissement, à condition qu'au moins 10 % ou 10 GWh de l'installation autorisée soient injectés dans le réseau d'ici fin 2025. Toutefois, en raison de la taille de ces installations en plein air, des votations communales sont généralement nécessaires avant l'octroi des permis de construire cantonaux, ce qui rend le projet politiquement incertain. À cela s'ajoutent les risques économiques, qui restent considérables malgré les subventions fédérales. En raison des coûts de construction et d'entretien élevés (en terrain alpin), la rentabilité des installations n'est pas garantie et dépend notamment de l'évolution du prix de l'électricité. Néanmoins, ces projets ouvrent des perspectives intéressantes en vue d'augmenter le degré d'autosuffisance dans une région tout au long de l'année.

2.2 Alimentation électrique des remontées mécaniques

En tant que gros consommateurs, les remontées mécaniques sont particulièrement exposées aux fluctuations du marché de l'électricité. Outre l'exploitation des remontées, les infrastructures d'enneigement artificiel, qui ont surtout besoin d'électricité entre novembre et janvier, ont un impact important. Dans le même temps, les remontées mécaniques bénéficient d'un environnement géographique et topographique favorable à la production d'électricité, que ce soit grâce à l'énergie hydraulique, à un rayonnement solaire conséquent tout au long de l'année ou, dans certains cas, à l'énergie éolienne. D'une part, cela signifie que les remontées mécaniques sont alimentées par leurs fournisseurs avec une part importante d'électricité provenant de sources renouvelables. D'autre part, diverses remontées mécaniques misent (au moins à titre expérimental ou à petite échelle) sur leur propre approvisionnement en électricité solaire, hydraulique et éolienne.

Tableau 2 : Alimentation électrique des remontées mécaniques par des énergies renouvelables (représentation propre)

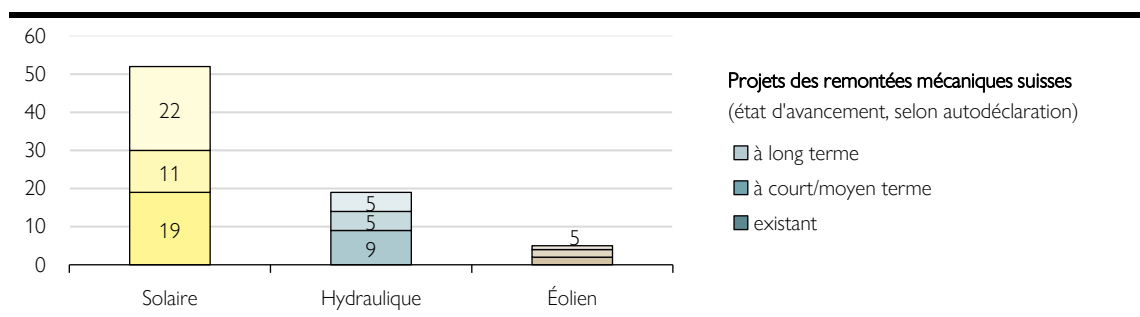
Forme	Énergie solaire	Énergie hydraulique	Énergie éolienne	Autres renouvelables
Description				
Variantes	Installation sur toiture Installation en façade Installation en plein air	Centrale hydroélectrique (fluviale / par pompage) ; infrastructure d'enneigement	Éolienne (différents formats et dimensions)	Géothermie Biogaz etc.
Exemples	Klosters-Madrisa, Remontées mécaniques du Schilthorn	Davos Klosters, Chemin de fer de la Jungfrau	Gamplüt, Remontées mécaniques du Pizol	
Focus (ici)	Oui	En partie	En partie	Non

Grâce aux progrès techniques et à la baisse constante du prix des panneaux photovoltaïques, la diffusion de l'**énergie solaire** s'est accélérée ces dernières années. Les premières installations pilotes ont vu le jour dès les années 1990. En 1992, l'association pour la promotion des énergies renouvelables a ainsi réalisé une première installation raccordée au réseau dans les hautes Alpes, sous la forme d'une installation en façade sur le téléphérique du Schilthorn (Schilthornbahn, 2023). Depuis 1993, Disentis abrite la première installation en plein air « Caischavedra » équipée de tables solaires, qui est toutefois exploitée par le groupe énergétique Axpo (Axpo, 2023). Aujourd'hui, les remontées mécaniques équipent de plus en plus souvent les nouvelles constructions d'installations photovoltaïques sur les toits et les façades afin de produire de l'électricité à partir de cellules photovoltaïques (PV). Les remontées mécaniques de Madrisa, par exemple, visent à augmenter continuellement leur production solaire (Klosters-Madrisa Bergbahnen AG, 2024).

À l'époque où les premières remontées mécaniques ont vu le jour, l'énergie nécessaire à leur fonctionnement devait également être assurée de manière autonome. Ainsi, la Jungfraubahn (depuis 1908) exploite encore aujourd'hui sa propre **centrale hydroélectrique** (fluviale) avec un réseau moyenne tension et un réseau de distribution (Jungfraubahn AG, 2024). Les installations plus récentes sont généralement plus petites et les procédures d'autorisation actuelles plus difficiles, de sorte que leur rentabilité est discutable. Une solution consiste à utiliser les installations existantes pour produire de l'électricité à partir des infrastructures d'eau potable et d'enneigement artificiel en montagne. Les remontées mécaniques de Davos utilisent ainsi les conduites existantes pour turbiner l'eau restante des ruisseaux et des captages d'eau potable dans de petites centrales électriques en dehors des mois d'enneigement artificiel (Davos Klosters Bergbahnen AG, 2024).

La production d'électricité à partir de l'**énergie éolienne** locale est largement insignifiante pour les remontées mécaniques en Suisse. À ce jour, il n'existe que de petites installations à vocation plutôt symbolique. Ainsi, les remontées mécaniques du Pizol exploitent une petite éolienne à la station inférieure de Bad Ragaz pour leur propre production d'énergie, mais celle-ci a plutôt un caractère expérimental (Pizolbahnen AG, 2024). La télécabine de Gamplüt est également alimentée, au moins en partie et en complément du photovoltaïque, par l'électricité produite par une petite éolienne située à la station amont (Gamplüt Koller AG, 2024). Les raisons de la faible diffusion des éoliennes sont multiples. Outre la résistance politique et la crainte d'un impact esthétique négatif, l'installation d'éoliennes à proximité d'infrastructures de remontées mécaniques existantes pose également certains problèmes techniques : les remontées sont généralement placées dans des endroits aussi protégés que possible du vent.

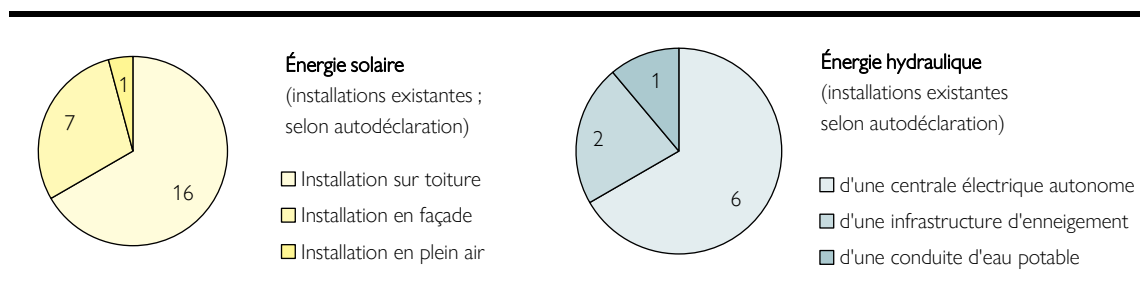
Illustration 4 : Projets connus dans le domaine de l'électricité solaire, hydraulique et éolienne (évaluation basée sur les données de RMS, 2024)



Remarque : l'échantillon ne comprend que les remontées mécaniques suisses qui ont volontairement déclaré leurs projets.

L'évaluation d'un sondage (non représentatif) mené auprès des membres de Remontées Mécaniques Suisses (RMS, 2024) montre que les installations solaires sont majoritaires tant dans le parc existant que dans les projets en cours de planification (à court ou moyen terme, mais aussi à plus long terme). La plupart des installations sont des installations photovoltaïques sur les toits, mais les installations en façade sont de plus en plus répandues et, notamment dans le sillage de Solarexpress, des installations en plein air sont également envisagées. En raison de la petite taille des installations solaires existantes, l'approvisionnement en énergie hydraulique n'est pas loin derrière en termes de rendement. Outre les remontées mécaniques qui (pour des raisons historiques) peuvent recourir à leurs propres centrales hydroélectriques, les installations récentes et en projet privilégient toutefois l'utilisation des infrastructures d'enneigement et d'eau potable existantes. Pour les raisons mentionnées, les installations et projets d'énergie éolienne sont largement insignifiants.

Illustration 5 : Installations existantes des remontées mécaniques suisses (évaluation basée sur les données de RMS, 2024)



Remarque : l'échantillon ne comprend que les remontées mécaniques suisses qui ont volontairement déclaré leurs installations électriques.

3 Méthodologie

L'objectif de la présente étude est d'acquérir des connaissances actuelles sur la production d'énergie renouvelable pour les remontées mécaniques. Elle vise à présenter différents modèles et à analyser et présenter les rôles possibles dans les réseaux de création de valeur correspondants.

3.1 Modèle d'étude de cas

La présente étude repose sur une approche comparative de cas (case study design ; cf. également Eisenhardt, 1989 ; Yin, 2012). La sélection des cas pertinents est basée sur une longue liste établie par Remontées Mécaniques Suisses (RMS) et tient compte de la disposition des exploitants des remontées mécaniques à communiquer sur ce sujet. Cette liste a été établie dans le cadre d'une étude sur la durabilité menée par RMS (en collaboration avec la ZHAW) au début de l'été 2024. Le tableau, enrichi de cas, de données et de références supplémentaires, se trouve en annexe (Annexe I : Liste longue). Sur cette base, une liste restreinte a été établie, qui sert de base à l'analyse.

3.2 Approche

Une approche en plusieurs étapes a été conçue pour étudier le sujet. Les bases théoriques pertinentes sont réduites au minimum nécessaire afin de maximiser la pertinence pratique.

- (1) **Aperçu des concepts pertinents** basé sur la littérature dans les domaines des modèles commerciaux et des réseaux de création de valeur en général et dans le secteur de l'énergie en particulier, comme base pour la discussion des variantes de conception en termes de largeur et de profondeur de la chaîne de valeur, de configurations de modèles commerciaux et de formes de coopération.
- (2) Sélection de **cas intéressants** sur la base d'une étude existante menée auprès des membres de Remontées Mécaniques Suisses (RMS, 2024) en vue de la constitution « officielle » d'un panel : remontées mécaniques ayant mis en œuvre, menant actuellement ou prévoyant de mener des projets dans le domaine de l'approvisionnement (partiellement) autonome en énergie renouvelable (électricité) ; en complément, prise en compte des projets qui ont été abandonnés (pour ainsi dire en tant que groupe témoin).
- (3) Brève **description** des remontées mécaniques sélectionnées et de leurs initiatives dans le domaine des énergies renouvelables, avec collecte des expériences pertinentes, sur la base d'une recherche documentaire à partir de la documentation disponible et d'entretiens approfondis (semi-)structurés complémentaires avec des représentants des entreprises.
- (4) Identification des principaux **moteurs et obstacles** sur la voie vers un approvisionnement (propre) en électricité issue d'énergies renouvelables à l'aide d'une analyse du contenu des sources avec présentation des configurations possibles de concepts énergétiques pour les remontées mécaniques en termes de modèles commerciaux, de gouvernance et de rôles dans le réseau de création de valeur.

Le questionnaire se trouve dans l'annexe de ce rapport (Annexe II : Guide d'entretien) et repose sur l'analyse documentaire de la première étape de l'approche choisie. Les entretiens ont été menés de manière semi-structurée afin de tenir compte des spécificités de chaque cas.

4 Concepts

Les sections suivantes présentent les concepts centraux nécessaires à l'étude des cas pratiques. Elles commencent par présenter les caractéristiques générales des modèles commerciaux avant d'aborder les configurations spécifiques de création de valeur dans le secteur de l'énergie.

4.1 Modèles commerciaux en général

Le concept multidimensionnel du modèle commercial est pertinent tant pour l'analyse que pour la conception des entreprises et des secteurs. Un modèle commercial ne caractérise pas seulement une entreprise par la création de valeur (cf. chaîne de valeur), mais comprend plusieurs dimensions. Aucune **définition** uniforme du modèle commercial n'a pu s'imposer dans la littérature (cf. Küller, 2022, p. 52). Toutefois, il décrit essentiellement comment une entreprise crée de la valeur pour ses clients (Value Creation) et comment elle parvient à conserver une partie de cette valeur créée pour elle-même (Value Capture). En outre, le modèle commercial spécifie souvent la proposition de valeur (Value Proposition) et le segment de clientèle visé (Value Target) (cf. Tableau 3).

Tableau 3 : Dimensions des (méta-)modèles commerciaux (Porter, 1985 ; Teece, 2010 ; Zott et al., 2011 ; Gassmann et al., 2014)

Dimension	Éléments	Termes alternatifs et complémentaires	Source
1	Value Creation	Key Activities/Partners/Resources; Value Configuration	cf. chaîne de valeur (Porter, 1985)
2	Value Capture	Revenue Streams/Cost Structure	Teece (2010)
3	Value Proposition	Selling Proposition	Zott et al. (2011)
4	Value Target	Customer Segments/Relationships/Channels; Value Dissemination	Gassmann et al. (2014)

Sur la base des éléments constitutifs d'un modèle commercial (en particulier la création de valeur et la captation de valeur) et de leurs caractéristiques, différentes classifications sont possibles :

- (1) En mettant l'accent sur la **création de valeur** (Value Creation), la littérature distingue généralement quatre configurations de base : Layer Player, Integrator, Orchestrator et Market Maker (cf. Tableau 4). Selon la configuration, une entreprise peut prendre en charge une partie plus ou moins importante (Layer Player ou Integrator) d'une chaîne de valeur. Une entreprise peut également jouer un rôle de coordination tout au long de la chaîne de valeur (Orchestrator) ou à un moment précis (Market Maker).
- (2) En mettant l'accent sur la **captation de valeur** (Value Capture), la littérature distingue plus d'une douzaine de configurations (cf. Tableau 5). Aujourd'hui, les entreprises ne génèrent souvent plus leurs revenus principalement par la production et la vente de produits, mais par la location, les recettes publicitaires, les abonnements, les commissions, les frais de transaction, les revenus de licences et de nombreux autres mécanismes qui, en fin de compte, ont souvent un impact sur la logique de création de valeur, la proposition de valeur et le choix du groupe cible.

Tableau 4 : Modèles commerciaux basée sur la configuration de la création de valeur (cf. Knyphausen-Aufseß & Meinhardt, 2002, p. 95)

Typologie	Description
Modèle Layer Player	L'entreprise agit en tant que spécialiste au sein de nombreuses chaînes de valeur et se concentre sur une étape spécifique du processus de création de valeur.
Modèle Integrator	L'entreprise agit en tant que fournisseur complet de produits et de services tout au long d'une chaîne de valeur ou d'un parcours client (Customer Journey).
Modèle Orchestrator	L'entreprise agit en tant que coordinatrice qui intègre des produits et services externes dans une expérience client fluide et cohérente.
Modèle Market Maker	L'entreprise agit comme une plateforme centrale qui coordonne l'offre et la demande ou les différentes étapes de la chaîne de valeur.

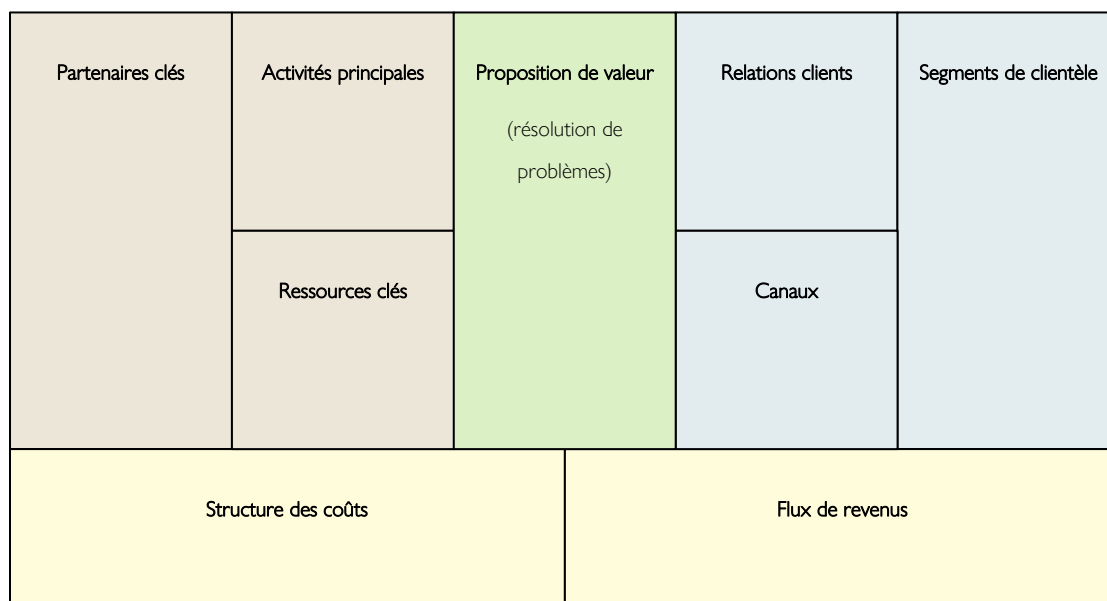
Outre les types de configurations de modèles commerciaux décrits dans le Tableau 4 et le Tableau 5, il existe dans la littérature de nombreuses autres collections de **modèles** (patterns) qui, cependant, ne s'orientent souvent pas clairement vers une dimension analytique (telle que la captation de valeur et la création de valeur), mais sont utilisées de manière créative (cf. p. ex. Gassmann et al., 2014). Pour cette étude, ce sont principalement les typologies présentées qui sont pertinentes.

Tableau 5 : Modèles commerciaux basée sur la configuration de la captation de valeur (basée sur Teece, 2010)

Typologie	Description
Modèle de production	Revenus provenant de la production et de la vente de biens et de services
Modèle de location	Revenus provenant de la location de biens
Modèle de vente de données	Revenus provenant de la vente de données collectées ou traitées
Modèle publicitaire	Revenus provenant de la vente d'espaces publicitaires
Modèle d'abonnement	Revenus provenant des abonnements donnant accès à un service
Modèle freemium	Revenus provenant d'un service premium (en plus du produit de base gratuit)
Modèle de place de marché	Revenus provenant de l'exploitation d'une place de marché (frais de transaction)
Modèle de commission	Revenus provenant des commissions sur la vente de biens et de services
Modèle d'affiliation	Revenus provenant de prestations fournies en collaboration
Modèle de licence	Revenus provenant des redevances pour l'utilisation de droits de propriété
Modèle d'enchères	Revenus provenant de la vente aux enchères de biens et de services
Modèle de majoration	Revenus provenant de la majoration du prix existant
Modèle de frais de service	Revenus provenant des frais par utilisation du service
Facilitateur de transactions	Revenus provenant des frais de transaction pour l'utilisation de l'infrastructure

Les cadres de modèles commerciaux (également appelés métamodèles commerciaux, cf. également le Tableau 3) sont souvent utilisés comme outils conceptuels pour décrire, analyser et concevoir la logique économique des entreprises (Zott et al., 2011). L'un des **cadres** les plus connus est le Business Model Canvas (Osterwalder et al., 2005, p. 17). Ce canevas reprend les quatre dimensions de valeur de chaque modèle commercial, mais les détaille davantage, de sorte que neuf caractéristiques sont décrites au total (cf. Illustration 6). Ce cadre sert dans la présente étude à analyser et à discuter les études de cas.

Illustration 6 : Business Model Canvas (représentation propre, d'après Osterwalder et al., 2005)



Remarque : il existe de nombreux autres cadres de modèles commerciaux, mais celui présenté ici est le plus détaillé et le plus répandu.

Légende : marron = Value Creation, jaune = Value Capture, vert = Value Proposition, bleu = Value Target (cf. les couleurs dans le Tableau 3).

À l'aide du Business Model Canvas (d'après Osterwalder et al., 2005, p. 17), toute entreprise peut en principe être décrite avec un niveau de détail suffisant pour que les quatre éléments centraux soient expliqués de manière exhaustive : logique de création de valeur (Value Creation), mécanisme de captation de valeur (Value Capture), proposition de valeur (Value Proposition) et segment cible (Value Target). Cet outil peut donc être utilisé pour l'analyse et la conception, indépendamment du secteur d'activité.

Au sein des secteurs et au-delà des entreprises individuelles, on parle aujourd'hui souvent d'écosystèmes et de réseaux de création de valeur. Ces concepts reposent sur l'observation que les organisations opèrent à la fois de manière coopérative et compétitive (ce que l'on appelle la « coo-pétition ») afin de développer de nouveaux produits et de servir leurs clients (cf. Moore, 1993, p. 76). Ces **écosystèmes** ne sont pas structurés comme des réseaux de fournisseurs classiques ou des systèmes hiérarchiques, mais reposent souvent sur un modèle d'orchestrateur avec une organisation focale (cf. Jacobides et al., 2018, p. 2258 ; cf. également le Tableau 4). Dans un réseau de création de valeur, différents acteurs (par exemple, les fournisseurs d'un produit complexe) travaillent ensemble au développement de nouveaux produits et services.

Les écosystèmes posent leurs propres défis, car la création de valeur dépasse les limites de l'entreprise et parfois même celles du secteur (cf. Zott et al., 2011, p. 1025). Pour les entreprises appartenant à des **réseaux**, il est important d'aligner leur propre création de valeur sur celle d'organisations complémentaires, sans toutefois entretenir de relation clairement marchande (prix) ou hiérarchique (directives) (cf. Bach et al., 2010, p. 4). Cette structure de gouvernance conduit parfois à l'échec de nombreux écosystèmes de ce type (cf. Pidun et al., 2020). La configuration du réseau avec tous les acteurs, activités, rôles et connexions pertinents, ainsi qu'une monétisation suffisante de la prestation fournie conjointement à la satisfaction de tous les partenaires concernés, constituent également un défi dans la pratique (Pidun et al., 2020).

4.2 Configurations dans le secteur de l'énergie

Le secteur de l'énergie constitue un contexte exemplaire pour les configurations complexes de création de valeur. Dans le sillage de la libéralisation et de la transition énergétique, une multitude de modèles commerciaux se sont différenciés. Beaucoup de ces modèles s'inscrivent dans des réseaux et des écosystèmes de création de valeur, ce qui n'est pas surprenant compte tenu de la logique de réseau (de plus en plus décentralisée) du secteur. La section suivante présente les principales configurations, avant d'examiner les rôles possibles des remontées mécaniques.

Tableau 6 : Modèles commerciaux dans le secteur de l'énergie selon la création de valeur (Kolks, 2010, p. 288 ; Löbbe & Hackbarth, 2017, p. 14 ; Rösch et al., 2022, p. 13)

Type	Développement	Production	Stockage	Commerce	Transport	Distribution	Vente	Service	Consommation	Comptage
Layer Player										
Développeur	X									
Producteur	(x)	X	(x)	X			(x)	(x)		
Prosommateur	(x)	X	(x)	(x)				(x)	X	
Détaillant				X		(x)	X			
Opérateur réseau				(x)	X	X	(x)			
Prestataire de services								X		(x)
Market Maker		(x)	(x)	X			(x)			
Integrator	(x)	X	(x)	(x)	(x)	X	X	X		X
Orchestrator				(x)			(x)			(x)

Les *développeurs* sont spécialisés dans la conception d'installations énergétiques. La production proprement dite (et le stockage éventuel) ainsi que (en partie) le commerce de l'énergie sont généralement assurés par les *producteurs* – ou par les *prosommateurs*, qui consomment eux-mêmes (une partie de leur) énergie. Cependant, il arrive parfois qu'une entreprise couvre l'ensemble de la chaîne de valeur. En tant que *Market Maker*, les négociants en électricité se concentrent principalement sur le commerce (B2B) de l'énergie, tandis que les *détaillants* couvrent non seulement le commerce, mais aussi et surtout la vente aux clients finaux. Les services et la maintenance, mais aussi d'autres services énergétiques, sont souvent externalisés à des *prestataires* spécialisés. Les *Integrators* combinent toutes les étapes, de la production à la commercialisation et à la distribution, en passant par les services et le comptage. En principe, il serait également possible, par exemple, de coordonner le commerce et la distribution en tant qu'*Orchestrator* et de fournir aux clients la qualité et la quantité appropriées (cf. Tableau 6).

Les entreprises du secteur énergétique fournissent souvent non seulement de l'électricité, mais aussi du gaz et de la chaleur (*spécialistes de l'énergie globale* tels que IBC Energie Wasser Chur ou Oiken SA) ainsi que des infrastructures de réseau pour les bornes de recharge ou les télécommunications (*fournisseurs plus* tels que SAK St.Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG ou St. Moritz Energie). Outre l'approvisionnement en énergie, diverses entreprises proposent une multitude de produits et de services liés à l'énergie, avec des prestations spécialisées telles que les contrats de performance énergétique (*prestataires de services énergétiques* tels que EWD Elektrizitätswerke Davos AG ou Groupe E SA). Par ailleurs, il existe toujours des fournisseurs d'énergie traditionnels qui assurent principalement un service public (*fournisseurs locaux de base* tels que EW Zermatt AG ou EE Energia Engiadina) et exploitent en partie leurs propres centrales électriques (*fournisseurs d'électricité suprarégionaux* tels que BKW Energie AG ou Repower AG) (Germann, 2024, p. 69 ss.)

La **chaîne de valeur de l'industrie énergétique** (cf. Tableau 6) a toujours présenté des interconnexions verticales, horizontales et latérales (cf. Löbbe & Hackbarth, 2016, p. 4). La coopération horizontale (au même niveau de la chaîne de valeur) existe par exemple dans l'exploitation de centrales électriques communes. La coopération verticale (entre différents niveaux de la chaîne de valeur) existe lorsqu'un producteur d'électricité coopère par exemple avec un fournisseur d'énergie et un gestionnaire de réseau de distribution. On peut parler de coopération latérale lorsqu'il existe une coopération intersectorielle, par exemple dans le cas de la combinaison de l'approvisionnement énergétique et de services de mobilité (ce que l'on appelle le couplage sectoriel). On peut supposer que ces formes de coopération continueront à se développer dans le cadre de la transition vers une énergie renouvelable plus décentralisée (cf. Germann, 2024).

Outre les fournisseurs locaux de base disposant de leurs propres réseaux de distribution (et parfois de leurs propres centrales électriques) et les entreprises d'approvisionnement (supra-)régionales disposant de leurs propres réseaux de transport et de distribution ainsi que de (grandes) centrales électriques, on voit aujourd'hui apparaître sur le marché de plus en plus de **prosommateurs** (Prosumer), qui sont à la fois producteurs et consommateurs d'électricité (Rösch et al., 2022, p. 13, p. 47). On parle donc d'écosystèmes comme modèle conceptuel. Dans de telles approches, les clients finaux sont au centre, tandis que des orchestrateurs regroupent des services (liés à l'énergie) de différents domaines de la vie (et secteurs) (Rösch et al., 2022, p. 23). Les prestations nécessaires sont rendues possibles (B2B) et fournies (B2C) par un grand nombre de partenaires de coopération. Il en résulte une multitude de modèles commerciaux avec des mécanismes de rendement en partie novateurs (captation de valeur).

Tableau 7 : Modèles commerciaux dans le secteur de l'énergie selon la captation de valeur (basé en partie sur Rösch et al., 2022 ; Küller, 2022 ; Löbbe & Hackbarth, 2017)

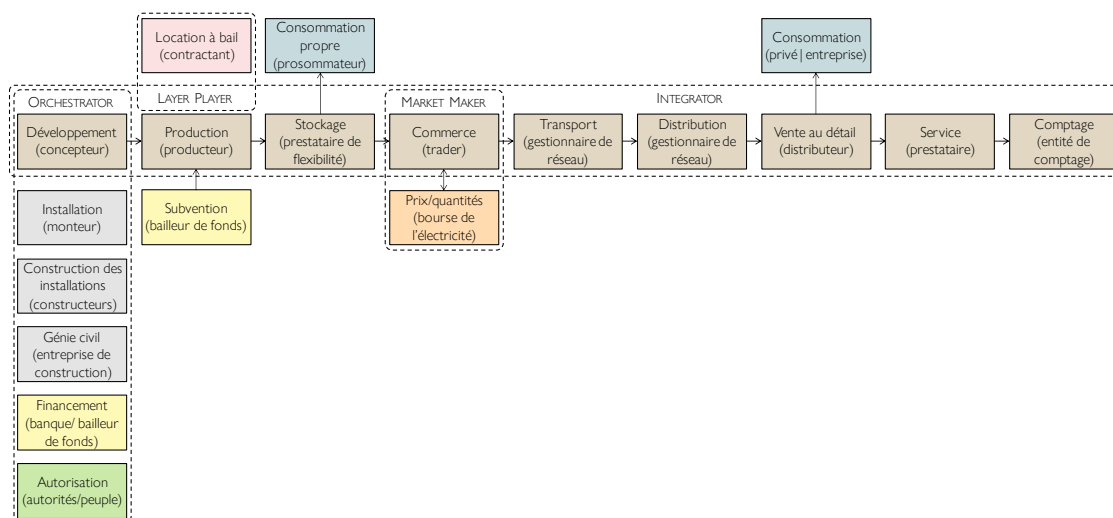
Type (cf. Tableau 5)	Exemples d'application pour les modèles de rendement
Modèle de production	Exploitation classique d'une centrale électrique
Modèle de location	Contrats d'achat d'électricité solaire
Modèle de vente de données	Comptage intelligent, maison intelligente
Modèle publicitaire	<i>Publicité sur les infrastructures</i>
Modèle d'abonnement	<i>Abonnement au service d'urgence</i>
Modèle freemium	<i>Électricité verte régionale (au lieu du produit standard)</i>
Modèle de place de marché	Bourse de l'électricité
Modèle de commission	<i>Commissions sur les ventes de plateformes</i>
Modèle d'affiliation	Centrale électrique virtuelle (regroupement de producteurs décentralisés)
Modèle de licence	<i>Licence logicielle</i>
Modèle d'enchères	Négoce d'électricité (à court terme, par exemple selon le principe de l'ordre de mérite)
Modèle de majoration	Rétribution à prix coûtant pour les énergies renouvelables
Modèle de frais de service	Prestataire de services
Facilitateur de transactions	Opérateur de réseau (de transport)

De nombreuses entreprises et écosystèmes fonctionnent aujourd'hui simultanément avec plusieurs modèles de création de valeur (cf. Tableau 6) et de captation de valeur (cf. Tableau 7). La chaîne de valeur peut être différenciée presque à l'infini (p. ex., contrats, facturation et recouvrement, etc. ; cf. p. ex. Kolks, 2010, p. 292). Les configurations présentées ici comprennent toutefois les variantes les plus fréquemment mentionnées (dans la littérature).

Pour simplifier, le **système de création de valeur typique dans le secteur de l'électricité** est présenté ci-dessous tout au long de la chaîne de valeur (cf. Illustration 7). Celle-ci s'étend du développement de projets à la production et au stockage (éventuel) jusqu'au commerce, mais comprend également le transport et la distribution aux ménages privés et aux clients commerciaux desservis par les distributeurs. Enfin, des services et des comptages sont également nécessaires pour garantir un fonctionnement stable tout au long de la chaîne. Certains prestataires de services énergétiques intégrés verticalement proposent, en tant qu'**Integrator**, l'ensemble de la chaîne de valeur à partir d'une source unique (ils doivent toutefois recourir à des services externes, par exemple au réseau de transport de Swissgrid). Cependant, de nombreux fournisseurs d'énergie n'intègrent qu'une partie de la chaîne, comme le commerce, la distribution, la vente au détail et le comptage (cf. également le Tableau 6).

Il est également envisageable que les acteurs de la chaîne de valeur ne prennent en charge pratiquement aucun élément eux-mêmes, mais regroupent les prestations de tiers à la manière d'un **Orchestrator**. Ce rôle peut être assumé par exemple par des développeurs de projets qui, après l'octroi des autorisations et des concessions et la garantie du financement, coordonnent la mise en œuvre avec les entreprises de construction, les constructeurs ou les fournisseurs et les monteurs. En principe, les entreprises individuelles peuvent également se concentrer sur des éléments individuels de la chaîne de valeur en tant que **Layer Players**, par exemple en ne prenant en charge que la production et la maintenance (service) ou en se concentrant sur la location de terrains (contractant). Les négociants en électricité et les bourses d'électricité jouent un rôle particulier en tant que **Market Makers**, car ils assurent l'équilibre entre l'offre et la demande.

Illustration 7 : Exemple de chaîne de valeur pour l'électricité (représentation simplifiée ; cf. également Küller, 2022, p. 154, p. 175)



Remarque : les configurations des modèles commerciaux sont illustratives ; l'intégrateur peut par exemple ne couvrir qu'une partie de la chaîne.

En réalité, un grand nombre de chaînes de valeur configurées différemment sont regroupées en un véritable réseau, la production d'électricité étant de plus en plus décentralisée et (en partie) destinée à la consommation propre directe. La complexité est encore accrue par la coopération entre différentes entreprises dans la pratique, non seulement entre les chaînes de valeur, mais aussi au sein des différentes étapes de la chaîne de valeur.

Ainsi, les grandes centrales électriques utilisent souvent des ressources communes afin de répartir plus largement les coûts et les risques (Germann, 2024, p. 134). Les gestionnaires de réseaux de distribution ont un potentiel de coopération dans des **domaines** tels que la production d'électricité renouvelable centralisée et décentralisée, l'exploitation de centrales électriques virtuelles, la gestion de la flexibilité, les technologies de stockage, les réseaux intelligents et le comptage, la gestion des données énergétiques, les interfaces clients numériques, les services de facturation, les concepts RCP/CA, les micro-réseaux ou réseaux locaux, les contrats de performance énergétique etc. (Germann, 2024, p. 154). Les **formes de coopération** entre la hiérarchie (propriété) et le marché (contrat) vont des coentreprises avec participation financière à long terme aux groupes de travail temporaires ou aux coopérations informelles (cf. également Germann, 2024, p. 101).

Illustration 8 : Formes de coopération dans les réseaux (énergétiques) (Germann, 2024, p. 101 ; Kolks, 2010, p. 293 ; Bieger et al., 2021, p. 48)

<i>Propriété</i>	Joint-venture – Alliance stratégique – Consortium – Groupe de travail – Coopération	<i>Contrat</i>
Hiérarchie « faire »	Réseau « coopérer »	Marché « acheter »

Chaque rôle individuel dans le réseau de création de valeur (cf. encadrés dans l'Illustration 7) peut en principe être caractérisé par (au moins) un modèle commercial. Selon la profondeur (et la largeur) de la création de valeur, différentes variantes sont envisageables. Le développement d'un projet visant à produire de l'énergie renouvelable (première étape de la chaîne de création de valeur) présente déjà une complexité considérable. Le modèle commercial d'un **développeur** (cf. Illustration 9) nécessite un grand nombre de partenariats, d'activités et de ressources. Sa mise en œuvre réussie s'accompagne de nombreuses incertitudes (p. ex. de nature politique concernant les autorisations et les subventions nécessaires, mais aussi de nature technologique et commerciale en raison de l'évolution incertaine et de la volatilité des prix).

Illustration 9 : Business Model Canvas pour développeurs de projets énergétiques (représentation propre ; d'après Küller, 2022, p. 264)

Partenaires clés - Population - Commune/canton - Propriétaires (surface) - Banques/bailleurs de fonds - Fournisseurs d'énergie - Gestionnaires de réseau - Prestataires de services - Monteur - Concepteur - Entreprise de construction - Associations	Activités principales - Planification/conception - Gestion de projet - Organisation/administration - Réseautage Ressources clés - Main-d'œuvre/connaissances - Sol/surfaces - Capital - Matériaux/composants (selon la technologie)	Proposition de valeur - Compétences en matière de planification - Capacités de mise en réseau	Relations clients - Événements d'information - RP/publicité	Segments de clientèle - Propriétaires (surface) - Société exploitante
			Canaux - Site web d'information - Projet lui-même	
Structure des coûts - Coûts de personnel - Coûts de développement - Assurances - Coûts de financement			Flux de revenus - Frais de planification - Frais de service	

Remarque : la conception concrète dépend du degré d'intégration verticale du modèle commercial (p. ex., avec ou sans activité opérationnelle).

Le modèle commercial du pur **bailleur de fonds** (cf. Illustration 10) d'un projet de production d'énergie renouvelable comporte certains risques économiques. Toutefois, dès lors qu'une société d'exploitation ou un fournisseur d'énergie est en mesure de mener à bien le projet financé aux conditions requises, le modèle commercial présente une complexité relativement faible.

Illustration 10 : Business Model Canvas pour les financeurs d'un projet énergétique (représentation propre ; d'après Küller, 2022, p. 262)

Partenaires clés ▪ Banques/bailleurs de fonds ▪ <i>Société exploitante</i>	Activités principales ▪ Constitution ▪ Investissement Ressources clés ▪ Capital ▪ Main-d'œuvre/connaissances	Proposition de valeur ▪ Ressources financières ▪ Réseau	Relations clients ▪ Contrats ▪ Assemblée générale	Segments de clientèle ▪ Société exploitante ▪ <i>Fournisseurs d'énergie</i>
			Canaux ▪ Rapport annuel ▪ Parts sociales	
Structure des coûts ▪ Coûts de constitution ▪ Coûts d'investissement			Flux de revenus ▪ Subventions ▪ Distributions de bénéfices	

Remarque : la conception concrète dépend du degré d'intégration verticale du modèle commercial (par exemple, avec ou sans développement).

Le modèle du **producteur** d'énergie renouvelable (cf. Illustration 11) est un modèle plutôt complexe. Si la construction, l'exploitation et la distribution ne sont pas réalisées dans le cadre d'un modèle intégré verticalement (p. ex. par un fournisseur d'énergie), divers partenaires externes sont nécessaires. L'énergie produite doit ainsi être stockée ou acheminée (via un gestionnaire de réseau) et fournie aux consommateurs (via un fournisseur d'énergie). Outre les compétences techniques nécessaires à l'exploitation et à la maintenance de l'installation, d'autres compétences dans le domaine du développement de projets et de la commercialisation sont requises, en fonction du degré d'intégration verticale. Ces compétences en marketing sont toutefois principalement pertinentes si l'énergie (excédentaire) est distribuée et/ou commercialisée par l'entreprise elle-même.

Illustration 11 : Business Model Canvas pour les producteurs d'énergie renouvelable (représentation propre ; basée sur Küller, 2022, p. 259)

Partenaires clés ▪ Développeurs de projets ▪ Fournisseurs d'énergie ▪ Gestionnaires de réseau ▪ Prestataire ▪ Associations ▪ <i>Population</i> ▪ <i>Commune/canton</i> ▪ <i>Banques/investisseurs</i>	Activités principales ▪ Organisation/administra- tion ▪ Commercialisation ▪ Maintenance ▪ <i>Investissement</i>	Proposition de valeur ▪ Énergie renouvelable ▪ Création de valeur locale ▪ Image écologique ▪ <i>Autosuffisance</i> ▪ <i>Rendement</i>	Relations clients ▪ Site web/cockpit ▪ RP/publicité	Segments de clientèle ▪ Consommation propre ▪ Consommateurs d'éner- gie ▪ <i>Fournisseurs d'énergie</i> ▪ <i>Opérateurs de réseau</i>
	Ressources clés ▪ Sol/surfaces ▪ Capital/réserves ▪ Main-d'œuvre/connaiss- ances ▪ Infrastructure		Canaux ▪ Réseau de zones ▪ Commercialisation di- recte ▪ <i>Place de marché/bourse</i> ▪ <i>Fournisseurs d'énergie</i>	
Structure des coûts ▪ Assurance, amortissement ▪ Exploitation/entretien/mainte- nance			Flux de revenus ▪ Vente d'énergie ▪ Vente de capacité	
			▪ <i>Aide à l'investissement</i> ▪ <i>Subventions/rétributions</i>	

Remarque : la forme concrète dépend du degré d'intégration verticale (p. ex., avec/sans construction de l'installation ou commercialisation).

L'un des modèles les plus simples consiste à louer des terrains pour la production d'énergie renouvelable (Contracting). Dans ce modèle, une surface de bâtiment est cédée à un partenaire contractuel (par exemple un fournisseur d'énergie régional) pour une utilisation à long terme, moyennant une rémunération unique ou récurrente. Le **contractant** (cf. Illustration 12) ne supporte ni les coûts d'investissement ni les risques et n'a pas de frais d'exploitation, sauf s'il prend en charge certaines tâches d'entretien (par exemple, le déneigement des panneaux photovoltaïques). En complément ou à la place de la location de surfaces, il est également possible de convenir d'un achat (à prix réduit) d'électricité produite localement. Étant donné que le contractant ne prend en charge qu'une très petite partie de la chaîne de valeur, il faut s'attendre à une valeur ajoutée internalisable proportionnellement faible. La proposition de valeur de l'énergie renouvelable produite localement (mais pas par le contractant lui-même) peut être utilisée principalement à des fins de communication.

Illustration 12 : Business Model Canvas pour les contractants (location de surfaces) (représentation propre ; basée sur Küller, 2022, p. 224)

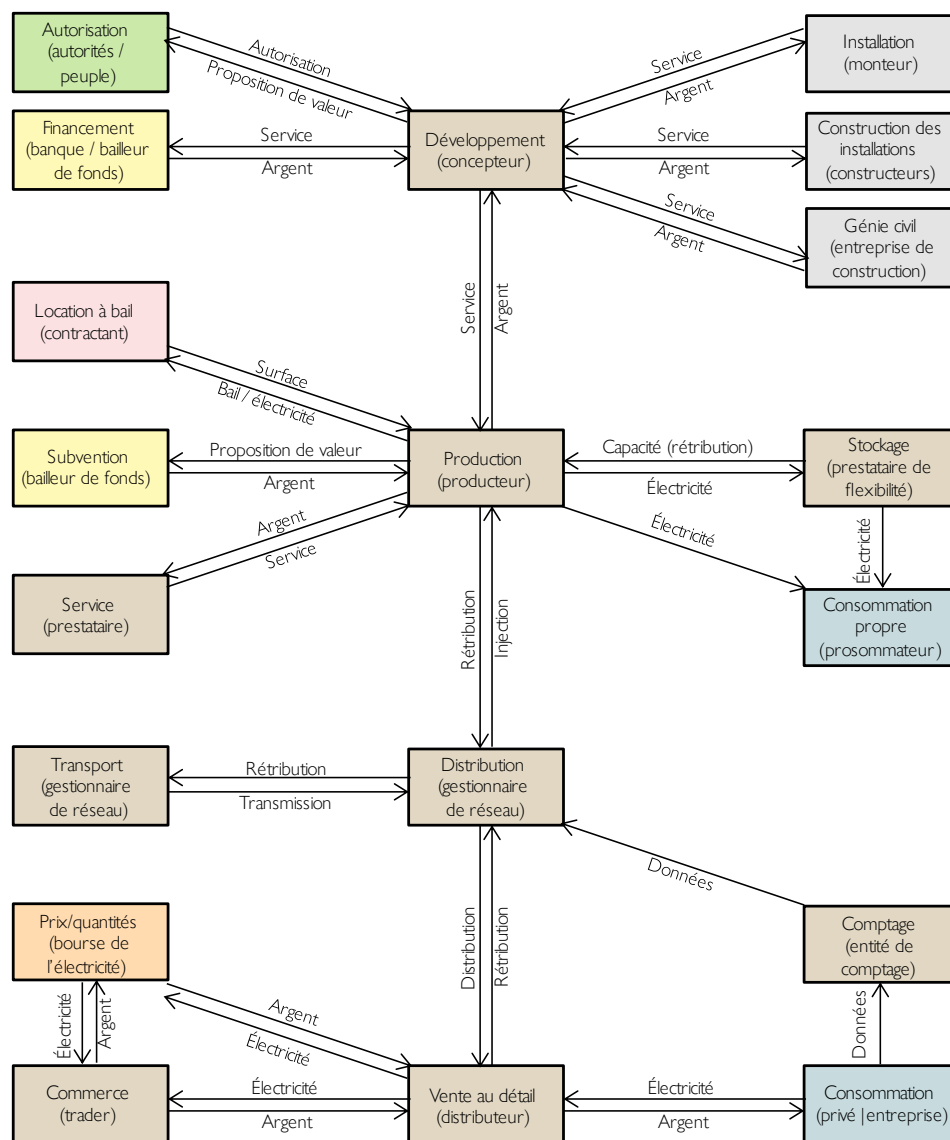
Partenaire principal ▪ Société exploitante ▪ Prestataire ▪ Associations	Activités principales ▪ Organisation/administration ▪ Maintenance	Proposition de valeur ▪ Énergie renouvelable ▪ Création de valeur locale ▪ Autosuffisance ▪ Image écologique	Relations clients ▪ RP/publicité ▪ Site web/cockpit	Segments de clientèle ▪ Société exploitante ▪ Fournisseurs d'énergie ▪ Consommation propre
	Ressources clés ▪ Sol/surfaces ▪ Main-d'œuvre/connaissances		Canaux ▪ Fournisseurs d'énergie ▪ Réseau local	
Structure des coûts ▪ Coûts d'opportunité ▪ Maintenance			Flux de revenus ▪ Loyer/location ▪ Rétribution/remise	

Remarque : en italique = non obligatoire ; la conception dépend de la mise en œuvre concrète du modèle commercial

Les modèles de contracting ne doivent pas nécessairement se limiter à la location de surfaces, mais peuvent être conçus de manière très différente. Il est également envisageable que le contractant soit propriétaire de l'installation de production d'énergie en plus de la surface et que le partenaire de contracting soit principalement nécessaire en tant que société d'exploitation pour la production et la commercialisation. La gestion opérationnelle peut alors être considérée comme un sous-domaine de la gestion énergétique (cf. Küller, 2022, p. 226). Selon la conception, la société exploitante agit plutôt comme un partenaire ou comme un client du contractant au sens d'un producteur d'énergie.

Outre les modèles commerciaux illustrés ici, qui semblent les plus pertinents pour les remontées mécaniques, il existe de nombreuses autres variantes dans le secteur de l'énergie. En principe, chaque acteur du système de création de valeur (cf. Illustration 7) dispose d'au moins un modèle commercial. Outre les développeurs et les bailleur de fonds, des entreprises de construction, des concepteurs et des monteurs sont également nécessaires en aval. Outre les producteurs (ou les sociétés exploitantes) disposant de capacités de stockage (flexibilité) et les contractants, des distributeurs (directs) et des négociants, ainsi que des gestionnaires de réseaux de distribution et de transport sont également nécessaires. Pour un fonctionnement sans heurts, divers prestataires de services et différents services de comptage sont également importants. Les relations multiples entre ces acteurs sont illustrées et présentées à titre d'exemple dans l'Illustration 13.

Illustration 13 : Réseau de création de valeur dans l'écosystème du secteur de l'énergie (voir également Küller, 2022, p. 256, p. 272, p. 185)



Remarque : cette représentation est fournie à titre illustratif et ne comprend que les activités ou les acteurs et les relations les plus importantes.

Au centre de cette approche écosystémique se trouvent le producteur et le gestionnaire de réseau de distribution (qui font partie de la même entreprise dans le modèle intégré ou traditionnel). Cependant, ceux-ci dépendent de nombreux acteurs, en particulier dans le domaine des énergies renouvelables plus récentes, en raison de la décentralisation, des fluctuations de production et des besoins de soutien. Il s'agit notamment des contractants qui mettent à disposition des terrains (ou des installations) contre un loyer (ou des livraisons d'électricité), mais aussi des fournisseurs de flexibilité qui disposent de capacités de stockage. En outre, des bailleurs de fonds sont nécessaires pour une production rentable (et, dans certains cas, pour le développement de projets). Traditionnellement (et en dehors du modèle prosommateur), l'électricité est acheminée vers les consommateurs finaux, le cas échéant via le réseau de transport. Afin d'équilibrer l'offre et la demande dans le système, des bourses d'électricité et des négociants interviennent (en plus d'une éventuelle commercialisation directe).

5 Études de cas

Sur la base d'une compilation des remontées mécaniques en Suisse (cf. Annexe I : Liste longue), des études de cas pertinentes ont été sélectionnées et sont présentées ci-dessous. Lors de la sélection des entreprises, leurs initiatives dans le domaine des énergies renouvelables ont été prises en compte. D'autre part, il a été veillé à garantir une diversité en termes de sources d'énergie ou de technologies, ainsi qu'en termes de régions représentées et de types d'exploitation. Les projets et initiatives dans le domaine de l'énergie hydraulique, solaire ou éolienne ne doivent pas nécessairement être couronnés de succès pour que les remontées mécaniques soient incluses dans l'échantillon (liste restreinte). Au contraire, les projets abandonnés et non poursuivis servent en quelque sorte de « groupe témoin » dans la présente étude.

Tableau 8 : Liste restreinte des études de cas (pour la liste complète, voir Annexe I : Liste longue)

Remontées mécaniques	Solaire	Hydraulique	Éolien	Thème central	Témoin*
Klosters-Madrisa Bergbahnen AG	x			Initiative solaire ; proximité d'une installation en plein air	
Monte Tamaro SA	x			Installation sur toiture (proximité d'une installation en plein air)	
Davos Klosters Bergbahnen AG	(x)	x		Électricité provenant de l'enneigement artificiel (Masterplan Solar)	
Stoosbahnen AG	(x)	x		Centrale hydroélectrique alimentée par l'eau potable (et installation sur toiture)	
Gondelbahn Gamplüt	(x)		x	Éolienne (et énergie solaire)	
Pizolbahnen AG		(x)	x	Éolienne [projet abandonné]	[x]
Arosa Bergbahnen AG	x	(x)		Installation en plein air [abandonné]	x
Sportbahnen Melchsee-Frutt	x	(x)		Installation en plein air [abandonnée]	x
Zermatt Bergbahnen AG	x	(x)		Installation en plein air [non imposée]	x
Remontées Mécaniques de Grimentz-Zinal SA	x	(x)		Installation en plein air [mise en œuvre incertaine]	x

Sources : sites web officiels, complétés par des informations écrites/orales ; **légende :** témoin* = groupe témoin ; () = pas concerné ici

Les brèves descriptions suivantes des dix cas d'étude reposent (lorsqu'elles sont disponibles) sur les informations provenant des sites web officiels des entreprises répertoriées (cf. liste des sources, Liens Internet). Ces informations ont été complétées par des données que les entreprises ont communiquées à RMS dans un questionnaire ou, sur demande spécifique dans le cadre de la présente étude, par oral ou par écrit. Des entretiens (semi-)structurés ont également été menés avec des représentants de plusieurs remontées mécaniques. Ils sont analysés dans les chapitres suivants (cf. citations dans les sections suivantes ; voir également Annexe). L'objectif est d'analyser les moteurs et les obstacles (cf. groupe témoin) et d'en tirer des conclusions généralisables.

5.1 Klosters-Madrisa Bergbahnen

« Le développement des énergies renouvelables reste pour nous (...) une préoccupation importante afin de devenir à long terme aussi indépendants que possible des énergies fossiles et donc des fluctuations des prix sur le marché mondial. » (Veit de Maddalena, Klosters-Madrisa Bergbahnen AG, rapport annuel 2023)

La société Klosters-Madrisa Bergbahnen AG s'engage fortement en faveur d'un approvisionnement énergétique durable, notamment par le développement de l'**énergie solaire**. Les remontées mécaniques exploitent déjà plusieurs installations photovoltaïques sur les toits et les façades de leurs bâtiments, notamment au restaurant d'altitude Madrisa Alp, au télésiège Schaffürggli et aux stations aval et amont de la Madrisabahn. Ces installations existantes produisent ensemble environ 300 MWh par an et couvrent ainsi déjà 15 à 20 % des besoins propres. L'entreprise prévoit en outre de réaliser à l'avenir d'autres investissements dans des mesures de durabilité et dans son propre approvisionnement en électricité.

L'un des projets centraux dans le périmètre des remontées mécaniques de Klosters-Madrisa est la centrale solaire alpine « Madrisa Solar », qui sera construite à environ 2000 mètres d'altitude. Cette **installation en plein air**, dans laquelle les remontées mécaniques ne sont pas directement impliquées, devrait produire environ 17 GWh d'électricité par an et contribuer ainsi de manière importante à couvrir les besoins en électricité de la Suisse pendant l'hiver. Sa mise en service est prévue progressivement d'ici fin 2027 et sera subventionnée dans le cadre de Solarexpress. Madrisa Solar AG est détenue à parts égales par Repower, les forces motrices du canton de Zurich (EKZ) et la commune de Klosters, les remontées mécaniques de Klosters-Madrisa et EKZ étant chargés d'acheter l'électricité solaire. Grâce à ce projet, les remontées mécaniques pourront à l'avenir s'approvisionner entièrement en électricité solaire produite localement.

5.2 Monte Tamaro

« Nous construisons actuellement notre nouvelle télécabine qui, grâce à des panneaux solaires installés sur le toit de la station aval à Rivera, sera autosuffisante tout au long de l'année. (...) Quant au parc solaire Duragno, il s'agit d'un projet distinct. » (Stephan Römer, Monte Tamaro SA, par e-mail en mars 2025)

Dans le cadre de la rénovation du téléphérique, Monte Tamaro SA met l'accent sur l'énergie solaire. Dans le cadre de la reconstruction complète de la télécabine, l'entreprise prévoit d'installer dans la vallée une grande **installation sur toiture** qui, sur l'ensemble de l'année, devrait produire autant d'électricité que le téléphérique en consomme (sur le plan comptable). Après avoir mis fin à ses activités hivernales avec les remontées mécaniques dès 2003, l'entreprise a aujourd'hui pour objectif de répartir autant que possible ses clients sur la saison estivale (qui dure longtemps, jusqu'en novembre).

Monte Tamaro SA mise également sur des mesures d'efficacité énergétique et de récupération d'énergie. Dans le cadre de la rénovation de la télécabine, diverses mesures de récupération d'énergie sont prévues ; en outre, divers éclairages ont déjà été remplacés par des éléments plus économiques. À proximité du téléphérique se trouve également le « Parco Solare Duragno », qui devrait produire 16 GWh par an. La réalisation effective de cette **installation en plein air** dans une zone du Monte Tamaro dans le cadre de Solarexpress est toutefois incertaine en raison d'oppositions et se fait sans la participation directe des remontées mécaniques.

5.3 Davos Klosters Bergbahnen

« Outre l'amélioration de l'efficacité, l'objectif est d'augmenter la production propre, même si une autonomie totale reste pour l'instant irréaliste, notamment en raison de l'absence actuelle de solutions économiques pour le stockage de l'électricité. (...) Pour les grandes entreprises, il est judicieux de travailler avec un plan directeur et de générer des effets d'apprentissage internes grâce à une série de projets. Les acteurs concernés, tels que le canton, doivent être impliqués le plus tôt possible en ce qui concerne les autorisations et les promesses de subventions. Les petites entreprises dépendent de partenaires externes pour diverses étapes, ce qui peut rendre les projets plus coûteux. » (Martina Mehr, Davos Klosters Bergbahnen AG, communication personnelle en avril 2025)

Avec son « Masterplan Solarenergie », Davos Klosters Bergbahnen AG poursuit l'objectif d'étendre considérablement l'utilisation de l'énergie solaire et de couvrir ainsi une partie importante de ses propres besoins en électricité, en particulier l'électricité hivernale dont elle a un besoin urgent. Entre 2022 et 2027, des investissements d'environ dix millions de francs suisses sont prévus pour installer des **systèmes photovoltaïques** (PV) sur environ 40 sites existants à Parsenn-Gotschna et au Jakobshorn. Cela comprend l'utilisation des **façades et toitures** des garages des remontées mécaniques, des restaurants de montagne ainsi que des stations aval et amont, ce qui permet d'éviter des interventions supplémentaires dans la nature alpine. Grâce à son large portefeuille de petites installations et à ses ressources humaines, la direction du projet peut être assurée en interne, de l'idée à la mise en œuvre, en passant par les demandes de subventions et la planification. Les petites installations et la maintenance sont également prises en charge par le personnel interne. Pour l'installation principale et la maintenance technique, les remontées mécaniques font toutefois appel à des partenaires locaux de longue date. Au Jakobshorn, elles collaborent avec EW Davos ; dans le secteur Parsenn-Gotschna, elles travaillent avec Repower, où un réseau local est exploité pour relier les différentes stations de remontées mécaniques, afin qu'une plus grande partie de l'électricité produite puisse être consommée dans le domaine skiable.

Le potentiel particulier de Davos réside dans ses installations situées en altitude et ses conditions météorologiques souvent idéales en hiver, qui permettent une production efficace d'énergie solaire même pendant la saison sombre. L'idée d'une grande installation en plein air a toutefois été rejetée, notamment parce que celle-ci produirait pendant de nombreux jours bien plus que les besoins propres et serait donc trop éloignée de l'activité touristique principale. La mise en œuvre du plan directeur bat toutefois son plein, les derniers projets réalisés concernant principalement des installations solaires dans les stations de montagne. Les installations solaires idéalement exposées sur les infrastructures existantes constituent aujourd'hui un argument commercial pour les remontées mécaniques de Davos Klosters, en particulier lorsqu'une grande partie de l'électricité produite peut être consommée directement sur place (car les prix de revente actuels sont plutôt bas). Le plan directeur s'inscrit parfaitement dans la stratégie globale de développement durable des remontées mécaniques de Davos Klosters, qui comprend également l'extension des **centrales hydroélectriques** et fait de l'entreprise un acteur important dans la production locale d'énergie durable. Grâce à l'exploitation de trois petites centrales électriques, l'infrastructure existante des **installations d'enneigement** est utilisée de manière intelligente à double usage : pendant les mois sans activité d'enneigement, l'eau excédentaire est acheminée vers des turbines afin de produire de l'électricité écologique. Cela permet de produire de l'électricité pendant environ dix mois par an et couvre (sur le plan comptable) une grande partie de l'électricité nécessaire à l'enneigement du Jakobshorn. La toute dernière centrale hydroélectrique du Rinerhorn sera également complétée par un centre d'information des visiteurs avec un sentier thématique afin d'informer le public sur ce sujet.

5.4 Stoosbahnen

« Compte tenu de l'importance croissante de l'enneigement, la durabilité est depuis longtemps un sujet sensible. En tant qu'entreprise touristique, nous vivons de et avec la nature. Nous avons donc un rôle exemplaire à jouer sur le plan éthique et moral. Pour chaque investissement, la question suivante est donc à l'ordre du jour : de combien d'énergie avons-nous besoin et que pouvons-nous produire nous-mêmes ? (...) Des changements ont également eu lieu d'un point de vue sociopolitique : en 2010 encore, une installation photovoltaïque à la station supérieure a été refusée pour des raisons esthétiques, alors qu'aujourd'hui, il faut se justifier si l'on n'en dispose pas. Peut-être assisterons-nous un jour à un changement similaire dans la perception de l'énergie éolienne. » (Martin Langenegger, Stoosbahnen AG, communication personnelle en avril 2025)

La société Stoosbahnen AG accorde une grande importance à l'utilisation des énergies renouvelables et à l'amélioration de l'efficacité énergétique. L'objectif est de couvrir la totalité des besoins en électricité à partir de sources renouvelables. Une initiative clé consiste à utiliser l'**énergie de freinage** du nouveau funiculaire qui, combinée à la chaleur résiduelle de la salle des machines, alimente en chauffage et en eau chaude l'ensemble de la station amont, le Stoos Shop et le Stoos Lodge via des **pompes à chaleur**. De plus, des installations photovoltaïques telles que celle installée depuis 2024 sur le bâtiment du téléski Sternegg contribuent à la production d'électricité en générant, avec d'autres installations, environ 60 MWh par an. L'installation sur le toit du télésiège Klingenstock a été mise en place dès 2007, mais n'appartient pas à la société des remontées mécaniques (modèle de contrat avec location de la surface de toiture). À l'époque, l'entreprise ne disposait pas des moyens nécessaires ; toutefois, les nouvelles installations photovoltaïques, telles que celle prévue à la station amont, doivent être financées et exploitées de manière autonome, dans le sens d'un business case, avec une part d'autoconsommation aussi élevée que possible. Toutefois, la logique purement financière n'est pas au centre des préoccupations : compte tenu de la baisse actuelle des prix de l'électricité, ce sont des motifs stratégiques et communicationnels qui priment. À l'avenir, l'ensemble des coûts d'enneigement pourraient ainsi être couverts (au niveau du bilan) par l'électricité renouvelable produite par l'entreprise.

Pour des raisons politiques notamment, les idées de production d'électricité à partir de l'énergie éolienne n'ont pas été poursuivies jusqu'à présent. Malgré le potentiel éolien et l'infrastructure des remontées mécaniques existante à proximité, un site intéressant situé à Klingenstock n'a pas été inclus dans le plan directeur cantonal. De plus, le marché et la technologie ne semblent pas encore prêts pour les petites éoliennes. L'**énergie hydraulique** joue toutefois un rôle central à Stoos : une conduite sur le tracé de l'ancien funiculaire achemine de l'**eau potable** vers une turbine dans la vallée. En fonction de la disponibilité de l'eau excédentaire, cette installation génère entre 22 kW et 100 kW et peut ainsi fournir 400 MWh par an à la population permanente de Stoos. Ces mesures sont complétées par un projet de chauffage à distance à plus grande échelle pour le village de Stoos, avec la participation coopérative des remontées mécaniques. En outre, les possibilités d'utilisation de la chaleur résiduelle provenant du refroidissement du lac de rétention sur la montagne sont à l'étude (échange de chaleur). Hormis les contrats avec les clients du chauffage à distance, l'entreprise ne vend pas son énergie (excédentaire) aux clients finaux, mais la fournit à la société électrique locale (avec RPC ou aux prix du marché, selon l'installation). Pour la maintenance technique au-delà des contrôles réguliers et des petits travaux d'entretien, les remontées mécaniques dépendent de contrats avec des partenaires externes pour leurs installations d'énergie.

5.5 Gondelbahn Gamplüt

« Une éolienne de dernière technologie a été installée. Complétée par l'énergie solaire, elle permet à la télécabine d'être indépendante des fournisseurs d'énergie publics et montre l'exemple en matière de gestion durable. Le 20 octobre, l'auberge de montagne de Gamplüt a reçu le Prix Solaire Suisse 2017 dans la catégorie C, Installations énergétiques. » (Peter et Lina Koller, Gamplüt Koller AG, sur gamplüt.ch)

La société Gamplüt Koller AG est pionnière dans le domaine de la production d'électricité renouvelable. La télécabine de Gamplüt est considérée comme la première **remontée mécanique** au monde entièrement **alimentée par énergie solaire et éolienne**. L'entreprise mise sur une combinaison d'énergie photovoltaïque et éolienne afin d'être largement indépendante en matière d'approvisionnement énergétique. Des installations photovoltaïques d'une superficie totale de 450 m² sont installées sur les toits et les murs du restaurant de montagne et de la salle des machines. Elles fournissent une puissance maximale de 48 kW et produisent environ 50 MWh d'électricité par an. Cela suffit généralement pour assurer le fonctionnement de la télécabine.

En complément de l'énergie solaire, une éolienne spécialement conçue pour les conditions alpines contribue à la production d'électricité. Cette éolienne produit même par vent faible et fournit environ 40 MWh d'électricité par an. De plus, des panneaux solaires d'une superficie totale de plus de 700 m² utilisent l'énergie solaire pour **produire de l'eau chaude** et contribuer au chauffage du restaurant d'altitude. Grâce à l'intégration des énergies solaire, éolienne et du bois (pour le chauffage du restaurant d'altitude), l'ensemble de l'exploitation de la télécabine et du restaurant d'altitude est presque entièrement autonome.

5.6 Pizolbahnen

« Compte tenu des résultats mitigés obtenus avec l'installation pilote à la station inférieure, aucune éolienne supplémentaire n'est prévue pour le moment en raison de l'absence de business case. Les éoliennes pourraient un jour devenir un sujet d'intérêt à plus grande échelle, mais pour l'instant, c'est le canton qui mène la danse dans ce domaine. Le Pizol ne fait toutefois pas partie des sites évalués. » (Jürg Schustereit, Pizolbahnen AG, communication personnelle en octobre 2024)

La société Pizolbahnen AG poursuit différentes mesures dans le domaine de l'énergie. D'une part, des essais avec l'**énergie éolienne** ont été menés très tôt, mais pour diverses raisons (principalement techniques), ils n'ont pas dépassé le stade d'une petite installation pilote. D'autre part, des mesures d'efficacité énergétique sont continuellement mises en œuvre dans l'exploitation, telles que le remplacement des ampoules et la modernisation du pilotage et de l'entraînement des anciens télésièges.

La dernière extension de l'infrastructure d'enneigement artificiel constitue également un projet central. Cette nouvelle infrastructure doit non seulement garantir l'enneigement, mais aussi contribuer à la production d'électricité. Le nouveau **lac de rétention** situé près de la cabane du Pizol a une capacité de 80 000 m³ et est alimenté par le trop-plein d'une source de montagne. Son emplacement au point (presque) le plus élevé du domaine skiable permet d'utiliser de manière optimale la pente naturelle pour augmenter la pression du système d'enneigement, ce qui se traduit par une grande efficacité énergétique. À l'avenir, il est prévu d'utiliser l'eau excédentaire stockée pour produire de l'électricité en dehors de la période d'enneigement ou pour équilibrer le réseau (courant d'ajustement) à la manière d'une centrale à accumulation par pompage.

5.7 Arosa Bergbahnen

« Dans le cadre du projet Solarexpress de la Confédération, les remontées mécaniques auraient pu envisager de participer à hauteur d'au moins 25 % à une installation en plein air dans le domaine skiable. (...) D'une part, la volonté politique nécessaire à la mise en œuvre d'une telle installation faisait défaut. Il n'aurait pas été possible d'obtenir une majorité pour le site bien visible du Brüggerhorn. De plus, la commune est également propriétaire du fournisseur d'énergie local, qui se concentre principalement sur le développement de sa propre énergie hydraulique et ne donne donc pas la priorité à un grand projet photovoltaïque. D'autre part, compte tenu de la nouvelle baisse des prix de l'électricité et de l'amélioration de la situation en matière de pénurie d'électricité, la rentabilité économique du projet est devenue discutable et la pression pour augmenter l'autosuffisance énergétique a diminué. »
(Philipp Holenstein, Arosa Bergbahnen AG, communication personnelle en mai 2025)

La société Arosa Bergbahnen AG poursuit une stratégie globale en matière d'approvisionnement énergétique durable dans le but de garantir une exploitation neutre en CO₂. L'utilisation exclusive d'énergies renouvelables est un pilier central de la stratégie. Depuis 2021, les besoins en électricité des remontées mécaniques d'Arosa (et de Lenzerheide) sont entièrement couverts par l'**énergie hydraulique**. L'électricité des centrales régionales est fournie par le distributeur d'énergie local. Lors des projets d'extension de l'infrastructure d'enneigement, les remontées mécaniques veillent à concevoir les systèmes de conduites de manière à ce qu'ils puissent également être utilisés à l'avenir pour la production d'électricité à partir de l'énergie hydraulique. À cette fin, des conduites d'une capacité suffisante sont installées. Dans l'ensemble, les remontées mécaniques considèrent qu'il est de leur responsabilité sociale de contribuer au développement durable dans la mesure de leurs possibilités financières. L'intégration d'installations photovoltaïques dans les nouvelles constructions et les rénovations vise également à répondre aux attentes des clients. Elle permet en outre de renforcer l'indépendance – certes modeste – en matière d'approvisionnement énergétique. À moyen terme, l'entreprise vise une autonomie de 10 à 15 % grâce à sa propre électricité.

Cependant, le développement d'une grande installation en plein air pour la production d'électricité solaire dans le cadre du projet Solarexpress, avec la participation directe des remontées mécaniques, n'a pas été poursuivi. Outre le manque d'acceptation d'une **installation en plein air** bien visible, les priorités fixées par les fournisseurs d'énergie en matière de grands investissements et un business case incertain ont conduit à l'abandon du projet. L'abandon du projet a été accéléré par la détente rapide de la situation en matière de pénurie d'électricité. Les remontées mécaniques seraient également ouvertes à l'installation d'une éolienne à un emplacement approprié. Cependant, comme le soutien politique aux projets situés dans des endroits attrayants et exposés au vent est considéré d'un œil critique, aucun projet de ce type n'est actuellement poursuivi. Au-delà de l'achat d'électricité renouvelable, l'entreprise accorde une grande importance à l'efficacité énergétique. L'entreprise s'est engagée auprès de l'OFEN à poursuivre ses efforts pendant dix années supplémentaires avec une réduction annuelle de 1,5 % de sa consommation d'énergie. Cet objectif sera atteint grâce à des investissements continus et à diverses mesures, notamment l'utilisation d'un système de gestion technique des bâtiments moderne. Ce système permet de contrôler et d'optimiser de manière centralisée le chauffage, la ventilation, l'éclairage et l'eau chaude dans les bâtiments des remontées mécaniques, ce qui permet de réduire la consommation d'énergie de 10 à 20 %. L'éclairage des restaurants et des bâtiments d'exploitation est également en cours de conversion vers une technologie, qui permettra de réduire les besoins énergétiques de 65 à 72 %. Une autre mesure consiste à réguler automatiquement la vitesse des télésièges en fonction du nombre de passagers, ce qui permet d'optimiser la consommation d'électricité. D'autres gains d'efficacité sont réalisés grâce au renouvellement continu des moteurs des remontées mécaniques ou au remplacement des canons à neige. Pour la décarbonisation des dameuses, les remontées mécaniques dépendent des nouveaux développements des fournisseurs de véhicules.

5.8 Zermatt Bergbahnen

« Dans le cadre de Solarexpress, nous sommes intéressés par la construction d'une grande installation à Trockener Steg en collaboration avec Axpo et EV Zermatt. Les remontées mécaniques participeraient à hauteur d'un tiers, mais la répartition des rôles reste à définir. Nous ne serions pas chargés de la commercialisation, mais intéressés par un approvisionnement proportionnel en électricité, soit pour une consommation directe sur place, soit pour la production future d'hydrogène à partir de l'électricité estivale excédentaire, par exemple pour le fonctionnement des dameuses (décarbonisation). La planification et l'autorisation de l'installation ont progressé rapidement. Le business case est toutefois très incertain. Si les subventions sont moins importantes que dans le projet Solarexpress initial, la rentabilité du projet serait fortement compromise. » (Martin Hug, Zermatt Bergbahnen AG, communication personnelle en juin 2025)

La société Zermatt Bergbahnen AG poursuit une stratégie de développement durable multidimensionnelle, dans laquelle la production d'énergies renouvelables n'occupe pas une place centrale. Depuis 2002 déjà, l'entreprise investit également dans des **installations photovoltaïques**. On peut citer par exemple les installations de la station Trockener Steg et du Petit Cervin, ainsi que le bâtiment Minergie de haute montagne du restaurant Matterhorn Glacier Paradise. Au total, environ 400 MWh d'électricité solaire sont produits chaque année, ce qui ne représente qu'un faible pourcentage à un chiffre de la consommation totale d'électricité. L'utilisation fortement saisonnière des bâtiments et des remontées mécaniques constitue un défi. Les installations photovoltaïques et solaires thermiques des remontées mécaniques sont réparties sur de nombreux sites différents dans la région. Comme il s'agit de constructions situées en dehors de la zone à bâtir, les procédures d'autorisation correspondantes sont complexes. À cela s'ajoute le fait que certains bâtiments (notamment les restaurants) n'appartiennent pas aux remontées mécaniques, mais à la commune bourgeoise. L'infrastructure du réseau est en grande partie détenue par le fournisseur d'électricité local, ce qui complique l'intégration de l'infrastructure du domaine skiable dans un réseau local (similaire à une zone industrielle). Cela serait nécessaire pour distribuer l'électricité au sein de l'entreprise et économiser les frais de réseau.

Dans le cadre du projet « Gletschersolar Matterhorn », les remontées mécaniques examinent également avec leurs partenaires la mise en place d'une **installation en plein air** dans le cadre de Solarexpress, mais la rentabilité d'une telle installation varie considérablement en fonction du montant des subventions fédérales. Le terrain situé directement près de Trockener Steg serait très approprié ; les engagements et autorisations importants ont déjà été obtenus. Cependant, la mise en œuvre effective est incertaine pour des raisons de rentabilité. Même si la réalisation ne devait pas être rentable à court terme, les remontées mécaniques souhaitent conserver cette idée dans leur liste de projets à long terme. À moyen terme, l'utilisation de l'infrastructure d'enneigement pour la production d'électricité pourrait s'avérer plus importante. Les pompes existantes pourraient par exemple être utilisées pour exploiter l'électricité solaire excédentaire en été ou la stocker (à court terme). Toutefois, cette question soulève également diverses questions financières et juridiques, notamment en ce qui concerne les concessions nécessaires pour l'utilisation de l'eau. Un futur modèle commercial pourrait consister à fournir de l'énergie d'ajustement : l'infrastructure pourrait ainsi être utilisée pour consommer ou injecter de l'énergie dans le système en fonction des besoins. Toutefois, comme toutes ces initiatives et activités sont relativement éloignées de son cœur de métier, la société n'envisage pas pour l'instant de s'impliquer davantage dans la production d'électricité à partir de l'énergie solaire ou hydraulique. Elle achète l'électricité, produite majoritairement à partir de sources renouvelables, auprès du fournisseur d'énergie local (EW Zermatt) dans le cadre de l'approvisionnement de base.

5.9 Sportbahnen Melchsee-Frutt

« La production d'électricité a une longue tradition à Kerns, en particulier au sein de la corporation avec ses petites centrales électriques. C'est pourquoi le conseil de la coopérative d'alpage tenait à donner une chance à ce type de production d'électricité. (...) Les initiateurs doivent tout mettre en œuvre pour protéger au mieux la flore. À plus de 2000 mètres d'altitude, les conséquences à long terme sont toutefois difficiles à prévoir. » (Markus Ettlin-Niederberger, président de l'Alpenossenschaft Kerns ausserhalb der steinernen Brücke, communiqué de presse de la coopérative de Kerns en septembre 2023)

D'un point de vue historique, une première turbine destinée à exploiter l'énergie hydraulique a été installée à Melchsee-Frutt dès 1900. Aujourd'hui encore, les remontées mécaniques de Melchsee-Frutt fonctionnent à 100 % à l'électricité verte, produite principalement dans des **centrales hydroélectriques** locales. Les remontées mécaniques appartiennent à la Korporation Kerns, une corporation de droit public. Celle-ci comprend plusieurs entreprises, dont les petites centrales électriques de EWK (Elektrizitätswerk Kerns) avec leurs deux centrales hydroélectriques et une production annuelle de plus de 4 GWh, qui sont en quelque sorte des entreprises sœurs des remontées mécaniques. Les installations bénéficient d'un financement des coûts supplémentaires par la Confédération (subvention basée sur la différence entre les coûts de production et le prix du marché) et sont exploitées par le fournisseur d'énergie régional (Elektrizitätswerk Obwalden).

Un projet d'installation solaire alpine sur la Tannalp n'a pas été poursuivi, car la coopérative d'alpage a rejeté cette intervention dans le paysage, jugée trop massive. La surface nécessaire et les constructions en acier avec les travaux d'excavation pour les conduites et les stations de transformation de l'**installation en plein air** auraient finalement été beaucoup plus importants que prévu initialement. Les remontées mécaniques de Melchsee-Frutt se concentrent tout particulièrement sur le développement d'un système d'enneigement technique climatiquement neutre, avec des lances à neige spéciales qui, grâce à une technologie innovante et à la pente naturelle, fonctionnent sur de longues distances sans alimentation électrique externe.

5.10 Remontées Mécaniques de Grimentz-Zinal

« Le projet [Grands Plans Solar] est revenu du canton avec des questions supplémentaires. Il sera mis à l'enquête publique à la fin de l'hiver. Il sera difficile de démarrer en 2025 car les services de l'environnement ne nous aident pas vraiment dans ce sens. Notre rôle sera d'être actionnaire [11 %] et de faciliter la réalisation de ce projet sur notre domaine skiable. » (Pascal Bourquin, Remontées Mécaniques de Grimentz-Zinal SA, par mail en mars 2025)

Les Remontées Mécaniques de Grimentz-Zinal SA utilisent déjà aujourd'hui 100 % d'électricité provenant de sources renouvelables. En outre, les remontées mécaniques de Grimentz-Zinal travaillent en permanence à l'amélioration de l'**efficacité énergétique** de leurs bâtiments et installations, la production propre d'électricité n'étant jusqu'à présent pas pertinente.

Outre l'énergie hydraulique déjà largement exploitée dans le Val d'Anniviers, il existe également un potentiel considérable pour l'énergie solaire alpine. Les remontées mécaniques sont impliquées dans un projet lancé dans le cadre de Solarexpress en collaboration avec Alpiq, la commune et le fournisseur d'énergie Oiken. Au cours de la phase de conception du « Parc Solaire des Grands Plans », les premiers modules tests ont été installés dans le domaine skiable. Malgré une large acceptation de la part des responsables politiques locaux, la mise en œuvre de cette **installation en plein air** reste toutefois très incertaine. Les remontées mécaniques participent au projet en tant qu'actionnaire minoritaire, mais ne jouent pas un rôle central.

6 Résultats

Le chapitre suivant rassemble les enseignements tirés de l'analyse des cas d'étude. Les entretiens approfondis ont notamment servi à valider les résultats de la recherche documentaire. Outre quelques enseignements généraux sur les éléments moteurs et les obstacles, les résultats sont résumés par source d'énergie (solaire, hydraulique, éolien).

Tableau 9 : Principaux enseignements tirés de l'analyse des études de cas, par source d'énergie (discussion dans les sections suivantes)

►	Enseignements et recommandations, par source d'énergie
GÉNÉRALITÉS	Dans l'idéal, les potentiels doivent être systématiquement clarifiés, hiérarchisés et intégrés dans une planification générale à long terme ; il est judicieux de les développer dans le cadre des besoins propres ou de la consommation propre sur place ou dans son propre réseau (local). Lors de la planification concrète d'un projet, il est nécessaire d'impliquer dès le début des partenaires spécialisés (planification, autorisation, construction, distribution, etc.) ; les projets dépassant le cadre des petites installations vont (trop) loin au-delà des ressources clés des remontées mécaniques. ► Prévoir/envisager la possibilité d'extensions futures dans le domaine des énergies renouvelables pour tous les projets (de construction).
Solaire	Potentiel important sur les façades et les toitures ; business case donné notamment lors de nouvelles constructions et de rénovations ; rendement annuel très intéressant surtout en altitude, à condition que les conditions d'enneigement et de vent le permettent. Les installations alpines en plein air sont difficiles sur le plan politique et technique ; rapport coût/rendement défavorable pour un véritable business case ; réalisables tout au plus si la revente d'électricité tout au long de l'année peut être garantie à long terme, si possible localement (à un prix relativement élevé). ► Évaluer le potentiel des façades et des toitures et les équiper de panneaux photovoltaïques au plus tard lors de la construction ou rénovation.
Hydraulique	Potentiel largement exploité ; examiner la possibilité d'une utilisation multiple des infrastructures existantes et nouvelles pour la neige et l'eau ; en cas d'excédent d'eau en montagne (et de droits de prélèvement et d'autorisations), un business case est éventuellement possible. Complémentarité limitée avec l'énergie solaire en raison des quantités d'eau limitées en hiver (chutes de neige, enneigement artificiel) ; potentiel de stockage par pompage pour l'arbitrage ou le stockage saisonnier (p. ex. photovoltaïque) plutôt trop faible pour la plupart des lacs de rétention. ► Examiner le potentiel des infrastructures d'enneigement artificiel et du terrain et les concevoir à moyen terme pour des utilisations multiples.
Éolien	Potentiel tout à fait présent ; acceptation politique (encore) faible, en particulier pour les éoliennes efficaces et de grande hauteur ; certaines contradictions entre une nature intacte, des infrastructures de remontées mécaniques protégées du vent et des éoliennes exposées. Technologie attrayante pour la production d'électricité en hiver ; complémentaire à l'énergie solaire (et hydraulique) ; grandes installations ont fait leurs preuves, y compris dans les régions alpines ; petites installations en phase pilote et sans business case économique. ► Examiner les sites présentant un potentiel éolien et les intégrer dans les projets à long terme (lorsque le moment/l'acceptation sera venu).

L'analyse des cas d'étude montre que les remontées mécaniques sont aujourd'hui très intéressées par les opportunités dans le domaine des énergies renouvelables. Les entreprises qui ont une stratégie explicite en matière de durabilité, voire un plan directeur énergétique, ont une approche plus ciblée et peuvent généralement présenter des mesures variées. Cependant, les initiatives correspondantes nécessitent l'attention et l'intérêt de la direction et des propriétaires pour le sujet. Les grandes entreprises disposent généralement de plus de ressources pour mener à bien de manière autonome des projets souvent très exigeants. Ce n'est qu'avec le personnel spécialisé et les moyens financiers appropriés qu'il vaut la peine de prendre en charge soi-même les activités centrales. Si l'expérience acquise ne peut être multipliée sur l'ensemble d'un portefeuille de projets, des partenariats externes dans les domaines de la planification, de la mise en œuvre, de l'entretien et de l'exploitation sont indispensables. La plupart des projets réalisés ne constituent pas (encore) un argument commercial financier direct. Au contraire, les mesures sont prises dans le cadre de considérations stratégiques à long terme. Parmi celles-ci figurent des arguments tels que l'indépendance vis-à-vis des fluctuations des prix de l'énergie, mais aussi des possibilités de communication, par exemple pour atténuer les critiques concernant l'enneigement artificiel, de plus en plus gourmand en énergie.

L'analyse des cas concrets (cf. chapitre 5) montre que les activités qui vont au-delà de la simple maintenance de petites installations sont trop éloignées du cœur de métier touristique des remontées mécaniques typiques. Des processus de subventionnement et d'autorisation à la construction et à l'exploitation, en passant par la commercialisation et la distribution : les spécificités du marché complexe de l'énergie nécessitent l'acquisition de diverses compétences. Il est judicieux de les développer avec des partenaires si nécessaire, tant qu'il existe un potentiel d'expansion dans le cadre des besoins propres. La consommation interne sur place ou la création de réseaux locaux et de regroupements dans le cadre de la consommation propre (RCP) sont les moyens les plus efficaces pour que les installations représentent un business case rentable. Même si une remontée mécanique n'a actuellement ni besoin ni ressources pour mener ses propres activités dans le domaine de la production d'énergie, il convient de rester attentif à cette question fondamentale. L'évolution des conditions cadres (p. ex. la structure des prix sur le marché ou le paysage des subventions) et les innovations technologiques (p. ex. des possibilités de stockage moins coûteuses ou l'utilisation multiple des infrastructures) peuvent rapidement modifier la situation initiale. Afin d'être prêt à faire face à ces scénarios, il est utile de toujours garder à l'esprit la question de l'approvisionnement énergétique. En conséquence, les potentiels correspondants pourraient au moins être exploités dans le cadre de projets de construction, par exemple. Cela peut inclure l'installation de gaines vides ou le choix d'un emplacement en fonction de l'exposition (cf. par exemple toitsolaire.ch ou facadeausoleil.ch et atlasdesvents.ch).

6.1 Énergie solaire

L'énergie solaire sous forme photovoltaïque offre une contribution plutôt faible à la sécurité d'approvisionnement (cf. Küller, 2022, p. 137) en raison des dépenses en capital (CapEx) élevées et malgré des dépenses opérationnelles (OpEx) faibles, à moins que l'installation solaire ne puisse être combinée avec des systèmes de stockage. Les coûts dépendent toutefois fortement de l'emplacement concret : en terrain alpin, tant la construction (CapEx) que l'entretien (OpEx) d'une installation ont tendance à être plus coûteux, ce qui peut toutefois être partiellement compensé par un rendement accru grâce à un ensoleillement plus important en hiver et à des températures plus fraîches des cellules photovoltaïques. Les installations solaires sont particulièrement intéressantes d'un point de vue d'un business case économique lorsqu'elles permettent de produire de l'énergie pour la consommation propre. Cela permet d'éviter des frais et des taxes importants (cf. Illustration 1), ce qui améliore considérablement le bilan financier.

Les remontées mécaniques de **Klosters-Madrisa** (5.1) peuvent être considérées comme pionnières dans ce domaine. Au cours des dernières années, l'entreprise a installé des modules photovoltaïques dans différentes stations de montagne et de vallée. Grâce à ces installations, les remontées mécaniques produisent aujourd'hui environ 300 MWh par an, couvrant ainsi déjà environ un cinquième de leurs besoins en électricité. Comme le business case financier d'une expansion aussi cohérente n'est pas (encore) toujours garanti, celle-ci a été rendue possible entre autres grâce à des donateurs (Madrisa Club). Depuis 2025, la centrale alpine Madrisa Solar est également en cours de construction dans le périmètre du domaine skiable. Les remontées mécaniques ne sont pas directement impliquées, mais devraient à l'avenir être les principaux consommateurs locaux, de sorte que l'entreprise pourra couvrir la totalité de ses besoins en électricité (sur le plan comptable) avec l'énergie solaire. L'installation, située à 2000 mètres d'altitude, est exploitée par Madrisa Solar AG, qui appartient à parts égales à Repower (en tant que société gestionnaire), EKZ et la commune de Klosters. L'installation s'étend sur une superficie de 150 000 m² et se compose de plus de 3000 tables solaires de plus de cinq mètres de haut, qui supportent au total 19 000 modules bifaciaux.

Les coûts d'extension du réseau sont faibles, car l'infrastructure existante dans la montagne peut être utilisée ou renforcée. L'investissement total s'élève à environ 70 millions de francs suisses, mais dans le cadre du programme Solarexpress, une subvention fédérale unique couvrant au maximum 60 % des coûts d'investissement est prévue. En raison du caractère pionnier de l'installation, les coûts ont d'abord été sous-estimés ; le terrain et la résistance nécessaire de l'installation aux intempéries rendent le projet plus coûteux. La production annuelle prévue s'élève à 17 GWh dans sa phase finale, dont plus de 40 % devraient être produits pendant la saison hivernale. Le projet a finalement pu être réalisé grâce à la conclusion d'un accord avec EKZ (outre les remontées mécaniques), qui s'engage à acheter à long terme une grande partie de l'électricité produite à des prix fixes. Les remontées mécaniques devant être raccordées à l'installation via un regroupement dans le cadre de la consommation propre (RCP), les coûts de réseau et les taxes sont supprimés (cf. Illustration 1), ce qui permet de s'approvisionner en électricité à des prix avantageux.

Une démarche similaire est entreprise avec la construction de la nouvelle télécabine du **Monte Tamaro** (5.2) : la toiture de la nouvelle station aval sera équipée d'une installation solaire, ce qui permettra à la télécabine d'atteindre à l'avenir un degré d'autosuffisance considérable (objectif : autonomie énergétique). Au Tessin, comme dans la plupart des cantons (et communes), des subventions sont disponibles pour les installations photovoltaïques, en plus des rétributions uniques versées au niveau fédéral (cf. également francsenergie.ch). Cependant, la société de remontées mécaniques ne participe pas au projet d'installation en plein air « Parco Solare Alpino Duragno » prévu sur le Monte Tamaro, près de la station supérieure. En raison des procédures d'autorisation et de la rentabilité sujette à caution, ce projet est globalement incertain.

Dans l'entourage des remontées mécaniques d'**Arosa** (5.7), de **Zermatt** (5.8), de **Melchsee-Frutt** (5.9), de **Grimentz-Zinal** (5.10) et de nombreuses autres remontées mécaniques (comme celles d'Andermatt-Sedrun), des installations en plein air ont été et sont actuellement examinées dans le cadre du projet Solarexpress. Les remontées mécaniques ne jouent un rôle central dans aucun de ces projets. Ils ne sont impliqués qu'indirectement, en tant qu'acheteurs locaux potentiels d'électricité, pour la mise à disposition éventuelle d'infrastructures existantes ou pour la légitimation de l'exploitation de terrains déjà « chargés » en infrastructures, ainsi que, dans certains cas (comme à Grimentz-Zinal), par une participation (minoritaire) dans la société chargée du projet. À l'exception de Madrisa Solar (et Sedrun Solar), aucun projet ne semble être réalisé à proximité immédiate d'une remontée mécanique. Cela peut s'expliquer par différentes raisons : refus de la population ou des propriétaires fonciers concernés (cf. p. ex. Melchsee-Frutt), manque de promoteurs et de partenaires pour l'achat d'électricité (cf. p. ex. Arosa), longue durée des procédures de mise à l'enquête et d'autorisation (cf. p. ex. Grimentz-Zinal) et manque de priorité par rapport à d'autres projets (cf. p. ex. Zermatt).

Tous ces projets ont en commun un business case très discutable malgré des subventions considérables. Les conditions et les imprévus propres au milieu alpin augmentent considérablement les coûts et les risques en raison du manque d'expérience. À cela s'ajoute, en l'absence de consommation directe sur place, des recettes largement imprévisibles pendant les mois d'été, car en cas d'excédent d'énergie, il faut s'attendre à des prix très bas, voire négatifs. Se pose également la question de savoir s'il est judicieux d'aménager à grands frais des terrains alpins d'une superficie équivalente à 20 terrains de football avec des tables ou des câbles solaires si cela ne permet d'alimenter « que » 4000 foyers en électricité relativement coûteuse. Même si la surface sous les panneaux solaires reste utilisable (p. ex. comme pâturage d'alpage), on ne peut nier que cela porte atteinte au paysage, notamment d'un point de vue touristique. Tant qu'il n'existe pas de solution économique pour le stockage à long terme de l'énergie solaire excédentaire, il n'est guère judicieux pour les remontées mécaniques d'investir à grande échelle dans des installations en plein air.

6.2 Énergie hydraulique

L'énergie hydraulique offre une grande sécurité d'approvisionnement avec des dépenses en capital (CapEx) élevées et des dépenses opérationnelles (OpEx) relativement faibles (cf. Küller, 2022, p. 124), mais sa contribution exacte dépend fortement du type de centrale. Le potentiel des centrales hydroélectriques est largement exploité en Suisse (cf. également Liens Internet en annexe). Les oppositions et les procédures longues empêchent ou retardent les grands projets des groupes énergétiques suisses (cf. p. ex. Grimsel et Trift, mais aussi Gornerli Zermatt). À l'exception des installations construites aux débuts du développement touristique en montagne (cf. p. ex. la centrale au fil de l'eau de Lütschental, exploitée par la Jungfraubahn, avec une production annuelle de 60 GWh d'électricité), la construction et l'exploitation de grandes centrales hydroélectriques propres sont irréalistes. L'octroi de concessions pour l'énergie hydraulique et l'autorisation des installations correspondantes nécessitent des processus longs et complexes, avec des incertitudes politiques. L'utilisation des infrastructures existantes ou nouvelles est plus réaliste : les domaines skiables continuent d'investir massivement dans la garantie d'enneigement, avec l'extension des lacs de rétention et des réseaux de conduites. En fonction des conditions locales, ces constructions peuvent également être conçues pour le stockage et le turbinage de l'eau à des fins de production d'électricité et d'énergie d'ajustement. Divers réservoirs polyvalents ont déjà été étudiés (cf. p. ex. Flims Electric AG, 2020) ; cependant, il n'existe à ce jour aucun exemple qui inclue également le business case d'un stockage par pompage (p. ex. énergie solaire excédentaire).

Ce sont les remontées mécaniques de **Davos Klosters** (5.3) qui sont les plus avancées dans l'utilisation multiple des infrastructures d'enneigement. En dehors de la saison d'enneigement, l'entreprise achemine le trop-plein des sources d'eau potable captées ainsi que l'eau de fonte et l'eau de pluie via un lac de rétention vers des turbines situées dans la vallée. Les remontées mécaniques se procurent toute la technologie des petites centrales électriques auprès de TechnoAlpin, le fournisseur de leur infrastructure d'enneigement. Outre deux installations sur le Jakobshorn (Bolgen, 2015 ; Ischalp, 2018) équipées respectivement d'une et de deux turbines et affichant un rendement annuel de plus de 800 MWh, une autre centrale hydroélectrique alimentée en eau potable, équipée de deux turbines et dont la production annuelle prévue est de 1 200 MWh, est en cours de construction sur le Rinerhorn (2025). Au total, l'entreprise produit ainsi chaque année 2 GWh d'électricité à partir de l'énergie hydraulique sur sa propre infrastructure, avec un débit de plus de 200 litres par seconde pouvant être turbiné. Ces chiffres montrent que (si l'eau est disponible en quantité suffisante en montagne) une quantité d'énergie relativement importante peut être produite à l'aide de turbines individuelles. Les petites centrales hydroélectriques produisent beaucoup plus d'électricité que les installations photovoltaïques qui, selon le plan directeur solaire des remontées mécaniques, sont déjà installées sur la plupart des toitures et façades appropriés. Contrairement aux installations solaires, le processus d'autorisation pour l'énergie hydraulique est toutefois beaucoup plus complexe. L'octroi des concessions d'eau nécessite l'accord de la commune (référéndum). En outre, diverses autorités cantonales et nationales sont impliquées dans la procédure de consultation. Même si une petite installation ne nécessite pas d'étude de l'impact sur l'environnement complète, divers effets sur l'environnement doivent être clarifiés. Outre un rapport environnemental, une expertise en écologie aquatique est également nécessaire. Le droit d'utilisation doit également être défini en détail, avec les quantités d'eau utilisables, les quotas de prélèvement et de restitution. Outre les coûts des expertises et des procédures de planification, il faut également tenir compte des redevances de concession et des coûts des mesures de compensation. Malgré ces coûts et la suppression des rétributions à prix coûtant du courant injecté, les installations peuvent être considérées comme rentables à long terme. Cependant, en raison du manque de possibilités de stockage ou de distribution, l'électricité est vendue à la société électrique locale.

Les remontées mécaniques de **Stoos** (5.4) disposent également d'une centrale hydroélectrique intégrée dans les bâtiments existants. Cependant, ce n'est pas l'infrastructure d'enneigement qui est utilisée, mais celle des remontées mécaniques : l'eau potable excédentaire est acheminée de Stoos vers la vallée via l'ancienne ligne du funiculaire de Stoos, où une turbine de la centrale électrique de Schlattli produit environ 400 MWh d'électricité par an. Entre 4 et 18 litres d'eau par seconde peuvent être turbinés à une pression pouvant atteindre 75 bars. Cette installation génère également plus d'électricité que les installations solaires déjà mises en place et encore prévues pour le funiculaire. Comme l'entreprise n'a pas de besoins propres à l'emplacement de la turbine, l'électricité est vendue à la société électrique locale. La petite centrale bénéficie également d'une aide nationale sous la forme d'une rétribution à prix coûtant du courant injecté. À l'avenir, cependant, il est prévu de créer un potentiel d'utilisation propre, par exemple pour l'exploitation du funiculaire, en prévoyant, lors de la rénovation des routes, des gaines vides pour les futures lignes électriques propres. Sur le plan comptable, l'énergie produite en interne couvre aujourd'hui environ un quart des besoins annuels (y compris l'utilisation de la récupération et de la chaleur résiduelle du funiculaire). Toutefois, des progrès techniques et au niveau de la régulation seraient nécessaires pour augmenter le degré d'autosuffisance réel au cours de l'année. Cela inclut des réseaux propres de faible envergure (ou des regroupements pour la consommation propre) ainsi que de nouvelles solutions de stockage. L'avantage d'un réseau propre serait de supprimer les redevances d'utilisation du réseau, les taxes et les impôts qui sont dus sur l'électricité (d'abord vendue, puis rachetée) (cf. également l'illustration 1).

6.3 Énergie éolienne

L'énergie éolienne peut, du moins dans les zones exposées, contribuer de manière modérée à la sécurité d'approvisionnement, avec des dépenses en capital (CapEx) élevées, mais des dépenses opérationnelles (OpEx) faibles (cf. Küller, 2022, p. 124). Contrairement à l'énergie hydraulique, l'énergie éolienne présente un potentiel inexploité en Suisse (cf. atlasdesvents.ch). Cependant, en raison de la topographie très changeante de la Suisse et de l'absence de tradition dans l'utilisation de l'énergie éolienne, la résistance politique contre les éoliennes est forte. Les grandes installations particulièrement performantes sont visibles de loin, ce qui nuit à l'aspect du paysage. Tant que les éoliennes auront une connotation fortement négative en raison de leurs externalités visuelles et acoustiques, elles sembleront plutôt inadaptées aux régions touristiques de montagne. À cela s'ajoute le fait que l'installation de telles éoliennes nécessite des aménagements coûteux, notamment de larges routes et des fondations (cf. CapEx). Il serait certes possible de recourir en partie aux infrastructures existantes dans le périmètre des remontées mécaniques. Mais cela pose un certain problème, car les téléphériques sont généralement conçus pour être protégés du vent, alors que les éoliennes doivent être placées dans des endroits aussi exposés au vent que possible.

La plus grande centrale éolienne suisse est aujourd'hui exploitée par BKW sur le Mont Crosin, dans le Jura bernois. Située sur une crête à plus de 1200 mètres d'altitude, elle n'est toutefois pas à proximité immédiate d'une remontée mécanique, à l'exception de petits téléskis et du funiculaire reliant Saint-Imier à Mont-Soleil. La centrale se compose de 16 éoliennes de différentes tailles qui produisent au total environ 80 GWh d'électricité par an. Les turbines sont situées à environ 100 mètres du sol et les pales du rotor mesurent ca. 50 mètres de long. Les installations produisent de l'électricité à partir de vitesses de vent de 11 ou 14 km/h (jusqu'à 90 km/h) (Juvent SA, 2025).

Un parc éolien de (haute) altitude se trouve à Gütsch, au-dessus d'Andermatt, à plus de 2300 mètres d'altitude, à seulement quelques centaines de mètres des remontées mécaniques d'Andermatt-Sedrun. L'installation est exploitée par la société locale EW Ursern. Elle complète l'énergie hydraulique, plutôt estivale, car 65 % de l'électricité éolienne peut être produite en hiver. Grâce à l'ajout d'une turbine et au repowering d'une ancienne installation, cinq turbines produiront à l'avenir environ 11 GWh d'électricité par an à partir d'une vitesse de vent de 9 km/h (jusqu'à 122 km/h). Les turbines sont situées à plus de 50 mètres du sol, avec des pales de plus de 30 mètres, et sont équipées de systèmes de chauffage pour empêcher leur givrage (EW Ursern, 2025).

La télécabine de **Gamplüt** (5.5) dans le Toggenburg peut être citée comme pionnière dans le domaine de l'énergie éolienne. Depuis 2016, l'exploitation est alimentée en électricité (entre autres) par sa propre éolienne située juste à côté de la station supérieure de la télécabine, à environ 1350 mètres d'altitude. Les principaux porteurs du projet sont Lina et Peter Koller, propriétaires et exploitants de la télécabine et du restaurant d'altitude (ainsi que d'autres établissements). Leur objectif est d'atteindre le plus haut degré d'autosuffisance énergétique possible. L'éolienne permet notamment de compenser les phases où l'énergie solaire est faible. La construction a été précédée de plus de cinq ans de discussions, d'oppositions et de recours, notamment de la part de la protection du patrimoine. Il s'agit d'une installation pilote spécialement développée par une entreprise suisse pour ce site à forte consommation d'énergie, tant par vent faible que par vent fort avec de fortes rafales. Avec ses six pales spéciales, elle génère un couple élevé même par vent faible et fonctionne de manière plus silencieuse et plus visible pour les oiseaux que les installations conventionnelles. Cette petite installation mesure près de 23 mètres de haut et produit environ 40 MWh d'électricité par an avec une puissance maximale de 80 kW (cf. également Prix Solaire Suisse, 2017). En raison de dommages causés par une avalanche de poussière, la turbine a dû être remplacée en 2020 (cf. WepfAir AG, 2020).

Les remontées mécaniques du **Pizol** (5.6) disposent également depuis plusieurs années d'une installation pilote qu'elles exploitent elles-mêmes à la station inférieure de Bad Ragaz. La contribution de cette très petite éolienne d'une puissance nominale maximale de 3,2 kW et d'un diamètre de rotor de seulement 1,3 mètre est toutefois négligeable pour l'exploitation des remontées mécaniques. L'installation est trop petite et, malgré un emplacement potentiellement approprié dans la vallée du Rhin saint-galloise, elle ne fournit pas suffisamment d'énergie de manière constante pour constituer un véritable business case. L'installation a été mise en place principalement par passion pour la technologie et a vu le jour à la suite d'une proposition proactive de la part des développeurs et grâce à des contacts personnels. Le projet a été financé en partie par le fonds « Cause We Care » (Myclimate) des remontées mécaniques du Pizol. Grâce à l'infrastructure existante dans la région, il a été jugé intéressant d'installer à terme plusieurs petites installations. Cependant, le manque d'efficacité de l'installation pilote a rendu inintéressante toute multiplication. De plus, le fabricant (Venturicon) n'est plus présent sur le marché aujourd'hui. Les remontées mécaniques s'intéressent aujourd'hui davantage à l'exploitation de la nouvelle infrastructure d'enneigement pour l'énergie hydraulique (cf. description du cas). De plus, Axpo prévoit la construction d'un parc éolien avec de grandes installations dans les environs (Flumserberg), dont une turbine pourrait alimenter tout un domaine skiable.

7 Conclusion

Le présent rapport rassemble des informations de base sur le secteur de l'énergie ainsi que des études de cas concernant des entreprises de remontées mécaniques suisses dans le contexte de la production propre d'énergie renouvelable. Les études de cas sélectionnées donnent un aperçu de la situation actuelle et des perspectives dans le secteur des remontées mécaniques suisses. Il met en évidence les facteurs et les obstacles qui poussent les remontées mécaniques à développer (ou non) leurs propres modèles commerciaux dans le domaine de la production d'énergie renouvelable. Cette conclusion résume les principaux enseignements (cf. chapitre 6, voir également le Tableau 9) et les complète par une brève perspective.

D'une manière générale, on peut retenir que divers **obstacles** freinent le développement d'activités propres et de business models dans le domaine de l'énergie solaire, hydraulique et éolienne :

- *Absence de business case en raison des coûts élevés et/ou des risques liés à la technologie ;*
- *Manque de ressources financières, humaines, topographiques ou temporelles ;*
- *Manque d'acceptation ou de priorité accordée à ce sujet par les parties prenantes concernées ;*
- *Manque de partenaires pour le soutien nécessaire à la réalisation et à l'exploitation ;*
- *Répartition difficile des coûts, des bénéfices et des pertes entre les porteurs de risques ;*
- *Gouvernance difficile en raison de la complexité des structures des parties prenantes et des projets.*

Dans le même temps, on peut toutefois identifier divers **facteurs** qui permettent aux remontées mécaniques de mener à bien leurs propres initiatives dans le domaine des énergies renouvelables :

- *Organisation focalisée avec un leadership thématique dans l'environnement de l'entreprise ;*
- *Intérêt particulier ou focalisation de la part des investisseurs et/ou de la direction ;*
- *Disponibilité de concessions et d'autorisations sans processus fastidieux ;*
- *Disponibilité de subventions et d'aides pour la construction et l'entretien des installations ;*
- *Augmentation de la valeur des infrastructures existantes grâce à des utilisations multiples ;*
- *Valeur ajoutée pour le produit touristique, au moins en termes de communication/publicité.*

Bien que les différents types de production d'électricité renouvelable présentent des caractéristiques très différentes, avec des avantages et des inconvénients variés, les facteurs mentionnés ici sont valables de manière générale. La complexité du sujet fait qu'il serait trop coûteux pour la plupart des remontées mécaniques de développer leurs propres **modèles commerciaux** dans le domaine de la production d'électricité. Il semble plus judicieux de compléter l'activité existante, dans la mesure du possible, par des projets de moindre envergure dans le cadre de l'autosuffisance énergétique, et de s'associer à des partenaires à long terme sur une base contractuelle. Pour de nombreuses remontées mécaniques, de tels projets pourraient venir compléter les efforts de durabilité déjà entrepris dans le domaine des économies d'énergie et de la décarbonisation.

Il semble important de toujours garder à l'ordre du jour la question de la production d'électricité et de préserver ou de créer les **potentiels** correspondants. En fonction des évolutions du marché, de la réglementation ou des technologies, ce sujet pourrait rapidement (re)devenir très pertinent. Ainsi, les rendements des projets s'amélioreraient rapidement en cas de (nouvelle) hausse des prix de l'énergie. La généralisation des réseaux de faible envergure (RCP) pourrait également être intéressante. En outre, il est concevable que les progrès réalisés dans le domaine de l'interconnexion des secteurs créent de nouveaux business cases : la combinaison des secteurs de l'électricité, du chauffage et des transports, associée aux technologies de stockage pourrait ouvrir des possibilités intéressantes à l'avenir (p. ex. Power-to-Liquid/-Gas/-Heat, stockage par pompage etc.).

Annexe

Liste des annexes

Annexe I : Liste longue

Annexe II : Guide d'entretien

Annexe III : Solarexpress

Annexe I : Liste longue

La liste longue suivante a été compilée et enrichie à partir des données de RMS (issues d'une enquête menée en collaboration avec la ZHAW) datant du début de l'été 2024.

Tableau 10 : Liste longue des cas d'étude potentiels (propre compilation basée sur les données de RMS, 2024)

Entreprise (vert = retenue ; gris = avec entre- tien approfondi)	Prête à en- trer en con- tact	Solaire	État	Hydraulique	État	Éolien	État	Mise en ser- vice*	Produc- tion* (kWh/an)	Remarque (*informations publiques parfois fragmentaires !)	Lien thématique (compléments apportés dans le cadre de recherches documentaires)
Aletsch Bahnen AG	Oui	Installation en façade	Planifiée								https://www.aletscharena.ch/aletsch-bahnen-ag
Andermatt-Sedrun Sport AG	Oui	Installation sur toiture	Existante							À proximité : srf.ch/news/schweiz/spatenstich-erfolgt-erstes-solares-express-kraftwerk-in-graubuenden-wird-gebaut axpo.com/ch/de/energie/produktion-und-verteilung/solarenergie/nelsolar.html	https://www.andermatt-swissalps.ch/de/nachhaltigkeit/massnahmen/nachhaltigkeit-bei-der-andermatt-sedrun-sport-ag
Arosa Bergbahnen AG	Oui	Installation sur toiture Installation en façade	En cours					1995 / 2013 / 2021 / 2022		Installation en plein air abandonnée	https://arosalenzerheide-swiss.de/Segebiet/Nachhaltigkeit/Energie
Bergbahnen Adel- boden-Lenk AG	Oui	Installation sur toiture Installation en plein air	En cours Planifiée	Électricité pro- venant de l'infrastructure d'enneigement	Planifiée (dans 5 à 10 ans)					À proximité : www.bernersbergländer.ch/alpine-solaranlage-bahnenmoosbaerg-bergbahn-planzstromversorgung-vor-der-haubuer-252479364070 ; avec BKW (voir aussi bkw.ch/de/energie/energieproduktion/sonnenkraft/alpine-solarprojekte)	https://www.bernersbergländer.ch/alpine-solaranlage-bahnenmoosbaerg-bergbahn-planzstromversorgung-vor-der-haubuer-252479364070
Bergbahnen Disen- tis AG	Incer- tain	Installation en plein air	Planifiée							Installation en plein air avec Axpo (voir aussi axpo.com/ch/fr/energie/production-et-distribution/energie-solaire.html)	https://www.axpo.com/ch/de/energie/produktion-und-verteilung/solarenergie/oraso-lara-magnel.html
Bergbahnen Flumserberg AG	Oui	Installation sur toiture	Planifiée	Électricité pro- venant de l'infrastructure d'enneigement	Planifiée (dici 5 ans)	Électricité provenant d'un parc éolien	Planifiée				https://www.flumserberg.ch/de/unternehmen/Nachhaltigkeit/Energie
Bergbahnen Malbun AG	Oui	Installation sur toiture Installation en façade	Planifiée								
Bergbahnen Meirin- gen-Hasliberg AG	Oui	Installation sur toiture Installation en façade	Existante								
Bergbahnen Scuol AG	Oui	Installation sur toiture Installation en façade	En cours / Planifiée	Électricité pro- venant de l'infrastructure d'enneigement	Planifiée (dans 5 à 10 ans)			2024 (toi- ture)			https://www.bergbahnen-scuol.ch/de/nachhaltigkeit/per-la-natura/umwelt-natur
Bergbahnen Sören- berg AG	Oui	Installation sur toiture	Existante / Planifiée						35 000		https://www.scoerenberg.ch/fileadmin/user_upload/Scoerenberg/PDF/PDF-Bergbahnen/Nachhaltigkeits_Bestrebungen_der_BBS_LK.pdf
Bergbahnen Splügen-Tambo AG	Oui			Électricité pro- venant de l'infrastructure d'enneigement	Planifiée (dici 5 ans)						
Brunni-Bahnen En- gelberg AG	Oui	Installation sur toiture	Planifiée					2016 / 2019 / 2024	130 000		https://brunni.ch/de/Service/nachhaltigkeit
Bürgerstock Bahn AG	Non			Électricité pro- venant de sa propre centrale	Existante						
Cabrio Stanser- horn-Bahn AG	Oui	Installation sur toiture	En cours					2024	47 000		https://www.stanserhorn.ch/ueber-uns/nachhaltigkeit
Corvatsch AG	Non			Électricité pro- venant de ses propres petites centrales hy- droélectriques	Existante					Électricité provenant de l'infrastructure d'enneigement prévue (dici 5 ans) ; autres projets (éventuellement) planifiés	https://www.corvatsch-davoslenza.ch/aktuelles/aktuelles-und-geschichten/detailnachhaltigkeit-oeekologie
Davos Klosters Bergbahnen AG	Oui	Installation sur toiture Installation en façade	Planifiée	Électricité pro- venant de l'infrastructure d'enneigement	Existante				750 000	Objectif : puissance de 1.5 GW (cf. plan directeur pour l'énergie solaire : plus de 40 sites) ; 750 000 provenant de petites centrales hydroélectriques (cf. base de données RPC de la Confédération), autres projets (éventuellement) planifiés	https://www.davosklostersgroup.ch/de/mountains/nachhaltigkeit/energie
ebs Energie AG (té- léphérique Sahl- Glattalp)	Oui			Électricité pro- venant de sa propre centrale électrique	Existante					Exploitants de centrales électriques	
Engadin St. Moritz Mountains AG	Oui	Installation sur toiture Installation sur façade	Existante / en cours								
Gondelbahn Grin- delwald-Männlichen AG	Non	Installation sur toiture	Existante					2019	65 000		https://www.maennlichen.ch/de/sommer/informieren/%C3%BCber-uns/aktion/%C3%A4re-ggm.html
Gondelbahn Gamplüt®	n/a	Installation sur toiture Installation sur façade	Existante			Électricité provenant d'une éo- lenne	Exis- tante	2008	50 000 (hors éo- lien)	Plusieurs distinctions pour ses efforts dans le domaine de l'énergie solaire et éolienne (autosuffisance énergétique) [Complété manuellement ; Gamplüt Koller AG ne figurait pas dans les résultats de l'enquête de RMS]	https://www.xn--gampluet-7ya.ch/gondelbahn/die-gondelbahn-gampluet-fahrt-mit-solarstrom/
Gstaad 3000 AG	Oui	Installation en façade	Planifiée	Électricité pro- venant de l'infrastructure d'enneigement	Planifiée (dans 5 à 10 ans)						https://www.glacier3000.ch/de/information/news-and-events/neues-restaurant-botta
Jungfraubahn AG	Non			Électricité pro- venant de sa propre centrale électrique	Existante						https://www.jungfrau.ch/de-ch/unternehmen/jungfraubahn/jungfraubahn-holding-ag/kraftwerk-jungfraubahn/
Klosters-Madrisa Bergbahnen AG	Oui	Installation sur toiture Installation sur façade Installation en plein air	Existante Planifiée						294 000	Installation en plein air Madrisa Solar dans le périmètre du domaine skiable (en cours de réalisation)	https://www.madrisa.ch/nachhaltigkeit/Photovoltaik-Anlagen
Kraftwerke Ober- hasli AG (Grimsel- welt ; BKW)	Oui	Installation en plein air	En projet	Électricité pro- venant de sa propre centrale électrique	Existante					Exploitant de la centrale électrique	https://www.grimselwelt.ch/bahnen/
Lauchernalp Berg- bahnen AG	Oui	Installation en façade	Existante								

Suite...										
Lenzerheide Bergbahnen AG	Non	Installation sur toiture Installation en façade	En cours					cf. également Arosa Bergbahnen	https://grosslenzerheide.swiss/de/Skigebiet/Nachhaltigkeit/Energie	
Luftseilbahn Dallenwil-Wirzwei	Non	Installation sur toiture	En cours							
Luftseilbahn Wengen-Männlichen AG	Oui	Installation sur toiture	En cours						https://www.maennlichen.ch/de/winter/information/c3%BCber-uns/aktionen/c3%A4rswinter.html	
Luftseilbahngesellschaft Intschlarnisee	Oui	Installation sur toiture	Existante		2023	11 000		Installation photovoltaïque installée par EWA (Energie Uri)	https://www.unerzeitung.ch/central-schweiz/urliar-neue-photovoltaikanlage-nun-geht-es-mit-solares-energie-auf-arn-id2444901	
Monte Tamaro SA	Oui	Installation sur toiture Installation en plein air	Planifiée			15 000 000		Parco Solare Alpino Duragno (sur le Monte Tamaro)	https://www.tio.ch/ticino/attualita/1765122/via-libera-al-parco-solare-duragno	
Monte-Pente de Corbetta SA (Les Paccots)	Oui			Électricité provenant des infrastructures d'enneigement		Planifiée (dans 5 à 10 ans)				
NV Remontées Mécaniques (Nendaz, Veysonnaz)	Oui	Installation sur toiture	En cours		2024	25 000		Avec Genedis	https://www.nvrm.ch/environnement	
Pizolbahnen AG	Oui						Électricité provenant d'une petite installation	Existante / Planifiée	Installation pilote d'énergie éolienne	https://pizol.com/unternehmen/nachhaltigkeit/
Remontées Mécaniques Crans Montana Amonina SA	Oui			Électricité provenant des infrastructures d'enneigement		Planifiée (dans 5 à 10 ans)				
Remontées Mécaniques de Grintz-Zinal SA	Oui	Installation en façade	Existante					Installation en plein air GrandsPlansSolar	https://grandplanssolar.ch/	
Rigi Bahnen AG	Oui	Installation sur toiture	Existante / Planifiée		2021				https://www.rigi.ch/ueber-uns/nachhaltig-unterwegs	
Saastal Bergbahnen AG	Oui			Électricité provenant des infrastructures d'enneigement		Planifiée (dici 5 ans)	Électricité issue de l'énergie éolienne	Incertain	https://www.saag-fee.ch/de/saastal-bergbahnen-ag/nachhaltigkeit-saastal-bergbahnen-ag	
Santis Schwebebahn AG	Oui	Installation en façade	Planifiée							
Savognin Bergbahnen AG	Non	Installation sur toiture	Existante					Installation en plein air NandroSolar abandonnée (EWZ)	https://www.ewz.ch/de/ueber-ewz/newsroom/aus-aktuellem-anlass/hochalpine-photovoltaikanlagen/hochalpine-pv-anlage-im-val-andro.html	
Schilthornbahn AG	Oui	Installation sur toiture Installation sur façade	En cours		1992 / 2012	10 000		cf. schilthorn.ch/de/Detail/Energie_und___Technik	https://newsroom.de.schilthorn.ch/presse-leases/photovoltaik-auf-burg-hochefontaine-stromproduktion-muss-neubau-weichen-3257636	
Skilifte Tschappina-Lüscher-Urmein AG	Oui	Installation sur toiture Installation en façade	Planifiée		2024	150 000		À proximité : solar-skilift.ch/solarskilift/		
Società Funicolare Cassarate-Monte Brè SA	Non	Installation sur toiture	Existante		2023				https://www.montebre.ch/de/init-der-energie-der-sonne-auf-den-gipfel/	
Sportbahnen Kerenzenberg GmbH	Oui	Installation sur toiture	Planifiée							
Sportbahnen Melchsee-Frutt	Oui			Électricité provenant de sa propre centrale électrique		Existante		Partie d'une collectivité qui possède également ses propres centrales hydroélectriques	https://www.melchsee-frutt.ch/ueber-uns/unsere-werte/	
Sportbahnen Unterbach AG	Oui			Électricité provenant de l'infrastructure d'enneigement		Planifiée (dici 5 ans)				
Stockhornbahn AG	Oui	Installation sur toiture	Existante							
Stoosbahnen AG	Oui	Installation sur toiture	Existante	Électricité provenant de sa propre centrale hydroélectrique		Existante	2007 / 2019	400 000	Conduite pour l'eau potable excédentaire sur le tracé de l'ancien funiculaire ; turbine dans l'ancienne station aval (électricité pour toute la population permanente de Stoos) [Production annuelle : 17 000 kWh (solaire) ; 380 000 kWh (hydraulique)]	https://www.stoos.ch/de/stories/wir-leben-nachhaltigkeit
Télé La Fouly-Champex Lac SA	Oui	Installation sur toiture	Planifiée							
Télé-Anzère SA	Non	Installation sur toiture	Existante		2018					
Téléskis Bugnenets-Savagnières SA	Non	Installation sur toiture	Existante							
Téléverbier SA	Oui	Installation sur toiture	Planifiée						https://verbier4vallees.ch/fr/a-propos-de-nous/environnement	
Torrent Bahnen (LLAT, Loèche-les-Bains)	Oui	Installation en façade	Existante / Planifiée							
Weisse Arena Bergbahnen AG	Oui	Installation sur toiture Installation en façade	Existante / Planifiée			190 000		Objectif de la destination : passer du statut de consommatrice d'énergie à celui de productrice d'énergie régionale renouvelable ; installation en plein air ? bulletin.ch/de/news-detail/baubewilligung-fuer-alpine-solaranlage-auf-dem-vorab-erhalten.html - également intéressant : nccs.admin.ch/nccs/fr/home/mesures/pak/phase-2-des-projets/projets-pilotes-d-adaptation-au-changement-climatique-cluster-umgang-0/b-03-réservoir-polyvalent-contre-la-sécheresse-estivale.html	https://www.weissearena.com/unternehmen/greenstyle/	
Wolzenalp AG	Oui	Installation sur toiture	Existante		2020				https://wolzenalp.ch/files/wolzenalp.ch/media/jahresbericht%20Gv%202022.pdf	
Zermatt Bergbahnen AG	Oui	Installation sur toiture Installation sur façade Installation en plein air	En cours En cours / Planifiée	Électricité provenant de l'infrastructure d'enneigement		Existante		50 000	50 000+ kWh/a ; installation en plein air : www.matterhornparadise.ch/letschersolar	https://www.matterhornparadise.ch/de/ueber-uns/nachhaltigkeit

Légende : entreprises en vert = retenues pour l'étude de cas (en gras = entretien approfondi réalisé ; ° = ajoutée ultérieurement)

Annexe II : Guide d'entretien

Dans le cadre d'un projet de recherche Innosuisse, nous étudions avec Remontées Mécaniques Suisses (RMS) des modèles commerciaux pour la production d'énergie par les remontées mécaniques. Dans une enquête menée par RMS au début de l'été 2024, vous aviez indiqué que votre entreprise disposait de « ses propres projets en matière d'électricité ».

Tableau 11 : Conditions générales de l'entretien (étude de cas sur la production d'énergie renouvelable dans les remontées mécaniques)

Numéro de l'entretien	Entreprise, contexte	Personne interrogée	Lieu, date, heure
...	...	...	...

L'objectif de cet entretien est de recueillir des informations concernant votre cas d'étude. La compilation et l'analyse de différentes études de cas de ce type permettront ensuite de fournir des enseignements transférables et des bonnes pratiques en matière de production d'énergie dans le secteur des remontées mécaniques.

Tableau 12 : Axe technologique de l'entretien (étude de cas sur la production d'énergie renouvelable dans les remontées mécaniques)

☐ Énergie hydraulique	☐ Énergie solaire	☐ Énergie éolienne	État du projet :	...
--	--	---	------------------	-----

À des fins de protection des données, une déclaration de consentement à l'utilisation et à la publication des résultats est obtenue avant le début de l'entretien (ou la confidentialité est garantie).

Tableau 13 : Fil conducteur pour un entretien semi-structuré (étude de cas sur la production d'énergie dans les remontées mécaniques)

N°	Questions principales / Références	Questions supplémentaires / Éléments
1	Quelle est la situation actuelle de votre approvisionnement énergétique ? → Illustration 7 utilisable pour une description/situation visuelle	- Comment et pourquoi cette situation actuelle s'est-elle développée ? - Quels ont été les moteurs et les obstacles qui ont conduit à cette situation ? - Quelle est l'importance de l'approvisionnement par votre propre électricité ?
2	Quel est le modèle commercial central ? → Illustration 6 utilisable pour la description des composants → Illustration 9 (ss.) utilisable pour des exemples concrets	- Quelle est la proposition de valeur centrale ? (résolution de problèmes) - Avec quels partenaires du secteur énergétique collaborez-vous ? - Quelles activités et ressources prenez-vous en charge vous-même ? - Quels segments de clientèle sont ainsi desservis ? - Comment et par quels canaux les relations clients sont-elles entretenues ? - Quels sont les coûts et les bénéfices ?
3	Quelle est la configuration dominante en matière de création de valeur ? → Tableau 6 pour les variantes possibles de création de valeur	Variantes : Layer Player, Integrator, Orchestrator, Market Maker - Comment se décide le choix entre « faire » et « acheter » ? (in-/out-sourcing)
4	Quel mécanisme de rendement est dominant ? → Tableau 7 pour les variantes possibles de captation de valeur	Variantes : production, location, abonnement, commission, etc. - Comment les revenus sont-ils générés et répartis ?
5	Quels rôles sont assumés dans l'écosystème ? → Illustration 13 utilisable pour une description/situation visuelle	Variantes : développeur, financier, contractant, producteur, etc. - Quels acteurs assument quelle fonction/responsabilité ? - Comment fonctionne la coopération entre les acteurs ?
6	Comment fonctionne la gouvernance ? → Illustration 8 utilisable pour les formes de coopération	- Qui supporte quels coûts et risques ? - Comment les bénéfices et les pertes sont-ils répartis ? - Quelles sont les relations juridiques existantes ? (propriété/contrat/etc.)
7	À quoi ressemble l'état souhaité de votre alimentation électrique ? → Illustration 7 utilisable pour une description/situation visuelle	- Comment et pourquoi cet objectif a-t-il été défini ? - Quels sont, selon vous, les facteurs favorables et les obstacles ? - Quelle est l'importance de l'approvisionnement par votre propre électricité ?
8	Le cas échéant, répéter les questions 2 ss. également en ce qui concerne la situation souhaitée.	- Existe-t-il un Business/Investment Case ? ...
9	Souhaitez-vous ajouter quelque chose qui vous semble important ?	Liste de contrôle : à quoi les remontées mécaniques doivent-elles veiller ? ...

Annexe III : Solarexpress

Base juridique relative au Solarexpress (complément à la LEn)

*Art. 71a LEn Dispositions transitoires relatives à la modification du 30 septembre 2022
(production supplémentaire d'électricité provenant de grandes installations photovoltaïques)*

¹ Jusqu'à ce que la construction en Suisse de grandes installations photovoltaïques au sens de l'al. 2 permette une production annuelle totale de 2 TWh, les conditions suivantes s'appliquent à ces installations ainsi qu'à leurs lignes de raccordement:

- a. leur nécessité est démontrée;
- b. elles sont considérées comme des constructions relevant d'un intérêt national et dont l'implantation est imposée par leur destination; pour les installations situées dans les objets visés à l'art. 5 LPN, l'obligation de ménager l'objet le plus possible, y compris au moyen de mesures de reconstitution ou de remplacement, demeure s'il est dérogé au principe de conservation intacte ;
- c. elles ne sont pas soumises à l'obligation d'aménager le territoire ;
- d. l'intérêt de les réaliser prime en principe d'autres intérêts nationaux, régionaux et locaux ;
- e. leur mise en place est exclue dans :
 1. les marais et les paysages marécageux visés à l'art. 78, al. 5, de la Constitution,
 2. les biotopes d'importance nationale visés à l'article 18a LPN, et
 3. les réserves de sauvagine et d'oiseaux migrateurs visées à l'art. 11 de la loi du 20 juin 1986 sur la chasse.

² Les grandes installations photovoltaïques sont celles qui remplissent les exigences suivantes :

- a. la production minimale annuelle doit s'élever à 10 GWh, et
- b. la production d'électricité du 1er octobre au 31 mars (semestre d'hiver) est d'au moins 500 kWh pour 1 kW de puissance installée.

³ L'autorisation pour une grande installation photovoltaïque est délivrée par le canton avec l'accord de la commune concernée et du propriétaire foncier.

⁴ Les installations qui ont, au moins en partie, injecté de l'électricité dans le réseau d'ici au 31 décembre 2025 reçoivent de la Confédération une rétribution unique s'élevant au maximum à 60 % des coûts d'investissement. Le Conseil fédéral fixe les taux au cas par cas ; les exploitants fournissent à cet effet un calcul de rentabilité. Tout renforcement des réseaux nécessaire à l'injection de l'électricité produite par ces installations fait partie des services-système de la société nationale du réseau de transport.

⁵ Lors de leur mise hors service définitive, les installations sont complètement démantelées et la situation antérieure est rétablie.

⁶ Le présent article reste applicable aux demandes mises à l'enquête publique avant le 31 décembre 2025 ainsi qu'aux éventuelles procédures de recours.

Prolongation de Solarexpress (modification de la LEn)

Modifications de l'art. 71a LEn du 21 mars 2025

¹ Pour les grandes installations photovoltaïques au sens de l'al. 2, leurs lignes de raccordement et les renforcements nécessaires des réseaux, les conditions suivantes s'appliquent dans la mesure où la demande de permis de construire a été mise à l'enquête publique d'ici au 31 décembre 2025 et qu'une production annuelle totale de 2 TWh issue de telles installations ayant fait l'objet d'une autorisation entrée en force n'est probablement pas encore atteinte à l'échelle nationale : (...)

⁴ Les installations reçoivent de la Confédération une rétribution unique s'élevant au maximum à 60 % des coûts d'investissement. Le Conseil fédéral fixe les taux au cas par cas ; les exploitants fournissent à cet effet un calcul de rentabilité. Tout renforcement des réseaux nécessaire à l'injection de l'électricité produite par ces installations fait partie des services-système de la société nationale du réseau de transport. (...)

Situation actuelle des grandes installations photovoltaïques en haute montagne (OFEN)

Sur les 60 projets initiaux de Solarexpress (art. 71a LEn de 2022), seuls quatre devraient être réalisés :

- Madrisa Solar à Klosters, GR : 27 GWh/an, entre autres avec Repower
- SedrunSolar à Tujetsch, GR : 31 GWh/an, entre autres avec EnergiaAlpina
- NalpSolar à Tujetsch, GR : 11 GWh/an, entre autres avec Axpo
- Sidenplangg à Spirigen, UR : 11 GWh/an, entre autres avec EnergieUri

Pour consulter l'état d'avancement des projets, voir : uek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE_AlpineSolaranlagen/?lang=fr

Bibliographie

- Association faîtière du secteur électrique suisse [AES] (2025). *Réseaux électriques*. Consulté sur <https://www.strom.ch/fr/connaissances/reseaux-electriques>
- Association faîtière du secteur électrique suisse [AES] (2024). *L’approvisionnement en électricité*. Consulté sur <https://www.strom.ch/fr/connaissances/lapprovisionnement-en-electricite>
- Axpo (2023). *Caischavedra – Gestern Gigant, heute Zwerg*. Consulté sur <https://www.axpo.com/ch/de/wissen/magazin/erneuerbare-energien/Caischavedra.html>
- Bach, N., Buchholz, W., & Eichler, B. (2010). *Geschäftsmodelle für Wertschöpfungsnetzwerke*. Ilmedia.
- Bieger, T., Heer, S., Kuster, S., & Tuckermann, H. (2021). *Einführung in die Managementlehre*. Haupt.
- Chemins de fer fédéraux suisses (2024). *Swiss Travel Pass*. Consulté sur <https://www.sbb.ch/fr/billets-offres/billets/voyageurs-internationaux/swiss-travel-pass.html>
- Chemins de fer fédéraux suisses (2024). *Carte journalière dégriffée*. Consulté sur <https://www.sbb.ch/fr/offres/carte-journaliere-degriffee>
- Davos Klosters Bergbahnen AG (2024). *Energie aus den Davos Klosters Mountains*. Consulté sur <https://www.davosklostersmountains.ch/de/mountains/nachhaltigkeit/energie>
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *The Academy of Management Review*, 14(4), 532–550. <https://doi.org/10.2307/258557>
- EW Ursern (2025). *Nachhaltige Windenergie vom Gütsch*. Consulté sur <https://www.ew-ursern.ch/kraftwerke/windkraftwerke>
- Flims Electric AG (2020). *Sinfonia d’Aua – Mehrzweckspeicher*. Consulté sur <https://www.wasserwelten-flims.ch/wasser-in-flims/mehrzweckspeicher/>
- Gamplüt Koller AG (2024). *Wind- und Solarstrom*. Consulté sur <https://www.gamplüt.ch/gondelbahn/die-gondelbahn-gampluet-faehrt-mit-solarstrom/>
- Gassmann, O., Frankenberger, K., & Csik, M. (2014). *The business model navigator: 55 models that will revolutionise your business*. Pearson UK.
- Germann, T. (2024). *Kooperationen und deren Potenziale für Schweizer Verteilnetzbetreiber*. Dissertation an der Universität St. Gallen. St. Gallen: HSG.
- Institut für Systemisches Management und Public Governance (2022). *Innosuisse Flagship Resilient Tourism. Subproject 2*. St. Gallen: IMP-HSG. Consulté sur <https://www.alexandria.unisg.ch/entities/funding/cb55b11e-c4ab-42da-b52f-165848568ed0/publications>
- Jacobides, M. G., Cennamo, C., & Gawer, A. (2018). Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*, 39(8), 2255–2276. <https://doi.org/10.1002/smj.2904>
- Jungfraubahn AG (2024). *Kraftwerk Lütschental*. Consulté sur <https://www.jungfrau.ch/de-ch/unternehmen/jungfraubahnen/jungfraubahn-holding-ag/kraftwerk-jungfraubahn/>
- Juvent SA (2025). *Das grösste Windkraftwerk der Schweiz*. Consulté sur <https://www.juvent.ch/de/wind-kraftwerk/uebersicht>
- Klosters-Madrisa Bergbahnen AG (2024). *Photovoltaik-Anlagen*. Consulté sur <https://www.madrisa.ch/nachhaltigkeit?c=Photovoltaik-Anlagen>
- Kolks, U. (2010). Wertschöpfungsnetzwerke im Energiemarkt. In *Geschäftsmodelle für Wertschöpfungsnetzwerke*. (Hrsg.: Bach, N., Buchholz, W., & Eichler, B.). Ilmedia.

- Küller, P. (2022). *Geschäftsmodelle und IT-Services für Unternehmen und Organisationen in der dezentralen Energiewirtschaft*. Dissertation an der Technischen Universität München. München: TUM.
- Löbbe, S., & Hackbarth, A. (2017). Geschäftsmodelle in der Energiewirtschaft: Ein Kompendium von der Methodik bis zur Anwendung. *Reutlinger Diskussionsbeiträge zu Marketing & Management*, No. 2017-03. Reutlingen: ESB. <https://doi.org/10.15496/publikation-17713>
- Moore, J. F. (1993). Predators and Prey: A New Ecology of Competition. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/1993/05/predators-and-prey-a-new-ecology-of-competition>
- Office fédéral de l'énergie [OFEN] (2025). *Évolution prix électricité*. Consulté sur <https://www.energie-dashboard.admin.ch/preise/strom>
- Office fédéral de l'énergie [OFEN] (2024). *Le réseau électrique suisse*. Consulté sur https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/NE_ElektrischeAnlagen/?lang=fr
- Office fédéral de l'énergie [OFEN] (2023). *Perspectives énergétiques 2050+. Objectif d'une Suisse neutre pour le climat en 2050*. Consulté sur <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/perspectives-energetiques-2050-plus.html>
- Office fédéral de la statistique [OFS] (2022). *Compte satellite du tourisme*. Dépenses touristiques [résidents: su-f-10.02.01.02; non-résidents: su-f-10.02.01.01]. Consulté sur <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/tourisme/aspects-monetaires/compte-satellite.assetdetail.23771176.html>
- Office fédéral de la statistique [OFS] (2019). *La statistique suisse du tourisme 2017*. Neuchâtel: OFS. Consulté sur <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/tourisme.assetdetail.7066687.html>
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., & Tucci, C. L. (2005). Clarifying business models: Origins, present, and future of the concept. *Communications of the association for Information Systems*, 16(1).
- Pidun, U., Reeves, M., & Schüssler, M. (2020). Why do most business ecosystems fail? *BCG Henderson Institute*. <https://www.bcg.com/publications/2020/why-do-most-business-ecosystems-fail>
- Pizolbahnen AG (2024). *Nachhaltigkeit*. Consulté sur <https://pizol.com/unternehmen/nachhaltigkeit/>
- Porter, M. E. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.
- Rösch, A., Kemen, N., & Kawohl, J. (2022). *Die Zukunft der Energieversorger sind Business-Ökosysteme*. Nürnberg/Düsseldorf: PWC.
- Schilthornbahn AG (2023). *Photovoltaik auf Birg: Hocheffiziente Stromproduktion muss Neubau weichen*. Consulté sur <https://newsroom.de.schilthorn.ch/pressreleases/photovoltaik-auf-birg-hocheffiziente-stromproduktion-muss-neubau-weichen-3257636>
- Swissgrid (2025). *Niveaux de réseau*. Consulté sur <https://www.swissgrid.ch/fr/home/operation/power-grid/grid-levels.html>
- Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long range planning*, 43(2-3), 172-194.
- WepfAir AG (2020). *Windturbine*. Consulté sur <https://www.wepfair.com/windturbine-2016.php>
- Yin, R. K. (2012). *Applications of Case Study Research* (3rd edition). Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Zott, C., Amit, R., & Massa, L. (2011). The Business Model: Recent Developments and Future Research. *Journal of Management*, 37(4), 1019–1042. <https://doi.org/10.1177/0149206311406265>
- zu Knyphausen-Aufseß, D., & Meinhardt, Y. (2002). Revisiting Strategy: Ein Ansatz zur Systematisierung von Geschäftsmodellen. In *Zukünftige Geschäftsmodelle* (S. 63–89). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-56048-4_4

Liens Internet

Liens concernant les études de cas

Klosters-Madrisa Bergbahnen AG	madrisa.ch/nachhaltigkeit?c=Photovoltaik-Anlagen
Monte Tamaro SA	montetamaro.ch/de/ueber-uns/nachhaltigkeit/
Davos Klosters Bergbahnen AG	davosklostersmountains.ch/de/mountains/nachhaltigkeit/energie
Stoosbahnen AG	stoos.ch/de/stories/wir-leben-nachhaltigkeit
Gondelbahn Gamplüt	gampluet.ch/gondelbahn/
Pizolbahnen AG	pizol.com/unternehmen/nachhaltigkeit/
Zermatt Bergbahnen AG	matterhornparadise.ch/de/ueber-uns/nachhaltigkeit
Arosa Bergbahnen AG	arosalenzerheide.swiss/de/Skigebiet/Nachhaltigkeit/Energie
Sportbahnen Melchsee-Frutt	melchsee-frutt.ch/ueber-uns/unsere-werte/
RM de Grimentz-Zinal SA	valdanniviers.ch/fr/Z15529/rma grandsplanssolar.ch/

Liens concernant des données actuelles

Solarexpress	alpine-pv.ch/map uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE_AlpineSolaranlagen/?lang=fr
Prix de l'électricité	prix-electricite.elcom.admin.ch energiedashboard.admin.ch/preise/strom
Scénarios	powerswitcher.axpo.com/ calculator.energyscope.ch/
Subventions	francsenergie.ch

Liens concernant le potentiel de développement

Photovoltaïque	toitsolaire.ch facadeausoleil.ch
Énergie hydraulique	s.geo.admin.ch/7cab9b7edc
Énergie éolienne	atlasdesvents.ch

Contact

Institut für Systemisches Management und Public Governance (IMP-HSG)

Forschungszentrum für Tourismus und Transport

Prof. Dr Christian Laesser

Dr Simon Kuster

Universität St. Gallen

Dufourstrasse 40A

CH-9000 Saint-Gall

0041 71 224 25 25

www.imp.unisg.ch

imp@unisg.ch

