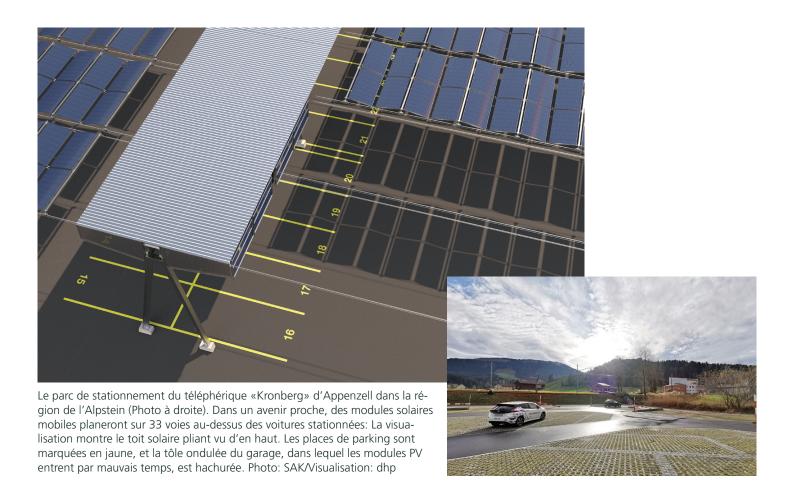
LE TOIT SOLAIRE PLIANT SE DÉPLOIE SUR LA MARCHE

Des modules solaires qui ne sont plus posés à demeure sur des toits mais qui forment eux-mêmes un toit, qui s'étendent sur des surfaces industrielles et commerciales et dépliés ou non en fonction du temps: la start-up des Grisons dhp technology a déclenché un tonnerre d'applaudissement en présentant son premier «toit solaire pliant». De nombreuses personnes se sont toutefois posé la question: Peut-on sérieusement vendre un tel toit? C'est possible. Le modèle précurseur a déjà fait ses preuves sur la station d'épuration de la ville de Coire. D'autres exploitants de stations d'épuration ont déjà fait l'acquisition du système. Et bientôt, un toit solaire pliant mobile produira de l'électricité et apportera de l'ombre sur un parc de stationnement d'Appenzell.

Le Kronberg, dans le canton d'Appenzell Rhodes-Intérieures, est une destination d'excursion très prisée. La montagne est bien desservie avec un téléphérique comprenant une station et un parc de stationnement. Le parc de stationnement au-



La construction aérée sur câbles porteurs est compatible avec l'exploitation dans des installations d'épuration des eaux usées (STEP). La production d'électricité sur place est très intéressante pour ces infrastructures énergivores. Après les expériences faites à Coire, les responsables des stations d'épuration de Flums, Bassersdorf, Münsterlingen, Romanshorn et Bilten ont également investi dans des toits solaires pliants. Photo: dhp



tomobile de 4000 mètres carrés est longtemps resté simplement revêtu de graviers, comme des centaines de places de stationnement en Suisse rurale. Mais récemment, les 152 places de stationnement ont été recouvertes de pavés drainants à travers lesquelles l'eau peut s'infiltrer, une première station de recharge double pour les voitures électriques est en cours d'installation et l'attraction principale suivra en avril 2020: le parc de stationnement de la station aval du téléphérique Jakobsbad-Kronberg (LJK) sera bientôt le premier au monde à être équipé d'un toit solaire pliant.

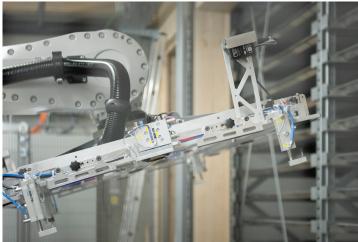
Ce toit photovoltaïque mobile sur câbles devrait s'étendre sur la totalité du parc de stationnement et générer de l'électricité en cas d'ensoleillement. En cas de mauvais temps, les modules solaires peuvent se replier et entrer dans deux longs garages au milieu et au bord du site (voir l'encadré p.4 pour plus de détails).

Refroidissement des voitures

Cette installation est innovante et efficace, explique Ralph Egeter des centrales SAK (St.Gallisch-Appenzellische Kraftwerke); c'est pourquoi les SAK ont fait l'acquisition du toit solaire pliant et l'exploiteront sur le site du téléphérique «Kronbergbahn». «Les modules solaires mobiles utilisent toutes les heures d'ensoleillement, même en hiver, lorsque la neige altère provisoirement le fonctionnement des toits solaires classiques». Sur le Kronberg (884 m au-dessus du niveau de la mer), ce facteur joue un rôle important. Egeter en est également convaincu concernant le toit solaire du parc de stationnement: «Il représente des avantages multiples.» En effet, le toit refroidit le sol et les voitures stationnées en été tout en fournissant suffisamment d'électricité avec 420 kWp de puissance installée pour exploiter le téléphérique «Kronbergbahn» en plus des voitures électriques. A l'avenir, le téléphérique très fréquenté devrait monter et descendre la montagne à plus de 50% avec l'énergie solaire produite à partir de son propre parc de stationnement. Enfin, les participants espèrent que cela aura un effet de marketing sur le commerce touristique en montagne.

La centrale solaire non conventionnelle d'Appenzell revêt également une importance particulière pour ses dévelop-





Dans la zone de montage de l'atelier dhp, les fins modules PV en plastique sont intégrés dans un cadre métallique puis assemblés pour former un groupe de toit pliant continu (à gauche). La production dans l'atelier de dhp technology est pratiquement entièrement automatique grâce à l'intervention de robots. Photos: dhp

peurs de la start-up des Grisons dhp technology. Le co-directeur général, Gian Andri Diem: «Nous espérons pouvoir provoquer le même effet Wow sur ce parking qu'avec notre premier toit solaire pliant à Coire.» A Coire, les modules PV pliants ne s'étendent pas au-dessus des voitures stationnées mais au-dessus des bassins d'épuration de la station d'épuration des eaux usées de Coire (STEP). «Lorsque nous avons conçu ce toit solaire, nous avons d'abord fait face à un grand scepticisme», se souvient Diem. «Ce n'est qu'au moment de l'ouverture, lorsque les gens ont vu comment il fonctionnait, que leur intérêt s'est éveillé et que nous avons perçu des réactions enthousiastes.»

L'exploitation pilote de Coire fonctionne

Entretemps, cette installation pilote de l'entreprise IBC Energie Wasser Chur (maître d'ouvrage, propriétaire, exploitant)

a reçu de multiples récompenses, comme le «Watt d'Or» de l'Office fédéral de l'énergie. Le directeur de l'exploitation de la station d'épuration de Coire se remémore la première année et demie d'exploitation avec satisfaction. «Nous n'avons encore jamais eu de pannes ou de problèmes», affirme Curdin Hedinger. Les modules solaires en plastique, les pièces mobiles en acier inoxydable et la structure portante se maintiennent bien au-dessus des bassins d'épuration remplis: «Le toit se rétracte comme il est supposé le faire», affirme Hedinger, «et, comme prévu, il couvre environ 20 pour cent des besoins en électricité de la station d'épuration de Coire, ce qui correspond aux besoins annuels de 120 ménages de quatre personnes.» La condition préalable à la double utilisation des bassins d'épuration était un accès sans entraves aux bassins et aux agrégats pour les exploitants de la station de Coire. Cela est possible aussi bien pour les machines que



L'équipe dhp ne cesse de grandir. Actuellement, l'entreprise des Grisons emploie environ 20 personnes, déjà un peu plus que sur cette photo de groupe (avec les directeurs Gian Andri Diem et Andreas Hügli, 6e et 2e à partir de la droite) dans l'atelier à Zizers. Photo: dhp pour les personnes grâce à des ajustements structurels mineurs. Selon Curdin Hedinger, le toit solaire est également un atout pour l'équipe qui peut désormais effectuer les travaux de rénovation estivaux à l'ombre plutôt que sous une chaleur torride. «Avec l'ombre, la croissance d'algues dans les bassins d'épuration nous pose moins de problèmes.»

Après les expériences positives à Coire, cinq autre stations d'épuration ont depuis opté pour un toit solaire pliant de la dhp technology : Flums, Bassersdorf, Münsterlingen, Romanshorn près du lac de Constance et Bilten. Même si les modules photovoltaïques au-dessus des stations d'épuration ne sont pas ce à quoi on pourrait s'attendre, la production locale d'électricité verte est parfaitement judicieuse dans les grandes stations d'épuration. Ces dernières comptent parmi les infrastructures les plus énergivores du pays.

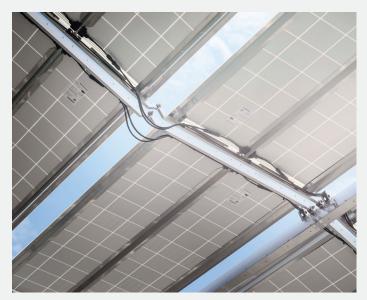
Un saut vers l'UE

Pour l'instant, les stations d'épuration restent l'activité commerciale principale de la société dhp technology. Certes, la jeune entreprise souhaite faire des parcs de stationnement un deuxième pilier, mais uniquement si les personnes intéressées recherchent activement le contact, comme ce fut le cas avec le projet d'Appenzell. «Notre entreprise est trop petite pour tout développer en même temps», explique l'économiste Gian Andri Diem. En effet, dhp travaille actuellement à sortir de la Suisse pour entrer dans l'UE. L'UE soutient la PME suisse dans ce projet. Une subvention de deux ans dans le cadre du programme «Horizon 2020 Accelerator» facilite l'introduction sur le marché européen; l'UE cofinance, par exemple, les certifications nécessaires ou l'industrialisation de la technologie. Ce dernier point représente un défi majeur, affirme Gian Andri Diem, il consiste à permettre la croissance avec le processus de production entre-temps automatisé. Il est exigeant mais en vaut la peine, car: «Dans L'UE, nous n'avons pas seulement 800 stations d'épuration comme en Suisse mais 80'000.» Un marché cent fois plus grand. Et dhp technology veut pouvoir fournir environ un tiers de ce marché des stations d'épuration dans l'UE et en Suisse par ses propres moyens. «En 2019, nous avons réalisé un chiffre d'affaires de 2,5 millions de francs. Nous espérons atteindre un chiffre d'affaires supérieur à 30 millions par an en 2025.» La PME est en contact avec les premiers intéressés de l'espace européen, notamment en Allemagne. En Suisse, environ 20 autres toits solaires pliants sont en cours de planification.

La start-up de Zizers, dans le canton des Grisons, est donc toujours en pleine croissance. En 2015, l'ingénieur Andreas

UN TOIT SOLAIRE MOBILE

Le toit solaire pliant «Horizon» de la start-up dhp technology dans le canton des Grisons, permet déjà une nouvelle utilisation des surfaces déjà utilisées pour la production d'électricité. Le système léger et mobile se compose d'une construction en acier et d'un toit suspendu par des câbles. Les modules photovoltaïques sont en plastique antireflet et sont reliés entre eux par des charnières, de telle sorte qu'ils puissent être repliés à plat ou assemblés en éventail. Le mouvement est contrôlé par un algorithme météo intégré qui évalue les données météorologiques en temps réel.



En raison du grand niveau de fabrication préalable, la majeure partie des pièces de l'installation «Horizon» peut être tout simplement assemblée sur place. L'installation nécessite 50% moins de matériaux que les modules solaires fixes. Avec une hauteur de près de 6 mètres et une distance entre les supports pouvant atteindre 25 mètres, elle offre beaucoup d'espace pour travailler sous le toit photovoltaïque. Le toit produit des quantités d'énergie solaire comparables à celles d'une installation PV conventionnelle sur le Plateau. AV

Hügli et l'économiste d'entreprise Gian Andri Diem ont fondé l'entreprise à deux. Aujourd'hui, l'équipe se compose de 20 personnes et ce chiffre devrait passer à 30 avant la fin de l'année 2020. Après le financement initial du développement technologique par le canton des Grisons et le fournisseur d'énergie de Bâle IWB, un groupe croissant d'investisseurs et d'actionnaires ajoutent aujourd'hui les capitaux nécessaires à la croissance. Cependant, les revenus générés par la vente

des toits solaires sont également de plus en plus importants. «Nous ne sommes pas encore «break-even» mais presque», affirme Gian Andri Diem.

Pour l'instant, le toit solaire mobile est encore plus cher que les systèmes photovoltaïques fixes — même si les prix vont baisser au fil des années et que les coûts de revient pour des projets de STEP se situent déjà sur une fourchette de 12 à 16 centimes par kilowattheure selon Gian Andri Diem. La station d'épuration de Coire atteint donc désormais la parité réseau, c'est-à-dire qu'elle peut produire de l'électricité solaire à des coûts comparables à ceux facturés par l'exploitant de réseau aux ménages pour l'électricité. Mais pour Ralph Egeter des St.Gallisch-Appenzellische Kraftwerke, une chose est encore plus importante que l'évolution des coûts: «Ce toit solaire est très innovant et va au-delà de la simple production d'électricité. Le parking Kronberg pourrait devenir un projet phare visant à sensibiliser la population aux énergies renouvelables.»

Un immense potentiel pour l'énergie solaire

Montrer à la population ce qui est possible avec l'énergie solaire: cela semble judicieux si l'on considère la part encore modeste de 3% de l'énergie solaire dans la consommation totale d'électricité de la Suisse. Ce faisant, comme le souligne Wieland Hintz de l'Office fédéral de l'énergie, cette part n'est pas aussi modeste que ça. «Parmi les nouvelles énergies renouvelables, l'énergie solaire a de loin le taux de croissance par habitant le plus élevé.» Grâce à cette évolution satisfaisante de l'électricité solaire, la Suisse semble être sur la bonne voie pour atteindre ses objectifs énergétiques en 2020. Selon les calculs de l'OFEN, le potentiel de l'énergie solaire est énorme: utiliser uniquement les surfaces adaptées sur les toits suffirait déjà pratiquement à couvrir les besoins en électricité actuel de la Suisse en énergie solaire.

«Pour exploiter le potentiel de manière plus importante que par le passé, les installations solaires devraient être de plus en plus souvent installés au-dessus des zones industrielles dans les zones habitées à l'avenir», est convaincu Gian Andri Diem. Aujourd'hui, pratiquement tous les modules photovoltaïques en Suisse se trouvent sur des toits. Sur le toit des maisons toutefois, les installations solaires sont parfois retardées ou rendues totalement impossibles parce qu'elles provoquent la résistance des habitants et des autorités chargées de la

L'OFEN SOUTIENT DES PROJETS

Le toit solaire pliant de la start-up des Grisons dhp technology est un projet pilote avec lequel l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) soutient l'application économique et rationnelle de l'énergie et encourage l'utilisation des énergies renouvelables. L'OFEN soutient des projets pilotes, de démonstration et des projets phares avec 40% des dépenses imputables non amortissables. Des requêtes peuvent être déposées à tout moment.

www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration, www.bfe.admin.ch/leuchtturmprogramm

protection des monuments. «Avec nos modules pliants non éblouissants en revanche, nous avançons sur un segment de marché entièrement nouveau: sur les sites industriels déjà utilisés, les modules photovoltaïques ne gênent personne, et ils y sont encore plus faciles à installer.» Vu sous cet angle, des innovations comme le toit pliant des Grisons pourraient effectivement donner un coup de pouce au développement de l'énergie solaire dans le pays.

- ✓ Le rapport final du projet «Centrales solaires au-dessus de l'infrastructure d'épuration des eaux usées en Suisse: réalisation d'une installation pilote au-dessus des bassins d'épuration de la station de Coire» sur: https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=35840.
- Dr Stefan Oberholzer (stefan.oberholzer[at]bfe.admin.ch), directeur du programme de recherche de l'OFEN sur le photovoltaïque, et Dr Men Wirz (men.wirz[at]bfe.admin. ch), responsable du programme pilote et de démonstration de l'OFEN, communiquent des **informations** sur le projet.
- ✓ Vous trouverez d'autres articles spécialisés concernant les projets phares et de recherche, les projets pilotes et de démonstration dans le domaine du photovoltaïque sur www.bfe.admin.ch/ec-photovoltaïque.