



Petite hydraulique en Suisse :

une filière industrielle de pointe



CleantechAlps est une initiative des cantons de Berne, Fribourg, Vaud, Valais Neuchâtel, Genève et Jura. Soutenue par le SECO au titre de la Nouvelle politique régionale (NPR).



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Secrétariat d'Etat à l'économie SECO

Hes·SO VALAIS WALLIS

cleantech
switzerland
Innovative. Reliable. Precise.

Cleantech
ALPS

Western
Switzerland
Cleantech
Cluster

En partenariat avec :

Hes·SO // VALAIS
WALLIS



ANDRITZ
Hydro



CSDENGINEERS+
INGENIOUS BY NATURE

+ SWITZERLAND
GLOBAL
ENTERPRISE
enabling new business





Sommaire

Editorial

Un secteur industriel méconnu avec un fort potentiel de développement 5
Par Eric Plan, CleantechAlps

Des experts en parlent...

L'intégration dans des ouvrages existants est un fort potentiel
de développement pour la petite hydraulique en Suisse 6
Par Cécile Münch-Aligné, HES-SO Valais-Wallis

Le plus grand potentiel d'innovation réside sans doute dans l'intégration des turbines dans un contexte plus large 10
Par Christophe Bianchi, HES-SO Valais-Wallis

Les entreprises suisses sont déjà en mesure de livrer des solutions fiables 11
Par Patrick Hofer-Noser, Cleantech Switzerland

Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

1. Introduction 12
 2. Petite hydraulique: définition et état des lieux 14
 3. La chaîne de valeur de la petite hydraulique et les principaux acteurs 22
 4. Quels potentiels pour la petite hydraulique hors de Suisse ? 28
 5. Conclusion et synthèse 36
 6. Panorama des acteurs en Suisse 38
-

La Suisse occidentale, un terreau fertile pour les cleantech 41

Portraits d'entreprises 43

CleantechAlps, au service des entreprises et instituts 59

Eco-système cleantech en Suisse: qui fait quoi ? 61

Références 62

« La petite hydraulique est un secteur économique clé pour la stratégie énergétique 2050. »





Editorial

Un secteur industriel méconnu avec un fort potentiel de développement

Dans cette nouvelle publication, CleantechAlps, la porte d'entrée pour les cleantech, propose de jeter un coup de projecteur sur la petite hydraulique. Il s'agit en effet d'un secteur économique clé pour la stratégie énergétique 2050. De plus, elle exploite une des deux seules ressources énergétiques incontestées dont bénéficie notre pays : l'eau, la seconde étant la biomasse. La force hydraulique, c'est aussi le secret du taux élevé d'énergie électrique décarbonée dans le mix énergétique suisse. La petite hydraulique y contribue à son échelle.

Un tissu de compétences industrielles et académiques s'est développé au fil des siècles autour de cette ressource. Nous avons dernièrement consacré une étude sur le potentiel et les acteurs actifs dans la préparation et diffusion de l'eau potable ainsi que dans le traitement des eaux usées (à télécharger sur www.cleantech-alps.com/etude). Avec la présente étude sur la petite hydraulique, CleantechAlps et ses partenaires proposent de vous plonger dans les coulisses d'un secteur industriel méconnu présentant un potentiel de développement très intéressant. Nous espérons que les informations présentes dans ce document vous soient utiles et qu'elles contribuent à faire mieux connaître ce domaine à potentiel.

L'énergie hydraulique représente en effet près de 60% de la production électrique suisse. C'est également 100 ans de savoir-faire et la preuve d'un secteur traditionnel qui se réinvente sans cesse. Les pages qui suivent vous le montreront...

Excellente lecture!

Eric Plan

Secrétaire général de CleantechAlps

Une expert en parle ...

« L'intégration dans des ouvrages existants est un fort potentiel de développement pour la petite hydraulique en Suisse. »



Par Cécile Münch-Alligné,
professeure en hydraulique à la
HES-SO Valais-Wallis

“ Dans nos régions, la petite hydro-électricité concourt au maintien et à la création d'emplois techniques et de proximité. ”

Situation de l'hydraulique

Globalement les sources d'énergie renouvelable, c'est-à-dire la biomasse moderne et traditionnelle, l'hydroélectricité, la géothermie, l'énergie éolienne, l'énergie et les biocarburants représentent 19 % la consommation d'énergie mondiale¹. Parmi ces énergies, l'énergie hydraulique, petite et grande, est l'une des sources principales. Avec une puissance installée de 990 GW dans le monde, elle a produit 3'700 TWh d'électricité en 2012. Cela représente plus de 67 % de la puissance mondiale installée d'origine renouvelable et 3.7% de la consommation énergétique mondiale. La Chine, le Brésil, les Etats-Unis, le Canada et la Russie représentent à eux seuls plus de 52 % de la puissance hydro-électrique mondiale installée (figure 1).

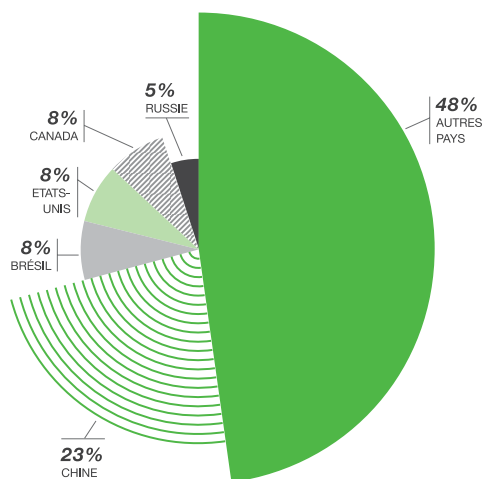


Figure 1 : Répartition de la puissance hydro-électrique mondiale installée en 2012¹.

En 2012, 30 GW de puissance hydro-électrique ont été ajoutés, dont plus de la moitié en Chine. Avec ses 229 GW de puissance installée et 20.3 GW de capacité de stockage, la Chine continue de battre des records. En 2013, des turbines Francis, les plus puissantes du monde avec plus de 800 MW par unité, ont été installées dans la centrale hydroélectrique souterraine de Xiangjiaba.

En Suisse, 36'000 GWh d'électricité d'origine hydraulique sont produits en moyenne par année, ce qui représente plus de 55 % de production électrique du pays. Dans le cadre de la stratégie énergétique 2050, le Conseil fédéral souhaite renforcer la contribution de la force hydraulique dans l'approvisionnement futur en électricité de la Suisse. Une augmentation de 2'000 GWh d'ici 2030 est visée et de 4'000 GWh d'ici 2050².

Une source d'énergie renouvelable

L'énergie hydroélectrique est une source d'énergie inépuisable utilisant la partie terrestre du cycle de l'eau, c'est-à-dire l'écoulement de l'eau entre l'arrivée à terre des précipitations et son retour à la mer. De plus, l'hydroélectricité n'a recours à aucune combustion et ne dégage en particulier pas de dioxyde de carbone. Cette production d'énergie permet ainsi de respecter l'environnement. Bien que la réalisation d'aménagements hydroélectriques puisse soulever certains problèmes, le respect des lois pour la protection de l'environnement et les solutions techniques permettent de limiter l'impact sur la nature. En plus d'être une source d'énergie renouvelable, la petite hydro-électricité offre la possibilité de produire de l'électricité de manière décentralisée. L'installation de petites centrales dans des zones rurales donne l'accès à l'électricité à des populations qui, sans cela, n'y auraient sans doute pas encore accès aujourd'hui. Dans nos régions, la petite hydro-électricité concourt au maintien et à la création d'emplois techniques et de proximité. Ceci est particulièrement vrai dans les petites communes de montagne, pour la surveillance et l'entretien des installations mais aussi pour leur construction et maintenance en faisant participer des entreprises locales de génie civil, de turbiniers, d'électriciens. Une petite centrale peut aussi contribuer à l'équilibre des budgets de ces communes en générant des ressources non négligeables, garanties sur le long terme.

Situation de la petite hydraulique

En 2012, la puissance mondiale installée dans le domaine de la petite hydraulique était estimée approximativement à 75 GW, représentant plus de 7% de la capacité hydraulique totale. Le potentiel mondial est estimé à 173 MW³.

C'est dans l'est de l'Asie que se situe plus de la moitié de la puissance des petites centrales hydro-électriques avec le plus grand potentiel en Chine. En effet, avec la croissance économique rurale et le soutien du gouvernement, la petite hydraulique s'est développée rapidement dans ce pays approvisionnant en électricité plus d'un quart de la population. Le taux de développement des petites centrales y est plus important que dans le domaine de la grande ou moyenne hydraulique. L'objectif fixé par le gouvernement est d'atteindre une puissance installée de 93 GW en 2020.

Pour l'Union européenne, incluant 27 pays, la petite hydraulique a produit 46 TWh en 2010 avec une puissance installée de 13 GW issue de ses 21'800 aménagements⁴. Cette production correspond à l'approvisionnement en électricité de 13 millions de foyers. Entre 2005 et 2020, la puissance installée devrait passer de 12.4 GW à 17.3GW, la production devrait passer quant à elle de 42 TWh à 60 TWh représentant une augmentation de plus de 40%. L'Italie est le principal producteur dans ce domaine en Europe, suivi par la France et l'Allemagne et l'Espagne (figure 2).

En Suisse, la petite hydraulique représente 5% de la production d'électricité et 10% de la production hydro-électrique (figure 3). Le potentiel est estimé à 1'600 GWh/an⁵. Le développement des petites centrales est encouragé par la rétribution à prix coûtant (RPC), qui compense la différence entre le montant de la production et le prix du marché.

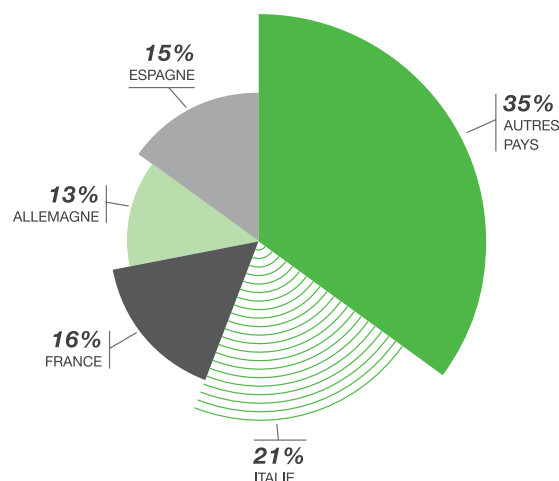


Figure 2: Répartition de la puissance installée pour la petite hydraulique dans l'UE-27⁴

Capacité électrique installée (kW)	2010				
	Nbre de centrales	MW	GWh / année	Total production électrique hydraulique	Total production électrique
Moins de 300	~ 1'000	60	270	0.7%	0.4%
301-1'000	191	110	554	1.5%	0.8%
1'001-10'000	187	689	2'947	7.9%	4.4%
Plus de 10'000	169	12'882	33'730	89.9%	50.9%
Total jusqu'à 10'000	1'378	859	3'770	10.1%	5.7%
Total général	1'547	13'741	37'500	100.0%	56.6%

Figure 3: La petite hydraulique en Suisse. Source: Crettenand, N. (2012) EPFL. Thèse No. 5356.



Les tendances de développement

D'où provient l'eau turbinée par les petites centrales hydrauliques ? Différentes sources sont possibles : les cours d'eau, les eaux usées, potables, de dotation, d'irrigations ou des canons à neige. Différents « types » de centrales ont ainsi été construites. Les centrales présentant le plus d'avantages sont celles intégrées à des infrastructures existantes, les coûts de génie civil ou d'autres éléments comme les conduites ainsi que l'impact environnemental y sont minimisés. Certaines turbines de la petite hydraulique sont communes à celle de la grande hydraulique : les turbines de type Kaplan, Bulbe, Francis, Deriaz ou Pelton.

Néanmoins, le fort potentiel d'évolution, particulièrement dans le développement de concepts simples, peu coûteux, efficaces, rentables et pouvant s'intégrer dans des ouvrages existants avec un faible impact environnemental, nécessite le développement de technologies spécifiques. Ce sont les axes de développements sur lesquels travaillent des instituts de pointes tels que la HES-SO Valais ou l'EPFL.

Ces équipes de recherche travaillent, entre autres, sur le développement de turbines axiales fonctionnant pour des hautes chutes (figure 4) et de turbines iso-cinétiques pouvant récupérer l'énergie cinétique dans les canaux de fuite. L'essentiel pour l'avenir de ce secteur est de pouvoir s'appuyer sur des programmes de développement à moyen terme, prenant en compte très tôt dans la réflexion les besoins du marché, à l'instar de ce qui se fait depuis 2010 dans le cadre du programme The Ark Energy.

Dans ce contexte et au-delà des composants électromécaniques, l'autre axe de développement est dans l'intégration des systèmes dans l'environnement réel. Je pense ici par exemple à la possibilité d'utiliser des stations de micro-pompage turbinage pour réguler localement le réseau électrique perturbé par l'injection intermittente d'électricité d'origine renouvelable. Ce type de projets est actuellement à l'étude.

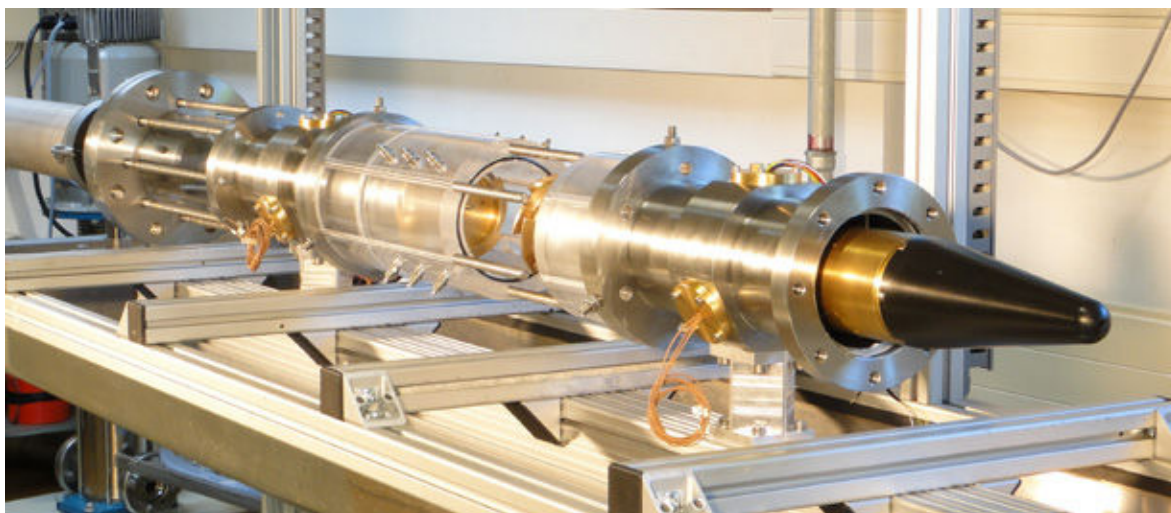


Figure 4 : Micro-turbine contra rotative développée à la HES SO Valais en collaboration avec l'EPFL.

1. REN21, 2013.

2. OFEN, Le potentiel hydroélectrique de la Suisse, Potentiel de développement de la force hydraulique au titre de la stratégie énergétique 2050, Juin 2012.

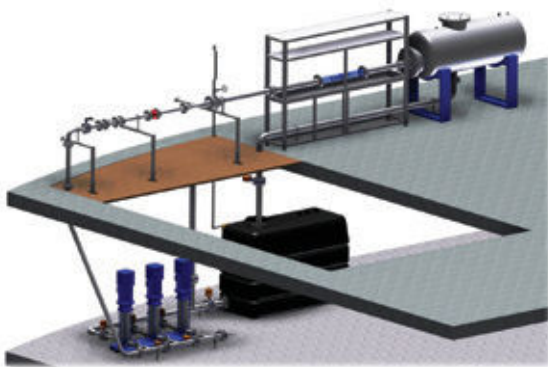
3. World Small Hydropower Development Report 2013, WSHDPDR 2013.

4. Stream Map for Small Hydropower for the EU-27 in the view of 2020 Target, ESHA 2012

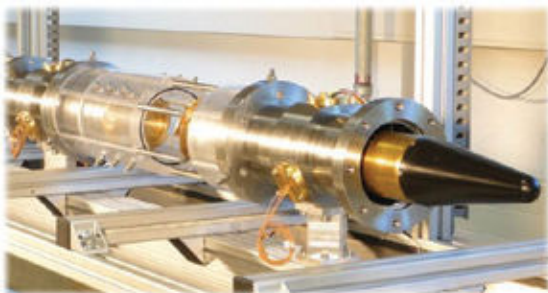
5. «La petite hydraulique en Suisse : définition, technologies et perspectives» A. Choulot. Bulletin ElectroSuisse 2, 2014.

NOS COMPÉTENCES EN HYDRO-ÉLECTRICITÉ

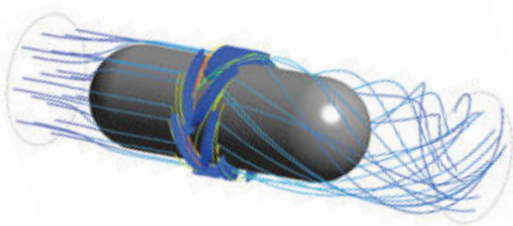
π Filière Energie et techniques environnementales
Studiengang Energie und Umwelttechnik



Banc d'essai pour la mini-hydraulique



Microturbine contra-rotative - version Bulbe



Simulation de l'écoulement dans une microturbine contra-rotative



Interface Labview pour le monitoring d'une microturbine

Au cœur du château d'eau de l'Europe, la Haute École d'Ingénierie de la HES-SO Valais-Wallis consacre une part croissante de ses ressources aux énergies renouvelables notamment l'hydroélectricité.

Recherche Appliquée & Développement

Simulations numériques des écoulements et mesures expérimentales dans les différents systèmes hydrauliques de haute et basse puissance, en particulier dans les centrales hydrauliques, de la prise d'eau au canal de fuite : dessableurs, conduites, vannes, turbines, pompes, diffuseurs.

- Analyse d'écoulements par simulation numérique
- Développement de nouvelles technologies pour la mini-hydraulique
- Dimensionnement de systèmes d'entraînement électriques
- Mesures de performances
- Monitoring

Formation

Renforcement de la formation de nos futurs ingénieurs HES dans le domaine des énergies renouvelables et en particulier l'hydro-électricité avec la nouvelle filière « Energie et Techniques environnementales »

Formation continue en hydraulique:
<http://www.weiterbildung-hydro.ch/>

Contact

Cécile Münch-Alligné, Dr. Ing.



Interview ...

« Le plus grand potentiel d'innovation réside sans doute dans l'intégration des turbines dans un contexte plus large. »



Par Christophe Bianchi, responsable de l'Institut systèmes industriels à la HES-SO Valais-Wallis

“La petite hydraulique peut apporter sa pièce à l'édifice pour jouer un rôle non négligeable dans la stabilisation du réseau à l'échelle locale.”

1. Monsieur Bianchi, la filière petite hydraulique bénéficie d'un historique impressionnant. Y voyez-vous encore un potentiel d'innovation ?

Clairement oui ! Nous constatons actuellement une augmentation des productions à l'échelle locale. Les régions et cantons alpins tels que le Valais ont une carte à jouer de par leur position géographique et leur configuration. Ils sont de facto des acteurs très importants au niveau suisse et européen pour la production hydraulique.

Côté innovation le besoin de stabilisation du réseau électrique en raison de la production fluctuante des énergies renouvelables est important. La petite hydraulique peut apporter sa pièce à l'édifice pour jouer un rôle non négligeable dans la stabilisation du réseau à l'échelle locale. Le plus grand potentiel d'innovation réside sans doute dans l'intégration des turbines dans un contexte plus large. Il s'agit par exemple de pouvoir installer des turbines robustes et compactes dans des infrastructures existantes dont le rôle n'est à priori pas de produire de l'énergie, en récupérant par exemple l'énergie dissipée par les réducteurs de pression sur les réseaux d'eau potable.

2. Quels sont les métiers impliqués dans cette filière et quels sont les cursus proposés par la HES-SO Valais-Wallis ?

La HES-SO Valais-Wallis compte deux filières principales actives dans le domaine de la petite hydraulique. La première est celle des systèmes industriels, active depuis 1988 : elle s'occupe des développements de nouveaux produits du monde industriel dont les nouvelles turbines font bien entendu partie. La seconde, lancée en automne 2013, est dénommée «Energie et techniques environnementales».

Elle propose deux orientations : smart grid et énergies renouvelables en phase directe avec les besoins du marché. Ces deux filières sont complémentaires pour former des gens non seulement pour développer de nouveaux produits, mais surtout et aussi pour les intégrer. Nous formons ainsi des ingénieurs tout comme des exploitants des nouvelles techniques hydrauliques.

Nous souhaitons également mettre en place un laboratoire de petite hydraulique pour compléter celui de mini-hydraulique déjà existant. Ce nouveau laboratoire viendra faire le pont avec l'EPFL, très actif dans ce secteur, intégrant son nouveau pôle de la grande hydraulique à Sion. Des synergies intéressantes pourront être exploitées.

3. Peut-on parler d'un redémarrage du secteur hydraulique avec un accent particulier sur la petite hydraulique ?

Ce n'est pas véritablement un redémarrage. Le secteur de la grande hydraulique est en transition, avec des modèles d'affaires qui changent. La petite hydraulique a été boostée par les décisions politiques prises. Elle a été mise sur le devant de la scène. Il faudra maintenant concrétiser les espoirs mis en elle et confirmer réellement son potentiel.



Interview ...

« Les entreprises suisses sont déjà en mesure de livrer des solutions fiables. »



Patrick Hofer-Noser,
président de Cleantech Switzerland

“ La filière industrielle suisse bénéficie d’une maturité qui repose sur une expérience de plus d’un siècle. ”

1. Monsieur Hofer-Noser, la Suisse est connue pour être le château d’eau de l’Europe. Comment est-elle perçue dans le secteur de la petite hydraulique ?

La filière industrielle suisse est bien maîtrisée. Elle bénéficie d’une maturité qui repose sur une expérience de plus d’un siècle. La Suisse est plus connue à l’étranger pour la réalisation de grands ouvrages, mais le contexte actuel change rapidement. Une chose est sûre : grâce aux technologies actuellement développées, la petite hydraulique suisse est prête pour s’imposer sur ces marchés. .

2. La force hydraulique n’est souvent pas considérée comme une « nouvelle » énergie renouvelable, on joue sur les mots ?

L’hydroélectricité est une « ancienne » forme d’énergie renouvelable. Avant d’être spécifiquement utilisée pour la production d’électricité, elle a permis aux vallées suisses de s’industrialiser avec des ateliers mécaniques, des scieries ou autres artisans qui ont assuré leur alimentation en énergie grâce à des roues à eau. L’apparition des grandes centrales hydrauliques a éclipsé les avantages d’une utilisation de l’eau de manière décentralisée. En tant qu’énergie renouvelable, l’hydroélectricité, grande et petite, jouera un rôle important dans la production mondiale d’énergie et le mix énergétique. Alors que des pays découvrent la petite hydraulique comme étant une technologie nouvelle, les entreprises suisses sont déjà en mesure de livrer des solutions éprouvées et fiables pour exploiter cette « ancienne » source d’énergie renouvelable.

3. On parle souvent du marché intérieur comme étant LE premier marché d’exportation. Dans ce cadre, l’accès à ce marché et la confiance des acteurs sont primordiaux. Est-ce une des raisons de votre partenariat avec CleantechAlps ?

Cleantech Switzerland est la plateforme suisse officielle pour les activités d’exportation dans le domaine des technologies propres. Notre partenariat avec CleantechAlps, qui nous représente en Suisse occidentale, fonctionne très bien. Notre but commun est de communiquer une image concertée de la scène cleantech à l’étranger, afin de maximiser l’impact pour les entreprises helvétiques. En regard de la première partie de votre question, pour beaucoup de PME le marché suisse est un marché de référence important. Les activités d’exportation nécessitent néanmoins d’appréhender de nouvelles cultures et des défis différents. Nous pouvons apporter un soutien important aux PME avec nos partenaires et le réseau externe suisse qui disposent de forts ancrages locaux dans les pays concernés.



Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

1. Introduction

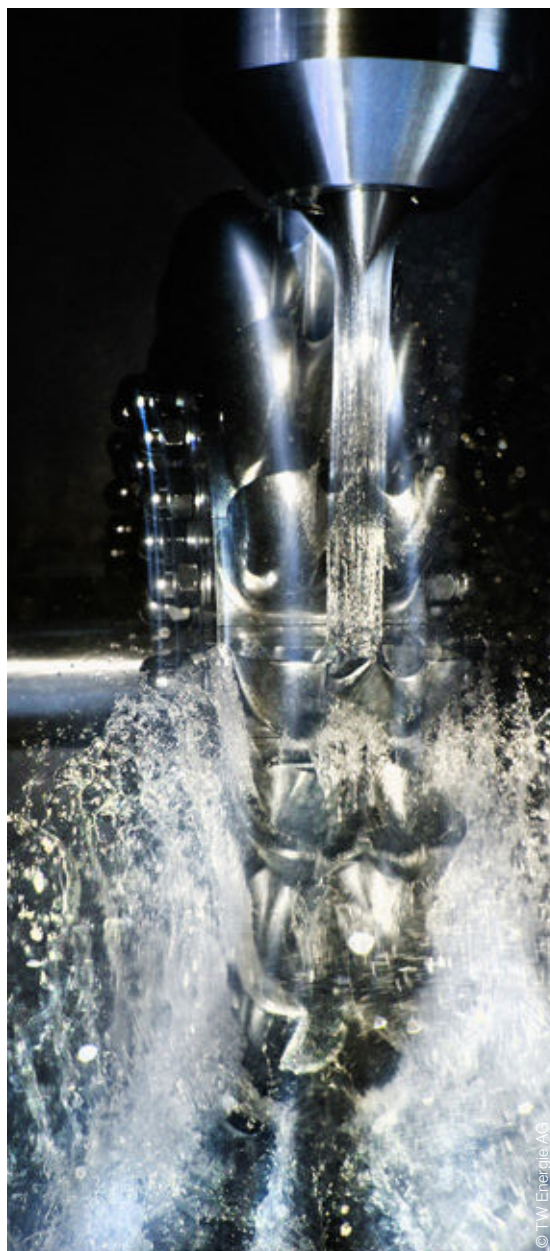
La promotion des énergies renouvelables pour la production d'électricité ne cesse d'augmenter en Suisse et à travers le monde. Le dramatique accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima souligne l'importance de la diversification des sources de production d'électricité, en particulier en faisant appel à ces nouvelles énergies. En Suisse, le Conseil fédéral vise à augmenter de 26 TWh la production renouvelable d'ici à 2050, en englobant aussi l'énergie d'origine hydraulique. Pour rappel, la production annuelle en 2011 était de 63 TWh, dont 34 pour l'hydraulique. Du côté de l'Union Européenne, le programme climat-énergie lancé en 2008 vise à combattre le changement climatique et à mettre en place une politique de l'énergie commune plus soutenable et durable avec l'objectif des «3x20». L'augmentation à 20% de la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique européen est l'un de ses volets. Dans ce cadre, la convention de maires¹ regroupe déjà plus de 4'000 municipalités, dont 12 en Suisse. Celles-ci ont aussi leurs propres objectifs concernant le développement des énergies renouvelables.

L'énergie hydraulique fait partie des énergies renouvelables. Nous avons souvent trop tendance à l'oublier, en focalisant le débat sur les énergies renouvelables dites «nouvelles» telles que le solaire photovoltaïque, l'éolien ou encore la biomasse. Cette énergie est même très efficace, sur toute la chaîne de production, comme le montre l'infographie ci-après.

Les centrales hydrauliques produisent de l'électricité avec une grande efficacité technique (rendement de l'ordre de 80%) et très peu d'émissions à effet de serre. La production d'énergie électrique pendant la durée de vie d'une centrale hydraulique est d'environ 170-280 fois supérieure à l'énergie nécessaire pour la construction, maintenance et démolition de la centrale. Pour les éoliennes, ce ratio est d'environ 20-35, pour les panneaux photovoltaïques d'environ 10-20, pour les centrales nucléaires d'environ 15 et pour les centrales à gaz (cycle combiné) d'environ 2-5. Les émissions à effet de serre de la petite hydraulique sont d'environ 10-13 gCO₂e/kWh, pour l'éolien 9-10, pour le photovoltaïque 32, pour le nucléaire 66 et pour le gaz à cycle combiné 440. Les centrales hydrauliques contribuent également à la production indigène de l'électricité et donc renforcent la sécurité de l'approvisionnement électrique en Suisse.

La grande hydraulique a été technologiquement bien développée pendant le 20^e siècle et ce secteur dispose de bases d'ingénierie solides. Sa petite sœur, par contre, a été quelque peu délaissée jusqu'à peu.

En effet, la petite hydraulique s'est développée de manière empirique et nécessite aujourd'hui encore bien des recherches & développements pour permettre d'exploiter dans toute son ampleur le potentiel à disposition. Cette énergie n'est pas simplement une réduction en taille de la grande hydraulique... bâtisseur de petites centrales hydrauliques est un métier à part entière avec ses compétences et particularités spécifiques.



© TW Energie AG

Les centrales hydrauliques: très efficaces !

Les centrales hydrauliques produisent de l'électricité avec une grande efficacité technique (rendement de l'ordre de 80%) et très peu d'émissions à effet de serre.



La production d'énergie électrique pendant la durée de vie d'une centrale hydraulique est d'environ

170-280

fois supérieure à l'énergie nécessaire pour la construction, maintenance et démolition de la centrale.



pour les éoliennes,
ce ratio est d'environ
20-35



pour les panneaux
photovoltaïques d'environ
10-20



pour les centrales
nucléaires d'environ
15



pour les centrales à gaz
(cycle combiné) d'environ
2-5



Les émissions à effet de serre de la petite hydraulique sont
d'environ **10-13 gCO₂e/kWh**



pour l'éolien
9-10



pour le photovoltaïque
32



pour le nucléaire
66



pour le gaz à cycle combi-
né **440**

Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

2. Définition et état des lieux

Il n'existe pas de définition mondialement reconnue pour la petite hydraulique. Une puissance installée de maximum 10 MW est la valeur la plus largement acceptée, et aussi la définition figurant dans la loi fédérale sur les forces hydrauliques.

La petite hydraulique peut être subdivisée en plus petites catégories, par exemple la mini hydraulique avec une puissance installée de maximum 1 MW et la micro hydraulique avec une puissance installée de maximum 100 kW. On parle aussi de la pico-hydraulique avec quelques watts ou dizaines de watts de puissance. Il s'agit d'un secteur en émergence avec le concept de réseaux d'eau intelligents (smart water). Ceux-ci permettraient de subvenir, à terme, à l'alimentation électrique de bâtiments par le turbinage de ses circuits d'eau. L'institut de systèmes industriels de la HES-SO Valais est d'ailleurs actif dans ce domaine (voir portrait p. 49).

Cette définition de la petite hydraulique, basée sur la puissance installée, peut être trompeuse, car elle ne reflète pas exactement la différence entre la petite hydraulique et la grande hydraulique. En effet, des centrales en dessous de 10 MW peuvent être très différentes dans leur conception et typologie de production. À titre d'exemple, la centrale du Seujet à Genève a une puissance installée de 8.7 MW et a été construite en 8 ans.

La centrale de la Douve près de Leysin a une puissance installée de 75 kW et a été construite en 4 mois en atelier puis installée en 23 minutes sur site.

Pour cette raison, l'Association des Usiniers Romands (ADUR) définit une petite centrale hydraulique (PCH) comme une centrale qui, pour des raisons techniques et économiques, ne peut pas être la réduction géométrique d'une grande centrale.



dransenergie
TOURNÉS VERS L'AVENIR

La société Dransenergie SA active spécifiquement dans les domaines de l'eau et de l'énergie a développé depuis plusieurs années ses activités dans le domaine des énergies renouvelables avec une spécialisation dans le domaine de la mini-hydraulique.

Les prestations fournies par Dransenergie SA couvrent la totalité de la réalisation d'un projet de mini-turbinage comprenant toutes les étapes suivantes :

- Etude préliminaire (avant-projet)
- Elaboration du dossier technique (Dimensionnement machine, planification électrique, plan d'exécution,...)
- Elaboration des documents d'autorisation (demande d'auto-utilisation, concession de turbinage, notice d'impact,...)
- Cahier des charges des diverses prestations, analyse des soumissions
- Réalisation du projet (génie-civil, électro-mécanique, contrôle-commande, mise en service, gestion de projet).

2.1 Définitions complémentaires...

Grâce à la petite hydraulique (PCH), l'énergie potentielle de l'eau est transformée en énergie mécanique ou électrique. La figure 1 montre les parties principales d'une PCH avec dérivation de l'eau. L'eau est captée dans la prise d'eau (❶). Le dessableur (❷) sert à éliminer les matériaux dans l'eau qui ont passé la grille de la prise d'eau et qui nuisent à l'exploitation, comme le sable ou le gravier (voir à ce propos le portrait de l'entreprise Stahleinbau, p. 55). Le canal d'amenée (❸) conduit l'eau dans le bassin de mise en charge (❹). De ce bassin, l'eau est en charge jusqu'à la centrale (❺) en passant par la conduite forcée ou puits blindé (❻). Dans la centrale, l'eau passe par la turbine et est ensuite restituée dans le cours d'eau par un canal de fuite.

La puissance installée d'une PCH dépend principalement du débit exploité et de la chute disponible. Alors que la turbine est le composant clé permettant la transformation de l'énergie cinétique de l'eau en énergie mécanique de rotation, qui peut ainsi être utilisée pour entraîner un générateur électrique ou d'autres machines, c'est dans la gestion de l'information de la prise d'eau à la centrale que réside la clé de l'optimisation du fonctionnement de l'installation globale (voir à ce propos le portrait de l'entreprise DPE Electrotechnique, p. 45). Parmi les turbines, il y a les turbines Pelton, Francis, Kaplan et les turbines diagonales.

Il existe différents types de PCH. Les centrales au fil de l'eau turbinent l'eau en continu lorsque le débit est suffisant. L'eau n'est pas déviée du cours d'eau. Les centrales à dérivation telles que dans la figure 1, par contre, dérivent l'eau qui est turbinée et doivent laisser un débit résiduel minimum à l'aval de la prise d'eau.

Les centrales d'accumulation ont un réservoir supérieur qui permet de stocker de l'eau et produire notamment sur demande (par exemple la centrale de Cleuson-Dixence en grande hydraulique en Valais). Les centrales à pompage-turbinage ont un réservoir supérieur et inférieur, ce qui leur permet de pomper de l'eau dans le réservoir supérieur lors de surplus d'électricité dans le réseau (par exemple la centrale de Nant-de-Drance en construction à la frontière franco-suisse près de Chamonix ou encore celle de Linth Limmern à Glaris, également en grande hydraulique). Ces centrales peuvent produire de manière flexible et vont jouer un rôle croissant dans la gestion de la stabilité du réseau électrique européen.

La technologie des PCH touche à de nombreux domaines tels que le génie mécanique, le génie civil, le génie électrique, l'hydrologie, la géologie, la biologie et les sciences de l'environnement. Ces dernières sont importantes afin de réduire les impacts négatifs sur l'environnement.

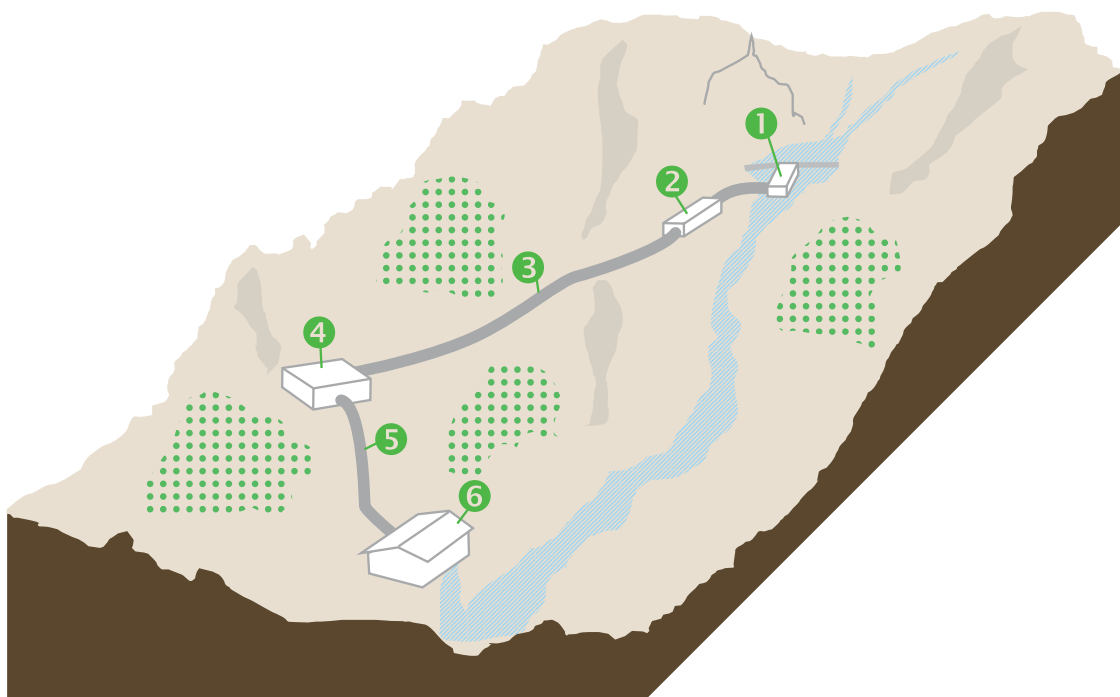


Figure 1 : Parties principales d'une installation de petite hydraulique avec dérivation de l'eau. Source: Andaroodi and Schleiss, 2005: 22

Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

2. Définition et état des lieux

2.2 Impacts sur l'environnement

Les PCH ont un impact sur l'environnement, tant pendant leur construction que pendant leur exploitation. L'un des principaux défis du développement de la petite hydraulique est de trouver le juste équilibre entre la production d'électricité et la sauvegarde de l'environnement. Il s'agit de maximiser la production électrique tout en respectant au maximum la faune et flore de l'état initial du site, par exemple la migration des poissons.

Les impacts sur l'environnement des PCH sont très spécifiques au site et dépendent du type de PCH (fil de l'eau, dérivation, accumulation). Dans le cas d'un barrage, le continuum du cours d'eau est interrompu. Cela signifie par exemple que les poissons et autres espèces aquatiques ne peuvent plus passer à l'aval ou l'amont du barrage.

Si des mesures adéquates sont prises, par exemple des passes à poissons et un choix de débits résiduels adaptés au site, les impacts négatifs sur l'environnement des PCH peuvent être minimisés. Dans les cas de réhabilitation d'anciennes PCH ou d'anciens seuils dans les cours d'eau, l'impact global sur l'environnement d'une nouvelle PCH peut même être positif, une réalité que l'on a tendance à oublier.



2.3 Le potentiel énergétique en Suisse

La petite hydraulique a contribué en 2010 avec 5.7% à la production d'électricité en Suisse, soit 3.8 TWh avec une puissance installée de 859 MW (Crettenand, 2012). Comparé aux autres énergies renouvelables, hors grande hydraulique, c'est de loin la source renouvelable la plus importante pour la production d'électricité en Suisse.

Au début du 20^e siècle, on recensait 178 PCH d'une puissance installée entre 300 kW et 10 MW et près de 7'000 PCH avec une puissance inférieure à 300 kW. Ces dernières ont vu leur nombre se réduire à environ 700 unités à la fin du 20^e siècle, tandis que le nombre de centrales entre 300 kW et 10 MW a plus que doublé pendant la même période pour atteindre 445 unités.

Ce développement s'explique par l'impact sur le prix de revient de la construction toujours plus nombreuse de centrales de tailles toujours plus grandes.

Il existe donc aujourd'hui des sites abandonnés d'anciennes centrales dont la puissance est inférieure à 300 kW. Celles-ci pourraient être remises en service tout en gardant des prix de revient similaires à d'autres technologies, comme le solaire photovoltaïque.



**ENVIRONNEMENT,
CONSTRUCTION ET ENERGIE**

Un seul partenaire pour toute l'ingénierie

CSD INGENIEURS offre toutes les compétences d'ingénierie pour l'environnement, la construction et l'énergie

Le groupe CSD compte 500 collaborateurs dans 30 succursales en Suisse et en Europe.

www.csd.ch

CSD INGENIEURS 
INGÉNIEUX PAR NATURE

Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

2. Définition et état des lieux

Potentiel de 1,3 TWh

Le potentiel réalisable de la petite hydraulique d'ici 2050 a été évalué dans le cadre de la stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral. Sous les conditions-cadres actuelles, le potentiel qui peut être encore exploité est de 1,3 TWh, ce qui mènerait à une production de la petite hydraulique de 5.1 TWh en 2050. Si les conditions-cadres économiques (grâce à un soutien financier par exemple) et sociales (acceptation des PCH par les communautés publiques) sont améliorées sans toutefois assouplir les prescriptions en matière de protection des eaux et de l'environnement, le potentiel encore exploitable est de 1.6 TWh. Cela permettrait d'atteindre une production totale des PCH de 5.4 TWh en 2050 (BFE, 2012).

En prenant en compte uniquement les cantons de Suisse occidentale (Suisse romande et Berne), le potentiel réalisable avec les conditions-cadres améliorées est le plus important en Valais (300 GWh), suivi par Berne (220 GWh)

et Vaud (140 GWh). Fribourg et Neuchâtel ont un faible potentiel de 48, respectivement 30 GWh. Le Jura et Genève ont un potentiel négligeable. (BFE, 2012)²

Un potentiel important se trouve au sein d'infrastructures existantes ou planifiées, telles que des réseaux d'eau potable, d'eaux usées, d'irrigation et d'enneigement artificiel. Des PCH au sein de telles infrastructures permettent d'ajouter de la valeur à l'exploitation de réseaux construits pour d'autres finalités. Elles n'ajoutent pas d'impacts négatifs sur l'environnement et ont des coûts d'investissement réduits. Un guide pour le développement de PCH au sein d'infrastructures a été développé par MhyLab et l'European Small Hydropower Association (ESHA) (MHyLab and ESHA, 2010)³. Un guide pour les communes comprenant un outil d'estimation rapide de la rentabilité d'une PCH a également été publié par BlueArk⁴.

Une carte interactive et complète



L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a recensé la majeure partie des centrales hydroélectriques de Suisse (dont la puissance est supérieure à 300 kW) sur une carte interactive. Elle référence les ouvrages de grosse hydraulique, les centrales au fil de l'eau, mais également les petites centrales hydroélectriques. Vous y découvrirez tous les détails utiles sur ces centrales, leurs productions et leurs emplacements. L'impressionnant nombre de centrales recensées prouve, une fois de plus, que la Suisse est bien l'un des châteaux d'eau de l'Europe et que l'exploitation de cette filière repose sur un secteur industriel éprouvé appuyé par des instituts de recherche de pointe tels que les EPF, la HES-SO et MhyLab.

Informations



SuisseEnergie: Un programme de soutien national pour les PCH

Le Programme Petites centrales hydrauliques de SuisseEnergie a pour objectif d'exploiter les potentiels existants de développement de la petite hydraulique, susceptibles d'atteindre une puissance d'un mégawatt. Il appuie l'élaboration d'analyses sommaires, assume une fonction d'information et de conseil et encourage la mise en réseau des différents acteurs - du propriétaire des installations jusqu'aux associations piscicoles et environnementales, en passant par les autorités. Le programme est hébergé chez MHyLab (VD).

Informations



2.4 Potentiel de développements techniques

La R&D pour la petite hydraulique a commencé il y a quelques décennies seulement. La maturité de sa grande sœur pourrait faire croire que le potentiel de développement pour la petite hydraulique est faible. La réalité est toute autre. En effet, la petite hydraulique n'est pas juste un produit, mais une technologie regroupant de nombreux composants tels que conduites, turbines, alternateurs, etc. Chacun de ces éléments présente un potentiel de développement, et d'améliorations non négligeable. Cependant, l'optimisation ne fait de sens que si l'on peut mesurer son impact sur l'écosystème dans le temps. La maturité de cette filière en Suisse est justement le garant de cet aspect. Comme sur tout marché de biens d'équipements, on observe une pression très forte sur les prix dans ce secteur. Une analyse de la structure de coûts d'une PCH montre qu'un effort particulier doit être réalisé pour réduire les coûts de production. Ces derniers représentent de 9 à 30 cts/kWh en comparaison de coûts d'exploitation très bas (Leutwiler, Bölli et al., 2011). Un effort de standardisation doit absolument être réalisé dans ce secteur pour avoir un effet sensible sur les coûts de production. La R&D est souvent trop coûteuse pour des PME et est donc en majorité effectuée par de grandes entreprises (ANDRITZ HYDRO, Alstom) ou des unités de recherche telles que la HES-SO ou Mhyllab.

Produits compétitifs

Le défi majeur des fabricants et maîtres d'œuvre est d'offrir des produits et prestations compétitifs. Dans ce sens, la filière helvétique de la PCH bénéficie d'une position forte et d'un levier intéressant face à la concurrence: son savoir-faire combiné à l'image de qualité dont bénéficie la Suisse. Cela augmente sensiblement la valeur perçue par le client. Cette perception est d'ailleurs renforcée par le long historique de ce secteur industriel, synonyme de crédibilité.

Alors que cette qualité et la fiabilité du matériel helvétique lui ont permis de gagner ses lettres de noblesse, la créativité en termes de conception commence à redynamiser ce secteur avec des solutions qui devraient rapidement séduire le marché d'exportation. A l'image de la gestion à distance, l'intégration des nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) apporte une toute nouvelle dimension à ce domaine.

Importance du stockage

Avec le développement des énergies renouvelables intermittentes, telles que l'éolien ou le photovoltaïque, l'importance du stockage et de la production flexible au sein du secteur de l'électricité augmente.

Avec les centrales d'accumulation et à pompage-turbinage, l'hydraulique peut contribuer à résoudre une partie de l'équation liée au stockage énergétique et à la production flexible.

Des opportunités d'affaires intéressantes sont en train d'émerger pour des petites centrales d'accumulation et à pompage-turbinage. Le marché attend impatiemment l'arrivée de petites turbines appropriées pour le pompage-turbinage. Toujours à l'écoute des tendances de développement, l'EPFL a déjà réalisé une étude approfondie sur le sujet lors d'une thèse de doctorat à l'EPFL (Crettenand, 2012)⁵. La Suisse est à la pointe des développements, à l'image de la Professeure Cécile Münch de la HES-SO Valais Wallis (voir p. 6).



2.5 Barrières de développement et solutions possibles

De manière générale, on relève trois types de barrières principales au développement des PCH, ce sont les barrières économiques, environnementales/sociales et institutionnelles.

Du côté économique, les prix de revient des PCH sont en général supérieurs aux prix de revient de grandes centrales hydrauliques, centrales nucléaires et centrales à gaz. Si uniquement les lois du marché économique sont considérées, alors les PCH ne doivent pas être développées en priorité. Par contre, si les coûts externes (comme la pollution induite par les centrales fossiles, les conséquences d'accidents...) sont pris en compte, et s'il y a une volonté politique de développer les énergies renouvelables telles que la petite hydraulique, alors des mesures économiques peuvent être prises.

Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

2. Définition et état des lieux

En Suisse, l'introduction de la rétribution à prix coûtant (RPC) en 2009 est un exemple d'une telle mesure. L'électricité injectée dans le réseau par une PCH recevant la RPC est rémunérée à un prix fixe par kWh sur 20 ans. La RPC est révisée régulièrement afin d'assurer son adéquation avec l'évolution du secteur énergétique. Des mesures d'incitation similaires existent en Europe et à travers le monde et joueront sans doute un rôle déterminant sur l'essor de cette filière à l'avenir.

Oppositions aux projets

Les barrières environnementales et sociales ont principalement trait aux oppositions aux projets. Les recours peuvent être justifiés si des projets n'intègrent pas suffisamment les dimensions écologiques et environnementales (ex. migration des poissons). Des mesures techniques peuvent servir à réduire ces barrières, mais doivent rester économiquement raisonnables pour permettre la réalisation des projets. Le grand défi sur ce point est de pouvoir discuter ouvertement des différents aspects en évitant de toucher à l'émotionnel.

Les acteurs helvétiques ont développé une grande sensibilité sur le sujet et qui représente un atout indéniable pour les marchés d'exportation.

Le développement des PCH en Suisse relève d'un débat dans la société, à savoir quels cours d'eau, et à quel degré, seront affectés par la production d'électricité. Sans parti pris, il semble logique que, dans un souci d'approvisionnement énergétique, l'exploitation de chaque ressource du mix énergétique soit réalisée au plus près de son potentiel. Ainsi, chaque ressource contribuerait au mieux à l'approvisionnement du pays, ceci même si certains détracteurs argumenteront que la contribution des PCH dans le remplacement de la production nucléaire est faible (5 à 7%). Les PCH font néanmoins partie des solutions à développer dans le cadre de la nouvelle politique énergétique du Conseil fédéral. Afin d'augmenter le soutien pour les PCH et de réduire les oppositions, il s'agit de filtrer très tôt (dans la phase de développement des dossiers) les projets de PCH réalisables des points de vue technique, économique et écologique.



Our passion, your solution.

Des solutions sur mesure pour constructeurs de turbines, producteurs indépendants, bureaux d'études, entreprises électriques, collectivités publiques et développeurs de projets.

Votre centre de compétences en petite hydro-électricité.

A votre service dans le domaine de l'ingénierie et conseils (études de faisabilité, procédures de consultation d'entreprise, suivi de fabrication, assistance à la mise en service...). A la pointe de la recherche et développement dans le domaine des petites turbines (Pelton, diagonales, axiales et pico turbines).

Chemin du Bois Jolens 6 CH-1354 Montcherand T +41 24 442 87 87 info@mhylab.com www.mhylab.com

mhylab mini-hydraulics laboratory

Des filtres peuvent être développés par projet (comme en Valais avec l'outil Giganat®) ou au sein de plans directeurs pour l'ensemble d'un canton (par exemple à Berne avec la stratégie d'utilisation de l'eau⁷). Il s'agit d'utiliser les outils de l'aménagement du territoire, qui concerne le cadre institutionnel.

Complexité des législations

Les barrières institutionnelles sont principalement dues à la complexité du cadre. En Suisse, ce dernier est déterminé par les régulations des secteurs de l'eau et de l'énergie, y.c. électricité, ainsi que par les régulations liées à l'environnement et à l'aménagement du territoire. De plus, ces régulations sont réparties au niveau fédéral, cantonal et communal. Par exemple, la RPC est régulée au niveau fédéral, la concession pour utiliser l'eau pour la production hydraulique est régulée au niveau cantonal ou communal alors que les permis de construire le sont au niveau communal.

La simplification et l'harmonisation des procédures administratives dues à ce cadre institutionnel complexe font partie du plan d'action du Conseil fédéral, via sa stratégie énergétique 2050. Certaines mesures peuvent être mises en œuvre rapidement et sans changement de loi. Citons, par exemple, la mise en place :

- des filtres mentionnés ci-dessus ;
- d'un guichet unique pour les PCH dans les cantons n'en ayant pas encore ;
- d'une check-list pour les promoteurs de projets ;
- d'un renforcement du programme de soutien de l'Office fédéral de l'énergie pour les PCH.

D'autres mesures nécessitent des changements dans les lois et seront donc plus lentes à mettre en place. Elles seront sans doute aussi plus controversées. Il s'agit par exemple d'harmoniser les procédures à travers tout le pays, de regrouper toutes les demandes de permis, concessions et attributions de soutien financier en une seule demande. Il devrait également être possible de regrouper en une seule procédure les demandes pour plusieurs PCH sur le même cours d'eau. Il s'agirait aussi de trouver des solutions de répartition d'exploitation des bassins versants entre la grosse hydraulique et les PCH. Une approche pragmatique qui permettrait d'exploiter les grosses installations à haut rendement à leur maximum (débit résiduel, rehaussement, etc.) et de réserver des bassins versants sans nouvelles exploitations.

En résumé, si le soutien à travers la RPC est poursuivi, le principal défi pour le développement des PCH en Suisse est l'entente entre les parties prônant la production d'énergie hydraulique et ceux voulant protéger l'environnement. Le dialogue est essentiel dans ce dossier pour trouver un consensus acceptable pour toutes les parties.



Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

3. La chaîne de valeur de la petite hydraulique et les principaux acteurs

Compte tenu de l'éclairage présenté jusque-là et dans le but d'assurer l'épanouissement de la filière PCH sur le long terme, nous proposons d'analyser la composition du tissu économique, de recenser les acteurs et les positionner le long de la chaîne de valeur.

Fidèles à la philosophie et aux missions de CleantechAlps, nous avons suivi une approche focalisée sur les acteurs technologiques. Un choix dicté par le constat que l'une des explications de la croissance des sociétés libérales est étroitement liée à l'innovation. Or, cette dernière est elle-même fortement liée aux acteurs technologiques.

La deuxième raison qui nous a poussés à focaliser cette approche sur ces acteurs en particulier réside dans le fait que les fournisseurs de technologies représentent justement le point d'introduction de ces nouvelles technologies dans les chaînes de valeur. Nous avons donc choisi cette option pour réaliser la figure 2 (p. 23) dans laquelle nous présentons un zoom sur les acteurs technologiques suisses majeurs. Cette vue est complétée en fin d'étude par un panorama géographique (non exhaustif) des acteurs majeurs identifiés, auxquels s'ajoutent naturellement les instituts de R&D, les sociétés électriques, les bureaux d'ingénieurs spécialisés dans ce secteur (p. 38-39).

Telle que décrite ci-dessus, la petite hydraulique est constituée de nombreuses composantes. Celles-ci ont trait soit au génie civil (prise d'eau, barrage, passe à poisson, dessableur, conduite/canal, réservoir, bâtiment) soit à l'électromécanique (turbine, alternateur, transformateur, poste de commande et de gestion).

La chaîne de valeur de la petite hydraulique (voir figure 2, chaîne de valeur) est composée de la R&D, suivie par l'étape d'ingénierie qui vise à développer les projets (conception, mises à l'enquête, etc.). Les différents composants sont ensuite manufacturés, installés ou construits sur site. La chaîne se termine avec l'exploitation, qui comprend notamment la gestion et la maintenance de l'installation complète.

3.1 Principaux acteurs en Suisse

Les principaux acteurs sont représentés dans la figure 2 avec, pour chacun, l'indication si son offre couvre des activités de génie civil, d'électromécanique ou d'études environnementales.

L'ingénierie couvre les bureaux d'ingénieurs, dont les plus importants pour la petite hydraulique sont mentionnés, ainsi que des entreprises actives dans la production hydraulique qui ont des capacités d'ingénierie internes à l'entreprise. De

manière générale, certains composants de génie civil (par exemple la construction de la prise d'eau et du bâtiment pour la centrale) sont réalisés par des entreprises locales de génie civil.

Potentiel de professionnalisation pour les micro-centrales

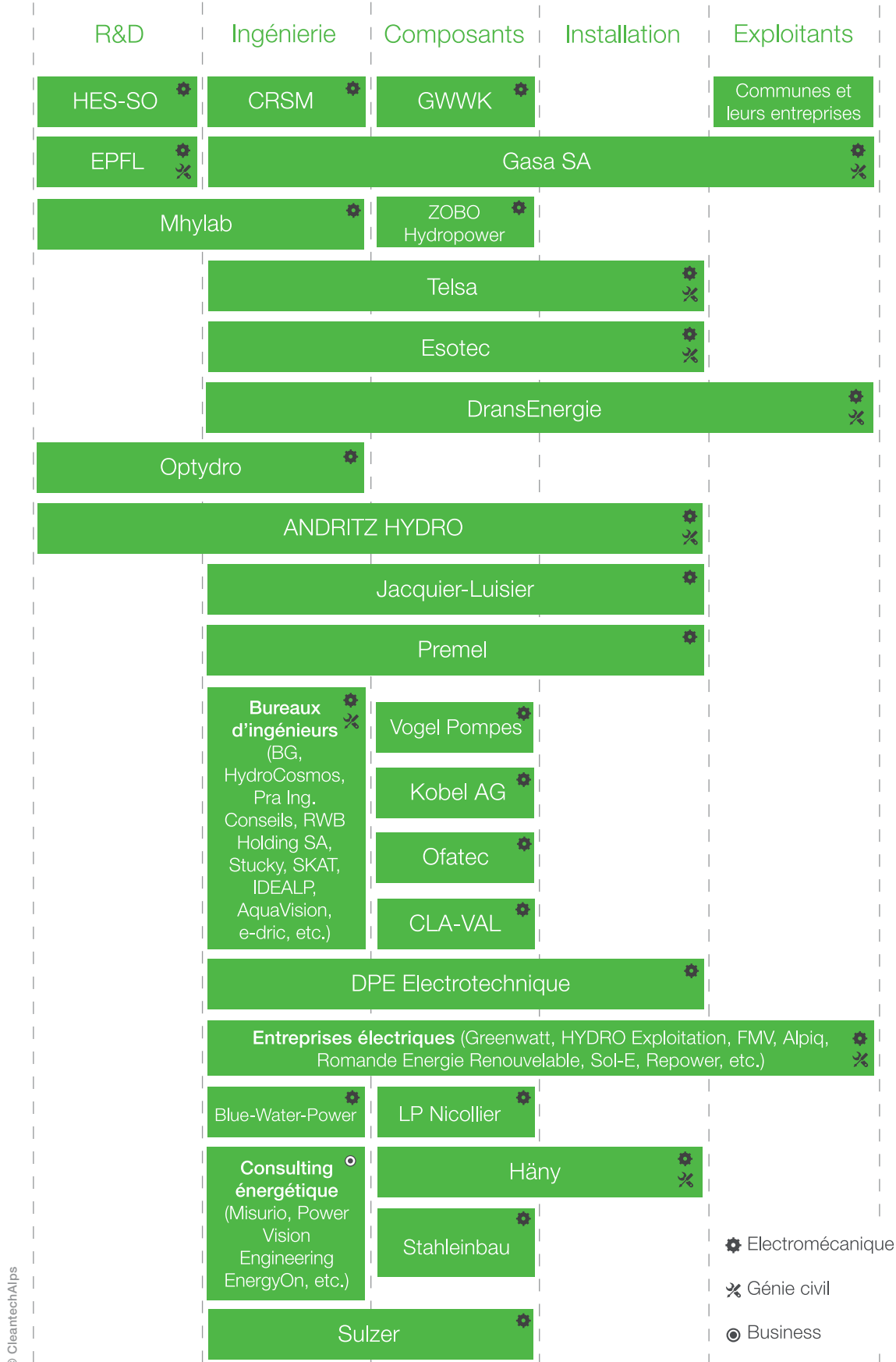
A l'heure actuelle, la réalisation des PCH se fait en majorité soit par des sociétés électriques et/ou des communes, soit par des privés, en particulier pour des mini- et micro-centrales. Il se peut que la réalisation de celles-ci relève plus du bricolage que de l'ingénierie suivant les règles de l'art en la matière. Ce secteur présente donc une nette marge de progression. Le potentiel de « professionnalisation » de ces activités est non négligeable et des acteurs sont déjà bien présents sur ce créneau à l'image des sociétés DransEnergie ou Gasa Hydro.

En effet, même pour de faibles puissances, il est important d'assurer une bonne qualité technique et donc des bons rendements énergétiques afin d'exploiter au mieux le potentiel hydraulique. Des mini- et micro-centrales peuvent produire tout autant que des éoliennes ou des petits parcs de panneaux photovoltaïques, avec l'avantage d'une production en ruban (en raison du débit constant d'eau, du moins de manière saisonnière). Concernant le rendement de ces unités, il faut néanmoins toujours garder à l'esprit l'environnement et le contexte dans lequel la PCH vient s'inscrire. Ceci est d'autant plus vrai pour des installations dans des pays émergents où le rendement n'a pas forcément toujours le même poids dans les critères décisionnels et où les coûts de maintenance sont dérisoires en regard de l'investissement initial.

L'exploitation des PCH se fait soit par des sociétés électriques d'importance régionale ou nationale, soit par des communes ou leurs sociétés anonymes locales. Pour ces dernières, une liste n'est pas établie dans le cadre de cette étude. Pour rappel, en Suisse plus de 800 acteurs se partagent la production/distribution de l'électricité. Chaque jour ou presque, de nouvelles entités sont créées justement pour gérer ce genre de petites centrales...

On relève parmi ces acteurs notamment FMV, HYDRO Exploitation, Greenwatt, Romande Energie Renouvelable, DransEnergie, BKW, Alpiq, Axpo, EnAlpin, Premel, Repower. L'environnement helvétique est donc définitivement plus complexe. A titre de comparaison, dans la région Rhône Alpes, pour un même bassin de population, un seul acteur est référencé!





© CleantechAlps

Figure 2 : Répartition des acteurs technologiques le long de la chaîne de valeur de la petite hydraulique

Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

3. La chaîne de valeur de la petite hydraulique et les principaux acteurs

Cette chaîne de valeur «technologique» évolue dans un environnement aux multiples acteurs, qui participent activement au débat sur la petite hydraulique en Suisse. L'écosystème est constitué notamment des organismes suivants :

- Les ONGs en faveur de développement des PCH, telles que l'ADUR (Association faitière en Suisse romande);
- Les ONGs environnementales, telles que Pro Natura, WWF, etc.;
- Les plateformes d'échange autour des thèmes liés à la petite hydraulique, telle que l'Agenda 21 pour l'eau⁸ ou InfoEnergie qui couvre la Suisse avec des bureaux régionaux (voir encadré, p. 18);
- Les banques pour cofinancer les PCH;
- Les assurances pour couvrir certains risques des PCH;
- Et finalement l'autorité fédérale de régulation dans le domaine de l'électricité, l'Elcom.

3.2 Domaines d'expertises spécifiques

Au niveau de la R&D, Mhylab (voir portrait p. 52) possède des compétences spécifiques concernant les composants électromécaniques, et en particulier les turbines. Plusieurs programmes de recherche lui ont permis de développer de nouvelles turbines, mais également d'adapter pour la petite hydraulique des turbines existantes, développées à la base pour la grande hydraulique. Ces compétences sont déjà sollicitées pour des projets à l'étranger.

Dans le cadre d'Energypolis, le pôle énergie du Campus EPFL Valais-Wallis, la HES-SO (voir portrait p. 49), en collaboration avec l'EPFL, va poursuivre le développement des machines hydrauliques. Elle mettra un accent particulier sur les petites installations, avec des capacités de recherche et de tests, entre autres autour de la mini-turbine Pelton, la micro-turbine à roues contrarotatives et la turbine iso-cinétique.

Dans le domaine de l'évaluation de l'hydrologie d'un site en vue de l'installation d'une future PCH, la société e-dric (voir portrait p. 47) est capable de modéliser avec une forte précision les débits dans le cours d'eau grâce à son outil Routing System. D'autres bureaux d'ingénieurs ont leurs propres outils pour l'évaluation du potentiel d'un site.

Expertise dans les bureaux d'ingénieurs et les sociétés électriques

L'expertise en ingénierie est largement disponible au sein des différents bureaux d'ingénieurs et sociétés électriques régionales et nationales. Elle constitue un atout de la filière en Suisse. Une énumération exhaustive des acteurs serait trop longue. On peut néanmoins souligner la diversité de ces sociétés en terme de taille et leur répartition sur tout le territoire avec naturellement une densité plus marquée dans les régions montagneuses propices aux PCH.

Le tissu d'acteurs sur ce segment est étoffé et couvre tout le territoire national. Sans être exhaustif (voir carte des acteurs p. 38) on peut citer quelques noms d'entreprises particulièrement actives telles que Stucky, e-dric, Mhylab, BKW, DransEnergie, CRSM, Entec, ITECO, DST Group, IM Maggia Engineering ou encore Entegra.

Expertise dans les PME

La filière PCH en Suisse n'aurait ni sa renommée, ni sa solidité si elle ne pouvait pas s'appuyer sur des artisans de talent. En ce qui concerne les composants électromécaniques, des PME ont développé des savoir-faire particuliers et peuvent produire par exemple des turbines et appareils électroniques de grande qualité à l'exemple de Gasa Hydro, ZOBO Hydropower, DransEnergie, Telsa, GWWK (Genossenschaft WasserWirbel Kraftwerke) Esotec, Kobel, Premel, ...

Coté composants, il faut distinguer entre les développeurs d'équipements électriques ou électroniques et les ateliers mécaniques qui usinent les turbines tels que Nicollier (Yvorne) ou Jacquier-Luisier (Evionnaz). Ce dernier (voir portrait p. 51) a développé un savoir-faire unique qui couvre non seulement l'usinage d'éléments critiques (roues Pelton par exemple), mais aussi la réalisation complète de la machine, bâti et alignement des composants compris. Pour la partie contrôle-commande et réalisation de tableaux électriques, la filière possède de larges compétences parmi ses acteurs tels que DransEnergie, Telsa, DPE Electrotechnique, Esotec, Premel...

Certaines entreprises, à l'instar de Gasa Hydro ou DransEnergie ont développé des compétences et couvrent plusieurs segments de la chaîne de valeur. Ces entreprises proposent des solutions clés en main et apportent une expertise spécifique du début à la fin de la réalisation des installations. Cela permet d'assurer une continuité dans la réalisation et est le garant d'une grande fiabilité.

Forces motrices de la Gougra SA

Centrale hydroélectrique de la Navizence à Chippis



Construite en 1908, la centrale hydroélectrique de la Navizence, à Chippis en Valais, a été entièrement modernisée entre octobre 2010 et décembre 2013.

Le travail a consisté à remplacer sept groupes de machines horizontaux par trois nouveaux groupes Pelton à axe vertical de 24.3 MW chacun.

Les 3 groupes ont été construits dans la centrale existante. Les travaux se sont déroulés en trois phases afin de limiter les arrêts d'exploitation.

La centrale de la Navizence fait partie du parc de centrales des Forces Motrices de la Gougra SA, le cinquième aménagement hydroélectrique valaisan en termes de production.

Fourniture, livraison, montage et mise en service de 3 nouveaux groupes turbine-alternateur inclus la régulation de vitesse.

Quantité :	3 unités, 5 jets, Pelton à axe vertical
Fournisseur d'origine :	Bell / Escher Wyss
Mise en service :	1908 / 1939 / 1950
Puissance (ancienne) :	7 x 7 MW; 7 MVA (8.5 MVA)
Puissance (nouvelle) :	3 x 24 MW; 26.5 MVA
Vitesse (nouvelle) :	750 rpm

Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

3. La chaîne de valeur de la petite hydraulique et les principaux acteurs

Aussi dans l'exploitation des PCH

Parmi les exploitants de centrales, on retrouve ces sociétés au côté des sociétés d'exploitation pures des communes et des grosses entreprises électriques. La maîtrise de l'exploitation est un avantage certain pour ces sociétés et leurs clients. Cela leur permet d'optimiser la maintenance et la réalisation de composants pour les futures installations. La boucle est ainsi bouclée... Il est essentiel dans cette filière de pouvoir s'appuyer sur ces acteurs agissant transversalement sur toute la chaîne de valeur et non pas seulement de manière verticale.

En Suisse, les exploitants de centrales hydrauliques ont une longue expérience de gestion et de maintenance. Au-delà de leurs préoccupations politico-économiques quotidiennes (valorisation de la production, sécurité de l'approvisionnement, retour des concessions, etc.), le défi technologique d'aujourd'hui est d'intégrer les nouvelles technologies de l'information et de la communication à leur juste valeur dans leurs services et leurs infrastructures.

C'est-à-dire d'apporter l'intelligence nécessaire et suffisante, à la bonne place, pour assurer la gestion et la maintenance à distance. Cela concerne par exemple les alertes en cas de dysfonctionnement, les avis de nettoyage de la prise d'eau ou encore les prévisions de l'hydrologie afin de mieux planifier la production.



Imagining, creating and developing living conditions that respect both man and the environment is one of the most exciting challenges for the RWB Groupe SA team of engineers.
www.rwb.ch



Premier marché d'exportation... le marché intérieur

La Suisse dispose de compétences pointues indispensables pour la réalisation des PCH. L'expertise disponible présente un grand atout à l'aube de la révolution énergétique que le monde est en train de vivre. La multitude de projets réalisés ou en cours de réalisation sur le territoire helvétique, en particulier pour le turbinage de l'eau potable, est une formidable carte de visite qu'il s'agit maintenant d'exploiter. Quand on parle d'exportation, il est toujours fait mention de l'importance du premier marché qui est... le marché intérieur. En effet, le déploiement à large échelle d'une technologie sur le marché national est la meilleure preuve d'efficacité que l'on puisse obtenir. La crédibilité et la capacité de déploiement industriel du produit/service sont ainsi démontrées. Le pays se transforme alors en véritable vitrine géante. En termes de petite hydraulique, l'implantation sur ce premier marché est exemplaire, la porte est donc ouverte sur le reste du monde!

Cette filière est exemplaire et montre la voie à poursuivre dans l'esprit de l'économie verte et de la nouvelle stratégie énergétique. Des secteurs comme la préparation de l'eau potable, le traitement des eaux usées, le smart grid ou l'efficacité énergétique suivent la même voie.

D'autre part et de manière similaire à d'autres secteurs cleantech, l'avenir de la filière petite hydraulique se dessine aussi au travers de consortiums. Leur création permet de répondre aux besoins du marché d'exportation, grâce à des solutions clés en main, spécifiques au contexte local visé.

3.3 Les synergies existantes, un modèle pour l'exportation

Le secteur de la petite hydraulique en Suisse a déjà vu de nombreuses synergies se mettre en place. D'une part, les communes travaillent étroitement avec les sociétés électriques pour la réalisation et l'exploitation des PCH. Souvent, une nouvelle société anonyme (SA) est créée pour la construction d'une nouvelle PCH dans laquelle les communes concernées et les sociétés électriques sont actionnaires. D'autre part, les communes et sociétés électriques font appel aux bureaux d'ingénieurs quand ils n'ont pas assez de compétences et/ou ressources d'ingénierie en interne. Cela permet à ces sociétés électriques de développer des PCH sans avoir toutes les compétences dans la maison.

Pour la réalisation des composants de génie civil de PCH, les promoteurs de projets font très souvent appel à des entreprises locales de construction. Ceci permet de développer de nouvelles synergies au niveau local/régional. Ce mode de fonctionnement est parfaitement adapté aux marchés d'exportation.

Collaborer pour développer certains composants

On constate également une augmentation de la fréquence des partenariats entre les acteurs R&D et les bureaux d'ingénieurs pour développer certains composants, tant pour le génie civil (par exemple prise d'eau et dessableur) que pour l'électromécanique (par exemple nouvelle turbine et TIC).

Avec l'introduction de la RPC et l'intérêt des grandes sociétés électriques à développer la petite hydraulique, certaines synergies historiques se transforment en situation de concurrence. Plusieurs sociétés se battent pour les mêmes projets et des communes peuvent changer de partenaires⁹. Ceci dynamise le segment et la situation de concurrence peut certainement mener à de meilleures solutions pour des projets de PCH. Par contre, on peut estimer qu'une concentration d'acteurs va probablement avoir lieu pour l'exploitation. Ainsi, de moins en moins de petits producteurs individuels pourront réaliser de nouvelles PCH ou renouveler leur concession en Suisse.



Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

4. Quels potentiels pour la petite hydraulique hors de Suisse ?

On l'a vu, les compétences pour réaliser des PCH sont largement disponibles en Suisse, surtout en ce qui concerne l'ingénierie, la R&D des turbines et l'exploitation. Certains composants électromécaniques y sont également développés (par exemple certains types de turbines comme la Pelton). Toutefois, bon nombre d'entre eux sont importés.

Au niveau national, la grande majorité des sites ont déjà été étudiés. La plupart d'entre eux font déjà l'objet de demandes pour la RPC et d'une concession pour l'utilisation de l'eau. Ainsi, le potentiel de développement supplémentaire sur le marché intérieur reste limité. Explications...

Retour des grandes sociétés électriques

Suite à la promotion des énergies renouvelables, les grandes sociétés électriques se sont réintéressées à la petite hydraulique et sont devenues des acteurs importants qui ont prospecté de manière large à travers le pays. Elles sont aujourd'hui impliquées dans un nombre important de projets de PCH. Les opportunités pour les acteurs de se placer sur de nouveaux projets restent limitées, sauf peut-être pour certaines entreprises produisant des composants. Ces dernières pourront répondre à des appels d'offres lors des réalisations de ces futures PCH. D'autre part, malgré l'importance de la PCH dans la stratégie énergétique,

son déploiement à large échelle au-delà du turbinage de l'eau potable n'est pas évident en raison des contraintes écologiques. Cet aspect péjore actuellement le marché intérieur, mais va sans doute se révéler comme un atout sur les marchés étrangers. Nous y reviendrons.

En conclusion, le potentiel pour la petite hydraulique est limité en Suisse, l'expansion du secteur passe inévitablement par les marchés d'exportation. Un survol rapide de ces marchés est proposé dans les lignes qui suivent.

4.1. Vue d'ensemble

Globalement, l'exploitation du potentiel hydraulique est bien moins développée en Afrique, Asie et partiellement en Amérique du Sud que dans le reste du monde (voir figure 3). Du côté de la petite hydraulique, il n'existe malheureusement pas d'évaluation similaire du potentiel à travers le monde. Selon le rapport « Renewables 2012 - Global Status Report » la tendance est néanmoins similaire dans ces régions pour les PCH. Des marchés prometteurs pour ces installations se trouvent dans plusieurs pays en Asie, en Afrique subsaharienne et en Amérique latine (REN21, 2012). En Europe et en Amérique du Nord, les marchés sont beaucoup plus saturés et les potentiels passablement exploités.

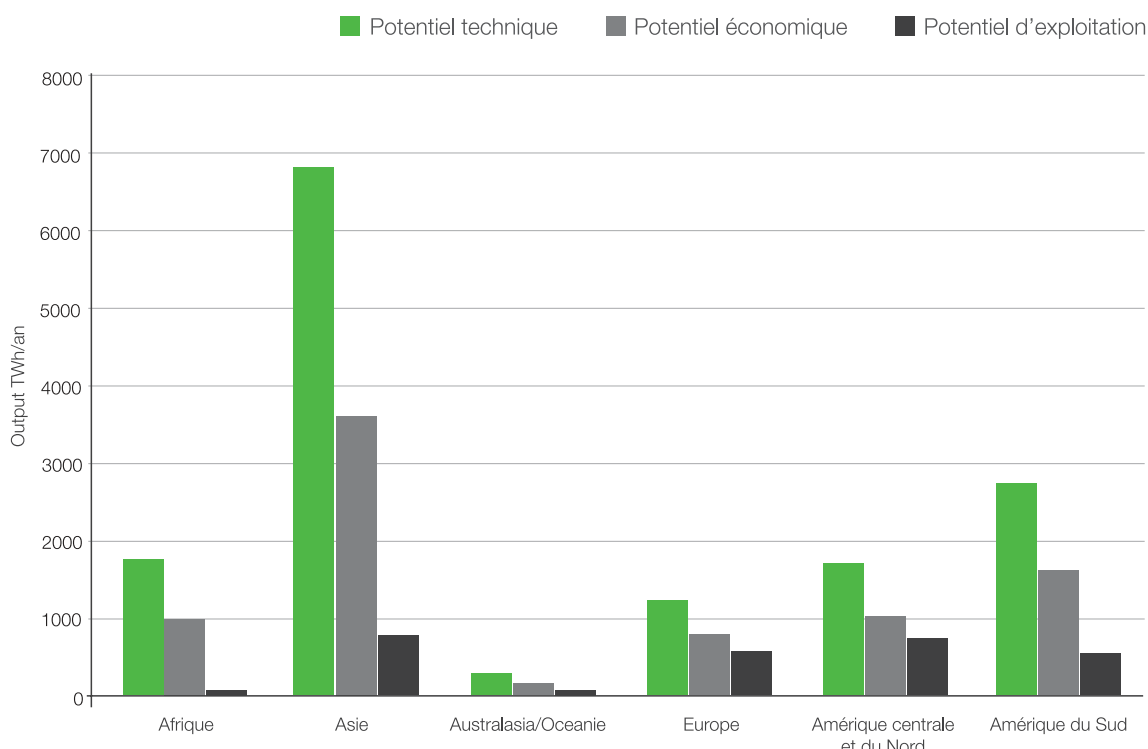


Figure 3: Les différents potentiels hydrauliques à travers le monde - Source: International Journal of Hydropower and Dams, 2000

L'offre de la filière suisse : une expertise unique

Une expertise unique dans la maîtrise de la chaîne de valeur complète: voilà ce que la Suisse peut offrir dans le secteur de la petite hydraulique. Forte d'une histoire et d'une culture forgée autour de l'exploitation de la force hydraulique depuis des décennies, elle est en mesure de jouer un rôle important dans le développement de la petite hydraulique dans les pays émergents.

C'est valable aussi bien de manière sectorielle (au niveau des équipements) que de manière globale (avec la conception complète de l'installation). Cela comprend également les négociations avec les autorités pour le montage du dossier ou l'exploitation. Les axes d'exportation de la filière sont les suivants :

- **Savoir-faire d'ingénierie:** celui-ci est développé par les bureaux d'ingénieurs, les entreprises actives dans l'ingénierie et la fabrication des composants, ainsi que par certaines sociétés électriques actives à l'étranger. Ces dernières possèdent une maîtrise de la gestion de projet et de l'ingénierie spécifique à ce secteur. Cette gestion de projet couvre toute la palette, du début de la prospection au projet d'exécution en passant par les études hydrologiques, les études de faisabilité et celles des impacts environnementaux. Cela couvre aussi l'ingénierie spécifique nécessaire pour la réalisation de certains composants tels que la prise d'eau, le dessableur, les conduites forcées, l'équipement électromécanique ou les communications, le traitement et la gestion des données (TIC).

Ce savoir-faire d'ingénierie est disponible, par exemple pour les autorités publiques qui souhaiteraient développer des PCH et qui n'ont pas les compétences requises au sein de leurs équipes (par exemple dans les pays du Sud ou en émergence). Ce travail de soutien comprend également l'accompagnement du projet, avec un renforcement des capacités des autorités pendant tout le processus de réalisation (identification de potentiels, études, appels d'offres, suivi des travaux, gestion).

Au cours des ans, les acteurs de la filière helvétique PCH ont également développé des compétences pointues dans l'établissement de relations entre tous les intervenants impliqués dans la réalisation de ce type de projets (bureaux d'ingénieurs, administrations publiques, communes exploitantes). Il s'agit d'une expérience essentielle pour le bon déroulement du projet. Celle-ci peut être allégrement exportée pour contribuer à la création de compétences locales pour la gestion et la maintenance des ouvrages. Cette compétence vient compléter l'offre de support technique et d'accompagnement. On parle alors d'ingénierie de projets.

- **Equipements électromécaniques et systèmes d'informations:** Au-delà de l'approche actuelle de modularisation des installations, certains types de turbines construites pour la topographie suisse correspondent parfaitement aux caractéristiques de sites existants hors de nos frontières (ex. hauteur de chute supérieure à 200 m, débit fortement variable... de quelques centaines de litres à plus de 10'000 litres par seconde). Pas besoin de redévelopper : la mise en œuvre est immédiate.
- **Accompagnement de l'exploitant :** des entreprises actives dans les segments de l'installation et de l'exploitation des PCH, sont en mesure de « coacher » les propriétaires de futures PCH. Grâce à leur longue expérience dans l'installation et l'exploitation de tels équipements, les leaders des consortiums peuvent mettre en place un accompagnement. Celui-ci peut comprendre une formation pour favoriser la collaboration avec les autres acteurs (bureaux d'ingénieurs, ONGs environnementales, grandes sociétés électriques), le développement de capacités de gestion de projet et de maintenance d'ouvrages. Au besoin, des jumelages entre communes suisses exploitantes de PCH et des communes locales voulant développer des PCH peuvent être organisés dans une optique de transfert d'expérience et de sécurisation du fonctionnement à long terme des installations.
- **Développements sur mesure :** développer des solutions appropriées au contexte des pays en question, par exemple pour des conditions d'exploitations spécifiques. Dans ce cas, le recul et l'expérience des acteurs est un facteur clé pour la conception d'installations optimisées du point de vue technico-économique.



Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

4. Quels potentiels pour la petite hydraulique hors de Suisse ?

4.2. Marché européen, quel potentiel ?

En 2010, plus de 21'000 PCH étaient en service dans l'Europe des 27, avec une puissance installée totale de plus de 13'000 MW et une production d'environ 42 TWh/an (ESHA, 2011). Six États membres rassemblent 85% de la puissance installée - l'Italie (21%), la France (17,5%), l'Espagne (15,5%), l'Allemagne (14%), l'Autriche (9,4%) et la Suède (7,7%) (Platform Water Management in the Alps, 2011). Les plus grandes capacités dans les nouveaux États membres se trouvent en Bulgarie, en République tchèque, en Pologne et en Roumanie (ESHA, 2011). La petite hydraulique a aussi une grande importance en Norvège.

Alors que la France et l'Allemagne ont des potentiels à exploiter de l'ordre du TWh et donc inférieur à celui de la Suisse (1,3 TWh selon l'estimation de la stratégie énergétique 2050), le potentiel de l'Autriche atteint 3 TWh et celui de l'Italie 8,6.

En considérant à la fois les réhabilitations et les nouvelles PCH, le potentiel économique restant pour la petite hydraulique dans l'Europe des 27 est considérable. Il atteint une puissance potentielle de 10'000 MW et une production de 38 TWh/an (ESHA, 2011). Les plus grands potentiels sont en Autriche, Italie, Pologne et Roumanie.

Prendre en compte l'environnement et les législations

Il faut pourtant rester prudent. Ces potentiels économiques ne sont pas des potentiels réalisables, car il faut encore prendre en compte les dimensions environnementales et institutionnelles. Dans certains pays avec un grand potentiel économique, la petite hydraulique fait face à des oppositions majeures et des barrières institutionnelles importantes. Les PCH peuvent même être exclues des programmes conçus pour promouvoir les énergies renouvelables (SHAPES, Mhylab et al., 2010). En Roumanie par exemple, un moratoire sur les nouvelles PCH était en considération alors qu'en Slovénie, un nouveau règlement sur les débits résiduels diminue la viabilité financière de nouvelles PCH de manière significative (ESHA, 2011).

Pour des informations concernant les productions actuelles, les potentiels et les conditions-cadres pour chacun des pays de l'Europe des 27, l'organisation faitière de la petite hydraulique en Europe, ESHA, a mis en place une base de données donnant la vue d'ensemble du secteur.

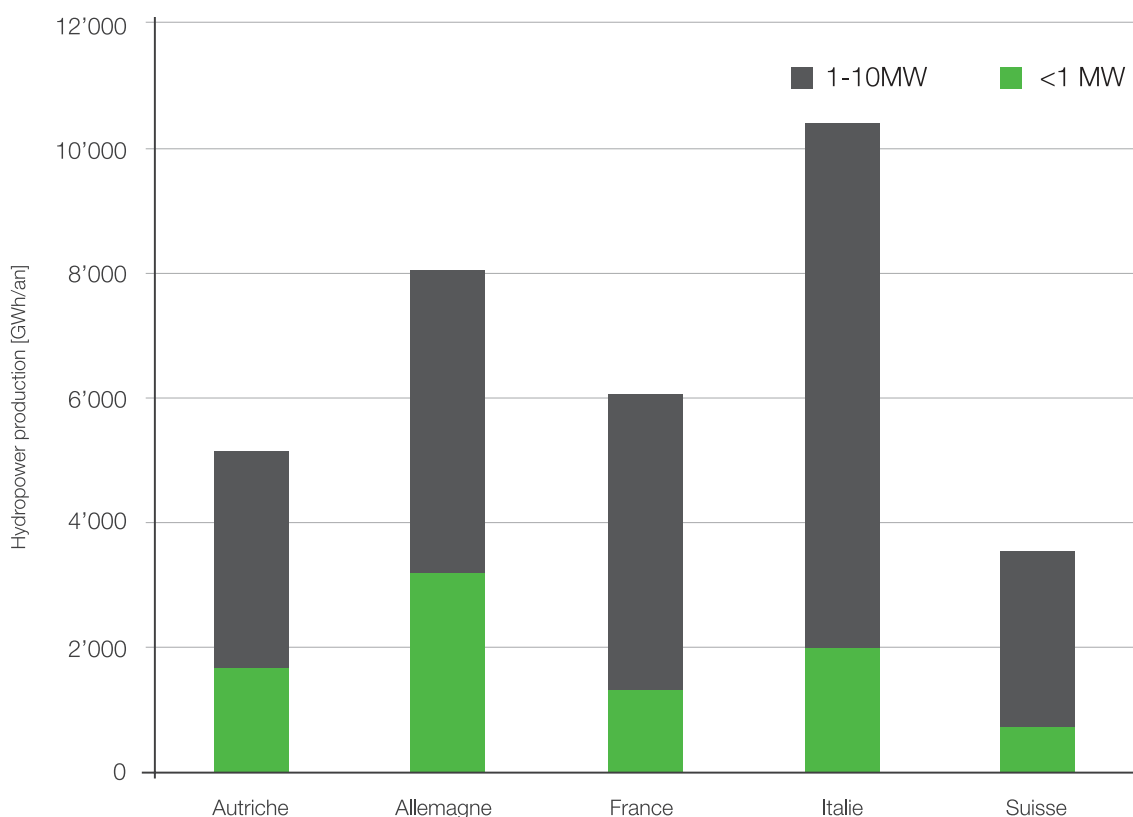
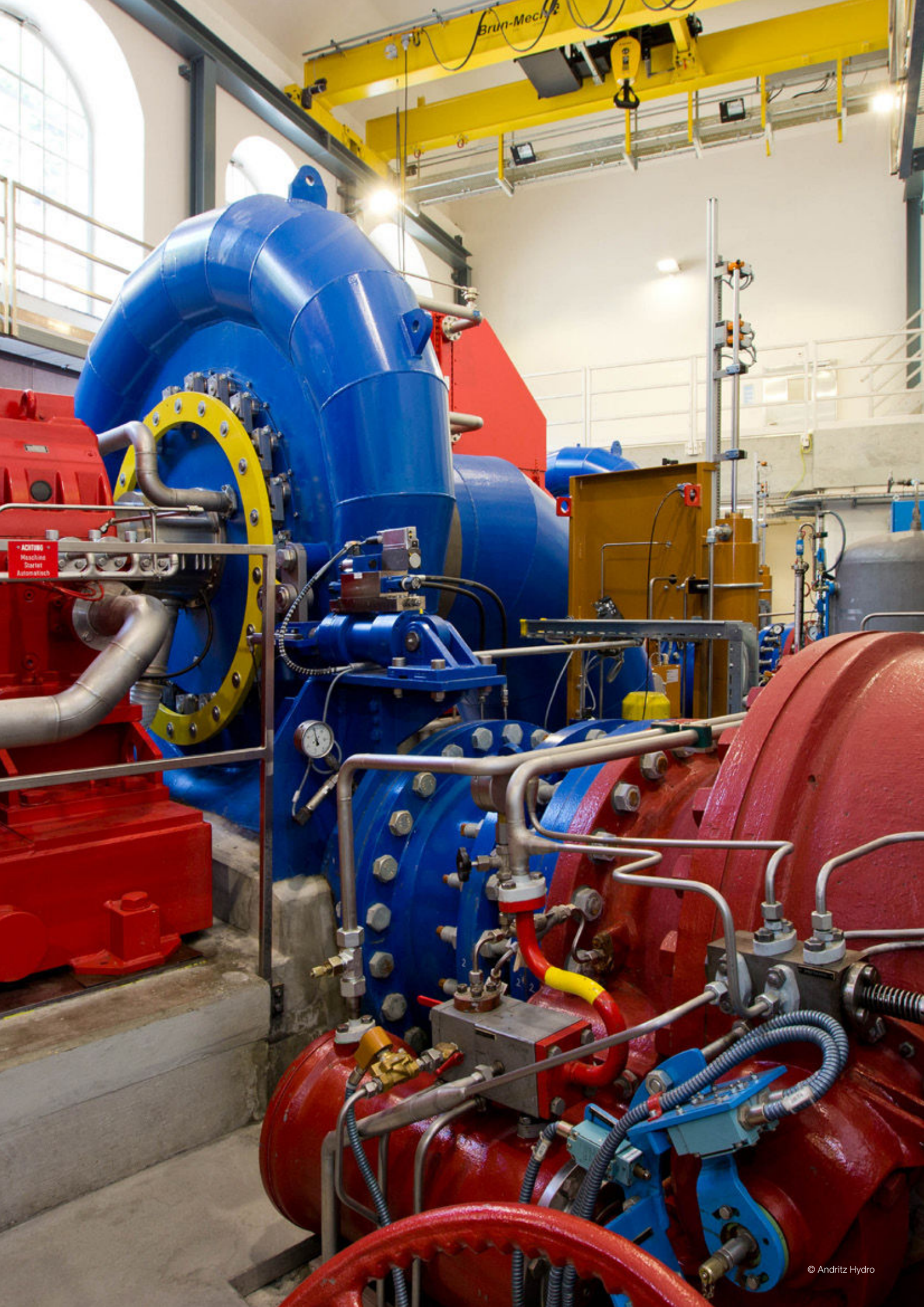


Figure 4: Production de la petite hydraulique dans les pays voisins de la Suisse en 2009 - Sources: Crettenand, 2012: 86





ACHTUNG
Machine
Startet
Automatisch

Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

4. Quels potentiels pour la petite hydraulique hors de Suisse ?

Pour la filière suisse de petite hydraulique, les opportunités au sein de l'UE sont donc limitées. Même s'il y a encore du potentiel à exploiter, les mesures de promotion des énergies renouvelables au sein de l'Union ont déjà attiré un grand nombre d'acteurs et dynamisé les filières nationales. Avec la situation du franc suisse fort, les prestations de bureaux d'ingénieurs suisses et l'exportation d'équipements électromécaniques sont en général devenues moins concurrentielles. Les pays ayant un potentiel restant pour les PCH ont déjà bien de l'expérience également dans l'exploitation de centrales et il y a donc peu d'opportunités pour du coaching ou de l'accompagnement. En résumé, sauf pour des projets particuliers nécessitant du savoir-faire où des acteurs suisses ont beaucoup plus d'expérience que leurs concurrents européens (ex. certains types de turbines telles que les Pelton, les turbines diagonales et le turbinage des eaux potables), les opportunités pour la filière suisse dans l'UE restent limitées.

4.3. Afrique, un potentiel sous-exploité

Le potentiel hydraulique en Afrique reste le moins développé des continents (voir figure 3), également en ce qui concerne la petite hydraulique. Selon de Vivo, seuls 8% du potentiel hydraulique est aujourd'hui exploité. Par exemple au Cameroun, le potentiel hydroélectrique est estimé à 20 GW (en deuxième position après la RD Congo sur le continent), dont à peine 6% sont exploités¹².

Avec le développement économique et démographique que ce continent va avoir dans les prochaines décennies, de nouvelles infrastructures pour l'accès à l'eau potable, l'irrigation, et l'électricité seront nécessaires. Des ouvrages à buts multiples permettent de combiner la production de l'électricité de la petite hydraulique avec des infrastructures d'irrigation et d'approvisionnement en eau potable, ce qui permet de réduire les coûts d'investissement et les impacts sur l'environnement spécifiques aux PCH. La filière suisse de petite hydraulique a de l'expertise dans les ouvrages à buts multiples (par exemple le turbinage des eaux potables et usées, ouvrage d'irrigation et PCH) incluant des PCH.

Accès à l'électricité: enjeu vital du développement

Plusieurs des objectifs du millénaire pour le développement dépendent de l'accès à l'électricité. Il est donc absolument nécessaire de progresser dans l'électrification et que celle-ci soit le plus renouvelable et durable possible, ainsi qu'adaptée au contexte de chaque pays. Les PCH remplissent ces critères et peuvent alimenter un réseau national, mais aussi des mini-réseaux locaux/régionaux. Ces mini-réseaux gagnent en importance dans les villes/villages qui sont suffisamment denses et aisés, et qui grâce à leurs économies d'échelle et à la demande de l'électricité

au-delà de l'éclairage (par exemple pour les réfrigérateurs et les PME) ont besoin d'électricité (REN21, 2012).

Les PCH au sein de mini-réseaux ont le plus de chance d'être économiquement viables si elles sont intégrées dans un réseau d'approvisionnement des acteurs de l'économie locale (par exemple des mines, des PME industrielles, des opérateurs des réseaux de téléphonie mobile) et des institutions publiques telles que des centres de santé. Les particuliers peuvent également être approvisionnés moyennant des modes de paiement adéquats. On soulèvera ici encore l'importance de la compréhension des modèles d'affaires de gestion de la PCH dans l'écosystème pour assurer le succès et la pérennité du projet.

700 sites potentiels à Madagascar

Le potentiel de la petite hydraulique a été évalué pour certains pays. La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) a évalué le potentiel à Madagascar à plus de 700 sites et en Éthiopie à plus de 600 sites¹³. Des potentiels importants existent également au Cameroun, Ouganda, RD Congo, Rwanda, Tanzanie et Mozambique.

Alors que le débat fait rage sous la coupole fédérale ou dans les divers parlements européens sur la politique de soutien à poursuivre en matière de PCH, certains projets en Afrique peuvent être réalisés sans subventions, ni crédits carbone, comme l'explique Nicolas Crettenand, expert du domaine de la petite hydraulique: «... à Maroantsetra, ville de 20'000 habitants au nord-est de Madagascar, le mini-réseau était approvisionné en électricité jusqu'en 2010 par trois groupes diesel qui tombaient régulièrement en panne ou n'avaient plus suffisamment de carburant¹⁴. Une PCH de 2.4 MW a été construite et l'électricité est aujourd'hui vendue à des prix légèrement moins chers qu'avant la construction de la PCH. Cet exemple montre qu'il y a des sites où des PCH peuvent être construites sans crédits CO₂, ni «feed-in tarifs»».



Une source de revenus supplémentaires à celle de la vente d'électricité localement est également possible via les crédits carbone, par exemple dans le cadre des Clean Development Mechanisms (CDM) développés au sein de l'ONU. Pour le moment, la majorité de ces crédits CDM pour des centrales hydrauliques sont perçus par la Chine (61%) et très peu de projets en Afrique en reçoivent (0.9%) (REN21, 2012). Afin d'augmenter l'accès à ces crédits dans les pays du Sud pas encore émergents, il faut réduire les coûts des procédures pour les obtenir et donc par exemple standardiser ces procédures. Un projet PCH type pourrait être certifié pour recevoir les crédits carbonés. Ensuite, tout autre projet du même type pourrait avoir de manière simplifiée accès aux crédits. Certains développements ont déjà lieu dans cette direction au niveau des CDM (Africa Progress Panel, 2009), mais la Suisse pourrait aussi développer ses propres schémas de crédits carbone pour compenser ses émissions de futures centrales à gaz...

Afin de déterminer les sites où la construction d'une PCH serait pertinente, une approche consiste à utiliser des outils SIG (Systèmes d'Informations Géographiques) pour identifier des villages/petites villes qui ne sont pas reliés au réseau national, mais approvisionnés pour l'instant avec des centrales thermiques. Et ceci dans des pays où le carburant nécessaire n'est pas subventionné par l'Etat et qui se trouvent proches de sites à potentiel pour une PCH¹⁵.



Bonne réputation de la Suisse en Afrique

Les Suisses bénéficient d'une très bonne réputation dans beaucoup de pays africains. La maturité des technologies PCH est parfaitement en phase avec les stratégies en réflexion dans bon nombre de pays qui veulent développer les énergies renouvelables de manière décentralisée et qui envisagent d'adapter leur cadre institutionnel en conséquence.

4.4. Potentiel dans le reste du monde

Au niveau mondial, l'Alliance pour l'Électrification Rurale a évalué les prévisions des puissances installées de PCH d'ici 2020. Les résultats sont donnés dans la figure 5. Il y aura donc un développement certain.

En Chine, le boom de la petite hydraulique (définition chinoise: <25 MW) a continué avec 4-6 GW de puissance installée annuellement entre 2004-2008 (Martinot, Sawin et al., 2009). Ce boom continue. A fin 2007, la Chine avait construit plus de 45'000 PCH (dont plus de 1'900 inaugurées durant la seule année 2007), pour une puissance installée de 47,4 GW et une production de 143 TWh/an. Le potentiel est estimé à 128 GW, pour une production annuelle de 350 à 400 TWh/an¹⁶. La configuration de ce marché est similaire à celle du marché européen pour des applications spécifiques en raison de la filière nationale déjà bien développée.

En Turquie, la production des PCH en 2002 était de 673 GWh/an, avec une puissance installée de 175 MW (Dursun and Gokcol, 2011). 85% des centrales avaient été construites pendant les deux dernières décennies. Les prédictions prévoient une production de 1'250 GWh/an et une puissance installée de 335 MW d'ici 2035. Le potentiel économique a été évalué à 20'000 GWh/an (Dursun and Gokcol, 2011).

Potentiel pour l'ingénierie suisse et l'exportation

Ce potentiel n'est donc exploité qu'à quelques pourcents. Des opportunités intéressantes pourraient s'ouvrir pour valoriser le savoir-faire suisse, tant pour l'ingénierie, l'exploitation, ou l'exportation de composants électromécaniques. La Turquie a longtemps misé sur le développement de la grande hydraulique et ce n'est qu'en 2005 qu'un « feed-in tariff » a été introduit. Les barrières administratives liées aux processus d'obtention de permis et autorisation sont importantes pour les projets d'énergies renouvelables (Murat Sirin and Ege, 2012).

La Turquie présente un gros potentiel dont l'exploitation doit être mise en perspective des barrières administratives et conjoncturelles. En effet, des coopératives et personnes individuelles ne peuvent pas recevoir de permis pour produire de l'électricité. Il faut donc pour chaque centrale une Sàrl ou SA, qui reste onéreuse à créer pour des acteurs locaux (Murat Sirin and Ege, 2012). L'opposition locale à des projets de PCH est aussi l'une des barrières principales (Murat Sirin and Ege, 2012). Finalement, la Turquie étant candidate pour rejoindre l'UE, elle doit aussi prendre en compte la directive sur l'eau (Water Framework Directive) qui peut faire obstacle au développement de la petite hydraulique (Pelikan, 2004).

Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

4. Quels potentiels pour la petite hydraulique hors de Suisse ?

Aussi en Asie et en Amérique du Sud

De manière plus générale et sans rentrer dans les détails, un potentiel intéressant se trouve encore en Asie et Amérique du Sud. En Asie et hors Chine, plusieurs pays tels que le Sri Lanka, le Népal, l'Indonésie et le Vietnam développent la petite hydraulique. Des opportunités existent, mais la concurrence est plus forte qu'en Afrique. En Amérique du Sud, le potentiel hydraulique peut être encore plus exploité qu'aujourd'hui, le potentiel pour de nouvelles PCH est présent. A l'instar de DransEnergie (voir portrait p. 46), des acteurs de Suisse occidentale sont par exemple déjà actifs au Pérou. D'autres pourraient suivre.

Dans les pays en développement, les barrières au développement sont principalement de l'ordre économique. D'une part, les tarifs de rachat ne permettent pas de couvrir les prix de revient lorsqu'il n'y a pas de «feed-in tariffs» adéquats, et d'autre part, il est difficile de trouver les investissements nécessaires pour ces projets de PCH qui ont un retour sur investissement plus long que d'autres technologies (par exemple centrales à gaz). Finalement, dans certains pays, il est difficile pour des producteurs privés d'injecter leur courant dans le réseau national.

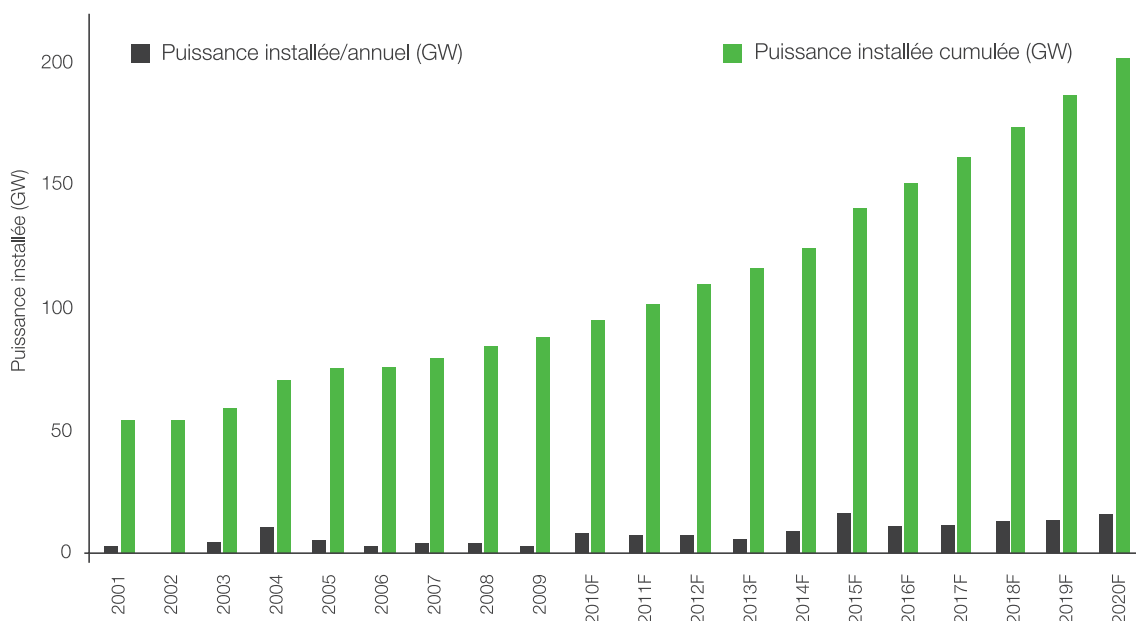


Figure 5: Puissance installée mondiale en GW de la petite hydraulique de 2001-2020 - Source: Rolland, 2011



Cleantech Switzerland - votre partenaire pour booster vos affaires à l'export.



Des énergies propres pour un monde en mutation.

En Suisse, le secteur des cleantech joue un rôle déterminant dans le domaine des énergies renouvelables.

Exploitée depuis longtemps de façon intensive, l'énergie hydraulique est la principale source d'énergie en Suisse. En 2013, 55% de l'électricité suisse ont été produits grâce à l'énergie hydraulique. Un chiffre éloquent qui montre bien le potentiel de la Suisse sur le marché mondial, tant pour son savoir-faire que pour ses technologies de pointe.

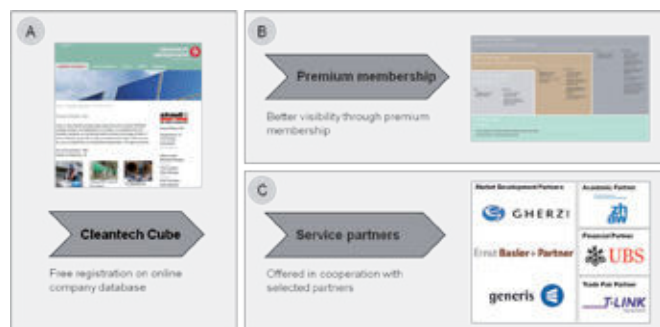
Et en matière de production d'énergie propre, l'expertise suisse est déjà sollicitée à l'étranger, en particulier là où les besoins en énergie ne sont pas encore couverts par des ressources renouvelables. Il est évident que ces pays sont en quête de produits et de services de qualité. Pour les fabricants suisses, ce sont des opportunités commerciales intéressantes qui s'ouvrent à eux.



Cleantech Switzerland est la plate-forme officielle représentant le secteur suisse des cleantech. Et de ce fait, une interface performante qui fait le lien entre les entreprises suisses et les partenaires à l'étranger. Nous aidons les entreprises à étendre leur présence dans les marchés cibles tout en leur facilitant l'accès à de nouveaux partenaires.

Que propose Cleantech Switzerland? Le Cleantech Cube, des services de marketing et un réseau de partenaires.

Notre action comprend trois domaines d'activités:



Cleantech Cube: Base de données ouverte à toutes les entreprises cleantech qui ont leur siège en Suisse : participation et téléchargement gratuit de leur profil dans le cleantech cube.

Services marketing: En tant que membre premium de Cleantech Switzerland, vous bénéficiez de services de marketing supplémentaires qui vous permettent d'étendre votre présence dans les marchés cibles tout en continuant de vous déployer en Suisse.

Prospection marché: Cleantech Switzerland vous propose des services de conseil et de prospection du marché en étroite collaboration avec des partenaires triés sur le volet.

Nous sommes prêts à vous aider.

Nous mettons tout en œuvre pour vous aider à identifier de nouveaux projets à l'étranger et à développer vos affaires à l'export.

Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

5. Synthèse et conclusion

La chaîne de valeur de la filière petite hydraulique en Suisse est bien développée avec un accent particulier sur la recherche et le développement, l'ingénierie et l'exploitation. La R&D dispose en effet d'instituts spécifiques, entre autres grâce au pôle Energypolis en cours de réalisation en Valais. Plusieurs acteurs réalisent des composants et installations. Le développement de nouveaux composants, principalement électromécaniques (ex. turbines) présente un potentiel d'optimisation.

En terme énergétique...

En Suisse, la production d'électricité avec la petite hydraulique pourrait augmenter d'environ 50% d'ici 2050. Ceci nécessitera d'une part d'améliorer les conditions-cadres institutionnelles, et d'autre part de trouver une entente entre la production électrique et la protection de l'environnement. Le potentiel de développement de nouvelles PCH reste tout de même limité. Il s'agit donc d'explorer d'autres opportunités telles que la géothermie, le solaire photovoltaïque ou l'éolien pour assurer l'approvisionnement énergétique du pays à long terme.

En terme économique...

Au sein de l'UE, la petite hydraulique peut être encore bien développée. Le potentiel économique restant correspond à presque 100% de la production obtenue en 2010.

En prenant en compte les dimensions environnementales et sociales, seule une partie de ce potentiel économique sera exploitée. La filière petite hydraulique européenne est déjà bien en place. Ainsi, les opportunités pour des acteurs suisses restent notamment limitées à des projets de PCH nécessitant des compétences spécifiques présentant une forte expertise (ex. certains types de turbines, intégration de PCH au sein d'infrastructures, intégration environnementale).

L'Afrique présente des opportunités importantes. Ce continent, qui va connaître un fort développement économique, nécessitera également de l'approvisionnement électrique en zone rurale et pour ses petites communes urbaines encore non reliées au réseau électrique national. Les expériences et savoir-faire des acteurs de la filière PCH suisse déjà impliqués sur place sont des solutions très intéressantes pour ces pays.

Des PCH standardisées développées en particulier pour des sites à fort potentiel hydraulique et où le rendement technique n'est pas primordial présentent la solution optimale. L'expertise suisse en matière d'ouvrages à buts multiples vient compléter cette offre à l'exportation afin de développer conjointement l'infrastructure électrique, l'eau potable et l'irrigation.



LEXIQUE DES CLEANTECH

L'essentiel des technologies propres








A commander dès maintenant et gratuitement sur www.cleantech-alps.com/etude

















Lexique disponible en français et en allemand

Petite hydraulique en Suisse: une filière industrielle de pointe

6. Panorama des acteurs en Suisse



-  Génie civil
-  Impact et environnement
-  Ecole/Institut
-  Electromécanique
-  Autre

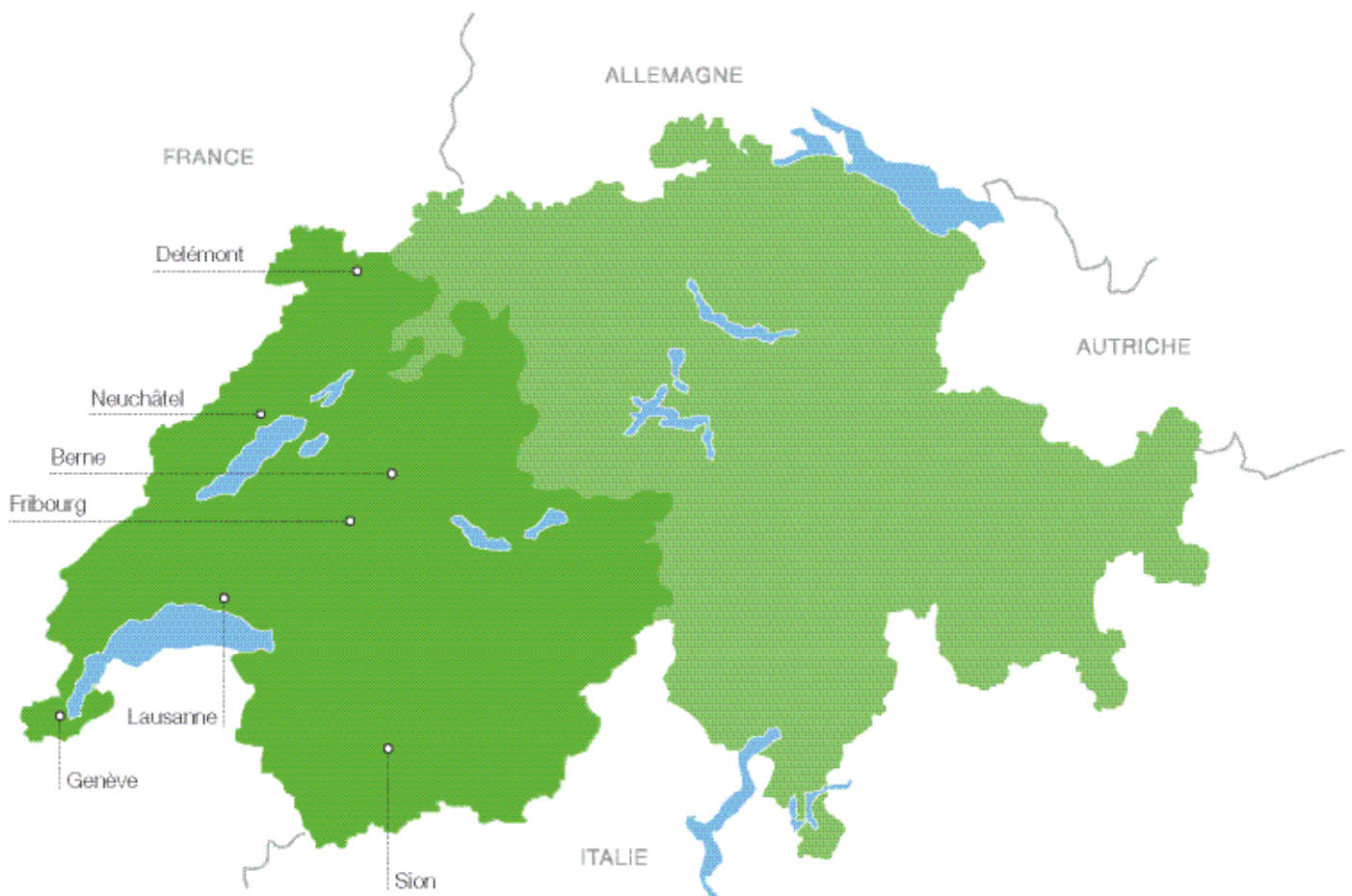
1.	ABB Hochspannungstechnik	Zürich, ZH	
2.	AF-Consult	Baden, AG	
3.	Alpiq	Olten, SO et Lausanne, VD	
4.	Andritz Hydro AG	Kriens, LU et Vevey, VD	 
5.	Aquavision Engineering	Ecublens, VD	
6.	Axpo Holding	Baden, AG	
7.	Basler & Hofmann	Esslingen, ZH	 
8.	BG Ingénieurs Conseil	Lausanne, VD	 
9.	Blue-Water-Power	Schafisheim, AG	
10.	Bureau d'études biologiques R. Delarze	Aigle, VD	
11.	CERT ingénierie	Martigny, VS	
12.	Cla-Val	Romanel-sur-Lausanne, VD	
13.	Cordonier & Rey	Sierre, VS	
14.	Castronic	Bussigny-sur-Lausanne, VD	
15.	CRSM	Yverdon-les-Bains, VD	
16.	CSD Ingénieurs conseils	Lausanne, VD	 
17.	DPE Electrotechnique	Sierre, VS	
18.	DransEnergie	Orsières, VS	  
19.	Drosera	Sion, VS	
20.	e-dric	Mont-sur-Lausanne, VD	 
21.	Entegra Wasserkraft	St-Gall, SG and Coire, GR	 
22.	EPFL	Lausanne, VD	
23.	Esotec	Innertkirchen, BE	 

24. FMV	Sion, VS	
25. Gasa Hydro	St-Légier, VD	 
26. Gebrüder Meier.....	Regensdorf, ZH	 
27. Genossenschaft Wasserwirbelkraftwerke	Schöffland, AG	 
28. GREN	Genève, GE	
29. Greenwatt	Granges-Paccot, FR	 
30. Häny	Jona, SG	 
31. HEIG-VD	Yverdon-les-Bains, VD	 
32. HES-SO Valais Wallis	Sion, VS	 
33. Hochschule Technik + Architektur Luzern	Horw, LU	 
34. Hydro Exploitation	Sion, VS	 
35. Hydro-Solar Engineering	Niederdorf, BL	 
36. Hydrocosmos	Billens, FR	 
37. Hydroelectra	Heerbrugg, SG	 
38. Kissling + Zbinden	Spiez, BE	 
39. Idealp	Sion, VS	
40. IM Maggia Engineering	Locarno, TI	 
41. Ingenieurbüro P. Kast	Münchenbuchsee, BE	 
42. Interplan Energietechnik	Laupen, BE	 
43. Iteco	Affoltern a Albis, ZH	 
44. IUB Engineering	Berne, BE	 
45. Jacquier-Luisier	Evionnaz, VS	 
46. JMC Engineering	Baulmes, VD	 
47. Kobel Elektrotechnik	Affoltern i. E., BE	 
48. Kurmann & Cretton	Monthey, VS	 
49. Louis-Philippe Nicollier	Yverne, VD	 
50. Mhylab	Montcherand, VD	 
51. Ofatec	La Conversion, VD	 
52. Optydro	Sion, VS	 
53. Planair	La Sagne, NE	 
54. Pra Ing. Conseils	Sion, VS	 
55. Premel	Preonzo, IT	 
56. Program	Prangins, VD.....	 
57. Repower	Poschiavo, GR.....	 
58. Revita	Holderbank, AG.....	 
59. Rittmeyer	Baar, ZG.....	 
60. Romande Energie	Morges, VD	 
61. RWB Holding	Porrentruy, JU	 
62. Ryser Ingenieure	Berne, BE.....	 
63. SBP Ingenieure.....	Rarogne, VS.....	 
64. SD Ingenierie	Lausanne, VD.....	 
65. Sol-E (BKW)	Berne, BE	 
66. Stahleinbau	Stalden, VS	 
67. Stucky	Renens, VD	 
68. Sulzer	Winterthur, ZH	 
69. Telsa	Sion, VS	 
70. Valélectric Farner	St-Pierre-de-Clages, VS	 
71. Vogel Pompes	Cornaux, NE	 
72. Zobo Hydropower	Brienz, BE	 
73. University of Berne	Berne, BE	 
74. Entec	Saint-Gall, SG	 
75. Maurer Elektromaschinen	Schöffland, AG	 
76. Sigrist	Sachseln, OW	 
77. Eco Power Systems	Cham, ZG	 
78. Urs Baumann	Samstagern, ZH	 
79. EPFZ	Zurich, ZH	 
80. EAWAG	Dübendorf, ZH	 
81. Müller Turbinen	Unterlunkhofen, AG	 
82. EnergyOn	Viège, VS	
83. Misurio	Viège, VS	
84. SKAT	Lausanne, VD et St-Gall, SG	
85. Power Vision Engineering	Ecublens, VD	



« Nous avons découvert le potentiel incroyable de la région sous la forme d'une infrastructure nouvelle et dynamique pour les start-up. »

David Crettenand, RedElec Technologie SA





La Suisse occidentale, un terreau fertile pour les cleantech

La Suisse occidentale offre d'excellentes conditions d'affaires telles que :

- Une **stabilité politique**, juridique et sociale;
- Une **main-d'oeuvre** multilingue, multiculturelle et appliquée ;
- Une **législation du travail libérale** (une semaine de travail plus dense, pratiquement pas de grève/absentéisme, pas de salaire minimal imposé au niveau national, des contrats de travail libéraux);
- Une expertise concentrée dans les **sciences et la technologie, la propriété intellectuelle et la production**;
- Une situation idéale au coeur de l'**Europe** et avec un accès privilégié aux marchés de l'**Union européenne**;
- Des **universités de qualité** qui collaborent étroitement avec le secteur privé;
- Un **cadre de vie et de travail exceptionnel** (facilité d'attirer et de retenir des employés étrangers qualifiés, souvent sans nécessité d'octroyer un forfait expatrié);
- De **bonnes infrastructures** (transport, énergie, télécommunications);
- Une **administration** dynamique et au service des entreprises.

Informations complémentaires



www.ggba-switzerland.ch



info@ggba-switzerland.ch

Portrait

La petite hydraulique selon le géant de l'eau ANDRITZ Hydro SA

Actif dans le domaine de l'énergie hydraulique depuis plus de 170 ans, ANDRITZ Hydro est l'un des leaders mondiaux de la fourniture de systèmes et de services électromécaniques pour les centrales hydro-électriques. Il développe aussi des solutions pour les installations de petite puissance.

L'hydro-électricité est une longue histoire chez ANDRITZ Hydro. C'est en effet depuis 1894 (fondation de Bell Escher Wyss) que la société fournit et révisé des turbines hydrauliques pour la production de courant. Forte de son expérience et des activités de son service recherche & développement, ANDRITZ Hydro a développé un concept modulaire d'équipements destinés aux centrales de petite puissance. Baptisé Compact Hydro, celui-ci fournit des solutions clés en main, incluant les produits et les services. «En Suisse, le marché de la petite hydraulique représente 44% de notre activité en hydro-électricité», précise Ralph Zwingli, responsable du marché suisse pour le Business Unit Compact. Il s'agit, pour l'essentiel, d'installations de 5 à maximum 30MW. «Avec le rachat l'an dernier d'une entreprise spécialisée en mini-hydraulique, nous développons aussi de toutes petites puissances, à partir de 20kW.» Le concept Compact Hydro «Water to wire» inclut l'installation électromécanique complète, c'est-à-dire la turbine, le multiplicateur de vitesse, l'alternateur, la vanne de garde, les systèmes de mesure, de protection et de contrôle, ainsi que l'équipement électrique et mécanique nécessaire au fonctionnement de la centrale.



Présence à tous les stades d'un projet

Les spécialistes d'ANDRITZ Hydro ont affaire à toutes sortes de clients dans le cadre du concept Compact Hydro. «Nous travaillons aussi bien avec des particuliers que des collectivités publiques ou des fournisseurs d'énergie.» La société est à même de leur prodiguer des conseils dès le stade de l'étude de faisabilité d'un projet; elle en assure également le suivi, l'ingénierie, la conception et la fabrication. «Nous sommes fabricants pour les pièces hydrauliques sensibles comme les roues ou les distributeurs. Pour le reste, nous sous-traitons en Suisse et en Europe. Quant

à la partie électrique, nous fabriquons les alternateurs à partir de 25MW.» Sont également incluses l'installation, la mise en service, ainsi que la formation des opérateurs. ANDRITZ Hydro et ses partenaires assurent en outre la maintenance des installations, entretiens de routine, réparations ou prises en charge de dysfonctionnements imprévus. Le service après-vente est disponible 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24. Grâce à ses quatre implantations géographiques (Vevey, Zurich, Kriens et Jonschwil) la société est à même de se rendre sur place en quelques heures seulement, dans les cas les plus urgents.

La recherche & développement tient également une place importante dans les activités d'ANDRITZ Hydro. «Même si elle concerne en premier lieu la grande hydraulique, les petites machines bénéficient, elles aussi, de ses avancées.» La R&D inclut notamment la modélisation des écoulements afin d'améliorer les performances des installations, les tests de robustesse des composants ou encore les innovations en technologie électrique. Une approche globale permet de proposer des solutions complètes et optimales.

«Nous réalisons entre 20 et 30 machines par an en Suisse, sur une quinzaine de projets. Nous intervenons aussi bien dans le cadre de la mise en service de nouvelles installations que pour le remplacement de systèmes existants.» L'un des derniers projets est en cours en Haut-Valais, à Loèche-les-Bains, pour le compte de la société ReLL Energie. «Nous avons procédé à la révision de la centrale existante; il s'agit désormais de mettre en place une seconde turbine, en l'occurrence une Pelton horizontale de 7MW.»

ANDRITZ Hydro SA

- 🏠 2007 (précédemment VA TECH Hydro)
- 📍 520 en Suisse, dont 60 pour Compact Hydro
- ✉️ 4 Obernauerstrasse, 6010 Kriens
- ☎️ +41 41 329 51 11
- 🌐 www.andritz.com



Portrait

CSD Ingénieurs SA, un accompagnement à la carte des projets de mini-hydraulique

Fondé il y a plus de quarante ans, le groupe CSD Ingénieurs SA dispose de 18 succursales en Suisse et est présent dans quatre pays d'Europe. Une implantation locale qui, alliée aux compétences pluridisciplinaires de ses collaborateurs, lui permet de prendre en charge la globalité des projets de ses clients, notamment en mini-hydraulique.

Le groupe CSD Ingénieurs SA déploie ses activités au travers de trois métiers : l'environnement et la géologie, l'infrastructure et le bâtiment, ainsi que l'énergie et l'eau. « Cette pluridisciplinarité est pour nous un atout majeur puisqu'elle nous permet d'offrir des prestations globales et de gérer des projets de A à Z, précise Stéphane Maret, membre de la direction et responsable du métier Energie et Eau. A travers un partenaire unique, nos clients bénéficient ainsi en pratique de l'expertise de trois bureaux d'ingénieurs. » Avec l'éolien, la biomasse, la géothermie et le solaire, la mini-hydraulique représente une activité importante du groupe dans le domaine des énergies renouvelables. « Nous pensons que la mini-hydraulique possède encore un potentiel de développement intéressant. Elle a en effet sa place dans la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération et les sites propices à ce type d'installation sont encore nombreux en Suisse. »

Ingénieurs civils, spécialistes de l'environnement, géologues, hydrogéologues, géographes, géotechniciens, chimistes, biologistes, forestiers, ingénieurs en procédés ou encore énergéticiens, les compétences sont nombreuses au sein du groupe. CSD Ingénieurs SA dispose en outre d'un réseau de 30 succursales, dont 18 réparties sur le territoire suisse. Les autres sont implantées en Belgique, en Allemagne, en Italie et en Lituanie. « Etre présent localement fait partie de notre stratégie. Cette proximité offre à nos clients la possibilité d'avoir accès localement à toutes les compétences du groupe, puisque nos succursales travaillent en réseau. »

Impact environnemental anticipé

« En tant que bureau d'ingénieurs, nous sommes à même de gérer un projet de mini-hydraulique dans sa globalité afin de réaliser une installation clés en main et sur mesure. Mais nous pouvons aussi, selon les besoins, nous contenter d'intervenir sur un point particulier du design, de l'implantation ou des caractéristiques techniques d'une mini-centrale. » L'expertise de CSD Ingénieurs SA permet ainsi à ses spécialistes d'offrir l'ensemble des prestations relatives au captage et au turbinage, qu'il s'agisse de la recherche de site, des analyses technique, économique et de rentabilité, en passant par la recherche des subventions, la planification détaillée, l'analyse des offres, ou encore le suivi des travaux jusqu'à leur finalisation.

« Nous pouvons également prendre en charge les volets d'hydrologie et de génie civil d'une installation, ainsi que les aspects environnementaux du projet comme les rapports d'impact ou les rapports spécialisés sur la faune, la flore, l'intervention dans les eaux superficielles et souterraines, etc. »



Dans le domaine de la mini-hydraulique, les clients de CSD Ingénieurs SA sont principalement des communes et autres collectivités publiques, ainsi que des distributeurs d'énergie électrique. « Nous avons d'ores et déjà mené à bien de nombreux projets. » Récemment, le groupe a ainsi réalisé la totalité de l'ingénierie d'un projet de turbinage pour le compte de la commune de Gordola, au Tessin. « Il s'agit d'une installation d'une puissance de 30 kW où une nouvelle turbine Pelton et une nouvelle chambre de mise en charge ont été mises en place sur le réseau d'eau potable existant. Nous avons réalisé l'intégralité du projet et assuré la direction des travaux. » Autre intervention récente et en l'espèce partielle, la mini-centrale située sur le territoire de la commune d'Arbaz, en Valais. « Nous nous sommes chargés de l'étude de faisabilité du tracé, du comparatif des coûts des variantes, du dossier de mise à l'enquête et des procédures associées, ainsi que du suivi des travaux comme maître d'œuvre. »

CSD Ingénieurs SA

🏠 1970
📍 550
✉ 37 Chantemerle - Granges-Paccot,
Case postale 384, 1701 Fribourg
☎ +41 26 460 74 74 📠 +41 26 460 74 79
@ fribourg@csd.ch 🌐 www.csd.ch



DPE Electrotechnique SA ou l'ingénierie au service de l'automatisation

Spécialisée en ingénierie électrique, DPE Electrotechnique SA développe depuis quelques années son activité dans le domaine de la mini-hydraulique. Compétente pour la partie électrique des installations de turbinage, elle réalise leur automatisation, via la conception et la mise en service du contrôle-commande.

Créée en 1992, la société sierroise compte aujourd'hui une quinzaine de collaborateurs, parmi lesquels neuf ingénieurs spécialistes en électrotechnique et en automatisation industrielle. DPE Electrotechnique SA déploie ses compétences dans la planification d'installations électriques et dans l'automatisation et l'engineering industriel. Active dans de nombreux secteurs, elle jouit en particulier d'une solide expérience dans les projets touchant à la gestion de l'eau - eau potable, eaux usées, turbinage, surveillance et mesures diverses. La société procède notamment à l'automatisation et à la télégestion de réseaux d'eau potable, de stations de pompage ou encore de stations de potabilisation ; son savoir-faire est aussi utilisé dans le cadre de projets de traitement des eaux usées.



« Depuis 2-3 ans, nous sommes également très actifs sur le marché de la mini-hydraulique », explique Pierre-Alain Gabbud, administrateur de la société. « C'est un élément supplémentaire qui permet une intégration globale des systèmes de gestion de l'eau. » Les ingénieurs conçoivent ainsi l'automatisation d'installations de turbinage, la plupart de ces projets étant réalisés clés en main. L'entreprise intervient en outre dans le cadre de rénovations de systèmes de contrôle-commande existants.

De la micro-turbine aux grandes installations

Le contrôle-commande est en effet un élément clé des mini-centrales hydro-électriques, celles-ci fonctionnant habituellement de façon automatique et sans surveillance, ce qui permet de réduire significativement les coûts de production en limitant les interventions humaines.

Les systèmes automatisés développés par DPE comprennent notamment les fournitures de l'alternateur, du tableau de contrôle-commande, ainsi que les sécurités actives et passives en amont de la turbine, parmi lesquelles la protection différentielle de la conduite forcée. Le bureau d'ingénieurs procède également à l'automatisation des prises d'eau, dessableurs, dégraveurs, etc. En pratique, les compétences de DPE s'étendent ainsi de l'ingénierie électrique du projet à la conception des tableaux - dont la fabrication est sous-traitée à une entreprise spécialisée -, l'installation, la mise en service et le suivi. « Nous fonctionnons comme une entreprise générale et conservons la responsabilité de la partie électrique du projet jusqu'au bout. »

L'activité de mini-hydraulique représente actuellement un peu plus de 20% du chiffre d'affaires de l'entreprise. « Une part en croissance. » Plus concrètement, DPE a d'ores et déjà traité plus de 10 installations de turbinage, soit en procédant à leur intégration dans des systèmes d'adduction d'eau potable, soit en ayant réalisé les contrôles-commandes complets. « Nous travaillons notamment avec la société Gasa-Hydro SA dont nous automatisons toutes les machines. Nous avons dernièrement participé à la réalisation de la petite centrale hydro-électrique de Rivaz, mise en route en février. » DPE est également active en matière de micro-turbines de moins de 1kW de puissance. « Ces installations sont conçues pour assurer les besoins électriques du procédé dans des zones qui ne sont pas desservies par les services industriels. » A l'autre bout de l'échelle, le bureau d'ingénieurs procède actuellement à des études dans le cadre du projet d'Aqueduc alpin, à Crans-Montana. « Nous avons aussi évalué des solutions de pompage inversé mais n'avons pas encore eu la possibilité de les déployer. L'évolution des technologies permettra sans doute de le faire dans un futur proche. »

DPE Electrotechnique SA

🏠 1992
📍 15
✉ Rue du Manège 25, Case postale 290, 3960 Sierre
☎ +41 26 452 30 00 📠 +41 26 452 30 02
@ info@dpe.ch 🌐 www.dpe.ch



Portrait

DransEnergie SA rassemble les forces motrices de la vallée d'Entremont

Nouvellement créée dans le secteur de la production et la distribution d'énergie électrique, DransEnergie SA a repris les activités des Forces motrices d'Orsières. Elle déploie ses compétences dans le domaine des énergies renouvelables, avec une spécialisation en mini-hydraulique.

C'est en décembre 2013 que les statuts de la société ont été déposés. Sous l'impulsion des Forces motrices d'Orsières (FMO), les communes valaisannes de Bourg-Saint-Pierre, Liddes et Orsières, ainsi que les Forces motrices du Grand-Saint-Bernard (FGB) et les Forces motrices de Sembrancher (FMS), ont œuvré ensemble pour fonder une entité commune aux acteurs régionaux actifs dans la production et la distribution d'énergie électrique. Grâce à la mise en commun de leurs ressources, les actionnaires fondateurs de DransEnergie SA entendent ainsi bénéficier de l'effet de synergie, augmenter les compétences et développer les activités régionales.



« Les activités des Forces motrices d'Orsières dans le domaine de l'eau s'étaient beaucoup développées, résume Michel Rausis, le directeur général de DransEnergie SA. Cela faisait sens de créer une nouvelle structure plus spécialement dédiée à l'énergie hydraulique. Nous intervenons en qualité de gestionnaire d'énergie de haute hydraulique, ainsi que dans le cadre de projets de mini-centrales hydro-électriques. » A la tête des FMO depuis une vingtaine d'années, Michel Rausis relève que le passage à cette nouvelle structure s'est opéré sans soubresaut. Et c'est forte, notamment, d'une quinzaine de projets de mini-hydraulique, menés à bien sous l'égide des FMO, que DransEnergie SA a commencé son activité en janvier 2014. « Deux nouveaux projets sont actuellement en attente d'autorisation et une dizaine sont à l'étude. »

Des installations clés en main

Les prestations fournies par la société recouvrent la totalité de la réalisation d'un projet de mini-turbinage. Qu'il s'agisse de l'avant-projet, de l'élaboration du dossier technique et des documents d'autorisation, du cahier des charges des diverses prestations, de l'analyse des soumissions ou de la réalisation stricto sensu de l'installation, les collaborateurs de la société - tous délégués par les FMO - sont à même de proposer des solutions clés en main. « Nous disposons à l'interne de compétences en engineering, mécanique, électricité et gestion d'exploitation, ce qui nous permet de mener à bien les différentes étapes d'un projet. Nous pouvons également fabriquer dans nos ateliers les éléments d'électromécanique, contrôles-commandes et tableaux techniques notamment ; seules la turbine et les conduites d'eau sont réalisées par un prestataire extérieur. »

L'expérience des collaborateurs dans la maintenance et l'exploitation d'aménagements hydro-électriques leur confère en outre une connaissance approfondie des spécificités techniques de ce genre d'installations. DransEnergie SA est ainsi tout à fait à même de procéder aux révisions et à la maintenance préventive des mini-centrales.

Ce sont au total 47 collaborateurs, 4 apprentis et 3 stagiaires qui permettent aussi à la nouvelle société d'assumer la gestion des infrastructures techniques (réseaux électriques, usines et barrages) de ses actionnaires producteurs et distributeurs d'énergie. DransEnergie SA est également à même de proposer ses nombreux services à des tiers: contrôle d'installations électriques, fabrication de tableaux électriques pour l'industrie, études dans le domaine de l'eau et des nouvelles énergies renouvelables, ainsi que tous les aspects sécuritaires, administratifs, financiers et de communication liés à ces prestations.

DransEnergie SA

🏠 2013
👤 54
✉ 9 Route de l'Usine, Case postale 29, 1937 Orsières
☎ +41 27 782 63 10 📠 +41 27 782 63 19
@ info@dransenergie.ch 🌐 www.dransenergie.ch



La modélisation prévisionnelle selon e-dric.ch

En huit ans d'existence, la société fondée par deux passionnés de l'eau s'est forgé une solide réputation en matière d'ingénierie hydraulique et d'hydrologie prévisionnelle. Une expertise qu'elle met notamment au service de projets de mini-hydraulique.

«La modélisation est le dénominateur commun de nos activités», résume Frédéric Jordan, cofondateur, avec Philippe Heller, d'e-dric.ch. C'est en 2006 que, docteur en poche, les deux jeunes ingénieurs civils ont décidé d'unir leurs compétences acquises au sein du Laboratoire des constructions hydrauliques de l'EPFL. Les actuels salariés d'e-dric.ch sont tous ingénieurs EPFL ou équivalent. «Environ la moitié en sciences de l'environnement et en gestion de l'eau, un quart en télécommunications et en développement software, un quart sont des ingénieurs civils et une personne est ingénieur en mécanique.» Grâce à un logiciel de modélisation de leur invention, ils apportent à leurs clients des solutions concrètes dans différents domaines liés à la gestion de l'eau. Et bien qu'en ce qui concerne l'hydro-électricité la société se positionne plutôt sur les grosses installations, elle réalise toutefois 10% de son chiffre d'affaires avec les projets de mini-centrales.

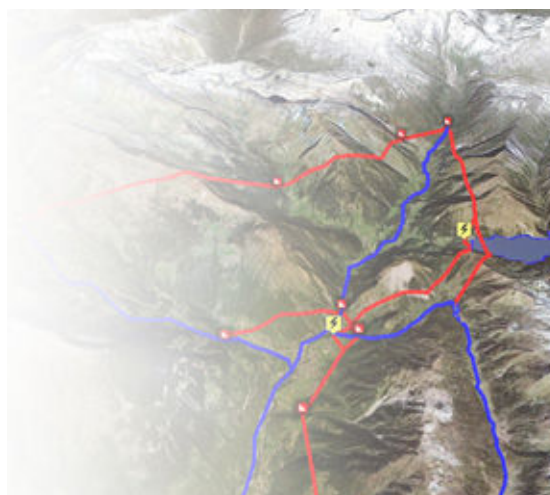
Optimisation économique

«Pour faire simple, la prévision hydrologique opérationnelle permet de savoir quel sera le débit dans la rivière; la modélisation hydraulique permet quant à elle d'en connaître les caractéristiques telles que vitesse, hauteur et pression.» Le cours d'eau s'écoulera-t-il comme on le pense? L'installation se comportera-t-elle comme souhaité? Autant de données essentielles qui permettent d'anticiper au plus juste le dimensionnement et la production future de l'installation projetée. «La modélisation hydrologique fait gagner beaucoup de temps dans l'élaboration d'un projet, puisqu'elle réduit la durée moyenne des relevés effectués dans les stations de mesure installées sur le cours d'eau pendant la phase d'avant-projet. Sans compter qu'avec une marge d'erreur de 10 à 30%, ces stations utilisées seules sont moyennement fiables.» En modélisant, on peut ainsi affiner les prévisions et ramener la durée des relevés de deux ans à six mois environ. «Le modèle valorise la mesure, il ne la remplace pas.»

Frédéric Jordan souligne toutefois que, dans de nombreux cas, les projets de mini-centrales hydro-électriques ne prennent appui que sur des estimations théoriques, sur la base desquelles sont élaborées des statistiques d'écoulement des eaux. «Des chantiers sont parfois engagés sur des études hydrologiques faites en une heure! Si l'on se trompe, la probabilité d'échouer est pourtant importante: on risque de construire une installation sous- ou surdimensionnée, voire d'y renoncer à tort.» Des erreurs qui peuvent

peser lourd sur la rentabilité économique du projet.

Et c'est justement dans un but d'optimisation économique que certains clients d'e-dric.ch (producteurs d'électricité ou bureaux d'ingénieurs pour l'essentiel) demandent aussi à ses experts un avant-projet de design de l'installation. Diamètre de la conduite, type de roue, prise d'eau, profil des dessableurs ou de la chambre de mise en charge, tout est passé en revue pour optimiser la production, le rendement et donc le bénéfice escompté. «A ce jour, nous avons dessiné une petite dizaine d'installations et effectué un peu moins de 25 modélisations.» Il s'agit essentiellement de mini-hydraulique de haute chute en conduite forcée; 20% des interventions d'e-dric.ch concernent aussi des installations au fil de l'eau et, une petite part, des conduites d'eau potable.



e-dric.ch

🏠 2006
📍 14
✉ 54 chemin du Rionzi, 1052 Le Mont-sur-Lausanne
☎ +41 21 784 33 13 ☎ +41 79 247 25 77
@ info@e-dric.ch 🌐 www.e-dric.ch



Portrait

Gasa SA ou l'hydraulique militante

La société vaudoise a réalisé une cinquantaine de petites centrales hydro-électriques depuis 1989. Son directeur plaide pour un assouplissement de la réglementation et une politique énergétique favorable aux installations de moins de 300 kW de puissance équivalente au sens de la loi.

L'hydraulique est une histoire de famille chez Gasa SA. C'est en effet sous l'impulsion de son père Roger Galé et avec la participation de son frère Jean-Claude que la société, dirigée aujourd'hui par Pierre-Alain Galé, a vu le jour. Ingénieur civil et entrepreneur diplômé, celui-ci a quitté il y a deux ans la direction de l'entreprise Bertholet+Mathis SA pour se consacrer pleinement à la petite hydraulique. « Nous sommes spécialisés dans la conception, la construction, la vente clés en main et la maintenance de petites centrales hydro-électriques. » Soit des installations de 35 à 2300 kW de puissance, dont plus de 70% sont d'une puissance équivalente de moins de 300 kW. « Nous avons en outre une activité de fournisseur d'énergie, grâce aux centrales que nous avons construites et dont nous sommes propriétaires ou copropriétaires. » La grande majorité des installations ont été réalisées en Valais et dans le canton de Vaud. Celles-ci exploitent le débit de hautes chutes comprises entre 80 et 875 m, pour l'essentiel sur des réseaux d'eau potable communaux. « Elles offrent l'avantage d'un impact faible, voire inexistant, sur l'environnement. C'est le cœur de notre activité, même si nous avons également installé des centrales sur des eaux usées avant ou après Step, ainsi qu'au fil de l'eau sur un torrent. »

Préserver la filière

Gasa SA s'associe le savoir-faire de plusieurs entreprises régionales. A commencer par l'atelier de mécanique Nicollier, à Yverne, chargé de fabriquer les turbines Pelton qui sont au cœur du dispositif. Le contrôle-commande est réalisé par le bureau d'ingénieurs sierrois DPE Electrotechnique SA, tandis que la réalisation de la conduite forcée est souvent confiée à Charly Gaillard & Fils, à Conthey. Quant aux travaux de génie civil, ceux-ci sont systématiquement sous-traités à des entreprises locales lorsque Gasa SA en a la responsabilité. Une chaîne complète de compétences qui permet à la société de proposer des installations clés en main, tant sur le plan hydraulique qu'électrique, voire du génie civil.

« Nous intervenons souvent sur des appels d'offres après que nos clients ont obtenu les autorisations nécessaires pour la construction et l'exploitation de leurs projets. Dans certains cas, nous pouvons aussi les aider dans ces démarches. De même, nous pouvons offrir nos services sur tel ou tel point particulier d'un projet en cas de besoin. » Parmi les dernières réalisations de la société, on compte

une participation à la construction de la centrale de Rivaz, pour le compte de Romande Energie Renouvelable. « Nous avons été adjudicataires du groupe turbine-alternateur avec son contrôle-commande, ainsi que de la gestion de la régulation. » C'est une installation en cours de construction à Vionnaz qui focalise désormais l'attention de Pierre-Alain Galé. Gasa SA est aussi adjudicatrice dans le cadre d'un projet sur la commune de Muraz (VS), pour le compte de Sierre-Energie. D'autres objets sont en discussion comme celui de Brent, au-dessus de Montreux.

Fervent défenseur de la mini-hydraulique, l'ingénieur s'inquiète de l'avenir de la filière au regard de la position du Conseil fédéral sur les installations de moins de 300 kW de puissance équivalente. « Ces petites centrales ont toute leur importance pour la diversification de l'approvisionnement énergétique. 300 kWh produits sur une année équivalent en effet à la consommation d'environ 650 ménages. Multiplié par le nombre d'installations potentielles en Suisse, ce chiffre, certes pas monstrueux, n'en demeure pas moins intéressant ! » Et de souligner notamment leur faible coût de revient et la proportion intéressante de courant hivernal pour certaines installations. « Il faut donc plus d'incitations à la réalisation de ces petites centrales, et non les démolir ! »



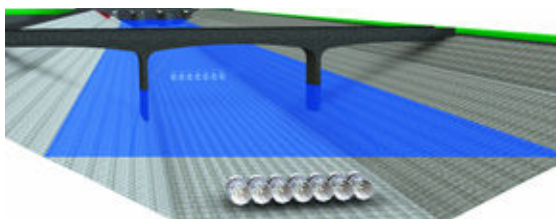
Gasa-Hydro SA

🏠 2012 (Gasa SA a été fondée en 1989)
👤 3
✉ Chemin du Pélaz-Beau 1, 1806 St-Légier-Chiésaz
☎ +41 21 652 51 81 📠 +41 21 652 51 81
@ galepa@bluewin.ch

Les chercheurs de la HES-SO Valais-Wallis dessinent la mini-hydraulique de demain

La Haute école d'Ingénierie valaisanne déploie depuis plus de quinze ans des activités dans le domaine de l'hydro-électricité. Ses recherches se concentrent en particulier sur le développement, le conseil et l'expertise en matière d'infrastructures hydroélectriques, notamment de faible puissance.

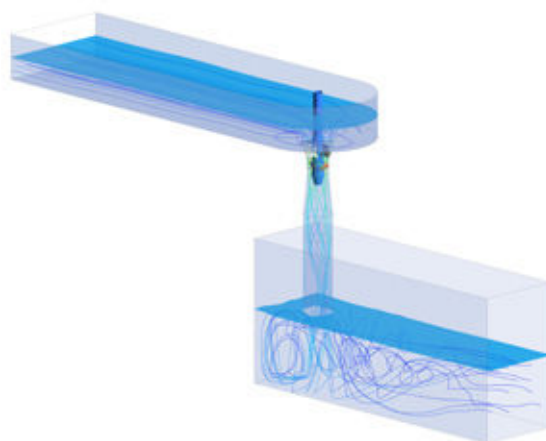
C'est au sein de l'Institut Systèmes industriels de la HES-SO Valais-Wallis qu'une quinzaine de chercheurs travaillent sur la thématique de l'hydro-électricité. « Nous procédons à des simulations numériques d'écoulement afin de prédire les performances et le comportement d'une turbomachine hydraulique et nous travaillons aussi de façon expérimentale, sur banc d'essai, pour développer de nouvelles technologies », précise Cécile Münch-Alligné, professeure en énergie hydraulique. Plusieurs projets novateurs ont d'ores et déjà vu le jour. C'est le cas notamment de l'installation d'une pompe inversée de 50 kW à vitesse variable sur le réseau d'eau potable de la ville de Sion, il y a de cela une dizaine d'années. « Une première pour ce type de machine. » De même, les chercheurs de la HES-SO Valais-Wallis ont réalisé plusieurs études préliminaires sur le potentiel de la petite hydraulique dans le canton, dans le cadre du programme BlueArk. « Nous avons identifié 50 possibilités de projets et cette démarche a également permis de dynamiser les communes pour s'engager dans la production d'hydro-électricité. Le potentiel est important en Valais. »



Financement cantonal et fédéral

Les études menées actuellement par Cécile Münch-Alligné et son équipe sont d'ailleurs financées par le Canton du Valais, dans le cadre du programme The Ark Energy. A commencer par le projet Hydro VS, réalisé en collaboration avec l'EPFL. Celui-ci comporte plusieurs volets. En premier lieu, le développement d'une micro-turbine contra-rotative constituée de deux roues tournant à sens contraire. Destinée à des installations de mini-hydraulique sur le réseau d'eau potable, elle devrait permettre d'équiper des centrales de très faible puissance, inférieure à 100 kW. « Nous développons ce projet de A à Z, en collaboration avec l'EPFL. » Autre axe de recherche d'Hydro VS, la conception d'une hydrolienne pour équiper les canaux de fuite et les galeries d'amenée des centrales existantes.

« Cette technologie permettra de récupérer l'énergie cinétique de l'eau. Un premier prototype est en cours de développement en vue d'une installation sur le site pilote de Lavey, appartenant aux Services industriels de Lausanne. » Des recherches appliquées, donc, l'objectif étant, à terme, d'aboutir à des produits commercialisables et à leur industrialisation. Pour ce faire, le projet Hydro VS est en outre intégré dans le programme national SCCER (Swiss Competence Centers for Energy Research), financé par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI). « Ces fonds supplémentaires de la Confédération vont nous permettre de booster le développement de notre projet. »



D'autres études sont également en cours. « Nous nous penchons sur l'intérêt d'installer des centrales de micro-pompage-turbinage afin de réguler le réseau électrique. En effet, avec la multiplication des panneaux solaires, les injections de courant provenant de cette source peuvent parfois le déstabiliser. » Dans cette optique, deux étangs ont été repérés sur la commune d'Arbaz. Ce projet, mené par la HES-SO Valais-Wallis en collaboration avec l'EPFL, le CREM et CimArk, a pour but d'identifier le potentiel hydraulique du site et l'influence que pourrait avoir une micro-station de pompage-turbinage sur le réseau de la commune. Citons en dernier lieu les recherches menées sur une installation pilote sur le réseau d'eau potable de Savièse. « Nous avons instrumenté le site afin de récolter des statistiques et nous allons prochainement y installer différentes machines et observer comment elles se comportent en conditions réelles. »

HES-SO Valais-Wallis, Institut Systèmes industriels

🏠 1988
👤 une quinzaine de chercheurs pour l'hydro-électricité
✉ 47 route du Rawyl, CP, 1950 Sion 2
☎ +41 27 606 85 11
@ info@hevs.ch

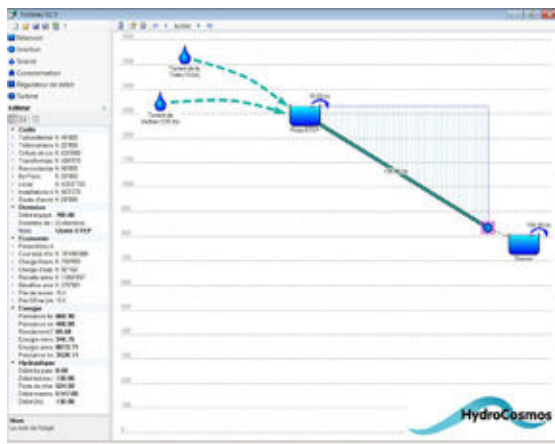
🌐 www.hevs.ch

Portrait

HydroCosmos SA relève les défis de la gestion de l'eau

La société valaisanne propose des modélisations numériques dans tous les domaines touchant à l'ingénierie hydraulique. Des compétences qui l'amènent à intervenir dans le cadre de projets de construction ou de rénovation de centrales hydro-électriques, notamment de petite puissance.

Qu'il s'agisse de cartographier des dangers hydrologiques, d'intervenir sur l'aménagement de cours d'eau ou d'installations d'hydro-électricité, ou encore de gérer l'approvisionnement et l'évacuation des eaux, les ingénieurs d'HydroCosmos SA sont à même de satisfaire la demande en eau de leurs clients, tout en jugulant ses effets néfastes. « Dans le cadre de notre activité, nous utilisons en grande partie des logiciels que nous avons nous-mêmes mis au point ; nous nous basons aussi, dans une moindre mesure, sur des programmes de modélisations existant sur le marché », précise Niki Beyer, ingénieure civile EPF et cofondatrice, avec Jérôme Dubois, de la société. Afin de garantir une innovation continue et de satisfaire au plus juste les demandes de ses clients dans des secteurs en constante évolution, la société collabore avec le Centre de recherche sur l'environnement alpin (Créalp) à Sion. « Nous développons ensemble un nouveau logiciel de prévision et d'optimisation d'aménagements hydrauliques. »



Un logiciel qui pourra notamment être utilisé dans le cadre de la gestion de centrales hydro-électriques, afin de prévoir le débit de l'eau et de rentabiliser le turbinage, l'optimisation d'installations hydrauliques relevant en effet du champ de compétence de la société.

Évaluer le potentiel des conduites d'eau potable

A l'appui de cette optimisation, et quelle que soit la taille de l'installation de turbinage en question, les compétences des ingénieurs d'HydroCosmos SA leur permettent d'effectuer les prestations suivantes lors de la phase préparatoire d'un projet: acquisition et validation de données, conception

et dimensionnement des ouvrages, simulation numérique et optimisation, ainsi qu'analyse et mise en valeur des résultats. Une modélisation qui s'applique d'ailleurs aussi bien à la création de nouvelles centrales qu'à l'optimisation d'installations existantes. « Notre dernier projet était davantage axé construction et concernait l'aménagement hydro-électrique de Bramois, mis en service en 1915. Sur mandat d'Hydro Exploitation SA, nous sommes intervenus afin d'optimiser le canal de fuite de cette vieille installation, grâce à une modélisation 2D. »

Parmi les installations passées au crible par Niki Beyer et son équipe, les petites centrales représentent, à ce jour, une part mineure des activités d'HydroCosmos SA. « Le courant produit par la mini-hydraulique est encore assez cher, mais les choses peuvent changer avec la volonté politique de promouvoir ce type d'aménagements. » Cofondateur de la société, Jérôme Dubois s'est d'ailleurs intéressé à la filière il y a déjà environ dix ans, en développant, en partenariat avec le laboratoire des constructions hydrauliques de l'EPFL, un logiciel permettant spécifiquement d'estimer la rentabilité d'une installation de mini-hydraulique. « Cet outil est destiné aux communes, afin qu'elles puissent évaluer le potentiel de production hydro-électrique de leurs conduites d'eau potable. » Plusieurs collectivités locales suisses ont eu recours à ce logiciel, parmi lesquelles la commune de Bagnes, qui s'intéresse au courant écologique. « Grâce à la modélisation, les initiateurs d'un projet de petite hydraulique peuvent notamment connaître le débit à turbiner et savoir à quelle altitude ce turbinage sera le plus performant. Ces données leur permettent de calculer les coûts de l'installation et donc d'en vérifier la rentabilité future, avant de se lancer dans les travaux. »

HydroCosmos SA

🏠 2000
👤 5
✉ 43 Grand-Rue, 1904 Vernayaz
☎ +41 27 764 34 20 📠 +41 27 764 34 21
🌐 www.hydrocosmos.ch

Jacquier-Luisier conjugue l'eau et l'énergie au présent

Fondé en 1989, cet atelier de mécanique installé à Evionnaz est spécialisé dans la fabrication de turbines Pelton, une technologie particulièrement bien adaptée aux installations de mini-hydraulique de moyenne et haute chute. Il propose à ses clients des solutions clés en main et sur mesure.

«Nous réalisons toutes les pièces sans aucune sous-traitance dans notre atelier de 1700 m² utilisant une soixantaine de machines conventionnelles et numériques», souligne d'emblée Claude Luisier, fondateur, avec Claude Jacquier, de l'entreprise Jacquier-Luisier SA. Active dans la construction de machines, les travaux en commande numérique et le taillage d'engrenages, elle est également spécialisée dans la fabrication de turbines Pelton, utilisées dans les installations de petite hydraulique. Le cœur de la turbine Pelton est constitué d'une roue à augets, actionnés par l'énergie cinétique de l'eau qui est apportée par un ou plusieurs injecteurs réglables. Particulièrement efficace, cette roue permet de garantir un rendement de l'ordre de 90%. «L'eau arrive à haute pression et une grande précision dans la réalisation des augets permet de limiter les pertes au minimum. En comparaison, un moteur thermique couplé à un alternateur ne permet jamais d'atteindre un rendement aussi haut ; on tourne plutôt autour des 65%.»



Au rythme de deux ou trois installations par an, la réalisation des projets de mini-centrales hydro-électriques représente ainsi 25% de l'activité de l'atelier. «Le potentiel est énorme en Valais pour la petite hydraulique de haute et de moyenne chute.»

Il faut dire que dans la plupart des communes du canton, les sources et réservoirs de captage se situent entre 1500 et 2000 mètres d'altitude. «Traditionnellement, sur la conduite forcée menant à un village, une vanne (appelée brise-charge) permet de casser la pression avant la distribution. Il suffit donc de contourner cette vanne par un by-pass et une turbine pour produire de l'énergie. Et ce, sans impact sur l'environnement ni altération de la qualité de l'eau.»

Aucune installation ne se ressemble

Certaines communes valaisannes disposent d'ores et déjà de plusieurs installations de petite hydraulique, à l'instar de Bagnes où Jacquier-Luisier vient d'y mettre en place la huitième. Les machines fabriquées par l'entreprise permettent également le turbinage de cours d'eau naturels, y compris les sources privées, et peuvent aussi être placées sur les eaux de sortie de Step. «Mis bout à bout, ça finit par faire de sacrées puissances!»

Pour mener à bien ces projets, un consortium a été établi avec la société Telsa, afin d'offrir une palette de prestations la plus large possible, pour des installations clés en main, de la conception à la maintenance. «Notre partenaire fabrique les tableaux de commande électrique de la turbine, tandis que nous nous occupons de l'aspect mécanique de l'installation, c'est-à-dire la tuyauterie ainsi que la fabrication, le montage et la mise en service de la turbine.» Pour la partie ingénierie, l'entreprise Jacquier-Luisier collabore également avec le laboratoire de recherche MHylab. «D'après les calculs effectués en fonction du débit et de la hauteur de chute, les ingénieurs déterminent le diamètre de la roue, la forme des augets, le diamètre de l'injecteur et le profil mouillé. Nous pouvons ainsi terminer la conception et construire la machine sur mesure. Aucune installation ne se ressemble.»

L'entreprise Jacquier-Luisier intervient aussi sur les installations de grande hydraulique. «Nous sommes agréés auprès de la société Andritz - un des leaders mondiaux des turbines - pour la fabrication de régulateurs, ainsi que des éléments de maintenance.» Actif dans la formation professionnelle, Claude Luisier est notamment président de la commission des cours interentreprises en Valais.

Jacquier-Luisier SA

🏠 1989
👤 15, dont 4 apprentis
✉ Route du Simplon 43, 1902 Evionnaz
☎ +41 27 767 13 73 📠 +41 27 767 13 12
@ jacquier-luisier@bluewin.ch



Portrait

Mhylab, centre de compétences en petite hydro-électricité

Depuis plus de vingt ans, la fondation Mhylab développe des turbines performantes adaptées aux besoins des petites centrales hydrauliques. Une expérience qui permet aussi à ses collaborateurs de déployer des activités d'ingénierie et de conseil.

C'est en 1993 que l'Association pour le développement des énergies renouvelables (ADER), la Compagnie vaudoise d'électricité (aujourd'hui Romande Energie SA), la Confédération et le Canton de Vaud ont fondé Mhylab. Fort de son statut de fondation, le laboratoire de mini-hydraulique conçoit des solutions sur mesure pour des constructeurs de turbines, des producteurs indépendants, des bureaux d'études, des entreprises électriques ou encore des collectivités publiques. « L'idée sous-jacente lors de la création de Mhylab était de mutualiser les frais de recherche, précise Vincent Denis, le directeur de la fondation. Pour le développement d'une seule turbine, ceux-ci peuvent en effet s'élever à plus de 500 000 francs. » Ses collaborateurs déploient également leurs compétences en matière d'ingénierie et de conseil dans le domaine des petites centrales hydro-électriques. Tous sont ingénieurs de formation, dans des spécialisations aussi variées que la mécanique, l'hydraulique, la dynamique des fluides, l'énergie ou encore la gestion de la nature.

Rendement de 90% garanti

« La recherche représente, selon les années, entre 20 et 50% de notre activité. » Indépendante de tout constructeur et de toute entreprise, la fondation développe ainsi, en laboratoire, des turbines conçues sur mesure. Afin de valider leurs performances, celles-ci sont testées sur un banc d'essai. « Les constructeurs s'adressent à nous pour nous demander de pré-dimensionner leur turbine, définir ses caractéristiques et proposer les garanties de performances correspondantes, eu égard notamment aux caractéristiques du site. Cela leur permet d'en déterminer le coût et de remettre leur offre à leur client. Le cas échéant, nous passons ensuite un contrat avec le constructeur afin de lui fournir les plans définitifs de la machine dont nous garantissons la performance et le fonctionnement hydro-dynamique. » Une vingtaine de turbines sont conçues chaque année par Mhylab, qu'il s'agisse d'optimiser des installations existantes ou de réaliser de nouvelles centrales hydro-électriques. Turbines Pelton, turbines diagonales, turbines axiales très basse chute ou encore pico-turbines, les machines développées par les ingénieurs de la fondation atteignent ainsi un rendement mécanique garanti de l'ordre de 90%. Elles permettent d'équiper des installations pour des hauteurs de chute de 1,5 à plus de 700 m, avec des débits de 10 l/s à 10 m³/s et des puissances de 20 kW à 4 MW.

L'activité de conseil et d'ingénierie est quant à elle exercée pour 40% à l'international, en collaboration avec des bureaux d'ingénieurs civils. Actuellement, la fondation mène notamment plusieurs projets sur le continent africain, de concert avec un partenaire belge. « Nous avons, en permanence, une trentaine de projets ouverts. » Les compétences de Mhylab s'étendent de l'identification du site à l'étude de faisabilité, l'avant-projet, les demandes d'autorisation, les appels d'offres, le suivi de fabrication, jusqu'à l'assistance pour la mise en service. « Nous pouvons prendre en charge un ou plusieurs de ces aspects d'un projet, en fonction de la demande. » Quoi qu'il en soit, la fondation axe son intervention sur les aspects équipement.



« Nous nous concentrons sur les domaines que nous maîtrisons, c'est-à-dire ceux liés à la turbine, à la génératrice, au contrôle-commande et aux systèmes auxiliaires. » Pour le reste, Mhylab travaille de concert avec des bureaux d'études complémentaires. « Nous avons des partenaires privilégiés mais nous gardons aussi une certaine flexibilité afin de pouvoir nous adapter au mieux aux exigences de nos clients. »

Mhylab mini-hydraulics laboratory

🏠 1993
📍 5
✉ Chemin du Bois-Jolens 6, 1354 Montcherand
☎ +41 24 442 86 25 📠 +41 24 441 36 54
@ info@mhylab.com 🌐 www.mhylab.com



La mécanique des fluides selon Optydro Concept

C'est dans le domaine de la petite hydraulique que s'est lancée cette start-up en 2013. Spécialisée dans le design de roues de machines hydrauliques, elle développe également un ambitieux projet d'hydrolienne de rivière, en partenariat avec la HES-SO Valais et l'EPFL.

La jeune entreprise propose son expertise dans le domaine des machines hydrauliques pour les projets de petites et moyennes puissances. « Nous effectuons des simulations numériques d'écoulement des fluides dans les machines hydrauliques et faisons le design de roues adapté au site hydrologique du client », explique ainsi Sébastien Alligné, l'un des fondateurs d'Optydro Concept.

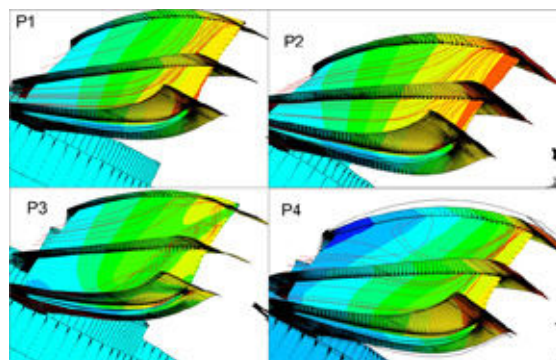
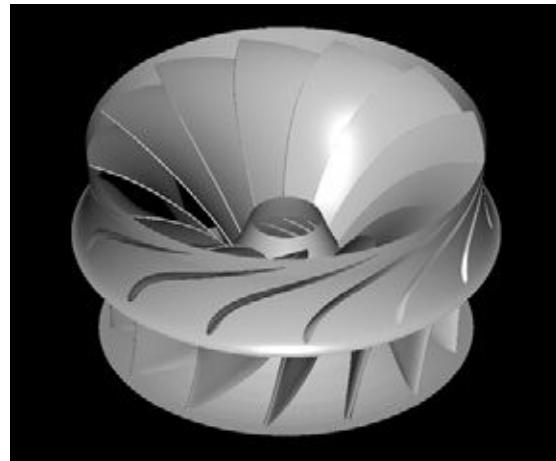
Diplômé de l'INPG (Institut national polytechnique de Grenoble) et de l'EPFL en machines hydrauliques, il travaille sur divers mandats aux côtés de Jean-Louis Kuény, professeur émérite à l'INPG et spécialiste de l'optimal design de machines hydrauliques. Et c'est plus particulièrement dans le domaine de la mini-hydraulique qu'ils focalisent leurs recherches et que l'on fait appel à leurs compétences.

« Nous travaillons pour le compte de constructeurs de machines, essentiellement en France pour l'instant. » Plus précisément, les ingénieurs d'Optydro Concept dessinent des roues de type Francis adaptées à de moyennes chutes et, sur demande, effectuent le design de roues de type Kaplan ou Bulbe de petite puissance. « Nous fournissons la géométrie de la roue au constructeur, en lui transmettant des documents informatiques en 3D. » Analyse des écoulements, des fluctuations de pression et des vibrations induites dans la machine et le circuit hydraulique, tout est rigoureusement pris en compte afin d'optimiser les performances des futures installations ou d'installations existantes en cours de réhabilitation. « A la demande de nos clients, nous pouvons en effet proposer des solutions pour optimiser non seulement la roue, mais aussi toutes les pièces qui l'entourent. »

Dépôt de brevet d'hydrolienne

Autre axe majeur de développement de la start-up, la conception d'une hydrolienne de rivière. « Nous venons de déposer un brevet provisoire et devons valider notre concept d'ici au mois d'août 2014. » Effectuées en étroite collaboration avec la HES-SO Valais et l'EPFL dans le cadre du programme The Ark Energy subventionné par le Canton du Valais, ces recherches devraient permettre de développer des hydroliennes à axe horizontal dont les propriétés s'approchent de celles des éoliennes. Le principe ? Convertir l'énergie cinétique de l'eau d'une rivière au moyen d'une turbine hydraulique immergée dans son lit.

« Il s'agit, là aussi, de petite hydraulique mais pour laquelle on ne bénéficie pas d'une différence de hauteur d'eau comme pour les centrales à accumulation. En l'absence d'énergie potentielle, on ne peut ainsi compter que sur l'énergie cinétique résultant de la vitesse d'écoulement de la rivière. Le défi consiste donc à récupérer le maximum de cette énergie, un résultat que notre concept doit nous permettre d'atteindre. » Une technologie déjà éprouvée par les hydroliennes installées au large des océans - afin de récupérer l'énergie des courants marins -, qui n'est en revanche pas encore commercialisée en grande série pour une utilisation en rivière.



Optydro Concept

🏠 2013
👤 2
✉ Case postale 2090, Route du Rawyl 47, 1950 Sion 2
☎ +41 79 619 51 88
@ s.alligne@optydro.ch 🌐 www.optydro.ch



Portrait

RWB Groupe SA, pour une utilisation respectueuse des ressources naturelles

Fondé en 1938 dans le domaine de l'ingénierie, le groupe RWB s'est peu à peu spécialisé dans les énergies renouvelables. Parmi celles-ci, la mini-hydraulique, un secteur dans lequel il a orchestré la réalisation de trente installations au cours des six dernières années.

RWB déploie ses compétences dans des domaines aussi variés que l'aménagement du territoire, l'eau, l'environnement, le génie civil et l'énergie. Afin de mener à bien ses projets, le groupe - composé de cinq filiales, dont certaines sont réparties sur plusieurs sites - s'appuie sur les compétences pluridisciplinaires de ses salariés, parmi lesquels on compte 65% d'ingénieurs. « Nos secteurs d'activité ne sont pas étanches; plusieurs unités du groupe sont souvent amenées à travailler ensemble sur un même projet », souligne Patrick Houllmann, son directeur commercial. Une approche globale et pluridisciplinaire qui permet à RWB d'assurer le suivi complet d'un projet, de l'étude de faisabilité, en passant par l'avant-projet, l'intégration dans les sites, jusqu'au suivi de chantier.



« La réalisation de mini-centrales hydro-électriques représente 8 à 10% de notre chiffre d'affaires. » Une sous-spécialité non négligeable dont le directeur commercial souligne le fort potentiel, bien qu'étroitement lié à des critères de rentabilité. « Notre savoir-faire en matière d'engineering nous permet de nous adapter à toutes les situations, qu'il s'agisse de turbinage d'eau de rivière, de conduite d'eau potable ou d'eau de sortie de Step. » Dans le pipeline actuellement, on trouve ainsi un avant-projet de turbinage de la source des Avants - la plus grande réserve d'eau potable de Suisse romande -, pour le compte du SIGE (Service intercommunal de gestion des eaux de Vevey).

Une conduite sous Lavaux

RWB a également réalisé un projet d'envergure au cœur de Lavaux. Mise en service en février 2014, cette installation de mini-hydraulique a nécessité 18 mois de travaux, dont l'enjeu majeur était le forage dirigé d'un tunnel de 860 m de long sur 850 mm de diamètre, afin d'accueillir une conduite

en fonte de diamètre nominal (DN) 500 mm. Le tout, sous les vignes d'un territoire classé au Patrimoine mondial de l'Unesco... « C'est le plus grand forage dirigé jamais réalisé en Suisse; la conduite permet de dompter les eaux du Forestay entre Chexbres et Rivaz, où la turbine a été installée. » Cet ouvrage a été financé par Romande Energie et devrait permettre de fournir 2,6 millions de kWh par an, soit de quoi alimenter environ 700 ménages des villages environnants.

Là comme ailleurs, RWB s'est appuyé sur le savoir-faire de fournisseurs pour l'ensemble du matériel technique. « Nous déterminons nous-mêmes les caractéristiques du produit final et procédons par mise en soumission. » Idem pour les travaux, dont la réalisation est confiée à une entreprise spécialisée. « Nous assurons quant à nous la surveillance du chantier, jusqu'à la finalisation du projet. »

Indépendants de tout fonds de pension ou autre investisseur externe, les sept actionnaires ont tous une fonction dirigeante au sein du groupe. Et quel que soit le projet, le management de RWB a à cœur d'appliquer les principes du développement durable. Il apporte en outre son appui à des actions sociales ou humanitaires. « Cette année d'anniversaire (75 ans) nous a permis de mettre en place, au Burkina Faso, un filtre à eau qui fonctionne sans électricité ni produit chimique et alimente toute une collectivité villageoise. » RWB Groupe SA est présent, par ses sociétés filles, dans les cantons du Jura, de Neuchâtel, de Vaud, de Fribourg et du Valais.

RWB Groupe SA

🏠 1938
👤 85
✉ Route de Fontenais 77, 2900 Porrentruy
☎ +41 32 465 81 81 📠 +41 32 465 81 82
@ porrentruy@rwb.ch 🌐 www.rwb.ch



Stahleinbau GmbH, des travaux de profondeur à l'hydro-électricité

Basée depuis 1984 à Stalden, dans le Haut-Valais, l'entreprise a depuis longtemps fait ses preuves dans le domaine des grandes constructions métalliques. Elle déploie également ses compétences dans l'ingénierie et la fabrication de pièces pour les installations de petite hydraulique.

À la suite du départ à la retraite au mois de novembre 2013 de Peter Wenger, fondateur de la société, c'est une équipe jeune et particulièrement motivée qui a repris les rôles de Stahleinbau und Maschinen AG, devenue Stahleinbau GmbH en janvier dernier. Sa fille, deux ingénieurs et le chef d'atelier sont désormais aux manettes de cette entreprise située dans le Haut-Valais. Spécialisée à ses débuts dans les constructions métalliques et la fourniture de matériel pour les tunnels et travaux de profondeur, Stahleinbau GmbH a peu à peu diversifié ses activités, notamment dans la fabrication de matériel pour le transport ferroviaire et l'industrie hydro-électrique. Elle est désormais essentiellement active dans les constructions métalliques, la grande mécanique et les machines hydrauliques. « L'hydraulique représente environ 60% des activités de la société, dont une grande partie pour les petites installations », précise Nino Brunner, ingénieur en mécanique et chef de projet. Les compétences des employés de Stahleinbau GmbH leur permettent d'opérer aussi bien dans le cadre de la maintenance d'installations existantes que pour mettre en service de nouvelles machines. « Nous intervenons sur une dizaine d'installations de petite hydraulique par an, tant sur des petits projets que sur des réalisations s'étalant parfois sur plusieurs années. » Forte de son expérience, l'entreprise est active dans toute la Suisse et même au-delà. « Nous avons réalisé l'an dernier quatre installations pour la société EDF, en France. »

Automatiser les dessableurs

En pratique, Stahleinbau GmbH est amenée à intervenir dès la phase de planification d'un projet de petite hydraulique dont elle assure ensuite la conception (dimensionnement de l'installation, calculs et dessins techniques). « Nous sommes compétents pour la fabrication de nombreux éléments mécaniques; nous fournissons essentiellement des organes d'arrêt comme les vannes papillon ou les vannes de jet creux, ainsi que les prises d'eau et leur équipement en acier, les conduites forcées ou encore les dessableurs. » Les spécialistes de Stahleinbau GmbH procèdent en outre à leur montage, à leur mise en service et s'occupent de la maintenance des installations.

Toujours à l'affût d'innovations permettant d'augmenter le rendement des turbines hydro-électriques, les ingénieurs de l'entreprise planchent aussi sur des projets de recherche.

C'est ainsi qu'ils ont conçu un système de purge automatique pour dessableur, en partenariat avec la fondation The Ark pour l'innovation en Valais, le Laboratoire des constructions hydrauliques de l'EPFL et la HES-SO Valais. Le dessableur est en effet un élément très important dans les installations hydrauliques. Equipant chaque prise d'eau, il permet de retirer le sable et les éventuelles matières organiques - les feuilles par exemple - transportés par l'eau avant son acheminement vers la turbine, évitant par là-même des dommages sur la machine. Si la purge d'un dessableur se fait jusqu'à présent manuellement, les recherches menées par Stahleinbau GmbH et ses partenaires leur ont permis de concevoir un système de purge automatique afin d'utiliser moins d'eau lors de l'opération et de réduire les frais de maintenance d'une installation hydraulique. « Notre technologie fonctionne, nous souhaitons désormais effectuer des essais pratiques en échelle réelle. »



Stahleinbau GmbH

🏠 1984
📍 15 to 18
✉ Ackersand, 3922 Stalden
☎ +41 27 952 11 66 📠 +41 27 952 19 32
@ info@stahleinbau.ch 🌐 www.stahleinbau.ch



Portrait

Vogel Pompes SA, au cœur des installations de mini-hydraulique

L'entreprise Vogel Pompes SA concentre ses activités sur la vente, la mise en service et l'entretien de pompes centrifuges en tous genres, destinées au bâtiment, à l'industrie et aux collectivités publiques. Certaines machines sont notamment utilisées dans les petites centrales hydrauliques.

C'est en 1963 que la société autrichienne Ernst Vogel Pumpen GmbH, spécialisée dans la fabrication de pompes centrifuges, a créé une filiale suisse afin d'assurer la vente et le service de ses produits. Indépendante depuis 1985, Vogel Pompes SA est toujours active dans la commercialisation de pompes destinées à toutes les configurations - conduites d'eau potable, eaux usées, industries, bâtiments - avec moteurs submersibles ou non, construction horizontale, verticale, à ligne d'arbres, etc. « Ces machines sont fabriquées en Autriche ou en Italie du Nord », précise Laurent Panchaud, le directeur de la société. Ses collaborateurs assurent en outre la maintenance, la réparation et la révision de pompes de toutes marques, dans ses ateliers ou sur les sites des installations de pompage. « La mini-hydraulique ne représente encore qu'une petite partie de nos activités, mais nous avons récemment multiplié les offres pour renforcer notre présence dans ce secteur. » Une pompe inversée peut en effet être utilisée comme turbine et produire de l'électricité. « Traditionnellement, nos machines sont utilisées pour faire monter l'eau, en mini-hydraulique, il s'agit de récupérer l'énergie d'une eau qui descend. »

Optimiser des systèmes existants

Plusieurs projets de petites centrales hydro-électriques, équipées de pompes inversées fournies par Vogel Pompes SA, ont déjà vu le jour. C'est le cas notamment de la STAP de Bourguillon. Située dans le canton de Fribourg, elle est exploitée par les services industriels de la ville. L'installation de turbinage affiche une puissance de 22 kW. « Ce projet est un exemple très intéressant du potentiel de la mini-hydraulique. Il a en effet suffi d'ajouter quelques éléments à un système existant afin de récupérer l'énergie de l'installation pour produire de l'électricité. 150'000 francs seulement ont été investis dans ces travaux d'optimisation. » L'entreprise a également équipé la conduite d'eau potable Onnens-Sainte-Croix. « Le trop-plein descend en trois niveaux; nous avons installé une pompe inversée à chacun d'entre eux. » De quoi récupérer, là encore, une grande partie de l'énergie jusqu'alors perdue dans ce dispositif.

Plus de dix machines ont ainsi été vendues par Vogel Pompes SA en Suisse romande. « Nous nous chargeons exclusivement de la partie hydraulique, tout ce qui concerne la commande et la régulation est réalisé par d'autres entreprises. » En plus de la vente de la turbine, la société dispense également ses conseils sur le dimensionnement

de celle-ci. « Nous proposons uniquement des pompes inversées qui sont bien adaptées à de nombreux types d'installations à débit constant, jusqu'à 3000 m³/h. » Et si ces pompes peuvent fournir une puissance jusqu'à 1 MW, les centrales mises en place à ce jour ne dépassent pas les 200 kW, pour des hauteurs de chute de 300 à 400 m.

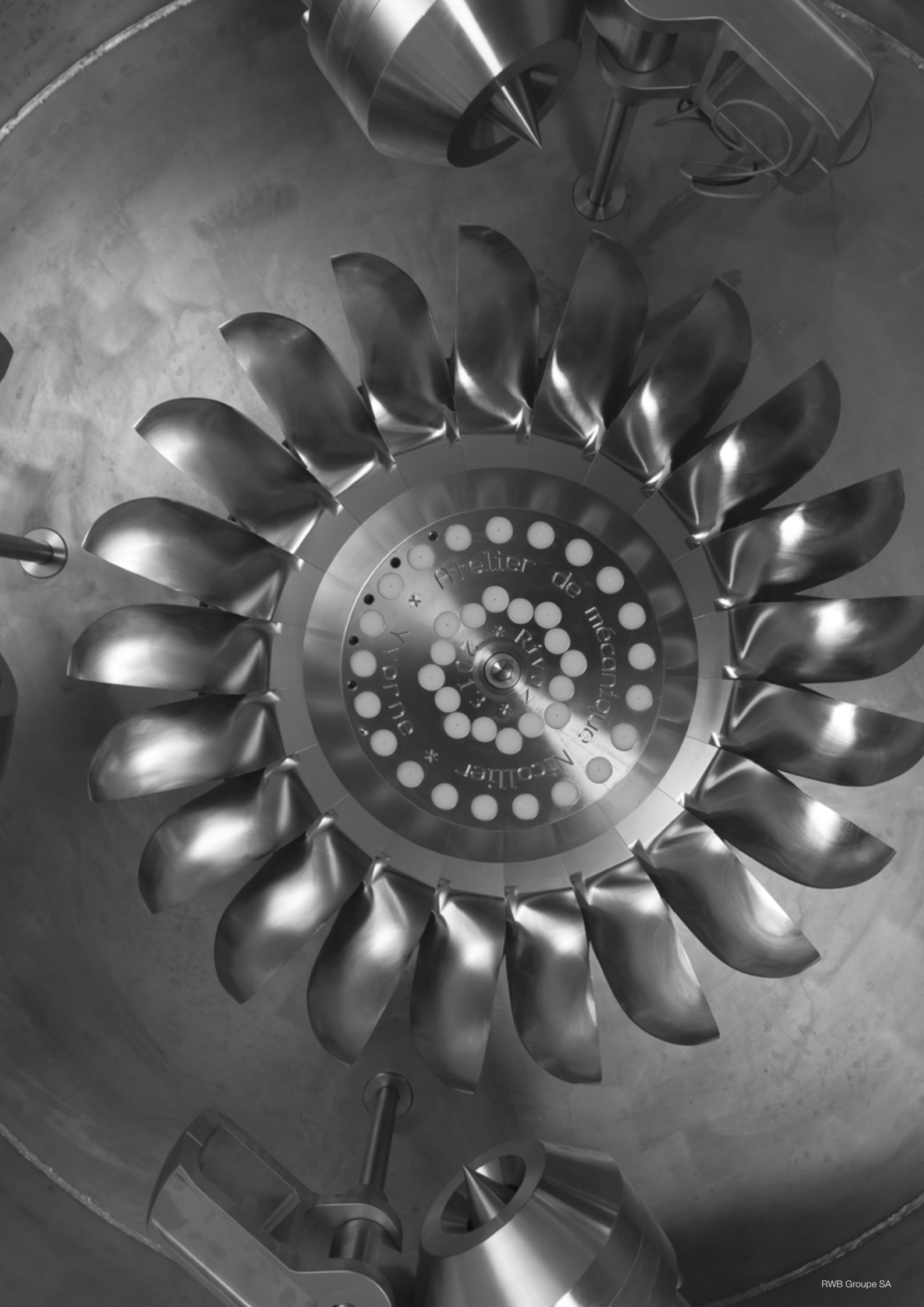
« Notre société se préoccupe tout particulièrement de contribuer au développement de ces énergies vertes et alternatives. Nous voulons participer de plus en plus à ce type de projets. » Des préoccupations écologiques qui ne sont pas qu'un argument commercial pour Vogel Pompes SA. L'entreprise a en effet équipé l'an dernier le toit de son siège social de 680 panneaux solaires photovoltaïques. « C'est un vrai état d'esprit. »



Vogel Pompes SA

🏠 1963
📍 17
✉ Prés-Bersot 23, 2087 Cornaux
☎ +41 32 758 72 72 🌐 +41 32 758 72 90
@ info@vogelpompes.ch 🌐 www.vogelpompes.ch





CleantechAlps, votre interlocuteur privilégié pour toutes les questions ayant trait aux technologies propres.





CleantechAlps, au service des entreprises et instituts

CleantechAlps, la plateforme thématique dédiée aux technologies propres en Suisse occidentale, a été lancée à l'initiative des sept cantons de Suisse occidentale. Elle est soutenue par le Secrétariat d'Etat à l'économie (seco).

Les missions de CleantechAlps sont les suivantes :

- Assurer la notoriété et promouvoir la Suisse occidentale comme pôle européen en matière de technologies propres.
- Faciliter l'introduction des acteurs cleantech sur les marchés internationaux.
- Développer les synergies entre les acteurs régionaux et nationaux dans les cleantech.

CleantechAlps est le véritable moteur intercantonal du développement des technologies propres et agit comme un facilitateur à l'interface des mondes économique, académique, financier et politique. Dans ce cadre, CleantechAlps est l'interlocuteur privilégié pour la coordination en Suisse occidentale des initiatives nationales telles que la plate-forme export « Cleantech Switzerland » ou le Masterplan Cleantech de la Confédération.

Rejoignez CleantechAlps

Les entreprises et instituts de Suisse occidentale qui souhaitent rejoindre CleantechAlps et ainsi bénéficier d'une visibilité intéressante peuvent le faire en adressant un simple e-mail (inscription gratuite) à l'adresse suivante :



Notre partenaire pour l'export
www.cleantech-switzerland.com
info@cleantech-switzerland.com



CleantechAlps est membre fondateur du SWP
www.swisswaterpartnership.ch
info@swisswaterpartnership.ch

ETUDES THÉMATIQUES



Demandez nos études thématiques :

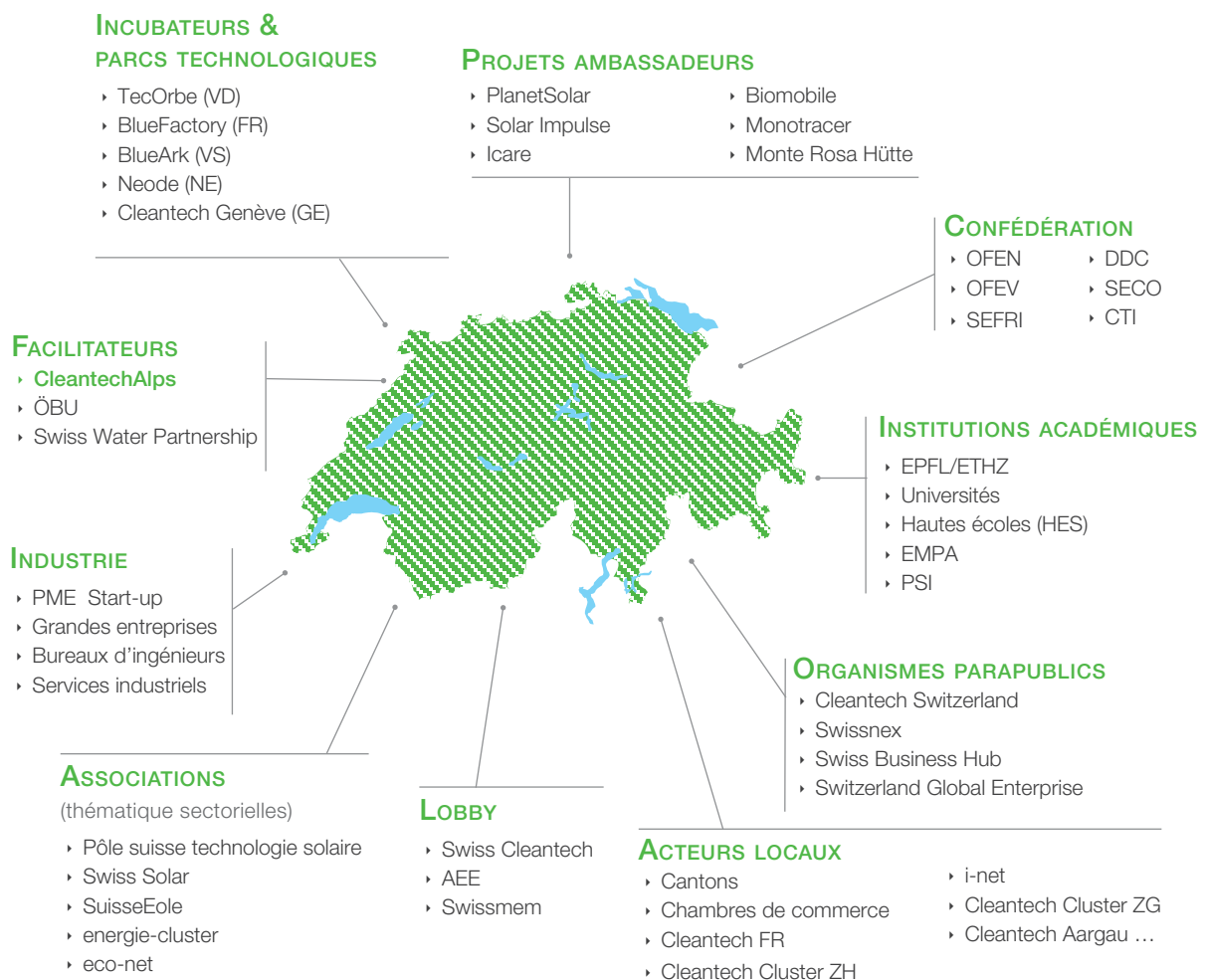
- « Pour mieux comprendre les cleantech en Suisse occidentale »
- « Le traitement de l'eau en Suisse occidentale : panorama des technologies et enjeux »
- « La valorisation des déchets en Suisse : un modèle à partager » **nouveau**

Disponibles à l'adresse www.cleantech-alps.com/etude



Ecosystème cleantech en Suisse : qui fait quoi ?

L'écosystème suisse du domaine des cleantech est en pleine phase de consolidation. Le schéma ci-dessous présente les principaux acteurs en présence et donne une certaine clarté sur le « qui fait quoi ». Une chose est sûre : tous les organismes ont un rôle complémentaire à jouer dans la transition énergétique en marche en Suisse. Ce schéma permet également de souligner le rôle important des facilitateurs comme CleantechAlps.



Références

1. Voir www.conventiondesmaires.eu/index_fr.html pour davantage d'information
 2. Ces chiffres sont basés sur des évaluations faites par les cantons en se basant sur les projets qui ont demandé la rétribution à prix coûtant (RPC).
 3. Téléchargement sous www.apere.org/doc/Shapes_guide_hydro.pdf
 4. Document disponible sur demande à info@blueark.ch
 5. A consulter sur : <http://infoscience.epfl.ch/record/176337?ln=en>
 6. www.vs.ch/Press/DS_3/CP-2011-07-07-18821/de/01-StrategieWasserkraft_07-07-2011_DE.pdf (en allemand)
 7. www.gr.be.ch/etc/designs/gr/media/cdwsbinaryDOKU-MENTE.acq/9c868895e7774f8792030c4061d2b91f-332/1/PDF/2010.9657-Beilage-D-35340.pdf (en allemand)
 8. www.wa21.ch (en français et en allemand)
 9. Par exemple, dans le canton de Berne et pour une nouvelle PCH à Lauterbrunnen, les BKW et Axpo se sont fait concurrence (TagesAnzeiger, Die Grossen reissen sich um Kleinkraftwerke, 03.04.2012).
 10. www.streammap.esha.be/6.0.html
 11. Michel de Vivo, Secrétaire général de ICOLD, Session 16, Conférence HYDRO 2011. Prague.
 12. Jeune Afrique, n° 2684, 17 au 23 Juin 2012, pages 84.
 13. Session 26, Conférence HYDRO 2011. Prague.
 14. Nicolas Crettenand, Septembre 2007
 15. Une thèse doctorale à UC Berkeley traite actuellement, entre autres, les outils SIG pour évaluer des potentiels : www.linkedin.com/pub/marc-muller/5/aa9/655
 16. Chinese Renewables Status Report, Ren21 (Renewables Energy Policy Network)
- AFRICA PROGRESS PANEL (2009)**
Kick-Starting Africa's Carbon Markets. The potential for programmatic CDM: Africa Progress Panel.
- ANDAROUDI, M. and SCHLEISS, A. (2005)** Standardization of civil engineering works of small high-head hydropower plants and development of an optimization tool. Communication 26. ISSN 1661-1179. Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH), Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland.
- CRETTENAND, N. (2012)**
« The facilitation of mini and small hydropower in Switzerland: shaping the institutional framework. With a particular focus on storage and pumped-storage schemes ». Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Thesis N° 5356. <http://infoscience.epfl.ch/record/176337?ln=en>.
- DURSUN, B. and GOKCOL, C. (2011)**
« The role of hydroelectric power and contribution of small hydropower plants for sustainable development in Turkey », Renewable Energy, 36 (4): 1227-1235.
- ESHA (2011)**
Current status of Small Hydropower development in the EU-27. Stream Map Project: European Small Hydropower Association (ESHA), Intelligent Energy Europe, Brussels, Belgium.
- INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROPOWER AND DAMS (2000)**
«World Atlas», International Journal of Hydropower and Dams. Aquamedia Publications.
- LEUTWILER, H., BÖLLI, M., et al. (2011)**
Handbuch Kleinwasserkraftwerke. Informationen für Planung, Bau und Betrieb: Swiss Federal Office of Energy, Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications DETEC, Switzerland.
- MARTINOT, E., SAWIN, J. L., et al. (2009)**
«Renewables Global Status Report - Update 2009», REN21.
- MHYLAB and ESHA (2010)**
Energy recovery in existing infrastructures with small hydropower plants. Multipurpose schemes - Overview and examples: European Small Hydropower Association (ESHA), Brussels, Belgium.
- MURAT SIRIN, S. and EGE, A. (2012)**
«Overcoming problems in Turkey's renewable energy policy: How can EU contribute?», Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16 (7): 4917-4926.
- PELIKAN, B. (2004)**
«Contradictions between the Water Framework Directive and the RES-electricity Directive», ESHA.
- PLATFORM WATER MANAGEMENT IN THE ALPS (2011)**
Situation Report on Hydropower Generation in the Alpine Region focusing on Small Hydropower. Alpine Convention.
- REN21 (2012)**
Renewables 2012 Global Status Report. Paris, France: REN21 Secretariat.
- ROLLAND, S. (2011)**
Small hydropower potential and development. HYDRO 2011. Prague, Czech Republic.
- SHAPES, MHYLAB, et al. (2010)**
Work package 2: SHP Research and Development activities within the European Union and associated states: Small Hydro Action for the Promotion of Efficient Solutions (SHAPES).
- SOVACOOOL, B. K. (2008)**
«Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power: A critical survey», Energy Policy, 36 (8): 2950-2963.
- SFOE (2012)**
Wasserkraftpotenzial der Schweiz. Swiss Federal Office of Energy, Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications DETEC, Switzerland.



En partenariat avec :



Impressum

Texte

CleantechAlps
Elodie Maître-Arnaud, Inédit Publications (portraits)

Photographie

Photoval
Entreprises
CleantechAlps

Graphisme & infographies

CleantechAlps

Publication

Edition 2014 © CleantechAlps
Tous droits réservés. Reproduction interdite sauf accord de CleantechAlps.



CleantechAlps

Western Switzerland Cleantech Cluster

✉ c/o CimArk, Rte du Rawyl 47, CH - 1950 Sion

☎ +41 27 606 88 60

📠 +41 27 606 88 69

@ info@cleantech-alps.com

🌐 www.cleantech-alps.com

Retrouvez-nous sur les réseaux sociaux

