



Projet

Cycles de travail des accumulateurs à air comprimé



Les centrales à accumulateur d'air comprimé sont des alternatives efficaces pour le stockage d'électricité

Le courant produit à partir de sources d'énergie renouvelables peut être stocké sous forme d'air comprimé. Une équipe de recherche de la Haute école spécialisée du Tessin (SUPSI) a simulé une telle centrale à accumulateur d'air comprimé grâce à un modèle informatique et a évalué son efficacité, son coût et sa conception optimale. Les résultats obtenus constituent une étape essentielle vers la concrétisation de telles installations en Suisse.



Accumulateur d'air comprimé dans les Alpes : site pilote servant à tester le stockage de l'électricité issue de sources d'énergie renouvelables. *Source* : ALACAES





En un coup d'œil

- Parce que l'offre d'électricité issue de sources renouvelables varie selon la météo et la saison, des technologies permettant son stockage sont impérativement nécessaires.
- La capacité des centrales de pompage-turbinage qui stockent actuellement de l'électricité en Suisse ne sera pas suffisante.
- Comme le montre ce projet, les accumulateurs d'air comprimé avec récupération de chaleur seraient un bon complément des centrales de pompage-turbinage. Ces installations affichent actuellement une efficacité théorique de 75 %.

En 2050, 20 % des besoins d'électricité de Suisse doivent être couverts par l'énergie solaire. Cependant, selon la météo et la saison, l'électricité solaire est disponible en quantité plus ou moins importante. C'est pourquoi, il est important de pouvoir stocker l'électricité efficacement et en grande quantité. À cet effet, la Suisse dispose avant tout de centrales de pompage-turbinage. Les capacités de stockage de ces dernières ne seront toutefois pas suffisantes si de plus en plus d'électricité est produite à partir de sources d'énergie renouvelables. En outre, l'aménagement des lacs de retenue nécessaires à la création de nouvelles centrales de pompage-turbinage aurait un impact considérable sur la nature et l'environnement.

Le stockage d'électricité dans des accumulateurs d'air comprimé pourrait offrir une alternative. Ici, l'excédent momentané de courant sert à entraîner des compresseurs pour comprimer l'air dans une cavité rocheuse étanche. Cet air comprimé peut ensuite être réutilisé pour entraîner des turbines et générer à nouveau de l'électricité en fonction des besoins.



Stocker de la chaleur de compression

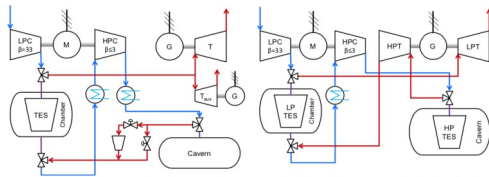
La compression de l'air lors du chargement d'un tel accumulateur génère de la chaleur dite de compression. Sur les accumulateurs d'air comprimé déjà existants, à Huntorf (Allemagne) et à McIntosh (États-Unis), celle-ci est encore inutilisée. Dans ce type d'installations, l'air doit en outre être réchauffé durant la phase de déstockage car, lors de son expansion, il refroidit et pourrait donc générer du givre au niveau des turbines. Il serait ainsi plus efficace de stocker aussi la chaleur de compression, afin de l'utiliser ultérieurement pour réchauffer l'air comprimé avant qu'il n'entraîne les turbines.

Une équipe de projet formée autour de Maurizio Barbato de la « Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana » a étudié comment une centrale à accumulateur d'air comprimé pourrait être complétée d'un accumulateur de chaleur et quelle en serait l'efficacité. Avec l'aide du « Technology Assessment Group » de l'Institut Paul Scherrer, les chercheuses et chercheurs ont, en outre, calculé les coûts d'une telle centrale.

À partir d'un modèle informatique, l'équipe de recherche a simulé une centrale à accumulateur d'air comprimé avec l'ensemble de ses composants : compresseurs, caverne d'air comprimé, buses de compensation de pression, accumulateur de chaleur et turbines. Les propriétés de ces composants, à savoir la capacité des accumulateurs ou la puissance des turbines, ont été déterminées avec précision par l'équipe de recherche, qui a comparé deux schémas de conception différents.

Différents schémas de conception

Un premier schéma de conception prévoyait un seul et unique accumulateur de chaleur dans une chambre de compression spéciale. La simulation informatique a révélé que cette conception présentait un problème : durant le déstockage de l'accumulateur d'air comprimé, la différence de pression entre la caverne et l'accumulateur de chaleur doit être compensée au moyen d'une buse. Ce processus nécessitant plusieurs heures rendait l'installation inefficace. C'est pourquoi, pour la suite de leurs analyses, les scientifiques ont opté pour un second schéma de conception comprenant deux accumulateurs thermiques, dont l'un se trouve à l'intérieur de la caverne. Les analyses ont démontré que cette configuration ne nécessitait aucun délai d'attente pour la compensation de pression et que la température et la pression dans l'accumulateur thermique varient moins fortement durant les cycles de charge et de décharge, ce qui représente un atout pour l'exploitation de l'installation.



Welcher Aufbauplan eines Druckluftspeicherkraftwerks effizienter ist, haben Forschende im Computermodell untersucht : Mit einem (links) oder zwei (rechts) Wärmespeichern. Wissenschaftlicher Abschlussbericht

Sur la base de ce second schéma de conception, M. Barbato et son équipe ont ensuite étudié le comportement de l'installation dans le cadre d'une exploitation à long terme. Pour ce faire, ils ont simulé 200 cycles de charge et de décharge sur une durée de 85 jours. Les chercheurs et chercheuses ont par ailleurs simulé des variations sur le réseau électrique, telles qu'elles sont susceptibles de se produire dans la réalité au fil d'une semaine. La centrale électrique à accumulateur d'air comprimé simulée devait en outre réinjecter l'électricité stockée avec une puissance de 100 mégawatts. La simulation a fourni des valeurs chiffrées pour les variations de température et de pression dans les accumulateurs de

chaleur et dans la caverne. Ces valeurs sont utiles pour mieux planifier à l'avenir la structure et l'exploitation d'une centrale à accumulateur d'air comprimé.



Haute efficacité

Les chercheuses et chercheurs ont en outre pu calculer l'efficacité globale d'une installation pilote d'accumulateur d'air comprimé avec récupération de chaleur, qui a été aménagée dans une galerie rocheuse dans le Tessin, dans le cadre du projet conjoint. Pour ce faire, ils ont chiffré l'énergie libérée par les turbines et exploitée par les compresseurs : selon ces calculs, la centrale à accumulateur modélisée affichait une efficacité de 75 %.

Grâce à leur modèle détaillé, les chercheuses et chercheurs ont pu chiffrer les coûts d'une centrale électrique à accumulateur d'air comprimé pour une durée de fonctionnement de 60 ans en Suisse. Pour cela, ils ont calculé le prix de l'énergie nécessaire pour charger l'accumulateur d'air comprimé avec l'efficacité déterminée pour l'installation et y ont additionné les coûts de construction, d'exploitation et de maintenance. Le coût total du système a ainsi été établi à 139 millions de francs suisses ; les coûts de stockage atteignant quant à eux de 200 à 300 CHF par kilowattheure. L'équipe de recherche a toutefois rappelé que, dans la situation actuelle du marché, le stockage de l'électricité n'est pas rentable. C'est pourquoi, les chercheuses et chercheurs recommandent de subventionner le développement de la technologie de stockage de l'air comprimé. Ainsi, la technologie serait disponible si les énergies renouvelables devaient gagner en importance un jour, ce qui ne manquerait pas de renforcer le rôle et la rentabilité du stockage d'électricité.



Energie

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

Produkte aus diesem Projekt



Energie

Programmes nationaux de recherche 70 et 71

Team & Kontakt

Prof. Maurizio C. Barbato

Istituto di ingegneria meccanica e tecnologie dei materiali
SUPSI

Galleria 2

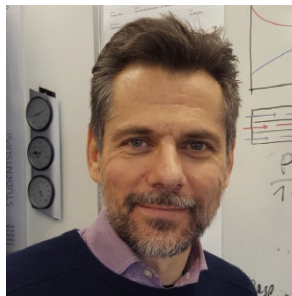
Via Cantonale, 6928 Manno

+4158 666 66 39

maurizio.barbato@supsi.ch



Filippo Contestabile



Maurizio C. Barbato
Projektleiter



Jonathan Roncolato

Le contenu de ce site représente l'état des connaissances au 10.05.2019.