

## Le Projet SMARTWATER

Jusqu'il y a peu, l'intégration dans les réseaux électriques d'une faible quantité de puissance renouvelable décentralisée, et en grande partie intermittente (photovoltaïque, éolien), ne posait pas de problème majeur. Le paradigme « fit-and-forget », c'est-à-dire le raccordement passif de la production décentralisée au réseau électrique, qui a prévalu jusqu'à présent dans un réseau électrique avec une production essentiellement centralisée, évolue progressivement vers une décentralisation partielle de la coordination vers les nœuds du réseau. Aux côtés du renforcement des lignes électriques, de l'interconnexion des réseaux de transport au niveau européen et de la gestion dynamique de la demande, le stockage apparaît comme un élément incontournable d'une solution "SmartGrid". Parmi toutes les solutions de stockage envisagées (batteries, Compressed Air Energy Storage - CAES, volant d'inertie,...), avec 99% de la capacité installée dans le monde, le turbinage-pompage hydraulique (Pump Hydro Energy Storage – PHES) représente certainement une filière très importante de la problématique. Les systèmes PHES sont robustes et utilisent des technologies matures. Ils n'émettent pas de gaz à effet de serre et sont totalement démontables en fin de vie. Le PHES est certainement la plus écologique des approches de stockage.

Le projet R&D SMARTWATER, financé partiellement par la Wallonie par son appel à projets "ENERGINSERE" durant la période Septembre 2014- Février 2018, s'est attelé à étudier la problématique PHES en Wallonie. Il a développé un ensemble d'outils socio-juridiques, économiques, géomécaniques, hydro-géologiques, hydrauliques, hydromécaniques, électromécaniques et de simulation informatique pour l'aide à la décision dans le but de favoriser l'éclosion d'une filière du stockage hydroélectrique en Wallonie. Celle-ci peut prendre deux formes: -soit en exploitant le potentiel du sol de Wallonie; -soit en développant des compétences dans un consortium économique intégré wallon afin que celui-ci puisse proposer une solution globale (bureau d'étude/construction/exploitation) à l'exportation en allant mettre au point des systèmes PHES pour des opérateurs à l'étranger. L'originalité de l'approche SMARTWATER a été d'étudier la capacité de récupérer des sites géologiques spécifiques : -soit des carrières en fin de vie comme bassins de stockage; -soit des cavités souterraines comme réservoir inférieur du système PHES (Système UCES - Underground Cavity Energy Storage) afin de réduire drastiquement, en utilisant des approches innovantes, le coût initial de construction (CAPEX) dont le génie civil est souvent le coût le plus important. Les partenaires en étaient les suivants: Multitel, Ecorem, EngieLab, Engie-Electrabel, Engie-Fabricom, IDETA, ULB-ATM, UCL-CEREM, les départements GELE et GEO de l'UMONS, les départements HECE, HGE et GGI de l'ULg et l'ISSEP

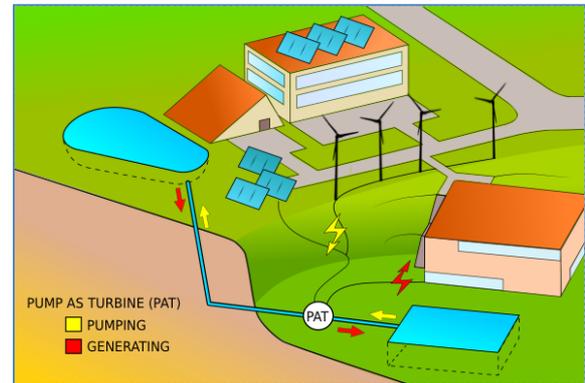
Les grandes retombées de cette étude holistique de la problématique PHES, nous a permis d'apporter les conclusions et infrastructures suivantes :

- Bien que la Wallonie ne possède pas de grands dénivelés comme dans les pays montagneux, le PHES possède néanmoins un certain potentiel dans les activités de régulation du réseaux sur les services auxiliaires. Une cartographie succincte de première analyse du potentiel wallon en nouvelles solutions PHES sur des sites carriers wallons, estime celui-ci à  $E=4896$  MWh ( $P \sim 815$  MW;  $E/P=6$  réparti sur 76 sites), centré principalement sur la région de Liège (39 %) si on considère tous les sites exploitables en PHES et de  $E=823$  MWh ( $P \sim 140$  MW;  $E/P=6$  sur 18 sites), centré principalement sur la région de Hainaut (70 %) si on ne considère que les sites non-actifs, c'est à dire mobilisable rapidement.

- L'exploitation de turbines à vitesse variable et les pompes-turbines réversibles peuvent être utilement considérées pour le PHES de site plus petits, typiquement de l'ordre de quelques MW.
- Les outils d'aide à la décision ont permis d'une part de mettre en évidence l'importance des coûts du système électromécanique dans les coûts d'investissement total (CAPEX) et d'autre part la nécessité de prendre en compte les contraintes dynamiques imposées par les pompes/turbines dans la valorisation du système PHES.
- Concernant les aspects juridiques, législatifs et socio-environnementaux, les deux principaux freins au développement de PHES sur le territoire wallon ont été identifiés : il s'agit de la complexité des procédures et des coûts engendrés par les taxations actuellement en vigueur. Des incitants financiers pourraient néanmoins être envisagés afin de faciliter leur développement. Il a ainsi été montré que la législation en vigueur et les instances de mise en application disposent déjà d'outils performants permettant la maîtrise et le contrôle des impacts environnementaux et sociaux induits par ce type de projet. Cependant, certaines adaptations sont nécessaires pour renforcer ce cadre et l'adapter à certaines caractéristiques spécifiques inhérentes aux PHES (rejets et prise d'eau par exemple).
- Enfin, le projet a mis au point un site de démonstration, d'expérimentation et de tests, situé à Froyennes, mettant en œuvre un système PHES d'une capacité de 17 kWh et intégré dans un réseau autonome comprenant des sources de production photovoltaïque de 22,4kWc et à 4 mini-éoliennes de 4 fois 2,5kW.

## Maquette de démonstration (Negundo Froyennes)

L'installation de *micro smart grid*, illustrée schématiquement sur la figure ci-contre, comprend des sources d'énergies renouvelables différentes pour soutenir la consommation d'énergie à tout moment de la journée. Ce site comprend deux bâtiments connectés, utilisés pour des bureaux ou des salles de conférences. L'énergie est produite par deux groupes de panneaux photovoltaïques et quatre éoliennes tous installés sur le site. Pour stocker l'excédent d'énergie produite en soirée et le week-end, l'installation de *micro PHES* est mise



en route. Le système est équipé d'une pompe aussi utilisée comme une turbine, et exploite l'énergie potentielle stockée dans 625 m<sup>3</sup> d'eau dans un bassin d'orage supérieur. Cette méthode remplace de façon efficace et peu coûteuse les délicates turbines hydroélectriques habituelles.

Le débit d'eau, d'environ 100 kg par seconde, passe à travers la turbine et remplit le réservoir inférieur, construit pour cette application. Pendant les heures d'excès de production des sources renouvelables, l'eau est pompée au réservoir supérieur par la même machine, limitant les coûts, l'entretien et l'encombrement.

Ainsi, sur base des résultats des tests de l'installation, nous pouvons confirmer les bons rendements hydrauliques de la pompe en mode turbine et en mode pompe.

Lorsqu'une pompe tourne en sens contraire, elle agit comme une turbine mais à une vitesse de rotation optimale différente de celle en fonctionnement pompe normal. C'est pourquoi il est important d'utiliser un système de régulation permettant d'obtenir une vitesse différente pour les deux modes.

De plus, cela permettra, durant la phase de turbinage de maintenir une plus grande efficacité, presque constante, indépendamment de la disponibilité de charge. En effet, les niveaux d'eau des deux bassins sont toujours variables et la demande d'énergie de la *micro smart grid* fluctue pendant la journée.

L'impact environnemental de cette solution de stockage est moindre, vu sa nature démontable et l'utilisation de structures déjà ou partiellement existantes. C'est donc dans cette optique qu'on pourrait appliquer le PHES pour équilibrer le réseau électrique à plus grande échelle. Cela permettrait également à petite échelle d'exploiter pleinement plusieurs technologies renouvelables en permettant le stockage de l'excédent d'énergie produite.



---

Une pompe centrifuge permet d'utiliser un bassin d'orage d'eau de pluie afin de générer et d'emmagasiner de l'hydroélectricité.