



La flexibilité un enjeu pour l'avenir

Ghislain Weisrock, référent Europe et système électrique

rencontres
France Hydro Electricité



La flexibilité

- **Besoin d'équilibrer l'arrivée massive d'EnR variables (éolien, PV)**
 - **Tenir la fréquence** : cf. étude FHE Compass Lexecon 2021
 - Énormes investissements 2 à 4 G€/an, pas de modèle économique, rôle clé de l'hydro
 - **Gérer les réseaux de distribution** : tenir la tension
 - Etude FHE avec G2Elab de Grenoble à venir
- **Les vecteurs**
 - **Les services système** :
 - réglage de la fréquence
 - réglage de la tension
 - Les congestions réseau
 - **Le marché**
 - Le spot



Etat des lieux des services système

- **Réglage du réactif**
 - Une imposition de service sans rémunération $\text{tg}\phi = f(U)$
 - Grid code / signal à investissement
- **Réglage de la fréquence** (sur CfD / l'obligation d'achat n'a pas accès à flex)
 - Réserve primaire R1 ?
 - Réponse instantanée du régulateur de vitesse à une variation de fréquence
 - Peu accessible , pb de dynamique
 - Réserve secondaire R2 (téléréglage)
 - Réponse à un signal du dispatching RTE ± 1 x bande de réglage MW
 - Marché d'ajustement
 - Offre en puissance pour rétablir le téléréglage à 0 donc l'équilibre offre-demande



Marché d'ajustement

- Agrégation pour atteindre le seuil fixé à 1 MW
- Pay as bid MWh
- Offre à la baisse possible (~10€/MWh)
- Offre à la hausse si marnage ou sur prix négatifs (~80€/MWh)
- Nécessite une certification, donc essais + simulation + télécommande
- Expérience de petites centrales hydro
 - 2,4 MW Pelton ~ 10 k€/an
- Projet RTE : rémunérer l'assurance d'intervenir

Source :



Réserve secondaire R2

- Signal toutes les 4s, réactivité 2s
- Rémunération à la capacité 150 à 200 k€/MW x an
- + rémunération sur l'énergie :
offre en temps réel pas 15 mn : prix x durée
- Asymétrique : hausse et baisse
 - Potentiel à la baisse hydro couplé avec des batteries pour profondeur x rapidité

Des progrès, peut mieux faire...

Le futur : modulation des petites centrales hydro

- **Besoins pour accueillir les EnR, les véhicules électriques...**
 - Système électrique (RTE) pour tenue de la fréquence
 - Réseau de distribution pour contrôle local de la tension sur la ligne, différer les investissements
- **La flexibilité de l'hydro**
 - Réactif : alternateur, machine asynchrone, condensateurs...
 - Actif : moduler la puissance = moduler le débit = marnage
 - Estimation : 20 cm marnage = 300 MW x 2 heures répétable
 - Lever le principe non fondé de zéro marnage / cf. rôle historique
 - Hybride : batteries, compensateur synchrone
 - Mini STEP : 100 STEP de 10 MW = 1000 MW
 - Répartie sur réseau de distribution : valeur locale + valeur système électrique

Comment dimensionner sa centrale au renouvellement ?

Etude Flex RPD France Hydro Electricité x



- Patronage de **Nourredine Hadjsaid** et son équipe ENSE3
- **Pilotage France Hydro Electricité : Xavier Casiot, Ghislain Weisrock avec Claude Girard**
- G2Elab : une **assistante-ingénieur stagiaire** Lucie Barbeau sous la direction d'un **maître-de-conférence** Jérôme Buire
- Démarches en cours pour associer l'ADEME et ENEDIS

1. Inventorier le potentiel de flexibilité du parc de petite hydro
Puissance active + puissance réactive + solutions hybrides
2. Le point sur futurs besoins du distributeur devenu collecteur EnR + charge rapide véhicules électriques
3. Valeur économique

Mettre la petite hydro au cœur de la décarbonation

Le potentiel : un questionnaire préliminaire

- 4 types de centrales:
 - Fil de l'eau pied de barrage, Fil de l'eau avec dérivation, Haute chute sur prise d'eau, Haute chute avec réservoir
- Caractéristiques des ouvrages hydrauliques
 - Pour estimer le volume de marnage au premier ordre de grandeur
 - Son effet sur puissance et énergie de modulation
 - Affranchi de toute contrainte administrative : marnage, OA...
- Capacité de réactif : diagramme P/Q
- Suréquipement, solutions hybrides, investissements nécessaires

Centrale pied de barrage

Volume de marnage

Largueur
cours d'eau

hauteur
chute

Q
modulé

Centrale avec dérivation

Volume de marnage

Enquête

Modulation du fil de l'eau

Volume 1 marnage

Largueur
cours d'eau

Volume 2 marnage

Largueur
canal

hauteur
chute

Q

Des calculs de baignoire....

Besoin de votre coopération

Questionnaire à compléter

Retour sur le potentiel de votre centrale et visite éventuelle de l'installation à prévoir.

Réponse rapide souhaitée, visio pour questions, confidentialité.

La flexibilité, un enjeu de la petite hydro!

Nous avons besoin du plus grand nombre de réponses,
Merci pour votre concours !



France Hydro Electricité

66 rue la Boétie

75008 Paris

01.56.59.91.24

francehydro@france-hydro-electricite.fr
