

An aerial photograph of a large hydroelectric dam and reservoir. The dam is a long, low concrete structure with a spillway, situated in a deep valley. The reservoir is a large, irregularly shaped body of water that fills the valley. The surrounding landscape is covered in dense green forest. In the background, there are rolling hills and a clear sky.

# Stockage et flexibilité L'hydro atout du futur

HYDRO21 Grenoble 2018  
Ghislain WEISROCK  
France Hydro Electricité

Revin EDF STEP 800 MW

# L'enjeu de la transition énergétique

- Fort accroissement des énergies renouvelables
  - Une place majeure de l'éolien et du PV dans le mix
    - RED II 2030 : 55% EnR-E à partir développement éolien et PV
    - FR PPE 2030 : 20% éolien (35 GW), 10 % PV (40 GW), fermeture du thermique + de qqs nucléaires (50%, 45/58 réacteurs)
  - Besoin de stockage pour équilibre offre- demande
    - Variabilité du vent (semaine), du soleil (jour-nuit)
  - Besoin de flexibilité dynamique pour stabiliser le réseau à 50 Hz
    - Fluctuations à l'échelle de la seconde
- L'hydro outil du futur (10%, 25 GW)
  - Technologie de stockage compétitive : 99% du stockage monde
  - Capacité forte de modulation et de réactivité : lac, éclusée, fil

# Flexibilité journalière -hebdomadaire

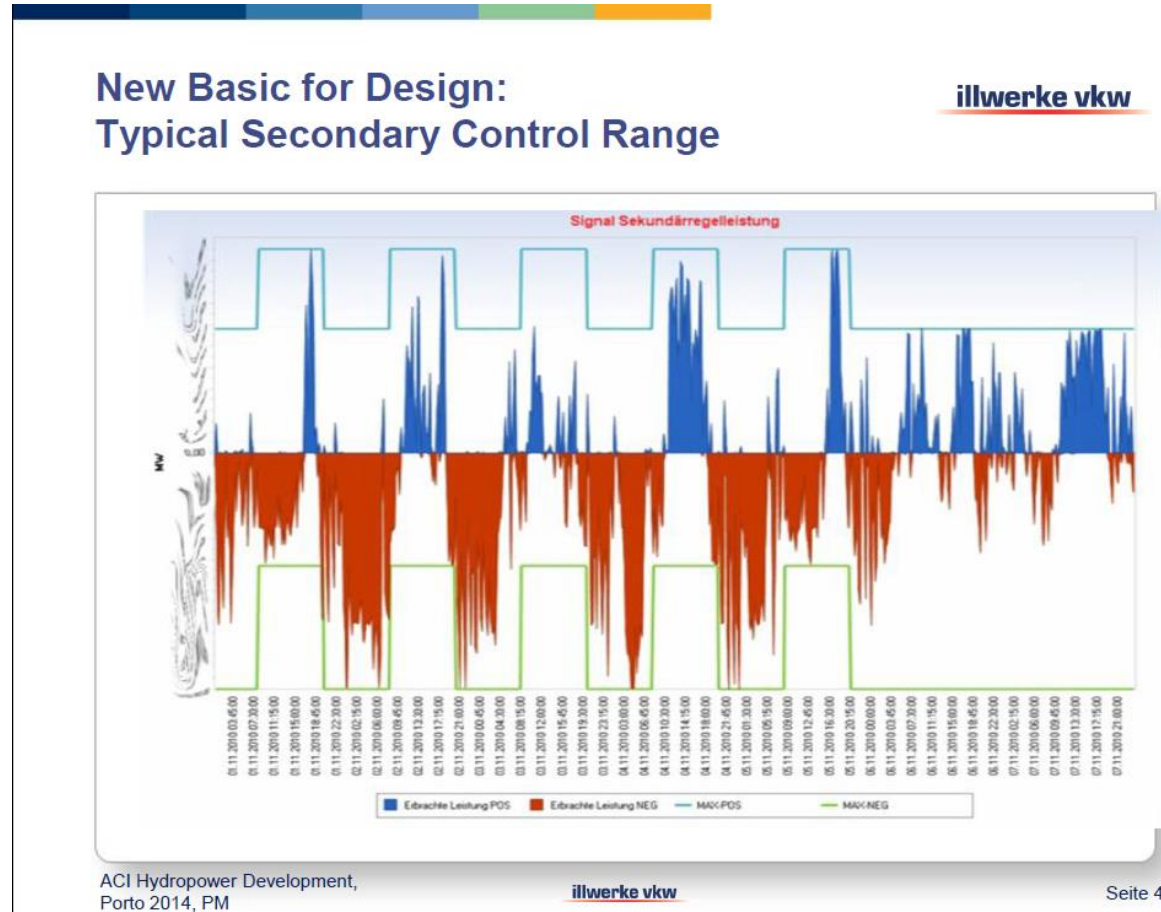
- **Accroissement du besoin de flexibilité**
  - Énergie hebdo déplacée : + 70% due à éolien
  - Gradient horaire maximal : + 20%
  - Énergie journalière déplacée : + 55% due au PV au-delà seuil de part dans mix
  - $P_{\max} - P_{\min}$  journalière : + 50%
- **Les diverses sources de stockage**
  - Stockage amont : combustible, lacs, éclusées
  - Stockage réversible : batteries, STEP, inertie
  - Stockage aval : eau chaude, VE
- **L'hydro principal fournisseur de flexibilité**
  - Après interconnexions : 30% du journalier, 15 % de l'hebdo
    - Importance du nuc principal fournisseur de l'annuel et derrière l'hydro pour jour + hebdo

# Services système (SSY) pour réglage de fréquence

- Equilibrage du système électrique
  - Heures : gestion prévisionnelle / capacités programmées
  - Minutes, secondes : réglage de fréquence / réserves
  - Secondes: inertie / alternateurs oui - onduleurs non
- Besoins en réserve: évolution selon degré d'intégration EU
  - Trilogue en cours sur la directive Market : responsabilité TSO national / centres régionaux EU
  - Malgré accroissement EnR, besoins en réserve EU diminuent si mutualisation
  - Valorisation flexibilité de l'hydro sur marché SSY allemand via plateforme EU de SSY ?
- Ref
  - Etude Artelys –SER sept 2018
  - RTE
    - BP 2017 : scénario Volt 40% EnR 2035
    - Intégration des EnR aux grands systèmes électriques
    - Valorisation socio-économique des réseaux électriques intelligents (sous réserve mise à jour suite à PPE)

# Réglage secondaire en Allemagne

Une journée  
de 2010



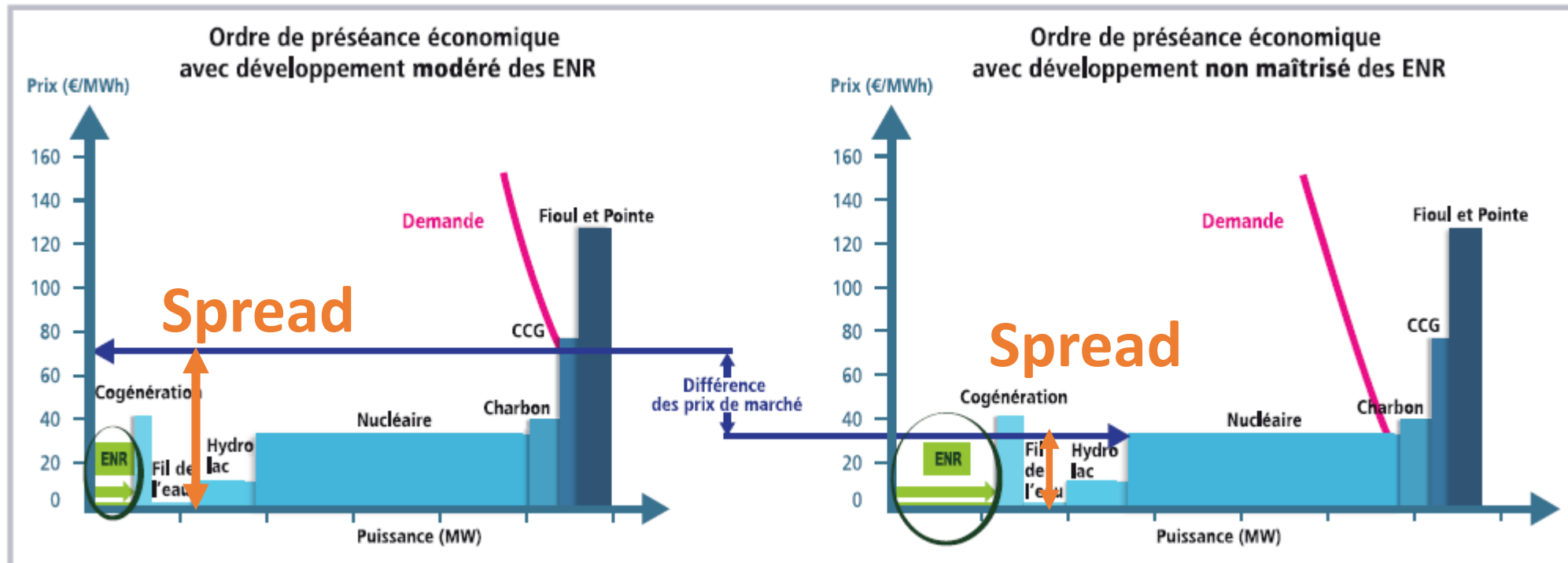
# L'état de la valorisation de la flexibilité

- 3 facteurs de valorisation
  - Transfert d'énergie (marché énergie) : spread = combustible marginal + CO2
  - Garantie de capacité : CRM (mécanisme de capacité)
  - Réglage de fréquence (SSY) : réserves + MA (marché d'ajustement)
- RTE étude REI « valorisation des réseaux électriques intelligents »
  - Etude 2017 sur - 50% de nuc en attente mise à jour PPE
  - En hydro, seules STEP étudiées
    - +1 à +2 GW de STEP
    - Valeur essentiellement sur coût fixes production évités (CRM)
    - Valeur modulation très dépendante du spread
    - Fourniture services système : gisement de niche
  - Quid : suréquipement lacs, gestion des éclusées, valorisation du fil de l'eau ?

# Absence de modèle économique

- Market design + services système EU non pertinents pour le stockage
  - Tous les projets de STEP à l'arrêt
- Ecrasement du spread peak/off peak
  - Structurel : lié à part énergies avec cout de fuel nul (EnR) ou faible (nuc)
- Pertinence du Energy Only Market ? / EnR + nuc = cout de capital
  - Quel prix de marché avec cout de fuel nul (EnR) ou faible (nuc) ?
  - Arbitrage effacement EnR / stockage = arbitrage sur capital
- Réponse CRM si adapté au mix EnR / chauffage électrique (critère sur hiver)
- Services système ne sont plus à la marge
  - Rémunération historique sur perte d'opportunité marché
  - Quid du coût de capital pour garantie de fourniture ?

# Le spread



Source UFE



# Valorisations cachées

- Optimisation portfolio par le stockage et la flexibilité
  - Optimisation couts de production, périmètre d'équilibre
  - Ex: rampes thermiques, lissage des clients, lissage EnR
- Coûts de congestion réseau
  - Ex : étude BDW 2018 (petite hydro DE) sur économie générale par la flexibilité de la petite hydro pour le réseau : 1 G€
  - FR, étude REI : qqs M€ pour le RPT, en attente étude RPD
- Réglementation réseau (Grid Code) / système de rémunération
  - Incitation à l'investissement ?
  - Distorsion de concurrence / capacités diverses de chaque technologie

# Débats EU CEP

- Energy Only Market / CRM
- Intra-day ¼ heure / fenêtre de neutralisation GRT 1 heure
- Modèle marge / modèle réserve
  - Marge FR, UK, SP : obligation offrir le disponible, CCG pour garder flexibilité hydro, merit order bousculé pour congestions...
  - Réserve : plus de réserves ; disponibilité garantie payée
  - Pas de signal à l'investissement
- Pas de temps des écarts de 30mn à 15mn
- Plateforme EU SSY : valorisation montée rapide en puissance de l'hydro ?
  - Forme des produits standards d'équilibrage : a priori trapèze
  - Possibilité pour RTE d'offres rectangle
- Marché du MA pay as clear
  - 100 M€. Favorise FR / DE : + 70 M€

# En attente d'un signal économique de long terme

- Aides d'état ouvertes au stockage
  - Dès lors que complément indispensable des EnR
  - Pas seulement pour innovation
  - Révision du Guide des Aides d'Etat
- Mesurer le service de flexibilité existant de l'hydro
  - STEP, lacs, éclusées, réaction rapide
  - Modèle type REI en BZH « base zéro hydro »
- Prise en compte dans BP des suréquipements potentiels de lacs
- Prise en compte dans BP des éclusées (rapport SER Flexibilité oct 18)
  - Eclusées = capacité de stockage semblable aux batteries
  - Plusieurs GW/ menace DCE
- TURPE : statut de stockeur
  - Suppression double redevance
- Economie du renouvellement des concessions pour nouvelle STEP

# La petite hydro

- Réglage de réactif
  - Ex : compensateur synchrone
- Mini STEP
- Smart petite hydro :
  - agréger par digitalisation la modulation de plusieurs petites hydro / lever le tabou du marnage

Pour

- congestions réseaux, accueil EnR sur RPD
- Participation à équilibrage du système électrique



L'hydro, l'outil du futur !

Merci de votre attention

Ghislain Weisrock  
France Hydro Electricité

Lac Noir – lac Blanc STEP gelée