



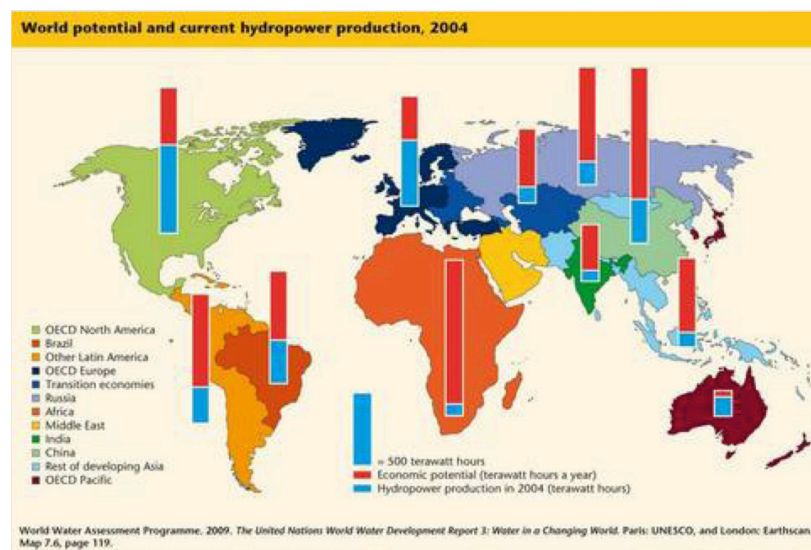
*Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC UVED « Énergies renouvelables ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.*

## *Hydroélectricité : ressources et « mix énergétique »*

**François COLLOMBAT**

*Chargé de mission, Division production hydraulique - EDF*

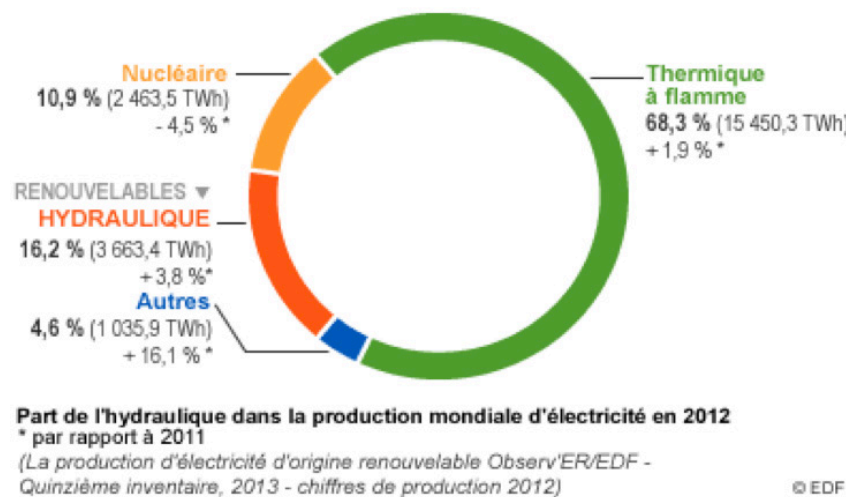
Cette diapositive représente les ressources hydroélectriques mondiales et on peut là, voir, comment les différents pays ou les différentes régions ont exploité cette ressource gratuite et renouvelable.



La hauteur des diagrammes représente le potentiel total hydroélectrique indépendamment de la difficulté à réaliser l'ouvrage, indépendamment du coût de cet ouvrage et indépendamment aussi des caractéristiques environnementales de l'ouvrage qui des fois peuvent faire en sorte que l'ouvrage ne puisse pas être réalisé.

- On voit tout de suite qu'en Australie, par exemple, il y avait très peu de potentiel et que pratiquement tout est équipé donc on peut se dire qu'en Australie on ne fera pas plus d'hydroélectricité.
  - Si on se tourne vers l'Europe ou l'Amérique du Nord, on voit qu'on a fait plus de la moitié du potentiel, là également il sera très difficile de faire plus parce que d'abord économiquement ça sera très peu rentable, ensuite ce sera cher à réaliser, et enfin ça pourrait mettre en péril l'environnement des rivières considérées.
  - En revanche, on s'aperçoit qu'en Amérique du Sud, on a encore de très gros potentiels, en Afrique c'est énorme, en Russie également, en Chine également, en Inde.
- ⇒ Donc vraiment, l'hydroélectricité au niveau mondial est une ressource qu'il va falloir développer au maximum.
- Le problème, c'est que créer un aménagement hydroélectrique, c'est beaucoup plus cher que de faire un simple aménagement thermique et donc il faut que les états en prennent conscience.

La production électrique dans le monde, en fait, à l'heure actuelle, est surtout essentiellement ce qu'on appelle du thermique à flamme, près de 70 %, donc l'effet de serre produit par cette production est importante.



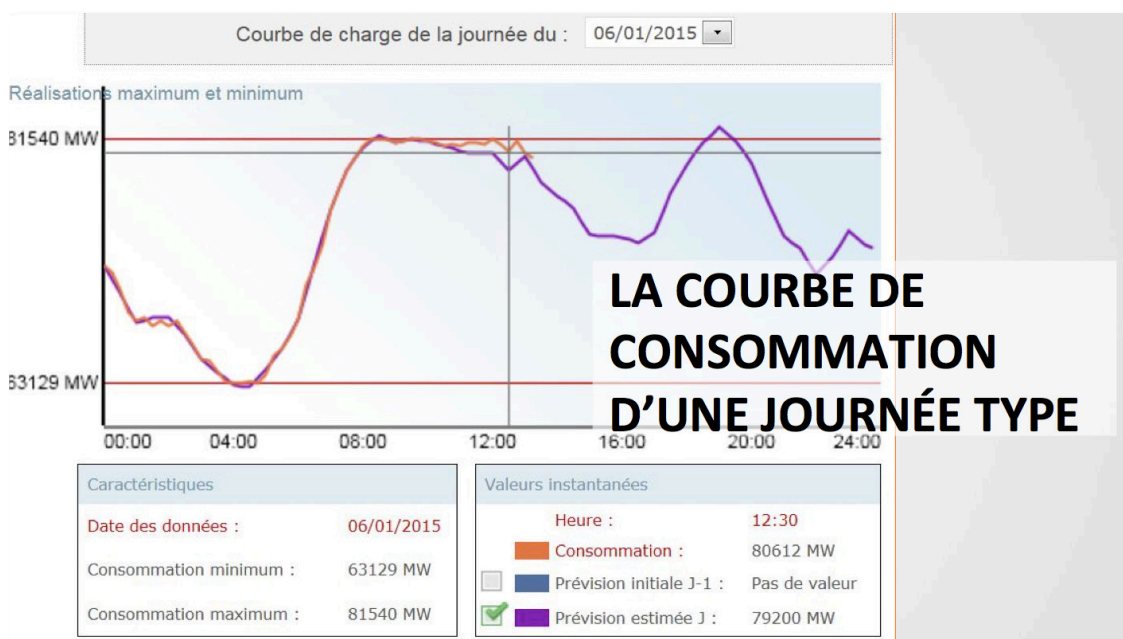
- En regardant le diagramme de gauche, vous vous apercevez que la deuxième production électrique mondiale est réalisée par l'hydraulique.
- Le nucléaire est relativement faible et on voit même que le nucléaire en proportion a diminué ces dernières années.

- L'hydraulique a légèrement augmenté et bien entendu les énergies renouvelables sont en train de monter puisqu'on voit +16 %.
- Mais ce qu'il faut bien retenir, c'est qu'il y a encore du thermique à flamme de façon énorme et c'est bien là-dessus qu'il faudra travailler, en particulier en Chine où pratiquement à l'heure actuelle, chaque mois une centrale thermique est mise en service.
- Le diagramme de droite montre le pourcentage d'hydroélectricité dans la production d'énergie renouvelable mondiale.
- Et alors là, l'hydroélectricité est vraiment le record du monde puisqu'on est à 78 %, l'éolien 12 %, la biomasse, la géothermie et solaire très peu.

On voit que l'hydraulique est importante et qu'en plus, on l'a vu dans le précédent slide, a beaucoup de possibilités au monde.

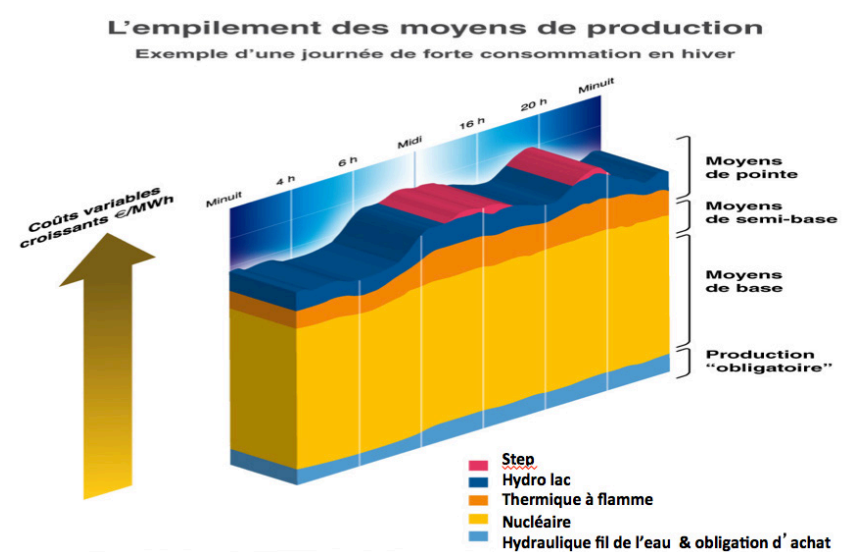
- En France, si on identifie le fonctionnement des centrales pour produire l'électricité, on s'aperçoit qu'on a pratiquement la même part d'énergie renouvelable entre la France et l'Allemagne.
- ⇒ La différence, c'est qu'en France l'énergie renouvelable est surtout faite par de l'hydraulique et qu'en Allemagne, elle est surtout réalisée par la biomasse, l'hydraulique et puis on ne le voit pas encore apparaître ici, mais l'éolien.
- ⇒ La grosse différence, c'est qu'en France on a 75 % environ de nucléaire et qu'en Allemagne on a 75 % environ de charbon, de gaz et un peu de pétrole.

Regardons maintenant la courbe de consommation d'une journée type, j'ai pris par exemple le 6 janvier 2015, il y a très peu de jours. Cette courbe est une courbe en temps réel que vous pouvez d'ailleurs regarder en allant sur le site de RTE, Réseau Transport Electricité de France, c'est sur Internet et elle est mise à jour toutes les 15 minutes.



- C'est très intéressant à regarder, vous voyez qu'en violet vous avez la prévision qui a été estimée la veille, c'est-à-dire le 5 janvier.
- On avait estimé suivant la courbe, vous voyez, que par exemple à 4 heures du matin la consommation minimum serait de l'ordre de 63 000 MW et qu'en revanche, à 19 heures, la consommation maximum serait de 80 000 MW.
- Ce qui est intéressant à regarder, c'est ce qui se passe entre 5 heures du matin et 7 heures du matin. Là vous passez d'environ 65 000 MW à 80 000 MW, il faut trouver 15 000 MW en moins de 3 heures.
- ✓ Il faut bien se souvenir que la consommation doit être égale à la production, que la production doit être égale à la consommation. Donc à tout instant, il faut que la production suive la consommation.
- Bien entendu, on ne peut pas demander aux gens de téléphoner avant d'allumer une lampe ou de démarrer leur cafetière et tout le monde le matin fait ces gestes quotidiens et en même temps l'industrie se met en service.
- ⇒ Donc, c'est l'hydroélectricité qui va répondre à ce qu'on appelle l'effet de pointe.
- Autre particularité sur cette courbe, vous voyez que vers 12h30, au moment où la photo a été prise, il y a un écart entre la production estimée et la consommation prévue.
- ⇒ Cet écart entre la courbe orange et la courbe bleue soit être très rapidement annulé de telle façon à ce que la production revienne sur la consommation et ça aussi c'est l'hydraulique qui le fait.

Alors, comment l'hydraulique le fait ? Et bien voyez sur cette même courbe mais qui a été faite en volume avec ce qu'on appelle l'empilement des moyens de production.

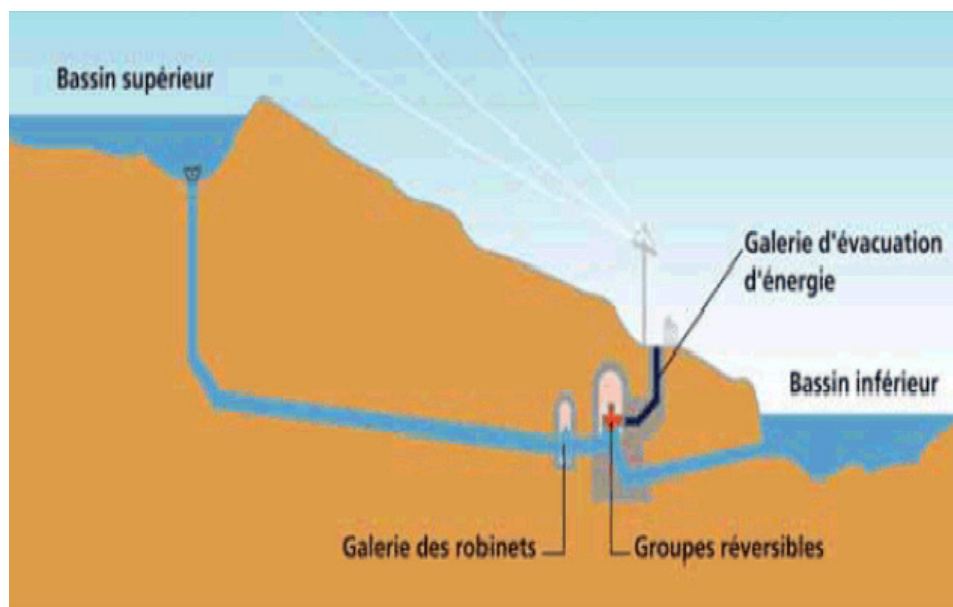


- Sur la partie basse vous avez ce qu'on appelle la production obligatoire, c'est-à-dire l'hydraulique fil de l'eau et aussi toutes les obligations d'achat que l'on a sur, par exemple, l'éolien, le solaire, la biomasse etc.

- ⇒ Vous remarquerez que c'est une valeur assez faible par rapport à l'ensemble de la production nécessaire pour répondre la consommation.
- Ensuite la grosse tranche, vraiment très grosse tranche qui est pratiquement constante, c'est ce qu'on appelle la production moyenne de base et en fait c'est le nucléaire.
- Enfin, une production qui s'appelle moyenne de semi base, qui peut faire un peu de variations mais pas trop, c'est la production thermique.
- ⇒ En France il reste encore environ 5 % de production thermique, soit fioul, soit charbon.
- Et ensuite, la production hydraulique que vous avez en bleu et, vous le savez, on peut faire varier très rapidement les turbines grâce à l'ouverture ou à la fermeture des dispositifs qui alimentent les turbines.
- ⇒ Et c'est grâce à cette production, qu'on appelle la production de pointe, que l'on peut suivre exactement la consommation.

Lorsque vraiment la consommation est en ultra pointe, vous le voyez ici, sur les deux petits volumes rouges, on met en œuvre ce qu'on appelle les STEP (les Stations de Transfert d'Énergie par Pompage).

- Alors la station de transfert d'énergie par pompage est quelque chose de très particulier parce qu'en fait, elle utilise la technologie de la production hydraulique mais sans avoir besoin d'un cours d'eau naturel.



- ⇒ Vous avez l'exemple ici de la centrale de Revin, qui est située dans les Ardennes, elle a 800 MW de puissance, c'est-à-dire l'équivalent pratiquement d'une tranche nucléaire et il n'y a pratiquement pas d'eau naturelle.
- En fait on a réalisé deux bassins, le bassin dit « supérieur », que vous avez sur le côté gauche, le bassin inférieur.

- Vous avez en couple le système de cette centrale, sous la montagne on a créé une caverne dans laquelle on a mis les pompes qui sont d'ailleurs des pompes et des turbines.
- Lorsque le besoin d'électricité est faible sur le réseau, on prend l'eau du bassin inférieur et on va la monter dans le bassin supérieur et lorsqu'on aura un besoin important d'énergie, on fera passer l'eau du bassin supérieur vers le bassin inférieur ce qui permettra de produire de l'électricité.
- ⇒ Et ça, on pourra le répéter autant de fois que l'on veut en faisant en sorte, bien entendu, que l'on puisse remonter l'eau du bassin inférieur pendant les périodes creuses de consommation.