



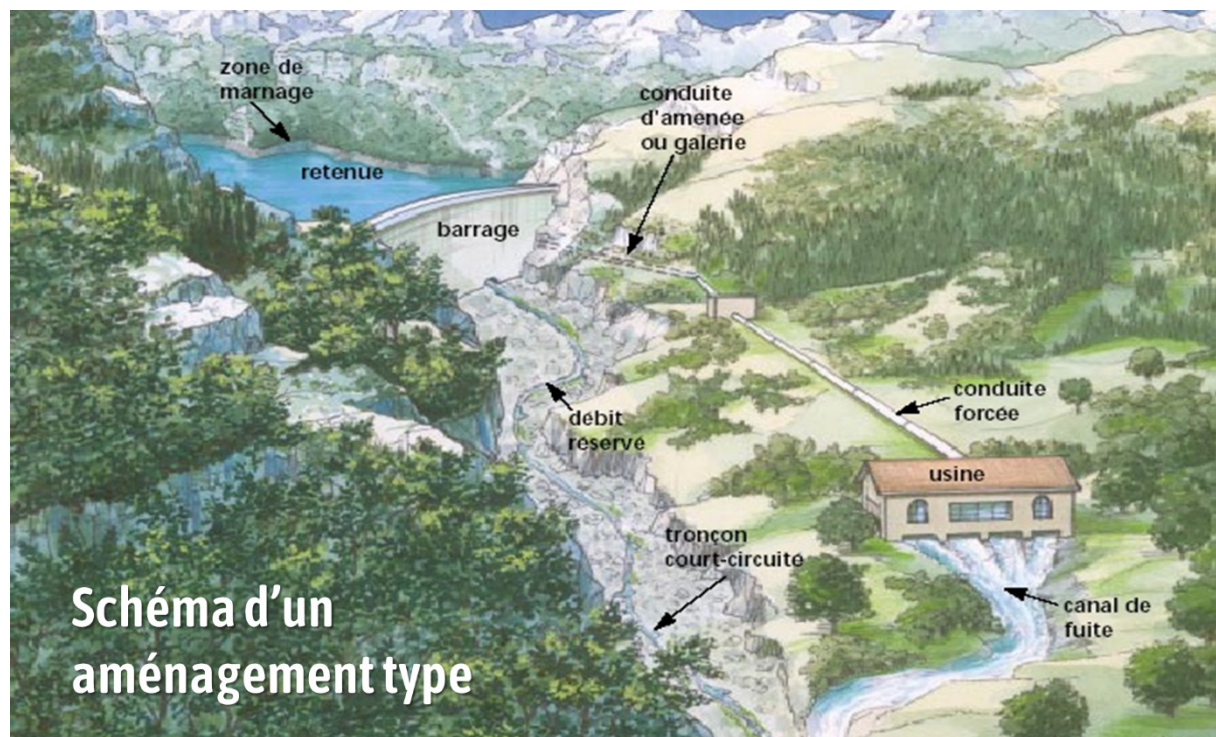
Ce document est la transcription révisée, chapitrée et illustrée d'une vidéo du MOOC UVED « Énergies renouvelables ». Ce n'est pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots et l'articulation des idées sont propres à l'intervention orale de l'auteur.

Éléments constitutifs d'un aménagement hydraulique

François COLLOMBAT

Chargé de mission, Division production hydraulique - EDF

Le schéma ci-dessous représente un aménagement type d'une installation hydroélectrique. Nous allons le détailler en partant en haut à gauche jusqu'en bas à droite.



1. Structure générale

La première chose que l'on voit, c'est le barrage bien entendu, c'est l'élément essentiel de l'aménagement hydraulique. Le barrage est en travers de la rivière et crée une retenue, c'est-à-dire un lac et on voit aussi ce qu'on appelle la zone de marnage, c'est-à-dire la variation du niveau de cette retenue en fonction des différents modes de fonctionnement de la turbine.

L'eau est ensuite dérivée par ce qu'on appelle une conduite d'aménée. Cette conduite d'aménée qui peut être aussi une galerie d'aménée dans le terrain, elle-même prolongée par une conduite forcée. La conduite forcée amène l'eau jusque dans la centrale. A l'intérieur de la centrale, nous avons les turbines. Lorsque l'eau sort des turbines, elle part grâce à un canal de fuite vers la rivière et on restitue l'eau à la rivière de façon naturelle. Entre le barrage et la confluence avec le canal de fuite, on a un secteur de la rivière très particulier que l'on appelle le tronçon court-circuité. La part très importante de ce tronçon, c'est qu'il doit en permanence couler à un débit réservé. C'est le débit qui est nécessaire à la vie aquatique, à la vie piscicole et même à l'alimentation des nappes environnantes. Ce qui est très important, c'est que le barrage doit comporter des ouvrages de restitution du débit lorsque l'usine est à l'arrêt et que la retenue est pleine ou lorsque le débit qui rentre dans la retenue est supérieur au débit d'équipement de l'usine.

2. Le barrage

Si on décompose un peu plus près ces différents matériels, le premier est le barrage. Comme son nom l'indique, il barre la rivière. On peut avoir de très petits barrages, par exemple la prise d'eau de l'usine de Joucou. On voit que c'est un mur qui ne fait même pas 2 mètres de haut mais tout de suite, en rive droite de la rivière, c'est-à-dire sur la partie gauche de la photo, on imagine une galerie qui part sous la montagne et qui va aller alimenter plus loin la centrale. À l'inverse, le barrage de la Girotte, qui est en Savoie, est très important, il a une retenue importante et il est constitué de multi voûtes. La plupart des barrages en France sont des barrages en béton avec des techniques assez différentes. Vous avez par exemple celle du béton compact roulé. En fait, c'est simplement un mur construit par tranches successives de béton compacté et c'est le poids du mur qui s'oppose à la poussée de l'eau.

Complètement à l'inverse, vous avez ce qu'on appelle les barrages voûtes. Celui que vous avez au centre de l'écran, c'est le barrage de Sainte-Croix, c'est un barrage qui est très mince relativement mais l'effort exercé par la poussée de l'eau sur le barrage est retransmis sur les rochers de part et d'autre et en fait c'est l'accrochage béton-rochers qui fait la résistance à l'eau. Cette théorie de la voûte peut être mise en œuvre aussi en faisant de multi voûtes qui reposent non plus sur le rocher mais sur des plots et c'est ce que l'on voit par exemple sur le barrage le barrage de Migouélou, dans les Hautes-Pyrénées, où la retenue d'eau est réalisée grâce à ces différentes petites voûtes. On peut également faire des barrages poids-voûtes, c'est-à-dire faire l'alliance à la fois du barrage poids que l'on a vu en haut et du barrage voûte.

Vous avez en partie basse un barrage sur la Dordogne, qui par son poids s'oppose à l'eau mais en même temps la poussée de l'eau est répercutée sur les flancs de la vallée. Lorsque

l'on est en rivière, en particulier pour les aménagements de basses chutes, comme sur le Rhône ou sur le Rhin, on construit des plots dans la rivière et on relie chaque plot par une vanne, qui est fermée en temps normal et qui s'ouvre si besoin lorsque les débits sont importants. Un autre type de barrage est les barrages remblais. Ce sont des barrages poids qui s'opposent à la poussée de l'eau et qui sont réalisés la plupart du temps avec des matériaux étanches. Le matériau étanche est soit un noyau étanche en argile au centre du barrage, soit une membrane étanche qui est revêtue à l'amont du barrage. Vous avez par exemple le barrage le plus important de France, même le volume le plus important d'Europe, c'est le barrage de Serre-Ponçon dans les Hautes-Alpes.

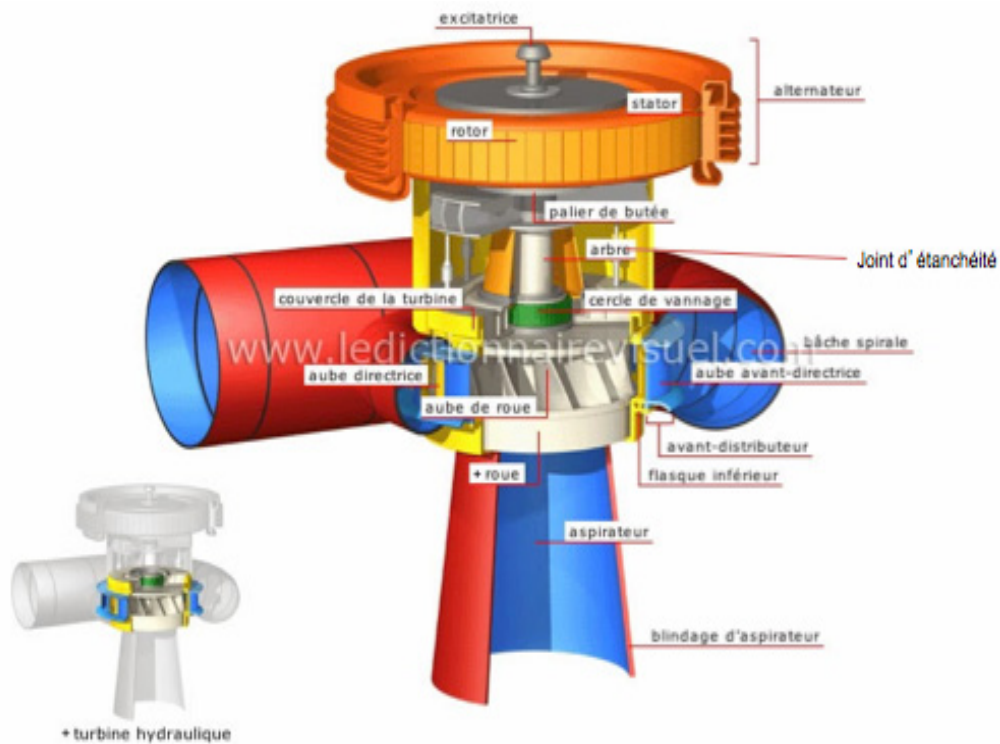
3. Conduit d'amenée et conduite forcée

Après ce barrage, nous avons vu qu'il y avait un conduit d'amenée. Le conduit d'amenée ça peut être une galerie, vous le voyez en haut à droite, c'est donc une galerie qui est carrément dans la montagne, soit si le terrain est très bon comme du granit, directement sur une galerie brute, sinon ce qu'on appelle une galerie revêtue, c'est-à-dire qu'après avoir foré on fait l'ensemble de la galerie revêtue en béton. Après la galerie se trouve la conduite forcée, qui est la plupart du temps en acier. À l'heure actuelle, on utilise de plus en plus des conduites en matériau synthétique pour des hauteurs de chute de l'ordre de 100 mètres au maximum.

4. Turbine

Le cœur de l'aménagement hydroélectrique est la turbine. En fonction de la hauteur de chute, on a des turbines complètement différentes. Si on est sur des aménagements de hautes chutes, on a des turbines Pelton. Ce sont des turbines qui tournent dans l'air et qui sont actionnées uniquement par l'action du jet d'eau qui vient les frapper. La turbine est à l'intérieur d'un capotage, de telle façon que l'eau ne soit pas envoyée dans tous les sens mais ce qu'il faut bien retenir, c'est que c'est une action, c'est une poussée d'eau sur la turbine, un peu comme les moulins que l'on faisait lorsqu'on était enfant.

À l'inverse, pour les chutes moyennes, nous avons ce que l'on appelle la turbine Francis. Ce sont des turbines entièrement noyées. La turbine étant entièrement noyée, le fonctionnement est totalement différent, c'est ce qu'on appelle un fonctionnement à réaction. C'est la pression de l'eau qui vient s'exercer sur des pales orientées qui forme un couple moteur sur l'arbre de la turbine. Pour les centrales de très basses chutes ou de basses chutes, on a ce qu'on appelle des turbines Kaplan. En fait ce sont des turbines Francis qui n'ont plus que quatre ou cinq pales. La particularité c'est que ces pales sont orientables et en fonction du débit, on peut faire manœuvrer la pale un peu comme des pales d'hélicoptère de telle façon à avoir le rendement maximum.



Vous avez ci-dessus la coupe d'un groupe hydraulique. On voit le tuyau d'amenée - c'est une turbine Francis -, on voit le tuyau d'amenée d'eau autour de la turbine, ensuite on voit l'arbre de la turbine qui entraîne l'alternateur, le rotor de l'alternateur, le rotor lui-même produit un champ magnétique qui excite le stator et donc la sortie d'alternateur. On imagine l'eau qui rentre sur le côté gauche, qui fait le tour de la turbine et qui descend ensuite dans le terme que l'on appelle aspirateur.