



*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.*

## *La turbine VLH : un nouveau concept*

**Jacques FONKENELL**

*Directeur technique – MJ2 Technologies*

La turbine VLH est un nouveau groupe, un nouveau type de groupe générateur et dont le brevet initial a été déposé en 2004.

VLH ce sont les initiales des mots anglais *Very Low Head* qui veut dire très basse chute et donc c'est une machine qui a été destinée à l'équipement de basses chutes d'eau.

⇒ Par basses chutes d'eau on entend disons des chutes inférieures à 4 mètres.

Ce concept de machine, à quoi il est dû ? Il est destiné à permettre l'équipement de seuils existants qui constituent un des derniers marchés disponibles pour développer les énergies renouvelables d'origine hydraulique dans les pays développés.

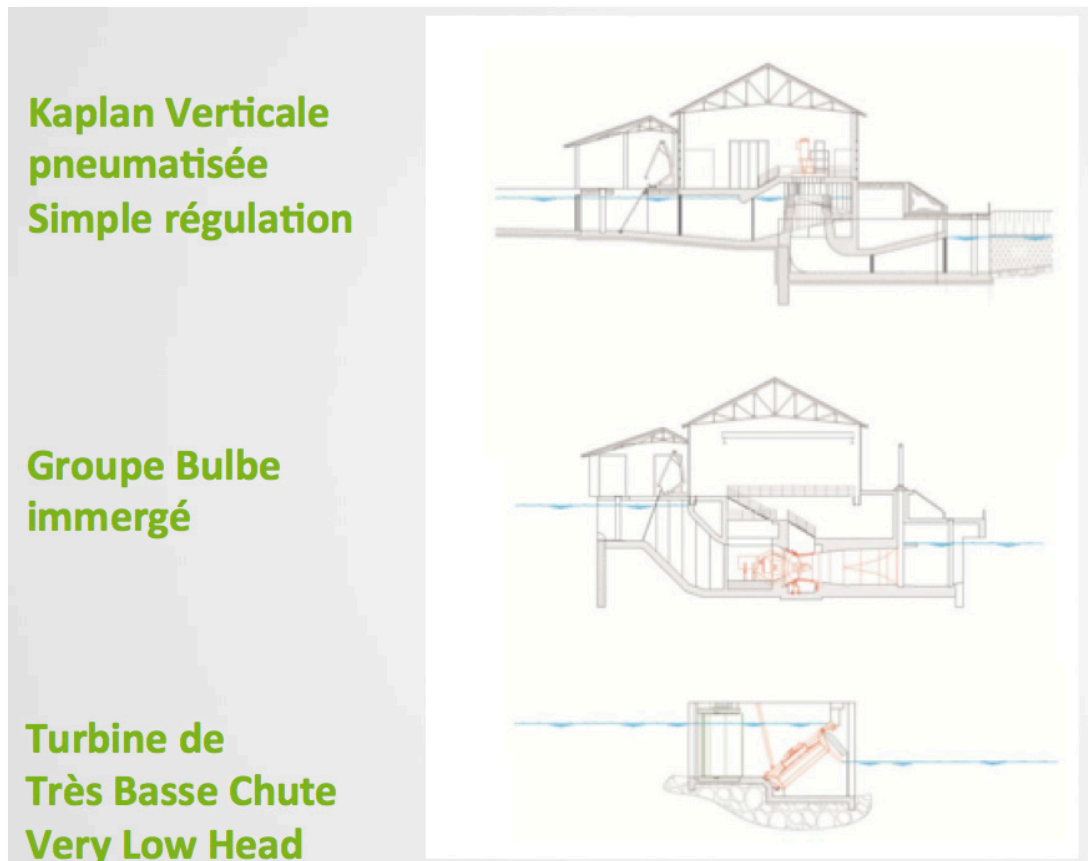
➤ En Europe et en Amérique du Nord, ce sont donc des seuils qui ont été construits au siècle dernier, voire au siècle précédent le siècle dernier, qui existent et qui ont été utilisés dans des anciennes industries comme les papeteries ou les tanneries et qui aujourd'hui sont plus ou moins à l'abandon.

➤ Donc l'idée de la VLH, ça a été de construire une nouvelle machine qui permet d'optimiser le coût global de l'installation.

⇒ Parce que qui dit basse chute, dit faible puissance et donc des productions relativement modestes.

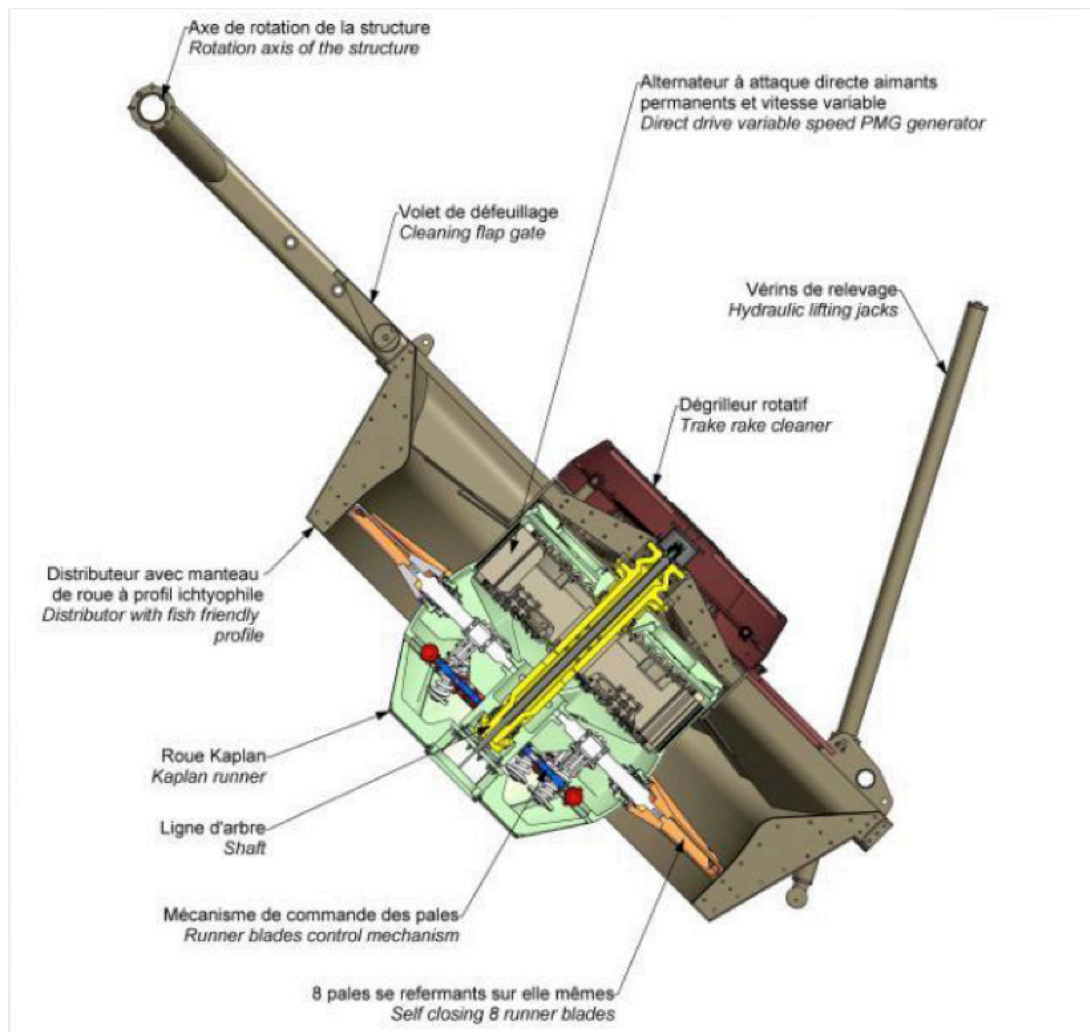
⇒ Et donc de rechercher un coût global : turbine plus génie civil optimisés autant que faire se peut.

- Par ailleurs, on a cherché dans la machine, dans le turbogénérateur VLH à intégrer toutes les fonctions d'une centrale, y compris la protection par les grilles, le système de nettoyage des grilles, qui en fait un bloc complet qui intègre les fonctions d'une centrale globale traditionnelle.
- Sur la diapositive que vous avez maintenant sous les yeux, on compare les trois solutions connues aujourd'hui pour équiper ces basses chutes.



- ⇒ Ces trois schémas ont été faits avec la même hauteur de chute et pour le même débit d'équipement.
- Le premier croquis dans la partie supérieure, c'est la solution traditionnelle de la turbine Kaplan, pour laquelle on a fait des équipements disons avant la Deuxième guerre mondiale.
- Après la Deuxième guerre mondiale, on voit une solution évolutive de la turbine Kaplan mais le cœur de machine reste le même : c'est toujours une roue avec des pales mobiles, ce sont des groupes bulbes.
- On a gagné un peu sur les superstructures mais l'ensemble de la centrale reste relativement important et vous avez (je précise, toujours à la même échelle, pour les mêmes puissances), en bas le croquis qui vous montre les VLH, la turbine VLH elle-même avec la structure de génie civil qui y est associée.

- On voit clairement que les structures des VLH sont nettement plus petites qu'une solution classique, les économies sont de l'ordre de 50 à 70 % sur le génie civil.
- ⇒ Ce qui fait que malgré un coût de turbine plus important parce que le diamètre de roue de la VLH est plus important qu'une solution classique, le coût global, lui, est inférieur.
- On voit sur cette autre diapositive comment est construite la turbine VLH, on voit bien le concept de blocs qui intègrent l'ensemble des fonctions d'une centrale.



- ⇒ La partie rotative - qui est en vert pâle -, tourne autour d'un stator de générateur qui est placé à l'intérieur de ce qu'on peut appeler aussi un bulbe.
- ⇒ On voit coloré en orange les pales de la machine.
- ⇒ L'eau s'écoule depuis la droite vers la gauche du croquis.
- ⇒ Et on voit également que ce bloc est articulé dans sa partie supérieure, il dispose de vérins de relevage et on peut donc l'extraire complètement de l'eau.
- Les niveaux d'eau ne sont pas représentés mais le niveau amont dans la partie droite arrive à fleur du volet de défeuillage.

- ⇒ Cette machine est donc totalement noyée, elle est sous l'eau et ça apporte des avantages assez intéressants sur le plan de l'environnement puisque l'impact visuel est tout à fait réduit (on verra des exemples toute à l'heure), et également, l'impact sonore puisque cette machine est en prise directe sur son alternateur, il n'y a pas de système de multiplication de vitesse qui sont toujours bruyants et cela permet donc d'assurer un maximum de possibilités d'insertion dans des sites sensibles, par exemple à proximité d'habitations.
- La machine est également caractérisée par une roue de très grand diamètre puisque les diamètres de roues s'échelonnent de 3 m 15 à 5 m et ce grand diamètre a apporté un avantage très différent par rapport aux machines traditionnelles.
- ⇒ C'est-à-dire que la vitesse de traversée de l'eau dans la machine est beaucoup plus faible et cela a permis de diminuer l'impact de cette machine vis-à-vis de la faune piscicole (mais on abordera ce problème en détails toute à l'heure).

Voilà un exemple d'installation :

- Sur la partie gauche, en haut, vous voyez la machine avec son distributeur qui est à moitié ouvert. On voit très bien les pales de cette machine.
- Sur la partie droite on voit la machine sans eau, donc elle est dans un conduit qui est fait simplement par deux murs et un radier de béton.
- Et les deux photos de la partie inférieure vous montrent la machine en eau.
- ⇒ Alors depuis l'aval, sur la partie de gauche, on voit les deux turbines et depuis l'amont sur la partie de droite, là, la machine est complètement noyée sous l'eau.

Vous voyez un bâtiment, c'est un ancien bâtiment qui est à côté des deux machines.

- ⇒ Ce bâtiment contient les équipements électriques, le contrôle commande et les systèmes d'évacuation de l'énergie.

Voici maintenant l'atelier dans lequel sont construites les turbines VLH. Il est situé dans le village de la Cavalerie sur le causse du Larzac, à proximité de la ville de Millau.

- Donc cet atelier est équipé avec des ponts roulants assez importants puisqu'on a à faire à des grosses machines.
- ⇒ Les plus grosses machines, qui font 5 mètres de diamètre, pèsent plus de 30 tonnes.
- L'atelier maintenant a une capacité de l'ordre d'une vingtaine à vingt-cinq machines par an.
- Il y a 30 personnes qui y travaillent.



Et c'est le moment de parler des caractéristiques, de la gamme des VLH.

- Donc ces machines sont prévues pour des chutes, je l'ai dit toute à l'heure, de l'ordre d'un maximum de 4 mètres avec un marché cible entre 2 et 3 mètres.
- Les débits s'échelonnent de 10 à 30m<sup>3</sup>/s suivant la taille des machines ;
- Et les puissances sont de 100 à 500 kW, ce qui permet l'équipement de petites centrales hydroélectriques.

Maintenant, nous allons parler des conséquences, des caractéristiques typiques de la VLH, c'est-à-dire :

- grand diamètre de roue ;
- faible vitesse de rotation ;
- et faible vitesse de l'eau quand elle passe au travers de la roue de la turbine.

⇒ Ce qui a conduit à s'interroger sur l'impact de ces machines sur les poissons.

Cette machine, on l'a appelé ichtyophile, ichtyophile ça veut dire « ami des poissons », parce qu'elle a été l'objet d'un grand nombre de tests qui ont été faits en relation avec les services officiels de la pêche français, l'ONEMA.

- Ces tests ont consisté à faire passer au travers de la machine un certain nombre d'espèces et tout particulièrement des anguilles - puisqu'il y a un problème actuellement en France avec le stock d'anguilles -.
  - Et dans le cadre de la dévalaison de ces poissons et de ces anguilles, on a testé l'impact de la traversée dans la turbine.
- ⇒ Et vous voyez sur la photo de droite les systèmes d'injections qui ont permis de forcer le poisson pour traverser la machine.
- ⇒ Là, on voit sur la photo, la machine est sans eau, on voit les deux tubes d'injections et dans ces tubes on a fait passer par exemple des anguilles de plus d'un mètre de longueur et les essais se sont déroulés sur plusieurs années avec des truites, des saumons, des truites de mer etc.
- Le résultat de tous ces tests, et bien c'est un agrément de l'ONEMA pour décrire la machine VLH comme étant vraiment réellement ichtyophile et l'autorisant à être installée sans grille de protection à l'amont, ce qui n'est pas le cas des autres types de turbine où si on veut protéger la dévalaison et empêcher la traversée dans la roue de la turbine, on est obligés de mettre des grilles avec des barreaux très faiblement espacés, avec des contraintes assez importantes au niveau de l'exploitation car ces grilles sont de véritables filtres et elles ont une tendance forte au colmatage.

Voici maintenant un exemple, un autre exemple d'installation.

- Là, il s'agit des premiers équipements des turbines VLH. D'ailleurs certainement la première commande commerciale de cette turbine et ce site, c'est le site de La Roche.
- Il fait partie d'une chaîne de seize sites sur la rivière Mayenne, qui sont exploités par la société SHEMA, qui est la filiale d'EDF qui est responsable des petites centrales hydroélectriques du groupe EDF.
- Ces seize sites comportaient d'anciennes turbines qui avaient été installées dans les années 1960.
- ⇒ C'était des turbines bulbe d'ailleurs comme celles qu'on a vues au début de l'exposé.
- Et donc ces sites ont servi de prototypes commerciaux pour installer ces machines.
- ⇒ Donc seize machines ont été installées et vous voyez sur la partie droite, la photo supérieure, on voit le seuil du barrage et on voit l'aval de la turbine avec une lame d'eau déversante sur la machine.
- ⇒ Donc la machine est quasiment invisible, elle est sous l'eau, elle est bien évidemment totalement inaudible et dans la partie gauche, on voit une espèce de bâti en maçonnerie, c'était le bâti des roues de l'ancien moulin et ce local a servi à installer les armoires électriques, le système de contrôle commandes et les systèmes d'évacuation de l'énergie.
- En bas, on a des photos qui ont permis de voir un travail architectural sur le bâtiment du moulin lui-même.

La turbine VLH est donc une machine nouvelle, qui répond à des besoins nouveaux, elle a devant elle un avenir certain.

Soixante-dix machines VLH ont actuellement été commandées. Il y en plus de quarante qui sont en fonctionnement et aujourd'hui s'ouvre maintenant le marché de l'exportation pour ces machines.

- ⇒ Alors l'exportation à courte distance puisque des sites sont maintenant fonctionnels dans les pays limitrophes, en Italie, en Allemagne, en Belgique par exemple mais nous avons également maintenant des commandes de ces machines - elles sont en cours de construction -, pour la Croatie et également en Amérique du Nord pour le Canada.