

MICROCENTRALES HYDRAULIQUES en PAYS BASQUE

De leur FAISABILITE

Beaucoup de ces énergies, dites renouvelables, peuvent s'exploiter en Pays Basque. On peut citer :

- Les éoliennes.- À l'inverse de la NAVARRE Espagnole, les vents, en Pays Basque, ne sont ni réguliers, ni soutenus. Néanmoins, une éolienne – de petite puissance – peut apporter du confort à des habitations isolées ou, encore, assurer le remplissage des abreuvoirs dans les estives.

- L'énergie solaire photovoltaïque.- Les cellules photovoltaïques ont été fortement améliorées ces dernières années. Les cellules classiques ont vu leur rendement s'améliorer et leur coût diminuer. De nouvelles cellules, moins fragiles et moins chères, ont vu le jour mais leur rendement laisse encore à désirer. Actuellement l'investissement à faire reste très important et la rentabilité d'une installation de production électrique par cellules photovoltaïques n'est possible que parce que le prix d'achat du KWh par EDF, déjà surestimé, bénéficie aussi d'une surprime. L'étude de la faisabilité de telles installations exige une compétence certaine. Néanmoins, l'énergie solaire photovoltaïque peut, elle aussi, s'envisager pour apporter de la lumière et du confort dans les écarts ou dans les estives.

- L'énergie solaire thermique – à savoir la production d'eau chaude sanitaire ou encore l'apport de calories solaires au primaire d'une pompe à chaleur (baptisé trop souvent et improprement de géothermie).- Il s'agit là de techniques parfaitement au point tendant, non à la production, mais aux économies d'énergie. Pour la fabrication d'eau chaude au moyen de capteurs solaires, grâce à des déductions fiscales, l'investissement à faire est à la portée de beaucoup et nul n'en conteste plus la rentabilité.

L'installation au primaire d'une pompe à chaleur d'une circulation d'eau dans une tuyauterie enterrée à faible profondeur dans un terrain assez grand et bien insolé, a souvent été réalisé, toujours avec succès, même en altitude. Elle permet de réduire de 3 à 1 environ le coût de la consommation électrique d'une installation de chauffage. Sa rentabilité est certaine, mais le premier investissement à envisager, notamment l'achat de la pompe à chaleur et le chauffage par le sol, pratiquement inévitable, est très coûteux. De plus, elle s'accompagne de contraintes sévères en ce qui concerne le terrain équipé : pas d'arbres, pas de végétation à racines profondes, pas de façon agricole si ce n'est superficiel.

- la biomasse – émanation elle aussi du solaire (Cf. annexe n° 1).- Si l'on veut maîtriser les gaz à effets de serre, il faut non seulement reboiser, autant que faire se peut, il faut aussi bien entretenir et exploiter rationnellement les forêts existantes. Les granulés et les plaquettes provenant de cette exploitation, voire même les bûches, peuvent se brûler en chaudière. Une licence canadienne récente permet aussi d'en faire un engrais pour l'agriculture.

- l'énergie hydraulique, que nous devons également au soleil.- Par suite de son sol souvent imperméable et grâce à un régime hydrologique particulièrement favorable, le Pays Basque possède de nombreux cours d'eau, ni flottables, ni navigables, exploitables pour ce faire. Un état précis de ceux-ci a été fait au début du 20^{ème} siècle. 3.000 « tournants », un même site pouvant, il est vrai, en exploiter 2 voire 3, y sont répertoriés. Ces moulins ne se consacraient pas tous, tant s'en faut, à la meunerie. Leurs roues pouvaient actionner, outre des meules, des fouloirs, des scies, de petits ateliers de mécanique.

Peu de ces sites sont, encore, en exploitation. Un petit nombre seulement se sont équipés de turbines et d'alternateurs et débitent dans le réseau général électrique français. Un certain nombre ont été transformés en gîtes ruraux, quelques-uns se sont équipés pour produire, eux-mêmes, leur électricité.

Il semblerait qu'il existe encore nombre de sites que l'on pourrait :

- soit aménager,
- soit remettre en état,
- soit revaloriser par un équipement mieux adapté ou plus performant.

Pour ce faire, il semble important d'aider les propriétaires de ces sites à étudier la faisabilité d'une microcentrale ce qui amènerait certains d'entre eux à envisager des investissements de bonne rentabilité. Ce qui suit, constitue une suggestion en ce sens.

Réglementation des cours d'eau notamment en Pyrénées Atlantiques.-

Le Pays Basque et le Béarn hébergent plus de 3000 Km de torrents, de « nives » ou de « gaves », sans compter la partie domaniale de l'Adour et de ses principaux affluents. Par exemple : le gave de Pau, le gave d'Oléron, le gave d'Ossau, le gave d'Aspe, le gave de Lourdios, le gave de Mauléon ou Saison, le Vert, la Nive, le Laurhibar, la Nive de Béhérobie, la Nive d'Arneguy, la Nive de Baïgorry ou des Aldudes, le Bastan et la Nivelles.

Dans ce qui suit, nous ne parlerons que de ces cours d'eau, **non domaniaux** – jadis dits « **non navigables et non flottables** ». Ils sont tous, piscicolement, classés en 1^{ère} catégorie « salmonidés », la législation française incluant systématiquement en 1^{ère} catégorie tous les affluents d'une rivière de cette catégorie. De ce fait, toute installation, interrompant le cours d'eau tel un barrage ou un vannage, doit être assortie d'une « **passerelle à poissons** ». Les dérivations n'ont pas, évidemment, cette obligation.

Si la « **montaison** » des poissons migrateurs, notamment les saumons, ne pose aucun problème grâce aux passes à poissons - elle se situe en été pour les plus jeunes saumons, en automne pour les adultes et en hiver pour les seniors – il n'en est pas de même de « **l'avalaison** ». D'aucuns accusent les turbines de tuer nombre de poissons. En fait, il faut ne rien exagérer. Pour les « **smots** » (jeunes saumons) l'avalaison commence en avril et se poursuit en mai et juin, donc, pour une part, en période d'étiage, durant laquelle pour des raisons de rentabilité, beaucoup de centrales sont à l'arrêt. De plus, certaines turbines, nous le verrons, autorisent sans dommage conséquent le passage des poissons et sont dites, pour cela, « **ichtyophiles** ». D'aucuns – mais ceux ne sont pas des exploitants de chute – préconisent aussi de placer devant les turbines des grilles assez fines pour arrêter les migrateurs de taille suffisante. Outre leur efficacité relative, de telles grilles obligent à « dégriller » plus souvent. De surcroît, en se colmatant par temps de crue, elles interrompent l'alimentation des turbines. C qui, dans l'un et l'autre cas, pénalise la rentabilité de l'installation hydroélectrique.

Si les cours d'eau non domaniaux sont bien régis par le droit privé, les ayants droit ne sont propriétaires que des berges et du lit. L'eau continue de participer du domaine public. Les barrages et vannages établis sur un tel cours d'eau sont, aussi, une propriété privée, mais, s'il s'agit d'une installation nouvelle, ou si leur autorisation a été renouvelée, ils doivent pouvoir se traverser ou se contourner (à l'exception des centrales construites avant 1919 et dont la puissance n'excède pas 150 KW).

Un « **droit d'eau** » est attribué à un barrage ou une dérivation. Il peut être vendu avec le moulin ou l'usine. Mais il ne peut se reporter sur un barrage ou une prise d'eau venant remplacer ceux auxquels il était lié.

Dans le cas d'une dérivation, le droit d'eau ne peut être satisfait qu'autant que le débit restant est suffisant pour garantir « la conservation et la diversité du milieu aquatique ».

En vérité, la législation française des cours d'eau est particulièrement complexe. Chaque cas doit donc faire l'objet d'un examen attentif. Le document annexé à la présente note permet de s'en convaincre.

Caractérisation des centrales hydrauliques.-

En appelant :

- Q** le débit du cours d'eau en m³/s
H la hauteur de chute possible en m
r le rendement global de l'installation de l'ordre de 70 % en première approximation ; avec du matériel moderne il s'agit d'un minimum
P la puissance résultante
K un coefficient prenant en compte l'unité de puissance retenue :

$$P = K \times r \times Q \times H$$

$$\text{Avec } K = 9,807 \text{ si } P \text{ en KW}$$

$$K = 13,333 \text{ si } P \text{ en CV}$$

D'où la formule simplifiée :

$$P \text{ en KW} = 7 \times Q \times H$$

De manière plus détaillée et en KW :

- | | |
|--|--------------------------------|
| - la puissance potentielle de la chute | $P_p = 9,81 \times Q \times H$ |
| - la puissance sur l'arbre de la turbine (r = 85%) | $P_t = 8,34 \times Q \times H$ |
| - la puissance à la sortie du multiplicateur (r = 95%) | $P_a = 7,92 \times Q \times H$ |
| - la puissance à la sortie de l'alternateur (r = 90%) | $P = 7,13 \times Q \times H$ |

I.- De l'appellation des centrales.-

Réglementairement, on parle de **PCH** (petite centrale hydroélectrique) à savoir :

- | | | | | |
|-----------------|----|--|----|----------------------------|
| - nanocentrale | si | $P < 2 \text{ KW}$ | ou | $Q \times H < 0,29$ |
| - picocentrale | si | $2 \text{ KW} < P < 20 \text{ KW}$ | ou | $0,29 < Q \times H < 2,86$ |
| - microcentrale | si | $20 \text{ KW} < P < 500 \text{ KW}$ | ou | $2,86 < Q \times H < 71,4$ |
| - minicentrale | si | $500 \text{ KW} < P < 4500 \text{ KW}$ | ou | $71,4 < Q \times H < 643$ |

Les hauteurs de chute, en Pays Basque, étant le plus souvent de quelques mètres, il est probable que l'on ne dépassera pas le stade de la microcentrale. De ce fait, l'aménagement de la chute n'est subordonné qu'à la présentation d'une notice d'impact et à une autorisation préfectorale, comme pour les nano et les picocentrales, alors que pour une minicentrale, c'est une véritable étude d'impact qu'il faut produire.

II.- Des débits.-

Le débit **Q** utilisable est le débit **Q₀** du cours d'eau au droit de la prise d'eau, diminué du débit réservé **d** et, le cas échéant – très grosses eaux – du débit excédentaire que la turbine ne peut absorber. Le débit réservé **d** est, généralement (il est fixé par l'administration), le dixième du débit moyen annuel du cours d'eau à l'endroit prévu pour la chute.

Pour connaître ce débit **Q** il faut donc évaluer le débit **Q₀** du cours d'eau. Ce débit est très variable dans le temps. Néanmoins, pratiquement tous les cours d'eau du pays basque ont des régimes assez semblables. Les hautes eaux s'observent toujours de décembre à avril, mais avec un maximum variable. Les étiages vont de juin à septembre avec des minima toujours situés en août (Cf. annexe n° 2). Un tel régime est très avantageux ainsi qu'il sera précisé plus loin.

Pour disposer de statistiques correctes du débit **Q₀** plusieurs années sont nécessaires. On peut, cependant, se limiter à une seule année d'observations, en corrélant les débits constatés avec ceux d'une station de jaugeage participant du même bassin versant. On doit, également, corrélérer les hauteurs de pluie. Bien qu'assortie d'une approximation, inévitable mais petite, cette méthode permet de dresser et la courbe des débits classés en année moyenne et cette même courbe pour l'année statistiquement la plus sèche. Ces courbes sont indispensables pour déterminer la puissance à installer, la rentabilité moyenne de l'installation et le manque à gagner possible en année particulièrement sèche. Il faut veiller à ce que le sol du bassin versant servant de référence et celui du bassin versant à l'amont de la prise d'eau projetée aient un pourcentage comparable de terrains imperméables.

III.- De la hauteur de chute.-

En toute rigueur, ce n'est pas la différence entre les cotes du plan d'eau amont et celui du plan d'eau aval que l'on doit prendre en compte, mais la différence de charge hydraulique, évaluée par la formule de BERNOUILLI, entre ces deux points.

$$H = z + h + p/w + V^2/2g$$

H étant	la charge, généralement exprimée en m
z	la cote du fond à la verticale du point considéré
h	la distance verticale entre ce point et le fond
p	la pression hydrostatique au droit du point considéré
w	le poids spécifique du liquide
V	la vitesse du fluide au droit du point
g	l'accélération de la pesanteur

On vérifie sans peine que les 4 termes du polynôme ont pour dimension la longueur.

Si, à l'amont comme à l'aval, on choisit un point à la surface de l'eau, **p** est dans tous les cas égal à la pression atmosphérique et n'intervient plus dans la différence.

Au droit de la prise d'eau, la vitesse de l'eau étant faible, on peut négliger le terme V^2/g . Et **z + h** peut être assimiler à la cote de la crête du déversoir.

A l'aval, h varie en fonction du débit, et ce d'autant plus que le canal de fuite est plus étroit. De plus $V^2/2g$ peut ne plus être négligeable. Ces corrections, toutes deux négatives, sont d'autant plus importantes que Q est plus grand.

Et c'est pourquoi, en relevant le régime du cours d'eau, il faut déterminer comment fonctionnera le canal de fuite.

Il faut, aussi, défalquer de la différence de charge entre l'amont et l'aval les pertes de charge diverses, notamment dans le canal d'amenée et dans la grille qui protège l'entrée de la turbine.

Un réaménagement de la prise d'eau ou du canal de fuite peut permettre d'augmenter légèrement la hauteur H , Encore faut-il que cette modification soit véritablement rentable.

IV.- Du choix de la turbine.-

Pour une même hauteur de chute, le rendement d'une turbine est fonction du débit et varie en fonction du ratio Débit vrai/Débit nominal, ce débit nominal correspondant au ratio 1 et au rendement maximal.

Suivant le type de turbine, cette courbe présente diverses allures. Par exemple, pour les turbines les plus utilisées en basse chute :

- la turbine dite **hélice** a un rendement qui varie beaucoup avec le débit et ne peut s'utiliser qu'avec des débits très peu variables,
- la turbine **Francis** (du nom de son inventeur américain) présente déjà un plateau assez important de part et d'autre du débit nominal,
- la turbine **Kaplan** (du nom de son inventeur autrichien), une hélice mais à pas variable, est encore plus souple d'emploi que la Francis,
- la turbine dite « **à flux traversant** » (ou encore **Franki** – du nom d'un ingénieur hongrois – ou **Mitchell** – du nom d'un ingénieur australien), actuellement fabriquée, notamment, par la société allemande **OSSBERGER**, est celle dont le plateau est, de beaucoup, le plus important pour, il est vrai, un rendement nominal plus faible que celui des turbines précédentes. Il s'agit d'une turbine assez ancienne et d'aucuns affirment que c'est la roue qui détruit le moins de poisson lors de l'**avalaison**.

Le groupe **siphon** est parfois cité comme une turbine. Il n'en est rien. En fait, ce groupe, qui est, le plus souvent, équipé d'une **hélice** ou d'une **Kaplan**, facilite et simplifie certaines fois l'installation de la turbine.

Compte tenu des caractéristiques de la chute à aménager, on sélectionne le (ou les) type de turbine utilisable. Pour chaque type de turbine retenue, en fonction des Débits Q et de la hauteur de chute H correspondante, on détermine :

- plusieurs débits nominaux pour la ou les turbines sélectionnées,
- pour chacun de ces débits nominaux, on détermine la production énergétique en année moyenne et en année sèche en prenant en compte le rendement de la turbine mais aussi celui de la génératrice électrique,
- les revenus financiers probables correspondants que l'on rapporte au coût de la partie variable de l'installation (essentiellement l'achat et l'installation de la turbine). C'est là

Michel VERIT- Ectien n° 10.121

14, impasse Montaigne – 40130 – CAPBRETON

Tél. : 05 58 72 39 24 Mèl : michel.verit@orange.fr

qu'intervient la spécificité du Pays Basque, dont les hautes eaux se situent en période froide, période où le prix d'achat du KWh est le plus élevé. Ainsi, on sera certainement conduit à choisir une turbine d'un débit nominal assez supérieur au débit moyen du cours d'eau, quitte à arrêter le fonctionnement de la turbine lors de l'étiage. La maintenance du matériel se fera durant cet arrêt.

On détermine ainsi la turbine la plus rentable, mais non point la rentabilité de l'aménagement envisagé dont nous parlerons plus loin.

V.- De la génératrice électrique.-

Connaissant la puissance demandée à cette génératrice, on a le choix entre :

- une génératrice **synchrone** hétéro polaire (dite aussi alternateur) dont la fréquence **f** est strictement proportionnelle à la vitesse de rotation **N** :

$$N \times p = 60 \times f$$

p étant le nombre de paires de pôles de la machine.

Avec une telle génératrice, la turbine doit être réglée pour une marche à vitesse constante. Outre les difficultés d'une telle régulation, les machines synchrones ont une tendance fâcheuse à s'emballer. C'est pourquoi, on les réserve le plus souvent à l'alimentation d'un petit réseau, parfaitement autonome.

- une génératrice **asynchrone** – en tous points semblable à un moteur asynchrone classique dont la fréquence et la tension sont imposés par le réseau auquel elle est reliée ; à condition toutefois que la puissance de cette génératrice soit petite par rapport au potentiel dudit réseau. Au démarrage une telle machine absorbe une énergie réactive importante qu'elle trouve dans le réseau. Le couple au démarrage s'en trouve réduit ainsi que la puissance active. C'est pourquoi, il est parfois nécessaire d'assortir cette machine d'une batterie de **condensateurs** fournissant l'énergie réactive indispensable à la magnétisation de la génératrice. Moyennant quoi, elle est très souple d'emploi, dès lors qu'elle débite dans un réseau de grande puissance comme celui d'EDF, mais, par suite du glissement inévitable, sa vitesse de rotation doit être supérieure à la vitesse de synchronisme définie ci-dessus.

On peut aussi s'en servir pour une production individuelle d'électricité, à condition de disposer d'un onduleur pour produire le courant à fréquence bien constante qu'exigent certains appareils tels les télévisions ou les ordinateurs.

VI.- De la régulation.-

Le régulateur est un organe trop compliqué pour « être bricolé ». Il existe heureusement des spécialistes adaptant, à la demande, les caractéristiques de leurs appareils. Le plus souvent, c'est la vitesse de rotation de la turbine qui est la grandeur de consigne. Mais on peut choisir entre la puissance, la vitesse de rotation ou la fréquence électrique pour commander la régulation. La grandeur réglée est généralement le débit soit que l'on agisse sur le diffuseur (**Francis**) ou le pas de l'hélice (**Kaplan**).

Dans tous les cas, le régulateur doit :

- minimiser autant que faire se peut la durée des redémarrages,
- utiliser au mieux le débit disponible à la prise d'eau,

Michel VERIT- Ectien n° 10.121
14, impasse Montaigne – 40130 – CAPBRETON
Tél. : 05 58 72 39 24 Mèl : michel.verit@orange.fr

- prévenir les pertes d'exploitation, notamment les arrêts intempestifs,
- participer à la protection de l'installation.

L'expérience montre qu'un bon régulateur, outre qu'il optimise la production d'énergie, est garant d'une longue durée de vie pour l'installation.

VII.- Une nouveauté : un turbogénérateur pour très basse chute.-

Cette machine, dite « **VLH** » (Very low head), inventée et commercialisée par **MJ2 Technologies** à MILLAU, a été mise au point avec l'aide des laboratoires de l'**I.N.P.G.** de GRENOBLE. Elle présente la particularité de regrouper en un même ensemble :

- une grille,
- un dégrilleur rotatif,
- une turbine Kaplan,
- une génératrice électrique, en l'occurrence un alternateur à aimants permanents, analogue à ceux utilisés avec certaines éoliennes, alternateur en prise directe sur l'axe de la turbine,
- un variateur de vitesse.

L'énergie électrique produite, nécessairement à très basse fréquence par suite de la très petite vitesse de rotation de la turbine, fréquence de surcroît variable, est reprise par un **onduleur** la transformant en une énergie sinusoïdale 50 Hz, sans composante réactive, pouvant, sans restriction aucune, être envoyée sur le réseau.

La régulation de cette machine est réalisée par un **variateur de vitesse électronique** qui, en permanence, adapte la vitesse de rotation de la turbine en fonction du débit et de la hauteur de chute afin d'optimiser le rendement.

L'aménagement de la chute se résume donc à :

- la prise d'eau avec sa passe à poissons,
- le canal d'amenée qui peut être très court et sur les bajoyers duquel se fixe le turbogénérateur, de manière à pouvoir l'effacer si besoin est,
- le canal de fuite qui continue le canal d'amenée.

Les caractéristiques hydrodynamiques de cette machine font qu'elle satisfait, à très peu près, tous les critères déterminés par le **Département of Energy** des U.S.A. pour qu'une turbine soit totalement **ichthyophile** (du grec ichthus – poisson), c'est-à-dire sans risque véritable pour les poissons qui la traversent lors de l'avalaison.

Un certain nombre de turbines VLH est actuellement proposé. Toutes ces machines conviennent pour des hauteurs de chute à partir de 1,4 m, mais demandent des débits assez élevés, de l'ordre de quelques m³/s.

Mais, si les caractéristiques de la chute sont convenables, et malgré les avantages de ces turbogénérateurs, leur choix demeure subordonné à une étude de rentabilité.

Eléments d'une microcentrale hydroélectrique.-

I.- La prise d'eau.-

L'implantation de cette prise d'eau, qui détermine pour une bonne part la hauteur de chute de la centrale et peut permettre de quelque peu minimiser les investissements initiaux, mérite que l'on s'y attarde.

Elle est, le plus souvent, constituée par une **digue**, car dans la grande généralité des cas, aucun stockage d'eau n'est possible. Si tel est cependant le cas, c'est un véritable petit **barrage** qu'il faut construire.

Elle doit disposer :

- d'un **évacuateur de crues**, le plus souvent une crête déversante aménagée sur la digue, dimensionné pour passer la crue centenaire pour l'évaluation de laquelle il existe différentes formules,
- d'un dispositif pour le renvoi dans le lit primitif du débit réservé,
- d'une **passerelle** autorisant la montaison et l'avalaison des poissons migrateurs,
- d'un ouvrage, en tête du canal ou de la conduite d'amenée avec un dispositif de vannage, au moins l'emplacement d'un batardeau permettant la mise au sec de ce canal ou de cette conduite.

Dans le cas d'une dérivation, seul un dispositif de vannage est indispensable en tête du canal d'amenée.

II.- Le canal ou la conduite d'amenée.-

Si le cours d'eau exploité a un débit solide non négligeable, le canal est préférable à la conduite, car il permet, en l'élargissant autant que de besoin sur une longueur suffisante de constituer un **dessableur**, sans lequel la vie de la turbine serait sensiblement raccourcie.

La conduite ou le canal d'amenée aboutit à la **chambre de mise en charge**.

III.- Equipement de la turbine.-

Devant l'entrée de la canalisation alimentant la turbine, à la sortie de la chambre de mise en charge, une **grille**, pour arrêter les corps flottants, voire même des poissons lors de l'avalaison.. Pour faciliter son entretien, cette grille doit être assez inclinée pour envoyer les corps flottants à sa partie haute. Le nettoyage de la grille peut se faire à la main. Si de nombreux corps flottants sont à craindre, il convient de l'équiper d'un **dégrilleur**. Dans tous les cas, un petit chenal, alimenté en eau, sera prévu à l'arrière de la grille pour renvoyer les corps flottants à la rivière.

Entre la grille et l'entrée de la turbine, prévoir une **vanne d'isolement** pour permettre la visite et l'entretien de la turbine.

A la sortie de la turbine, il est recommandé de placer un **aspirateur** ou **divergent** pour récupérer un maximum de l'énergie hydraulique de la chute. L'eau aboutit alors, ralentie et calmée, au **canal de fuite**.

Solidaire de l'**axe de la turbine**, un **multiplicateur** permet d'entraîner la génératrice à une vitesse convenable, la liaison se faisant mécaniquement voire par courroie.

Enfin, un **régulateur** commande soit l'ouverture du distributeur de la turbine (**Francis** ou **flux traversant**) ou le pas de l'hélice (**Kaplan**)

IV.- Le canal de fuite.-

Il ramène les eaux sortant de la turbine vers le lit primitif du cours d'eau. Il est préférable qu'il soit largement dimensionné si cela n'est pas trop coûteux pour les raisons vues supra.

V.- La génératrice et l'équipement électrique.-

Il s'agit de fournitures classiques à installer suivant des normes très précises. Si le compteur de l'énergie électrique produite peut se situer partout où il est facile de le lire, le (ou les) tableau de commande doit être placé à proximité du groupe, en un endroit toujours facile d'accès.

Déroutement d'une étude de faisabilité.-

Pour les nouvelles microcentrales, elle est le préalable indispensable à tout projet. Bien qu'assez simple, elle peut difficilement être confiée à une personne ne connaissant pas bien les lois de l'hydraulique. Faute de quoi, le site peut être mal exploité.

Pour les microcentrales existantes, il n'est point besoin d'études de faisabilité, mais il est parfois bon de s'assurer de ce que l'on tire le maximum de la chute exploitée.

I.- La situation de la chute à exploiter.-

Dans bien des cas, les relevés fournis par la banque HYDRO apportent beaucoup d'informations sur le régime hydrologique de la rivière dont dépend la chute. Néanmoins, pour les exploiter correctement, il convient de situer, préciser et dater les aménagements hydrauliques situés à l'amont de la chute étudiée. Certains d'entre eux, par exemple un barrage réservoir, peuvent quelquefois modifier le régime hydrologique. Bien entendu, les corrections éventuelles, à apporter aux relevés de la banque HYDRO, sont, toujours, des cas d'espèce.

II.- Caractérisation de la chute.-

In fine, il est commode de caractériser la chute par :

- son débit moyen annuel probable Q_m en m^3/s
après défalcation, le cas échéant, du débit réservé
- la hauteur de chute correspondante H_m en m
- la puissance potentielle équivalente P_m en KW

$$P_m = 9,81 \times Q \times H$$

Mais il faut, aussi, dresser la courbe des débits classés ou, encore, la numériser.

Pour éviter le piège que constituent, bien souvent, les facteurs de conversion d'unités, il est recommandé d'établir ces graphes ou ces numérisations en unités sans dimension, autrement dit en scalaires.

Par exemple, au débit instantané Q il sera substitué le rapport $q = Q / Q_m$. Et il en sera de même pour la hauteur de chute correspondante H et la puissance potentielle P .

III.- Débits Q .-

Sauf précision, il s'agira essentiellement, dans ce qui suit, de débits moyens mensuels. Si la chute étudiée se trouve à proximité d'une station de jaugeage, une simple péréquation, au prorata des surfaces de bassin versant, suffit pour connaître le régime hydrologique au droit de la chute à partir des relevés de ladite station.

S'il s'agit d'une dérivation, le droit d'eau peut être indépendant ou fonction du débit de la rivière. Mais, dans tous les cas, ce droit d'eau disparaissant en cas d'étiage trop sévère (voir supra) il sied toujours de bien connaître le régime de celle-ci.

Si l'on envisage de barrer un petit cours d'eau, très en amont des stations de jaugeage, il devient nécessaire d'évaluer le débit sur une assez longue période, au moins une année, et de le corrélérer avec celui mesuré à la station de jaugeage la plus proche dans le même bassin versant. Pour ce faire, on doit tenir compte du temps de transfert.. Si cette corrélation s'avère satisfaisante, le régime hydrologique au droit de la chute s'établi aisément. Si, sans que rien ne l'explique, cette corrélation n'est pas assez serrée, il peut être nécessaire de poursuivre les mesures pendant une seconde année.

S'il n'existe pas de station de jaugeage dans le bassin versant concerné par la chute, il convient de se référer d'un bassin versant voisin ayant des caractéristiques très semblables, notamment en ce qui concerne la nature des sols et la pluviométrie.

S'il est utile ou indispensable de procéder à des jaugeages sur le site, on n'a que l'embarras du choix quant aux méthodes de mesure des débits. Mais il doit bien être entendu que des mesures sporadiques ne peuvent s'utiliser. Les mesures doivent être répétées et suivies très régulièrement pendant un temps suffisant.. Un jaugeage sérieux est toujours une opération longue, délicate et astreignante, même en utilisant l'informatique, ce qui est très fortement conseillé.

IV.- La hauteur de chute H .-

Cette hauteur et sa variabilité en fonction du débit sont, parfois, connues. Généralement, cette différence de cotes entre le plan d'eau amont et le plan d'eau aval, corrigées autant que de besoin (Cf. supra) ne vaut que pour des canaux d'amenée et de fuite en état normal de fonctionnement. Il est néanmoins bon de la vérifier par quelques sondages.

Dans le cas où l'on doit déterminer quelle est la hauteur de chute pour tel ou tel débit, il est indispensable de ne le faire qu'après avoir nettoyé, curé et faucardé les canaux autant que de besoin.

Le plus souvent, de telles mesures nécessitent l'intervention d'un spécialiste.

V.- Exploitation des estimations faites.-

Une fois connus, pour une année **moyenne**, les débits moyens mensuels et les hauteurs de chute correspondantes, on corrige, s'il y a lieu, ces débits de la valeur **d** du débit réservé – soit, en première analyse, 1/10 du module (c'est-à-dire du débit moyen annuel). On dresse alors un tableau donnant, en fonction de $q = Q / Q_m$:

- la durée pendant laquelle ce rapport **q** est dépassé,

- le rapport $h = H / H_m$ correspondant

et pour la période hivernale et pour le reste de l'année. On procède de même pour une année de faible hydraulité – par exemple la moyenne des 4 ou 5 années présentant les plus petits débits moyens annuels.

A noter que $p = P / P_m = q \times h$

Muni dudit tableau pour une année moyenne, c'est à ce stade qu'il convient de se mettre en rapport avec EDF, d'ailleurs « tenu d'acheter l'électricité produite » (Cf. annexe n° 3), pour déterminer avec elle et la DIDEME et la durée du contrat qui pourrait être conclu (actuellement 20 ans) et les tarifs d'achat de l'énergie produite qui cumulent :

- un tarif de base, actuellement 6,07 c€/KWh
- une prime pour les petites installations, actuellement de 0,5 à 2,5 c€/KWh
- une prime pour production hivernale régulière, actuellement de 0 à 1,68 c€/KWh

La production d'hiver bénéficie donc d'une plus-value pouvant atteindre 25%.

Il faut, aussi, faire préciser à EDF le réseau – petite voire moyenne tension – sur lequel on se raccordera et qui détermine la tension nominale de la génératrice.

Simultanément, les caractéristiques de la chute Q_m , H_m et P_m , ainsi que le tableau dont il vient d'être parlé, seront transmis à différents fournisseurs de turbine pour qu'ils proposent, avec le régulateur ad hoc, la machine, la mieux adaptée selon eux, à la chute étudiée. Ils devront, en retour, indiquer, outre le prix de la turbine et du régulateur, la vitesse de rotation nominale n_t de la turbine conseillée ainsi que son rendement r_t pour la gamme de débits conseillée. Ils doivent également fournir les indications de génie civil permettant d'évaluer le coût de la mise en place de la turbine.

VI.- Choix de la turbine.-

Ce choix repose sur deux postulats :

- les autres investissements à envisager sont pratiquement les mêmes quelque soit la turbine retenue,
- la production potentielle d'énergie électrique est, à peu s'en faut, proportionnelle à l'énergie mécanique produite par la turbine.

Sachant que les mois impairs comptent 744 heures et les mois pairs 720 heures à l'exception de février – 672 heures, il est facile d'évaluer à partir du rendement r_t de la turbine et du tableau relatif à l'année moyenne, à un coefficient près d'ailleurs très proche de 1, le rapport à espérer, en année moyenne, avec telle ou telle turbine. En divisant les investissements nécessités pour la fourniture, le transport et l'installation de ces turbines et de leurs accessoires (vanne d'isolement, aspirateur et régulateur) par le rapport annuel escompté correspondant, le plus faible quotient correspond à la turbine la plus économique.

VII.- Choix de la génératrice électrique et du multiplicateur de vitesse.-

La tension du réseau connue et la turbine choisie, il devient possible de consulter les fournisseurs de génératrices électriques. Outre le prix et les délais de livraison, les renseignements **indispensables** sont :

- la puissance nominale,
- la vitesse nominale de rotation n_g assurant une fréquence de 50 Hz,
- le rendement r_g en fonction, de préférence, de la puissance mécanique P_m sur l'arbre,
- la nécessité, ou non, en fonction des conditions imposées par EDF d'équiper la génératrice, si elle est asynchrone, d'une batterie de condensateurs.

Si le rendement est exprimé en fonction de la puissance électrique P_g produite, il est facile de le rapporter à la puissance P_m en observant que

$$P_m = P_g / r_g$$

Connaissant la vitesse de rotation n_t de la turbine et celle n_g d'une génératrice, la consultation des fabricants de multiplicateurs mécaniques devient possible et il devient facile de sélectionner le dispositif le plus économique multiplicateur, génératrice et, le cas échéant, batterie de condensateurs.

Une microcentrale faisable est-elle rentable ?

Différents chiffres sont, parfois, proposés pour juger de la rentabilité d'une chute. Actuellement, on préconise généralement que :

- le prix du KW installé n'excède pas 3.000 €,
- le coût de l'investissement initial soit inférieur à 0,66 €/KWh.

En réalité, il est aussi facile, mais beaucoup plus instructif et plus sûr de déterminer le temps de retour de l'investissement à faire.

I.- Montant de l'investissement initial.-

Il cumule, fonciers compris, les prix de :

- l'ouvrage de prise, y compris, le cas échéant, le barrage,
- le canal ou la conduite d'aménée,
- l'ouvrage de mise en charge avec la grille et son système de dégrillage,
- l'aménagement du bâtiment abritant la turbine, la génératrice et les tableaux électriques,
- le canal de fuite,

- l'équipement mécano hydraulique – vanne d'isolement, turbine, aspirateur, régulateur, multiplicateur, génératrice et tout l'équipement électrique en incluant les frais de transport, de montage et de mise en service,
- le raccordement électrique au réseau MT ou BT local,
- tous les frais d'études (ils ne devraient pas excéder 10%),
- l'ensemble des frais généraux supportés par le Maître d'Ouvrage – pour ordre, environ 5%.

Bien entendu, toutes les aides éventuelles en capital pour ledit aménagement viennent en déduction de ce qui précède.

II.- Produit brut de l'exploitation de la microcentrale.-

Ce produit doit être calculé et pour l'**année moyenne** et pour les **années de faible hydraulicité**. En effet, si l'exploitant acceptera très facilement le produit des bonnes années, donc supérieurs à celui calculée pour l'année moyenne, il peut s'inquiéter lorsque le rapport annuel est assez inférieur à ce rapport moyen. C'est pourquoi, il est bon qu'il connaisse la limite inférieure probable de ce rapport, limite en dessous de laquelle on ne devrait descendre qu'exceptionnellement.

Ces calculs se font ainsi qu'il a été indiqué dans le chapitre traitant de la faisabilité.

III.- Les charges annuelles d'exploitation.-

Elles comprennent :

- les frais financiers s'il a été nécessaire d'emprunter une certaine partie de l'investissement initial,
- le gardiennage et l'entretien courant tant des ouvrages, bâtiments que des équipements, par exemple le faucardage des canaux ou le dégrillage. Très variable d'un cas à l'autre, ce poste ne saurait normalement beaucoup dépasser 1% de l'investissement initial,
- les frais divers propres à certaines installations, tels des droits de passage pour le canal d'amenée et (ou) le canal de fuite,
- les différentes taxes, notamment la taxe foncière, la taxe professionnelle et la taxe piscicole, déduction faite, éventuellement, des dégrèvements fiscaux,
- les assurances, notamment celle du bâtiment et celle de l'équipement (turbine, génératrice, ...etc...),
- une somme à valoir, pour constitution d'un **fonds de réserve** destiné à faire face aux grosses réparations. Généralement cette somme à valoir correspond les premières années à 1% de l'investissement initial, mais, par la suite, elle sera, si nécessaire, réajustée en tenant compte du coût de la vie. Les intérêts des sommes placées pour valoir fonds de réserve sont, en principe, capitalisés et il n'y généralement pas lieu d'en tenir compte dans le présent bilan.

V.- Temps de retour.-

Il est le quotient de la division du montant de l'**investissement initial** par le **produit net moyen annuel**, à savoir le produit brut (Cf. II supra) diminué des charges annuelles d'exploitation (Cf. III). Une microcentrale est d'autant plus rentable que ce temps de retour

est plus court.

La limite supérieure à ne point dépasser semble être de l'ordre d'une quinzaine d'années, mais, la durée de vie probable d'un tel aménagement excédant 30 ans, l'exploitant en reste le seul juge.

V.- Nota important.-

La rentabilité d'un aménagement hydroélectrique dépend essentiellement du soin et de la rigueur apportés à l'étude de faisabilité. Il existe, en effet, un optimum de puissance en ce qui concerne l'équipement et la rentabilité chute assez vite dès lors qu'on s'en éloigne par excès ou par défaut. Et c'est malheureusement le cas pour beaucoup d'aménagements dont la puissance nominale est trop grande ou trop petite au regard des possibilités hydrologiques.

Démarches administratives.-

Si l'aménagement s'avère rentable, il n'est plus qu'à procéder aux démarches administratives préalables à sa réalisation. Pour les **PCH**, une autorisation préfectorale suffit, mais, à sa demande, doivent être jointes de très nombreuses pièces et documents accompagnés d'une **notice d'impacts** paysagers, sonores et, surtout, biologiques. Cette notice (une étude n'est pas exigée) doit clairement démontrer que toutes les précautions ont été prises pour satisfaire au développement durable, en particulier, pour ne point nuire à la montaison et l'avalaison des poissons migrateurs.

Le gouvernement français ayant, récemment, promis dans une déclaration ministérielle de « simplifier » les formalités nécessaires à l'autorisation des PCH, il semble prudent, sur ce point, d'« attendre et voir ».

Comment aider le développement des microcentrales en Pays Basque.-

Il semble qu'il faille, d'abord, aider les futurs exploitants ou ceux désirant parfaire leurs installations à franchir le cap, souvent difficile, de l'étude de faisabilité dont on sait toute l'importance. Outre quelques conseils relatifs à l'ensemble de l'aménagement, il sera sans doute utile de les assister pour les estimations, voire les mesures, hydrologiques et le choix du matériel ainsi que, le cas échéant, pour l'étude de rentabilité et les démarches administratives.

Une telle aide implique le concours d'un certain nombre de spécialistes qu'aucune association, loi de 1901, ne peut seule se permettre de rétribuer. C'est pourquoi, il semblerait opérant de constituer, par exemple à l'initiative et sous la tutelle de « l'Association des Propriétaires de Moulin », « d'EKHIGEO » et de « HEMEN », un pôle de compétitivité régional dont le nom pourrait être « Gaves et Nives ».

Dans le respect des règles présidant à la création de tels pôles, celui-ci pourrait regrouper, outre les Associations fondatrices :

- des Centres d'études concernés par certains aspects de ce problème, tel l'E.S.T.I.A. à BIDART, qui pourrait mettre au point l'appareillage et la technique pour la mesure et le suivi des débits ainsi que l'exploitation des données hydrologiques déjà existantes ; l'ESTIA ayant, déjà, créé un tel pôle en ce qui concerne le surf, sera, de surcroît, d'un excellent conseil dans le cas présent, tel l'I.N.R.A. à Saint PEE sur NIVELLE dont les UMR 1224 et 1247 sont tout particulièrement concernées par les problèmes liés à la montaison et à l'avalaison des poissons migrateurs.

- des entreprises implantés dans la région et intéressées par la fabrication, l'installation et la mise en service notamment des turbines, des génératrices électriques et de leurs accessoires ou, encore, des questions de génie civil spécifiques aux microcentrales, notamment les passes à poissons ou les chambre de mise en charge.

Leur concours permettraient de sélectionner les types de turbine présentant un très bon rendement pour une large gamme de débit et laissant passer, avec un risque minimum, les poissons lors de l'avalaison.

Un autre objectif pourrait être l'optimisation des génératrices électriques et de leur équipement en vue d'un meilleur rendement.

- d'autres associations, voire des particuliers, qui seraient chargés de veiller, et même d'aider, au respect des différents objectifs du pôle.

Pour financer le fonctionnement d'un tel pôle sans aucunement hypothéquer les ressources des associations fondatrices, outre les subventions qu'il pourrait recevoir d'un certain nombre de collectivités départementales, régionales, voire nationales, on pourrait imaginer que, en cas de réalisation, tout exploitant ayant utilisé les services du pôle, lui verse, en retour, une juste contribution.

En résumé

- Une bonne étude faisabilité est indispensable à la conception de microcentrales économiquement rentables.

- Il convient d'aider les exploitants, futurs ou non, pour cette étude de faisabilité, mais aussi la détermination de la rentabilité probable de la microcentrale et les démarches administratives qui pourraient suivre.

- Un pôle de compétitivité dédié à cela, mais aussi à l'optimisation du matériel et des techniques, semblerait tout particulièrement indiqué pour ce faire.

CAPBRETON, avril 2008