

CONGRÈS FFAM À JOUÉ LES TOURS

RÉUNION HYDROÉLECTRICITÉ

LE VENDREDI 1ER MAI 2009

- Michel Pierre

Je crois qu'en grande majorité les gens présents à ce congrès sont des propriétaires de moulin et essentiellement des propriétaires de petit moulin. Nous allons essayer d'expliquer comment on peut produire de l'électricité dans son moulin.

C'est le sujet qui nous intéresse.

Je me présente personnellement, si vous me le permettez. Je vais commencer par là, voilà je m'appelle Pierre, mon nom et Michel est mon prénom. Je suis retraité. J'ai eu une carrière d'ingénieur électronicien, électricien, automaticien et après ma retraite je me suis beaucoup intéressé à ces problèmes de production d'énergie électrique des moulins. Je suis moi-même propriétaire d'un petit moulin. Il y avait une petite turbine qui était en piteux état; je l'ai restaurée et je l'ai couplée à un générateur. Je produis (fournis) modestement 2 à 3 kW. Je vais essayer de mettre mes compétences à votre profit pour essayer de vous apporter les réponses aux questions que vous vous posez dans ce domaine. À mes côtés, j'ai Monsieur Désiré Le Gourières qui va se présenter lui-même.

- Désiré Le Gourières

Je suis ingénieur hydraulicien électricien et j'ai travaillé à l'EDF pendant 6 ans dans le service hydrologique pour l'Outre Mer. Après une formation à Paris, j'ai été envoyé à l'île de la Réunion pendant trois ans, pour effectuer des forages de recherches d'eau, des mesures de débits sur les cours d'eau de l'île, et des études pour la mise en valeur de périmètres agricoles. J'ai été nommé ensuite responsable du service hydrologique du Cameroun. Au bout d'un an de séjour au Cameroun, EDF a voulu que je revienne à Paris. J'ai donné alors ma démission et suis rentré à l'Université du Cameroun à Yaoundé qui était en voie de création dans le cadre de la Coopération. J'y suis resté 11 ans comme professeur d'université. J'ai ensuite été muté à l'Université de Dakar au Sénégal où j'ai enseigné pendant 11 ans également avant de terminer ma carrière à l'université de Brest.

Au cours de ma vie active j'ai enseigné les Sciences de l'Ingénieur dont l'hydraulique, la mécanique, l'électrotechnique et les énergies renouvelables.

Je suis bien sûr en retraite depuis 16 ans mais ne reste pas inactif.

J'ai acheté, il y a 40 ans environ, un moulin que j'ai transformé en petite centrale hydroélectrique. A ce jour j'ai produit au moins 300 000 kWh. J'ai refait ma roue en acier. Avec 4 mètres de chute je produis 4 kW électriques au maximum. Je fonctionne 24h/24 en hiver et

chauffe ma maison avec l'électricité produite (15000 kW annuellement en moyenne).

L'installation est protégée par un dispositif spécial, purement mécanique et hydraulique, de mon invention qui donne toute satisfaction. Quand il y a un problème, la roue de moulin s'arrête automatiquement, ce qui peut se produire en cas de court circuit ou si un arbre de transmission casse à l'intérieur du moulin.

En 2008, j'ai publié un livre sur les éoliennes. Titre: «Les éoliennes. Théorie, conception et calcul pratique» et en 2009 un second livre. Titre: «Les petites centrales hydroélectriques, Conception et calcul». Vous pourrez acquérir ces livres après notre réunion. Le dernier aborde des problèmes qui vous intéressent beaucoup: Construction des roues de moulin, de tous les types de turbines et des passes à poissons également. Le dispositif de protection signalé ci-dessus y est décrit et d'autres également. Des informations sont données également sur le calcul des performances des turbines d'occasion. L'ouvrage contient en outre de nombreux exemples d'application avec le dimensionnement des turbines et des passes à poissons. Il vous intéressera sans aucun doute.

- Michel Pierre

J'ai été aussi formateur, enseignant à l'AFPA les 20 dernières années de ma carrière en France et aussi en Guyane. J'ai enseigné mon métier électronicien, électricien, automaticien à des adultes entre 20 et 40 ans du niveau BTS. Ces présentations étant faites, on vous projette actuellement les thèmes de discussion pour faciliter votre attention parce que cet atelier est sous forme d'échanges et, si vous voulez, pour faciliter les échanges on a affiché les différents thèmes que l'on peut évoquer et on pourra en trouver d'autres; ce n'est pas exhaustif. Donc dans l'ordre on va trouver:

- 1) Les moteurs hydrauliques, ce qui concerne toutes les turbines, toutes les roues.
- 2) La multiplication de vitesse qui est quelque chose de très important et souvent très mal compris et qui fonctionne très mal et qui est la cause de bien des déboires.
- 3) Les générateurs, les différents types de générateurs que l'on peut trouver dans les moulins.
- 4) La production autonome en autoconsommation, non raccordée au réseau EDF, non couplée.
- 5) La production couplée au réseau EDF.
- 6) Les différents modes de régulation, les différents cas de figures.
- 7) Les sécurités pour que cela fonctionnent bien. Il ne faut surtout pas oublier les sécurités pour le personnel. Je dis souvent que la sécurité pour le personnel c'est aussi important même plus car il peut y avoir des acci-

dents et des installations bricolées, c'est très dangereux. Je dis souvent qu'une installation qui produit 1 kW c'est aussi dangereux qu'une installation EDF. Il faut appliquer les mêmes normes de sécurité. Beaucoup de gens font des bricolages, c'est dangereux.

8) Le chapitre questions diverses c'est votre chapitre.

Je n'ai pas écrit de livre mais des notes particulières :

- * Une note de caractère général sur la pico électricité,
- * Une fiche descriptive sur une installation séparée du réseau EDF en production autonome (non couplée au réseau EDF),
- * Une fiche sur la production couplée au réseau EDF,
- * Une fiche «Comment produire de l'électricité avec un rouet». Rouet que vous appelez en Bretagne pirouette ou ailleurs rodet. Beaucoup de gens sont équipés comme cela.

Voici les différents thèmes et je vais vous donner la parole et puis on va essayer de répondre le plus complètement possible à vos questions.

- Dans la salle

J'ai une question à poser qui n'a rien à voir avec l'hydro-électricité. Quand on veut faire de l'électricité y a t'il des déclarations à faire?

- Michel Pierre

Je ne suis pas bien compétent.

- Désiré Le Gourières

Oui il y a une déclaration à faire au-près de la Police de l'eau. Vous devez déclarer que vous allez produire de l'électricité. Si vous avez un moulin fondé en titre, vous devez faire une déclaration. Je connais très bien la loi mais je n'ai jamais fait de déclaration. Ils ne peuvent pas vous la refuser mais ils viendront sans doute vérifier si vous avez une turbine, que vous avez installé une grille devant la prise d'eau dont l'écartement des barreaux soit inférieure à 2,5 cm. Voilà pour les moulins fondés en titre. Je ne parle pas des autres car c'est beaucoup plus complexe.

Vous savez que dans les commissions de la Police de l'eau, il y a toujours des pêcheurs qui ne sont pas toujours les amis des meuniers et cette présence est l'une des raisons pour lesquelles les autorisations sont souvent délivrées avec beaucoup de retard.

- Dans la salle

Qu'est ce que vous mettez dans le moteur hydraulique de votre exposé? De quel type de matériel parlez-vous?

- Michel Pierre

Je parle de tous les moteurs hydrauliques que sont les turbines et les familles de roues.

Une turbine, en règle générale, c'est une machine hydraulique qui permet de régler le débit. Il y a un dispo-

sitif que l'on appelle le distributeur dans lequel on peut régler le débit donc la puissance de la machine.

Les roues n'ont pas de dispositifs de réglage. Parfois une vanne règle plus ou moins le débit mais en règle générale, la roue fonctionne par tout ou rien, alors qu'avec la turbine on peut faire un réglage. La différence est que la turbine est une machine plus moderne. Les turbines auront, en règle générale, un meilleur rendement que les roues. Je dis bien en règle générale car il y a aussi des roues qui ont un excellent rendement

- Dans la salle

Quelles sont les puissances des moteurs hydrauliques turbine et roue. Qu'est ce qu'il y a comme puissance et étalement de la puissance dans ces deux domaines?

- Désiré Le Gourières

Roues hydrauliques : il y a plusieurs types de roue:

Les roues par dessus, par dessous, les roues à palettes, les roues de poitrines et les roues Poncelet.

La puissance électrique fournie par les roues dépend du débit et de la hauteur de chute.

La roue par-dessus: Si vous avez une hauteur de chute de 4 mètres et un débit de 250 à 300 litres par seconde. Vous allez tirer à peu près 6 à 7 kW par mètre de largeur de roue. Si vous avez une chute inférieure de 3 mètres, vous n'aurez que 4,5 à 5,5 kW. Les roues par dessus ont des très bons rendements.

La roue de poitrine : Si le projet est bien fait vous obtiendrez environ 3 kW par mètre de largeur de roue pour une hauteur de chute de 2 m et un débit de 400l/s

La roue Poncelet : Elle a un assez bon rendement. La vanne est inclinée. On peut compter sur une puissance de l'ordre de 3 kW par mètre de largeur pour une hauteur de chute de 1,5 m et un débit de 0,5m³/s et de 7,5kW pour un débit de 1m³/s et la même hauteur de chute.

- Dans la salle

Est-ce que se sont des paramètres expérimentaux?

- Désiré Le Gourières

Ces valeurs ont été calculées à partir de rendements qui ont été mesurés. Elles se rapportent à des roues bien conçues et bien construites. Si votre roue est mal faite, ses performances seront évidemment plus faibles ou même très faibles. Aussi est-il important qu'elles soient conçues et réalisées par des personnes qualifiées.

Les pirouettes ou rouets, comme les appelle Monsieur Pierre : les rouets traditionnels qui sont alimentés par des goulottes à ciel ouvert ont de très mauvais rendements: de l'ordre de 20%. Ceci est dû généralement au fait qu'une grande partie de l'énergie est dissipée dans la goulotte d'alimentation qui est généralement ouverte. Donc si vous installez une pirouette il faut commencer par remplacer cette canalisation ouverte par une grosse conduite fermée qui débouchera par un petit orifice sur les cuillères. Vous récupérez l'énergie perdue dans la goulotte ouverte. Vous aurez moins de perte. Pour obtenir un bon rendement, consultez mon

livre qui traite de la question et décrit deux types de pirouettes améliorées. Je ne m'étendrai pas plus sur ce sujet.

Les turbines : Il en existe plusieurs types. Le modèle retenu est lié à la hauteur de la chute et au débit. La puissance des turbines oscille entre 0,5 kW et 80 000kW.

En général, les turbines que l'on trouve dans les moulins traditionnels sont des turbines Francis.

Si vous avez une turbine Francis en bon état vous pouvez produire de l'électricité. Mais il faut multiplier la vitesse de rotation pour entraîner le générateur électrique sinon vous risquez de ne rien obtenir.

Si votre turbine Francis n'est pas en bon état, vous avez deux solutions : soit la copier en réalisant une nouvelle turbine en mécano soudé (Réaliser un moule et couler ensuite la turbine coûterait plus cher) sinon remplacer votre turbine Francis par une turbine Kaplan ou hélice ou encore une turbine Banki-Michell.

L'utilisation de turbine Kaplan ou hélice réduit l'importance du multiplicateur de vitesse et donc le coût de celui-ci. Les turbines Kaplan sont à pas variable et donc plus coûteuses que les turbines hélice. Par contre elles ont un excellent et meilleur rendement.

- Dans la salle

Qu'est ce qu'une turbine Banki Michell?

- Désiré Le Gourières

Les turbines Banki Michell sont constituées par deux flasques circulaires réunis entre eux par des aubages en forme de quart de cylindre. Si vous avez des chutes inférieures à 2m50, je ne vous les recommande pas. Si vous avez un débit assez fort, elles vont en effet être très volumineuses et donc elles coûteront cher. Vous avez intérêt, avec une chute inférieure à 2m50, à utiliser une turbine à hélice.

- Michel Pierre



Photo d'une turbine Banki

La photo montre la turbine qui n'est pas à sa place. Elle est exposée à l'air libre. L'eau arrive par une extrémité,

passé à l'intérieur et ressort par l'autre côté. L'eau agit deux fois.

- Désiré Le Gourières

C'est une roue autonettoyante. L'eau traverse la roue mobile. Elle pénètre dans la roue puis elle en ressort. À l'entrée de l'eau les feuilles se collent sur la périphérie et se décollent à la sortie.

- Michel Pierre

On en trouve assez peu.

- Désiré Le Gourières

Elles vont se développer.

- Michel Pierre

Dans les moulins on trouve surtout des Francis

- Désiré Le Gourières

Dans les moulins pour faire de l'électricité elles sont très valables. Au dessus de 2m50 de chute jusqu'à 100 mètres de chute on trouve surtout des Francis.

- Michel Pierre



Photo d'une turbine Francis avec ses directrices.

- Dans la salle

Lorsqu'une turbine Francis fonctionne avec une cloche, est-ce que l'on règle le débit en levant la cloche?

- Désiré Le Gourières

Effectivement on règle le débit en soulevant plus ou moins la cloche. C'est une très ancienne turbine Francis à directrices fixes. Dans les moulins, pour la production d'électricité elles sont très valables. Le rendement n'est pas bon mais elles fonctionnent quand même. Un de mes amis en possède une. Elle marche très bien et comme il a beaucoup d'eau, elle lui convient tout à fait. La cloche coiffe la roue mobile et s'insère entre les directrices et la roue mobile. À l'intérieur de la cloche, dans la roue mobile, il y a une grosse turbulence et c'est la raison pour laquelle le rendement de la turbine à cloche est médiocre aux charges partielles.

- Michel Pierre



Roue de côté au moulin de Lugy

Vous voyez la commande électrique d'une turbine à cloche. Pour répondre à la question de monsieur d'une manière générale et très simple :

- avec les roues on peut obtenir, suivant la puissance et suivant l'installation, entre un et dix kilowatts

- avec les turbines on peut obtenir absolument toutes les puissances.

Nous nous intéressons spécialement aux moulins de petites puissances de quelques kilowatts à quelques dizaines de kilowatt tout au plus, mais vous pouvez trouver des turbines de toutes les puissances et tous les types.

Ci après : Roue à augets par dessus



- Désiré Le Gourières

Une turbine Kaplan est une turbine hélice à pas variable. Les pales orientables rendent la turbine coûteuse à cause des mécanismes intérieurs de commande qui sont situés dans l'axe.

- Michel Pierre



Photo d'une roue Kaplan (cliché LTM)



Vous avez là une Francis en chambre d'eau à axe horizontal. On voit bien les directrices qui règlent le jet autour et la puissance.

- Dans la salle

Pour revenir à la pirouette (expression que je ne connaissais pas) vous dites qu'il faut un tube pour que cela soit bien réglé, bien installé, pour éviter les pertes de charge mais l'esthétique du moulin, lorsque vous avez la roue, la goulotte (j'appelle cela comme ça) est ce que vous pouvez changer quelque chose puisque vous dites qu'il y a de grosses déperditions? Qu'est que vous

pouvez disposer, proposer pour garder l'esthétique du moulin à l'ancienne ?

- Désiré Le Gourières

Si vous avez une pirouette, il faut construire une chambre d'eau assez profonde pour introduire votre grosse conduite qui amène l'eau vers la pirouette. Si la hauteur d'eau est insuffisante au-dessus de l'entrée de la conduite, une certaine quantité d'air sera aspirée et pénétrera dans votre conduite. L'entrée de la conduite doit se situer à 1 ou 2 m au-dessous de la surface libre de l'eau.

- Michel Pierre

Les roues sous voûte dans un moulin sont déjà en place : où la voûte existe, où le canal d'amenée d'eau existe et après on peut l'aménager plus ou moins, on peut améliorer l'éjection d'eau.

- Désiré Le Gourières

Il faut enlever carrément la canalisation, faire une chambre d'eau, mettre une grosse conduite. Il y a un peu de génie civil à faire. Il vaut mieux au départ faire un bon travail pour avoir une bonne production. C'est primordial, essentiel.

- Alain Forsans

Comment peut-on utiliser les turbines Francis avec des chutes peu importantes entre 1 à 2 mètres ? C'est peut-être là que vous devriez nous orienter, nous donner des détails pour aller ensuite sur l'installation électrique elle-même.

- Désiré Le Gourières

On peut trouver des turbines d'occasion à acheter sur Internet et dans la littérature destinée aux meuniers. Est-ce que c'est intéressant d'acheter cette turbine pour son moulin ? C'est un problème qui se pose et se pose même assez souvent. Si vous connaissez les dimensions de la turbine, mon livre sur les petites centrales hydroélectriques vous permettra de savoir si cette turbine est adaptée à votre moulin.

Vous pourrez calculer la puissance qu'elle produira et le débit qu'elle absorbera. Je ne peux pas vous en parler plus longuement aujourd'hui. La réponse est dans le petit livre. Vous y trouverez des exemples concrets de calcul. Vous n'aurez pas besoin de me demander des renseignements. Vous ferez vous-même les calculs car tout est simple.

Si vous avez une chute de 1m à 2m, que vous n'avez pas de turbine et que vous désirez investir peu, je vous conseille d'installer une simple turbine hélice.

- Michel Pierre

La turbine c'est un moteur à eau. Après il faut voir l'accouplement mécanique avec le générateur. C'est la multiplication de vitesse et c'est là ce que je vous disais dans l'introduction : c'est très important parce qu'il faut arriver à la bonne vitesse pour que ça marche. Si le calcul du rapport multiplicateur n'est pas bon ça ne marche pas.

Je connais des gens qui ont dépensé beaucoup d'argent. Ils disent qu'ils n'arrivent même pas à allumer une ampoule. C'est parce que le rapport n'a pas été correctement calculé, étudié.

- Désiré Le Gourières

C'est exactement la même chose pour le cycliste qui monte une côte. S'il monte sur le petit pignon. Il ne va pas avancer. Il faut augmenter le diamètre du pignon pour qu'il monte facilement. Il faut adapter le couple c'est ce qui est très important.



- Michel Pierre

Voilà, c'est un rouet, avec une très grande poulie sur l'axe vertical. Une courroie qui à son tour entraîne une petite poulie, laquelle (cela ne se voit pas bien, il y a une deuxième transmission par courroie en dessous) qui entraîne l'alternateur qui est vertical. Voilà un exemple où l'on n'arrive même pas à éclairer une ampoule dans les Landes. Ça ne marche pas. Elle me dit (la propriétaire) "mais cela tourne à 1500 tours (l'alternateur est prévu pour 1500 tours) et cela n'allume même pas une ampoule". Et oui, bien sûr, cela ne tourne pas assez vite parce que quand l'alternateur est à 1500 tours à vide, dès qu'on le charge un petit peu, rien qu'avec une lampe, il ne tourne plus à 1500 tours mais à 1000 tours et puis si on le charge encore un peu plus il tourne à 500 tours et il ne donne plus rien il se désamorçe. Il ne donne plus rien parce que le rapport multiplicateur n'est pas assez important. Il faut savoir une chose que peu de gens savent, c'est qu'une machine hydraulique a une courbe en forme de cloche et la vitesse optimum en charge pour donner le maximum de puissance, c'est à peu près la moitié de la vitesse à vide. Si vous voulez entraîner l'alternateur à 1500 tours il faut tourner à vide à 2500/3000 tours et cela il faut le faire d'une manière expérimentale car il n'y a pas de règle absolue. Il faut être rigoureux. Il faut faire un calcul en approche sur un matériel existant sur un moulin qui existe. C'est d'abord faire tourner le moteur hydraulique, la turbine, la roue, à vide et mesurer sa vitesse, puis y mettre le rapport multiplicateur adéquat pour arriver à peu près au double de la vitesse nominale du générateur; après on fait des retouches par approximation pour arriver à optimiser le rendement. Et là, en l'occurrence, il aurait fallu que l'alternateur à vide fonctionne à 2500/3000 tours au moyen de

quoi ça fonctionnerait; sinon dans ce cas cela ne marche pas. Vous ne pouvez même pas éclairer des ampoules.

- Dans la salle

Vous avez quand même des données de base? Je parle des roues de moulin que les uns et les autres vous avez construites qui existent. Les roues de moulin tournent à une certaine vitesse. On me dit 7, 8, 9, 10 tours/min. C'est une donnée de base. On ne peut rien changer.

- Michel Pierre

On connaît à peu près les vitesses de rotation par exemple un rouet pour entraîner des meules entre 60 et 80 tours

- Dans la salle

Donc là vous ne pouvez rien changer?

- Michel Pierre

Ils ont calculé, nos ancêtres qui n'étaient ni des grands ingénieurs ni des polytechniciens. Ils avaient beaucoup d'expérience. Ils savaient calculer la forme des aubes pour donner un maximum de puissance et pour que cela donne la bonne vitesse aux meules.

Si vous avez aujourd'hui un rouet que vous voulez transformer pour faire de l'électricité vous calculez la vitesse nominale en charge du rouet, de 60/ 70 tours à peu près, et là cela va marcher. Il faut mettre la multiplication de vitesse adéquate pour atteindre la vitesse pour laquelle le générateur est conçu.

- Dans la salle

Vous parlez de multiplicateurs. Il y a toute sorte de solution dans tous les moulins que l'on a pu voir avant; il y a des courroies, il y a des variateurs de vitesse, il y a des multiplicateurs, il y a de tout...

Est-ce que vous pouvez nous parler de cela parce que c'est un de nos problèmes? Bien sûr le multiplicateur, si vous l'achetez neuf, cela coûte très cher. Si vous bricolez vous n'avez pas l'optimum. Beaucoup de gens se posent la question sur ce sujet.

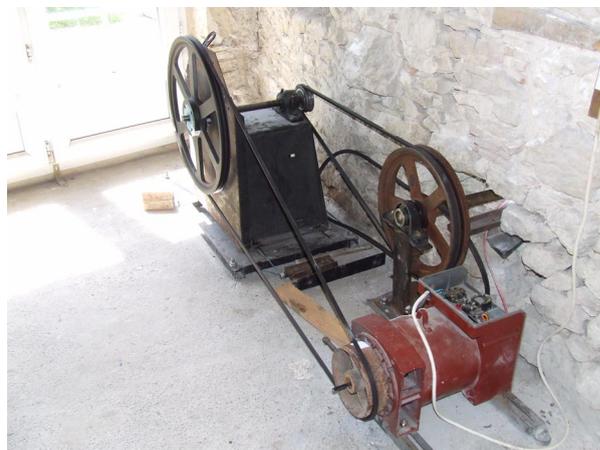


Photo d'un renvoi d'angle

- Michel Pierre

En général les moulins sont équipés d'un renvoi d'angle.

Ci-dessous un système équipé entièrement en courroies; pour entraîner l'alternateur à 1500 tours à deux étages de courroies de l'autre côté du mur, il y a un renvoi d'angle multiplicateur.



C'est celui là, un renvoi d'angle multiplicateur; vous connaissez tous cela; il y en a pratiquement dans tous les moulins. Il a l'avantage de transmettre un mouvement d'un axe vertical à un axe horizontal; c'est un renvoi d'angle et c'est aussi une multiplication de vitesse en fonction du rapport du nombre des dents, et cela existe pratiquement dans tous les moulins. C'était fait comme cela. Ca a deux inconvénients :

1) Le bruit si vous avez ça près de votre chambre à coucher. Vous ne dormirez pas de la nuit. Il faut que cela soit loin ou il faut l'éliminer.

2) Le rendement c'est rustique comme mécanisme et ça n'a pas un bon rendement. En général les dents sont en bois qui ont une durée de vie limitée.

Voilà donc les inconvénients d'un multiplicateur renvoi d'angle.

Je préconise les courroies. Pour les petites puissances, les transmissions par courroies sont silencieuses. Si c'est bien conçu, il y a peu de perte de puissance. Il faut quand même faire attention aux courroies car certaines peuvent patiner et là c'est la catastrophe. J'ai vu des montages de courroies acrobatiques avec des courroies trapézoïdales croisées. Il faut bien sûr éviter de les croiser; c'est une hérésie. On voit des choses comme cela. Il ne faut pas le faire.

- Désiré Le Gourières

Si vous construisez votre roue, vous avez intérêt à mettre un axe en acier. Votre roue peut être en bois mais privilégiez un axe en acier car c'est sur l'axe que vous allez prélever la puissance. Vous n'aurez que des embêtements avec un axe en bois parce que dans les bouts d'arbre, on met des tourillons qui bougent toujours à cause de l'humidité et de la chaleur etc. L'axe métallique en acier permet d'installer une bonne mécanique et cela

ne bougera pas. Avec une roue il faut toujours prévoir, dans la chaîne de transmission de puissance, un élément de flexibilité, comme des courroies, pour éviter une grande rigidité afin de ne pas faire souffrir les multiplicateurs mécaniques lors des démarrages. Si vous n'avez pas prévu un élément de flexibilité, votre transmission aura une durée de vie très limitée.

- Michel Pierre



Hérisson

Cela s'appelle un hérisson. C'est un grand volant avec des dents en bois qui entraîne un pignon en fonte. Cela a existé.

Pour produire de l'électricité, il suffit de mettre une courroie qui va entraîner une petite poulie avec un générateur à axe vertical. Comme on a un très grand diamètre, on a une très grande multiplication ce qui va suffire à faire tourner un générateur. Attention on n'a pas encore parlé du générateur. J'attends les questions, j'anticipe un peu. On va en parler tout à l'heure. Si on prend un générateur du type alternateur qui va tourner à 1500 tours/minute (on ne trouve pas d'alternateurs industriels à moins de 1500 tours/minute sinon il faut se rabattre sur ce que l'on appelle une génératrice asynchrone). Alors on va trouver des moteurs de 750 tours/minute. Avec 750 tours/minute, ce genre de multiplication, c'est possible. Avec les 1500 tours/par minute, on n'y arrive pas parce qu'il faudrait plusieurs étages de multiplicateurs.

(Changement de vue sur des générateurs)

Un alternateur de 25 kW dans un moulin qui est à Airvault dans les Deux-Sèvres avec une turbine à cloche.

- Dans la salle

Je voudrai vous faire part de mon expérience au niveau des moteurs asynchrones. Je suis en train d'équiper des gîtes et l'on m'a conseillé de mettre une génératrice de 750 tours/minute surtout à cause du bruit. Les pavillons

sont près de mon moulin. C'est bon à savoir parce que le bruit peut être source de problème avec le voisinage.

- Michel Pierre

750 tours/minute, c'est ce que l'on appelle un générateur asynchrone autonome. Il faut lui mettre des condensateurs. Sinon il ne marche pas. On a dû vous le dire. Si vous faites un système couplé au réseau EDF, vous aurez aussi des condensateurs mais c'est une autre histoire.

Question inaudible - Dans la salle

- Michel Pierre

On a intérêt à choisir des générateurs "basse vitesse" parce que les machines hydrauliques ont le défaut de tourner à des basses vitesses. Les roues tournent à des vitesses très basses, quelques tours/minutes, et les turbines tournent un peu plus vite mais guère.

Une turbine Francis à axe vertical sous deux mètres de chute va tourner entre 100 et 150 tours/minutes. C'est quand même plus vite que les roues donc en général un seul étage multiplicateur va vous permettre d'arriver à 750 tours/minute.

- Dans la salle

J'étais dernièrement à Marseille à un congrès sur les éoliennes et ils sont arrivés à avoir des multi pôles dans les éoliennes qui tournent à 6/7 tours/minute. C'est énorme. C'est à aimants permanents et derrière il y a une grosse électronique. Il n'y a plus de multiplicateur.

- Michel Pierre

Dans ce cas, la fréquence est très variable. On opère ce que l'on appelle un redressement du courant, cela fait un courant continu. Ensuite ce courant continu, il faut le transformer en courant alternatif avec un onduleur. Il y a double transformation. C'est quand même réservé à des unités d'une certaine puissance. Sur les éoliennes, on est de l'ordre du 1 à 2 mégawatts. On ne peut pas le faire sur des petites unités de l'ordre de 5 à 6 kilowatts. Techniquement, cela ne tient pas la route. Il existe aussi une famille de générateurs à très basse vitesse à aimants permanents. C'est en cours de développement.

A ma connaissance actuellement, je ne connais pas de générateurs très basse vitesse à 50 ou 100 tours/minute. On m'a dit que cela existait. Je n'en ai jamais vu et je ne sais pas si cela existe à un prix correct. C'est en cours de développement.

- Dans la salle

Cela doit faire partie de la petite éolienne qui est en train de se développer dans les années à venir.

- Michel Pierre

C'est du développement. Puisqu'on en parle, je préconise pour les très petites installations: un générateur asynchrone avec des condensateurs pour une production autonome et non couplé au réseau EDF. Le généra-

teur est un moteur ordinaire qui a une vitesse nominale de 750 tours/minute. Lorsque l'on va l'entraîner entre 750 et 800 tours/minute, si on lui met des condensateurs à la bonne valeur, il va générer du courant électrique alternatif. On installe une série de condensateurs à la bonne valeur. Il devient un générateur électrique.

- Dans la salle

Comment cela se calcule t'il?

- Michel Pierre

Cela se calcule. Je pourrai vous donner les méthodes de calcul. Cela a un inconvénient. Ce n'est pas stable du tout. A savoir que si vous travaillez par exemple pour une machine de 3 kW, vous le faites fonctionner une fois à la bonne vitesse de 700 à 750 tours/minute. Il va vous délivrer du 220 volts. Si vous le délestez de la moitié. Vous mettez une charge de 1,5 kW. Il va fournir du 300 volts. Si vous le mettez à vide. Il va fournir du 500 volts. C'est très instable. Donc il faut trouver un système de stabilisation qui permette de stabiliser la tension pour que les récepteurs ne grillent pas, que vous n'ayez que 200 à 240 volts et que pas plus. J'ai développé quelque chose qui marche très bien. J'ai fait un système très simple.

- Dans la salle

Pouvez vous nous l'expliquer?

- Michel Pierre

C'est très simple. Je vais vous expliquer brièvement. Je mets des condensateurs qui vont bien pour que la bonne vitesse donne la bonne puissance. Lorsque vous avez une charge qui se déleste, en général du chauffage (l'installation de chauffage) le thermostat du radiateur s'ouvre. Vous délestez un kilowatt par exemple. La tension monte. Moi, à ce moment là, je mets une charge équivalente d'1kw. A la charge qui se déleste d'elle même, je lui substitue une charge équivalente. Si par exemple, j'ai une machine de 3 kilowatts (3 départs dédiés de 1 kW sur des radiateurs/convecteurs). Chaque fois que l'un d'eux se déleste, j'ai une charge auxiliaire qui se met en place et qui prend le kW à la place de l'autre, de sorte que la puissance qui est vue par la machine soit toujours la même, constante et que cela tourne tout le temps pareil, toujours une tension parfaite. C'est un système rudimentaire, très rustique. Il ne coûte pas cher. Je pourrai vous en parler plus longuement en aparté si vous êtes intéressé.

- Alain Forsans

Un renvoi d'angle à bain d'huile, qu'est ce que vous en pensez?

- Michel Pierre

Je n'en pense que du bien. C'est un système qui est sérieux et qui ne fait pas de bruit parce que c'est dans un seul boîtier. Ça a un bon rendement car c'est un engre-

nage que je ne peux détailler ici. C'est plus cher. On peut l'utiliser.



Générateur de 55 kW



Générateur de 100 kW dans un moulin.

Les pigeons y ont fait des dégâts.



Générateur de 10 kW

Constitué d'un moteur asynchrone avec des condensateurs. Leroy Sommer avait autrefois développé ce système là. Il disposait d'un département énergie renouve-

lable donc hydraulique. L'on trouve encore de ces installations Leroy Sommer. Cette machine fait 10kw.

- Dans la salle

Quel type de machine Leroy Sommer installait-il?

- Michel Pierre

C'était des turbines qu'ils avaient développées. Une turbine à hélice qui entraînait un générateur approprié et qui permettait de fournir du courant. C'était des turbines hélice qui n'avaient pas de réglage de débit et ils avaient fait le même principe que je viens de vous exposer, ou à peu près, avec une régulation par la charge. On s'arrange avec l'électronique pour que la charge soit toujours à peu près constante. La machine hydraulique reçoit tout le temps le même débit et il faut toujours la même charge ce dont se chargeait l'électronique. Elle se débrouille pour que la charge soit constante c'est ce qu'avait fait Leroy Sommer. Moi j'ai fait autre chose. Ce n'est pas un système Leroy Sommer. Mon système est plus simple.

- Alain Forsans

Si on a un alternateur qui est plus puissant que la puissance que l'on peut développer. Est ce que c'est gênant?

- Michel Pierre

C'est une perte de rendement. Il faut savoir qu'une machine quelle qu'elle soit, si elle n'est pas utilisée à des valeurs optimales a des pertes fixes. Dans toute machine (alternateur, moteur) si vous l'utilisez au quart ou à la moitié de sa puissance nominale, elle a un mauvais rendement. Il y a des pertes par frottement, des pertes magnétiques, des pertes par ventilation car il y a un ventilateur conçu pour refroidir la machine à sa puissance maximum. Il y a des pertes. Même si vous travaillez au dixième de sa puissance, le ventilateur absorbera la même puissance donc le rendement est pénalisé.

- Désiré Le Gourières

Dans mon moulin, j'utilise un alternateur dont la puissance nominale s'élève à 12 kilowatts. Mais la roue de mon moulin développe 4 kW au maximum Donc on est tout à fait dans le cas. J'ai cependant un très bon rendement car j'ai réduit volontairement la vitesse de l'alternateur à 900 tours/minute au lieu de 1500 tours/minute de façon à avoir du 240 volts entre phase. J'alimente des radiateurs du commerce avec les 240 volts entre les différentes phases. Mais je ne produis que du 30 Hertz au lieu de 50 Hertz. C'est sans inconvénient car je ne fais que du chauffage. En réduisant la vitesse de rotation de l'alternateur, j'ai réduit les pertes mécaniques de ventilation. J'ai réduit aussi les pertes magnétiques qui sont proportionnelles au carré de la tension et, de ce fait, j'ai finalement même à 4 kW un très bon rendement. Je peux aussi m'éclairer sans avoir besoin de transformateur car alimentées en 30 Hertz ou en 50 Hertz à 240

Volts, les lampes à incandescence fournissent le même éclairage.

Précision de - Michel Pierre

Sauf pour les ampoules à incandescence où il y a des fluctuations.

- Dans la salle

Je voudrais faire un petit retour en arrière. Quelle est la hauteur minimum d'une chute d'eau pour faire tourner une machine?

- Désiré Le Gourières

Il n'y en a pas. Plus la hauteur de chute est basse, plus la machine coûte cher. Avec un mètre de chute, on peut produire du courant électrique mais il faudra un gros débit. La machine sera beaucoup plus coûteuse car il elle sera plus grosses et le prix des machines est sensiblement proportionnel à leur poids.

- Dans la salle

La puissance d'un moteur ce n'est pas la hauteur de chute multipliée par le débit?

- Désiré Le Gourières

La puissance d'un moteur hydraulique peut être calculée par la relation $P = k Q H$

Si vous exprimez Q en m³/s et H, la hauteur de chute nette en m, vous obtiendrez la puissance en kW. k est un coefficient variable avec le type d'installation et le niveau de charge du moteur hydraulique. À titre d'exemple voici quelques valeurs approximatives de k pour un fonctionnement à pleine charge:

k = 8,5 pour une turbine Kaplan, k = 8 pour une Francis et k = 7 pour une roue par-dessus.

Évidemment pour la puissance électrique P_e il faut multiplier la valeur de P ci-dessus, par le rendement de la chaîne de transmission et par le rendement du générateur électrique, ce qui donne pour P_e les valeurs approximatives suivantes pour des installations bien conçues :

$P_e = 7,5 \text{ à } 8 QH$ pour les installations utilisant des Kaplan, $P_e = 6,5 \text{ à } 7 QH$ pour des Francis et $P_e = 5,5 \text{ à } 6 QH$ pour des roues hydrauliques par-dessus.

Et ceci dans les conditions de fonctionnement nominales et non à charge partielles.

- Dans la salle

Est-ce qu'il existe des minis groupes bulbes.

- Désiré Le Gourières

Il en existe. Leroy Sommer avait développé ce système. Je ne vous le conseille pas. Le problème du groupe bulbe est qu'il doit être parfaitement étanche parce qu'il est immergé. Il est préférable d'installer une turbine en tube et mettre le générateur à l'air en profitant d'un

coude de la conduite à l'extérieur de celle-ci. Cela vous coûtera beaucoup moins cher.

- Dans la salle

Je voudrai poser une question sur le déséquilibre des phases sur les alternateurs. Comment faire fonctionner trois radiateurs sur une phase deux sur une autre ...?

Désiré Le Gourières

Quand vous avez un alternateur qui est calculé au plus juste, il faut éviter les déséquilibres entre phases. Si vous avez un déséquilibre vous devez fonctionner à puissance réduite et ne pas tirer en principe sur aucune des phases une puissance supérieure au tiers de la puissance nominale du générateur s'il s'agit d'un générateur triphasé. Si vous tirez seulement sur une phase vous pouvez dépasser légèrement cette limite mais il ne faut pas exagérer car les conducteurs de la phase véhiculeront un courant plus important d'où un échauffement par effet joule plus important qui peut aboutir à la destruction de l'isolation du conducteur.

- Michel Pierre

Si vous êtes en sous charge, vous pouvez travailler que sur une phase. On peut le déséquilibrer fortement dans la mesure où chacune des phases ne soit pas en surcharge.

- Dans la salle

Une génératrice monophasée ça n'existe pas?

- Désiré Le Gourières

Si. Lorsque vous avez du chauffage à faire vous pouvez prendre un alternateur monophasé. Mais vous pouvez aussi utiliser un moteur triphasé que vous équiperez de condensateurs et vous fonctionnerez sur une phase. Vous prendrez un moteur asynchrone plus puissant. Le montage est décrit dans mon livre sur les petites centrales hydroélectriques.

- Michel Pierre

Au delà d'un kilowatt, vous ne trouverez pas de moteur monophasé. La génération en monophasé marche peut être. Je n'ai jamais essayé.

- Désiré Le Gourières

C'est possible mais vous devrez utiliser des condensateurs beaucoup plus gros en monophasé.

- Michel Pierre

Je ne le conseille pas.

- Désiré Le Gourières

Si vous utilisez un moteur triphasé en générateur monophasé il ne faut pas dépasser par phase une certaine fraction de la puissance nominale : 75 à 80% de la puis-

sance nominale. Il ne faut pas faire le montage n'importe comment mais en triangle.

- Dans la salle

En monophasé risque-t-il de tourner beaucoup plus vite?

- Michel Pierre

Non. C'est un générateur, ce n'est pas un moteur.

Question - Dans la salle

Avec un générateur à courant continu peut-on mettre des radiateurs?

- Michel Pierre

Les générateurs en continu, il faut faire une croix dessus. On en récupère effectivement mais il faut les réserver. C'est très intéressant pour les musées.

Désiré Le Gourières

Si vous possédez un générateur à courant continu du type dynamo shunt, vous pouvez produire de l'électricité mais si vous n'en avez pas, il est préférable d'acheter soit un alternateur soit un moteur asynchrone triphasé que vous ferez fonctionner en générateur en l'excitant par des condensateurs.

- Michel Pierre

Il faut savoir qu'autrefois on faisait du courant continu. Il y a un inconvénient. C'est très difficile à couper. Lorsque vous utilisez du courant continu, dans l'interrupteur il se produit un arc et comme le courant n'est pas interrompu comme son nom le dit, il est continu ce qui veut dire qu'il va toujours dans le même sens, ce qui veut dire qu'à toutes les coupures il se produit un arc qui fait fondre les contacts. Autrefois, ils avaient inventé les interrupteurs à couteaux. Vous en avez certainement déjà vu. En rupture cela marchait. C'était énorme. Si vous les transposez aujourd'hui avec les interrupteurs classiques du commerce vous le mettez sur du courant continu, je vous le garantis, dès la dixième manœuvre il est grillé ! Autrefois les meuniers pour couper le courant dans les petits moulins allaient mettre la planche. C'est à dire couper l'eau à la roue pour arrêter la lumière et pour remettre la lumière on enlevait la planche on avait de la lumière que lorsque la roue tournait, on marchait comme cela sans interrupteur. C'est une vieille machine, il y a un collecteur, cela fait du bruit et du frottement, il y a perte de rendement, c'est déconseillé.

- Dans la salle

Si l'on a des beaux engins historiques comme cela?

- Michel Pierre

Il faut les garder bien précieusement. Vous faites un musée dans le moulin.

- Alain Forsans

Vaut-il mieux acheter un moteur triphasé, si vous êtes couplé au réseau Je me posais la question? Non pas forcément

- Michel Pierre

Avantage et inconvénient d'un alternateur. L'alternateur produit un courant alternatif parfaitement régulé en ten-

sion. La fréquence varie en fonction de la vitesse. La tension est parfaitement stable parce qu'il y a un régulateur électronique interne. Je parle des alternateurs modernes; vous trouvez des Leroy Sommer des Mecalte ou autre. L'inconvénient c'est la vitesse. Industriellement, vous ne trouverez pas d'alternateur à une vitesse inférieure à 1500 tours/minute. C'est un gros inconvénient car il faut multiplier beaucoup la vitesse. Cela coûte cher, beaucoup de poulies et de courroies; alors on peut se rabattre sur la génératrice asynchrone à condensateurs, qui est un moteur industriel de Leroy Sommer ou autre que l'on trouve à 750 tours/minute et qui est beaucoup plus facile à multiplier. Cela marche très bien sauf le problème de stabilité de tension déjà évoqué. Il faut maîtriser ce problème là.

- Dans la salle

Et la charge faut-il aussi la réguler?

- Michel Pierre

Il faut faire un dispositif qui permet de fonctionner à charge constante avec de l'électronique ou de l'électromécanique. Il faut quelque chose de rustique.

- Dans la salle

L'alternateur que l'on a vu dans les Landes a aussi sa régulation?

- Michel Pierre

Il y a de l'électronique intégrée et ça vous donne une tension parfaite.

- Dans la salle

Il n'y a que la phase qui peut changer.

- Michel Pierre

La fréquence varie directement liée à la vitesse. Cela n'est pas très gênant parce que si l'on veut faire que du chauffage et de l'éclairage, la fréquence n'est pas un paramètre critique. Une ampoule, un radiateur de chauffage central ça va marcher entre 40 à 60 Hertz. Il n'y a pas une énorme différence. Ce n'est pas gênant. Par contre vous ne pourrez pas utiliser votre téléviseur et votre machine à laver.

- Dans la salle

A partir de quelle puissance peut-on être raccordé au réseau? Et à quel niveau cela devient-il rentable?

- Michel Pierre

C'est une équation personnelle; il faut savoir qu'il y a des complications au point de vue administratif et EDF c'est très compliqué et c'est très cher. Si on a envie de le faire, il faut le faire car c'est la meilleure manière d'utiliser l'énergie. Parce que lorsque vous faites de l'électricité en autonome, vous allez utiliser des radiateurs pour l'hiver, mais en été ou en saison intermédiaire vous perdrez de l'énergie. Avec EDF vous êtes couplé sur EDF, 100% de votre production est utilisée. C'est beaucoup plus cher car EDF impose un double comptage (compteur), un système particulier de couplage, des normes de sécurité sévères et la ligne électrique. Il en profite pour

matraquer. Ils vont vous faire un devis de raccordement qui la plupart du temps est injustifié rien que pour vous faire racker (payer). Si vous êtes motivé je vous le conseille. C'est quand même la meilleure solution techniquement car toute l'énergie produite est utilisée.

- Dans la salle.

A quel prix est-elle achetée?

- Désiré Le Gourières

Les prix sont indiqués dans mon livre. En principe 9 centimes d'euros du kilowatt/heure en moyenne.

- Dans la salle.

En dehors de votre livre point de salut?

- Désiré Le Gourières

Vous avez mis le doigt dessus. Mon livre, c'est la Bible du meunier qui veut transformer son moulin en centrale hydroélectrique. Rires.

- Dans la salle.

Le prix de vente du photovoltaïque? Parlez-nous du photovoltaïque?

- Désiré Le Gourières

Le photovoltaïque est financé par l'État. Chaque citoyen qui installe de 3 kW crête sur sa toiture bénéficie d'un crédit d'impôt de 8000 euros d'où une moindre rentrée d'argent dans les caisses de l'état. Le kilowatt-heure photovoltaïque est payé 60 centimes par EDF qui a l'obligation d'acheter l'énergie électrique produite alors que la compagnie vend le courant au compteur 12 centimes le kWh. C'est complètement aberrant. Comme l'EDF a des abonnés, il lui suffit d'augmenter le prix du kWh vendu pour se retrouver. Tous les abonnés au réseau contribuent à payer le surcoût, ce qui est injustifié. Le prix de revient du kWh produit tourne autour de 70 centimes, ce qui est très élevé et sans comparaison avec le prix de revient du kWh électrique qui est inférieur à 10 centimes d'Euro. Financer la construction des installations photovoltaïques me paraît aberrant parce qu'on est arrivé en photovoltaïque à un prix plancher de construction des panneaux solaires qui ne baisse plus ou très peu malgré le nombre important de réalisations. Je pense que tout cet argent dépensé par l'Etat devrait être réservé à la recherche fondamentale pour augmenter le rendement actuel des panneaux photovoltaïques qui n'est que de 10% à 15% au maximum. Pour une énergie incidente de un kilowatt solaire par m2, on ne sort que 100W par m2 de panneaux. C'est peu. Il ne faut pas oublier non plus que la demande en électricité est maximale en hiver lorsqu'il fait très froid et que le ciel est clair. À ce moment, le soleil est dans l'hémisphère sud et les journées sont courtes. En outre en hiver, les autres jours, le ciel est souvent nuageux donc le rayonnement solaire qui atteint les panneaux est réduit et le résultat n'est pas brillant. Finalement la seule énergie renouvelable valable est l'hydroélectricité.

On ne peut qualifier le développement actuel du photovoltaïque de développement durable. Pour moi le développement durable concerne les systèmes qui, une fois

amorçés financièrement, tiennent debout économiquement sans subvention aucune. Si le photovoltaïque n'était pas continuellement financé, peu de gens installeraient des panneaux sur leur toit.

- Dans la salle.

Il y a quand même les Allemands. Ils sont très pragmatiques.

- Désiré Le Gourières

On les comprend. Ils vendent des panneaux solaires à la France et des éoliennes qu'on pourrait très bien fabriquer chez nous. On finance indirectement l'industrie allemande. Les éoliennes ne constituent pas la solution miracle pour la production d'électricité en France. Elles ne tournent pas quand on a besoin d'elles, quand il fait très froid et que le ciel est clair. À ces moments, nous sommes dans des situations anticycloniques et il n'y a pas de vent ou peu. Pour pallier à la pointe de la demande énergétique et au manque de production d'électricité des éoliennes, on doit construire de nouvelles centrales thermiques pour que le réseau ne s'effondre pas, centrales thermiques qui ne vont fonctionner que quelques heures par an mais qu'il faudra payer.

Rappelons que les centrales nucléaires fournissent 80% de l'électricité dans notre pays et les centrales hydrauliques 12 à 13%. Celles-ci fonctionnent toute l'année. Les centrales thermiques ne tournent que pendant les saisons froides au moment où les autres ne suffisent plus. En pointe, toutes les centrales disponibles sont en service et il va falloir en construire d'autres pour que le réseau ne s'effondre pas. La pointe de la demande énergétique atteignait 93 500 mégawatts au mois de janvier 2009. Elle augmente tous les ans.

Précisons que le kWh électrique français est avec le kWh suédois le moins pollué d'Europe. En France, on émet dans l'atmosphère par kWh d'électricité produite, 67g de dioxyde de carbone dans l'atmosphère, contre 700g en Allemagne et au Danemark et ceci grâce aux centrales nucléaires essentiellement. Ne rêvons pas. Elles vont se développer. Il n'y a pas d'autres voies.

- Alain Forsans

Le fait d'avoir une ligne de moyenne tension près de votre moulin avec un ancien équipement de transformateur, pouvez-vous mettre cela dans la balance pour EDF?

- Michel Pierre

Cela va vous coûter un poste de transformation parce que vous allez produire en basse tension à 400 volts et ça arrive en 20 000 volts et il faut passer par le poste de transformation. Si vous avez une puissance suffisante c'est justifié; pour les très petites puissances cela risque d'être exorbitant. Il faut à mon avis que les très petites puissances 10 kilowatts soient raccordées sur le réseau basse tension. Derrière le transfo il y a aussi le comp-

tage. Il y a aussi les protections en moyenne tension cela coûte cher.

- Dans la salle.

Je vais produire pour EDF. On me dit que c'est EDF qui a gardé le monopole d'achat à tarif subventionné. C'est à dire que si je veux vendre à d'autre organisme cela n'est pas possible. Pouvez vous me le confirmer?

- Michel Pierre

Je n'ai pas les compétences pour répondre à cette question. Je ne sais pas juridiquement. Je crois que l'on peut choisir son opérateur pour acheter et pour vendre. Cela reste à confirmer.

- Désiré Le Gourières

Je pense qu'il y a peu d'opérateurs qui souhaitent avoir des clients comme nous. Nous ne sommes pas des clients intéressants pour EDF. Edf ne fait cela que pour son image de marque.

- Michel Pierre

Il y a un opérateur qui est intéressé par cette énergie verte c'est Enercop. Il faudra le consulter.

- Désiré Le Gourières

En tout cas si vous souhaitez un jour vous raccorder au réseau EDF, la première chose à faire avant tout est d'aller les voir pour savoir si cela est possible. Qu'y a t'il à installer ? La ligne, le compteur, un transformateur ? afin d'avoir une idée des dépenses que vous allez devoir supporter et qui peuvent atteindre jusqu'à 20 000 euros.

- Dans la salle.

Qu'est ce qu'il faut faire pour trouver des installateurs de production autonome?

- Michel Pierre

Des installations de production autonome il faut que cela soit fait sérieusement par des électriciens professionnels. Si vous êtes raccordés au réseau EDF sachez que EDF imposera une visite de votre installation par la SOCOTEC. Si vous faites une installation pour votre chauffage, faites là faire par un électricien professionnel vous n'aurez pas d'ennui.

- Dans la salle.

Il faut combien pour bien chauffer une maison?

- Michel Pierre

Je ne sais pas bien. Il faut faire le distinguo entre la puissance et l'énergie. La puissance c'est la notion d'instantanéité. La machine fait 1 kW c'est l'instantané. L'énergie c'est dans le temps 1kW pendant 10 heures cela fait 10kWh pendant 20 heures 20kWh. Une petite installation de 2kW fera 48 kWh en 24 heures. 50kWh par jour, c'est déjà pas mal. Vous commencez à chauffer une maison, chauffage de base réparti sur la durée, vous pouvez chauffer toute une maison avec 10kW. Une petite puissance qui, sur la durée, fait de l'énergie.

- Désiré Le Gourières

Ma maison a une surface habitable de 80 m2 et son isolation est très moyenne. Avec mon moulin, je produis 15

000kWh par an (En gros d'octobre à mai). Cela suffit pour le chauffage de la maison à 90 %. En effet, parfois en novembre et décembre, il ne pleut pas. Je n'ai pas d'eau et je suis obligé de d'utiliser ma chaudière à fuel. Dans ma maison, j'ai des radiateurs à eau et des radiateurs électriques. Mon épouse dit que c'est la maison du radiateur. L'avantage de l'électricité c'est que cela ne fait pas de bruit, c'est silencieux, d'autant plus que mon moulin est détaché de ma maison.

- Dans la salle.

Est ce qu'il n'y a pas un seuil minimal? Est ce que EDF est obligé de tout racheter? Est ce qu'il y a une production annuelle en deçà duquel EDF considère les dossiers avec beaucoup de mépris.

- Désiré Le Gourières

Théoriquement, oui. Mais dans la réalité tout se passe autrement et les prix changent tout le temps.

- Michel Pierre

Nos petites installations n'intéressent pas EDF. Cela les embête car pour instruire des dossiers de 10 kW ils dépensent autant d'énergie que pour des dossiers de 1 000 kW Cela mobilise autant de personnel donc aucun intérêt. Ils mettent des frais pour que le dossier n'aboutisse pas. Il faut avoir une foi de curé, pour aller jusqu'au bout. On a l'exemple de M. Bernard Delrue au moulin de Lugy qui s'est bagarré avec EDF pour avoir son installation de raccordement. Cela n'a pas été facile. Il a une roue qui produit 4 kW.

La Présidente intervient

Il faut se battre avec EDF.

- Michel Pierre

Tous les motifs sont bons: perte du dossier, toujours des faux semblants, des personnes différentes. Ils feront tout pour ne pas faire le dossier. Il faut les menacer, les harceler.

- Dans la salle

Y a t'il des relais d'opinion qui permettent de faire avancer les dossiers?

- Michel Pierre

Cela ne peut être que nous, les fédérations, les associations des amis des moulins.

- Une personne de la salle nous compte ses mésaventures.

C'est exactement cela. On nous ballade d'un bureau à un autre. Votre dossier a été perdu. On vous envoie une personne pour étudier votre dossier et comme par hasard elle n'est pas habilitée pour l'hydraulique mais pour le photovoltaïque.

- La Présidente intervient.

EDF prétend que vous n'avez plus votre droit d'eau ou qu'il n'est pas justifié. Ils reviennent systématiquement sur tous les éléments qu'ils peuvent contester. Jusqu'au

jour où le propriétaire du moulin tape du poing sur la table ayant mis en jeu, les élus, les députés. Il a fini par gagner. Il a fallu se battre pendant deux ans. Les 4 kW sont produits par une roue.



La roue du moulin de Lugy dans le Nord construite par le propriétaire.

La Présidente précise que c'était une question de principe pour le propriétaire. Il s'est battu comme un diable. C'est une installation qui a été supervisée par - Michel Pierre.

- Michel Pierre

Il a fallu tout synchroniser. Tout marche bien. C'est de l'électronique qui a été très bien conçue. Tout doit être synchronisé. Le couplage sur le réseau EDF doit se faire parfaitement.

- Dans la salle

Qu'est ce que l'on peut dire de cela?

- Michel Pierre

C'est moi qui l'ai faite. Que cela marche bien. Rires - Dans la salle.

La présidente confirme que cela marche.

- Dans la salle

Quel est le mystère?

- Michel Pierre

Il n'y a pas de mystère. C'est de l'électronique qui doit être bien conçue.

- Dans la salle

Que faire en cas de coupure d'EDF. Quelle est la sécurité à apporter?

- Michel Pierre

En cas de coupure si vous êtes couplé au réseau EDF, de ce fait la machine qui produit de l'énergie se trouve délestée ce qui fait doubler la vitesse avec une telle roue ce n'est pas envisageable. Donc ici en l'occurrence, il y a une vanne qui est automatisée avec un moteur électrique. Toute installation qui est couplée au réseau doit pouvoir instantanément être coupée. Pour les installations non couplées ce problème de survitesse existe

aussi. Si vous avez un disfonctionnement de l'appareillage vous allez passer en survitesse.

- Dans la salle

Par rapport à ce sujet, je suis en train de réaliser une installation avec une turbine Francis. Est-ce qu'il existe des circuits dans le commerce qui permettent de commander, par rapport à un niveau de bassin, de couper s'il y a une surtension ? Est-ce qu'il existe ces circuits dans le commerce ?

- Michel Pierre

Oui à ce niveau il existe une sonde à ultrason. Il faut faire l'installation électronique qui va bien et cela coûte cher.

- Dans la salle

Est-ce que cette installation existe ?

- Michel Pierre

Je ne connais pas tout. Dans le commerce, cela n'existe pas. C'est une sonde, une sonde à ultrason qui délivre une information analogique de 0 à 10 volts, de quelques milliampères. A partir de là, l'électronicien se débrouille pour actionner son automate. Il agit pour fermer la vanne ou pour fermer les directrices sur la turbine.

- Alain Forsans

Est-ce que vous êtes intéressé par quelques séjours dans nos moulins à droite ou à gauche ?

Rires - Dans la salle.

- Michel Pierre

Ecoutez, j'évite parce que... Non, non, mais c'est possible mais exceptionnellement. Dans un premier temps je préfère par téléphone ou par courrier électronique. Je vous conseille de vous adresser à moi et je vous donnerai mes coordonnées. Je peux déjà vous débrouiller pas mal de problèmes par courrier électronique.

La Présidente précise que M. - Michel Pierre ne s'est pas déplacé pour Lugy.

- Michel Pierre

Je ne me suis pas déplacé pour Lugy. Il y avait un bon électricien sur place. J'ai conçu l'appareillage et l'automatisme de chez moi. C'est son électricien qui lui a tout installé.

- Alain Forsans

Comme vous parliez chauffage et éclairage si l'on ne veut pas s'embêter à vendre à EDF et si on a la possibilité de produire pour soi.

- Michel Pierre

Si vous voulez alimenter tous les appareillages de la maison, c'est possible. Il faut faire une régulation par absorption de charge. Il faut que la machine tourne à une puissance constante. Il faut une régulation telle que

la puissance soit constante. Vous n'aurez pas, et je tiens à vous le dire, la qualité du réseau EDF. Quelque soit la perfection du système électronique, avec laquelle vous n'aurez jamais la qualité du réseau EDF. On peut dire ce que l'on veut d'EDF mais la tension et la fréquence sont stabilisées d'une façon parfaite.

Avec une petite installation vous ne ferez jamais la même chose. Même avec une installation bien faite, la fréquence sera comprise entre 50 et 60 Hertz. Avec toute l'électronique que vous avez maintenant dans les machines à mon avis cela peut marcher mais il faut faire des essais. Il est évident que si on a assez de puissance on peut alimenter toute la maison. Il faut absolument une tension bien stable.

- Dans la salle

Avec une machine à laver y aura-t'il des problèmes ?

- Michel Pierre

Avec les nouvelles machines à mon avis il faut faire des essais cela devrait marcher. Bien sûr, pour l'éclairage il n'y a pas de problème

- Dans la salle

Un alternateur avec une régulation électronique ?

- Michel Pierre

La régulation de la tension est parfaite. Avec LEROY SOMMER ils sont un peu chers. MECCALTE, c'est italien, il vous délivre une tension régulée absolument parfaite. La tension c'est irréprochable. La fréquence elle, est liée à la vitesse de rotation. Si vous chargez différemment la machine la vitesse va varier et la fréquence va aussi varier. Tant qu'on fait des applications chauffage et éclairage il n'y a pas d'incidence si on fait des applications ordinateur ou autre je ne sais pas, je ne me prononce pas.

- Dans la salle

Avec un fréquencemètre peut-on régler la fréquence ?

- Michel Pierre

C'est un réglage manuel. Je vous le déconseille.

- Dans la salle

N'y a-t'il pas un réglage électronique ?

- Michel Pierre

Un réglage électronique ne peut pas faire du 50 hertz pile. Si cela existe, je veux voir. Moi, je ne sais pas faire.

- Michel Pierre

Moi je sais faire du 50/60 Hertz sur un groupe hydroélectrique. Si vous me demandez de faire du 50 Hertz à plus ou moins 5% je ne sais pas faire parce qu'il peut y avoir une rupture de charge brutale. Une machine à laver, par exemple, ça absorbe la moitié de la puissance et le

groupe se met à genoux. Après il récupère et ça prend du temps.

- Benoît Huot

Une question pour l'avenir qui va devenir proche. Ceux qui fournissent leur propre électricité, s'ils se la gardent, est ce qu'ils pourront charger des batteries de voiture?

- Michel Pierre

Bien sûr, tout a fait, la voiture électrique. Là aussi pour les voitures électriques on a commencé à en parler un peu. C'est une application intéressante on aura dans quelques années des voitures à air comprimé. On pourra charger des accumulateurs pneumatiques. On n'en parle pas beaucoup mais il y a de la recherche dans ce sens là. Donc les moulins on peut les utiliser pour recharger des batteries effectivement.

- Dans la salle

Il y a un sujet dont on n'a pas tellement beaucoup parlé par rapport à la place régulation des turbines, c'est le niveau d'eau. Il faut expliquer aux gens qui n'ont pas de microcentrales que le niveau d'eau n'est jamais le même. Dès que les vannes se lèvent, s'ouvrent, la chute diminue et cela varie toute la journée. C'est très important. Pouvez vous nous en parler car c'est très important?

- Michel Pierre

Merci de me poser cette question, ce qui va me permettre d'y répondre. Il faut travailler à niveau constant. Donc le niveau du bief amont c'est extrêmement important parce que si on laisse les choses se faire naturellement, comme vous le dites souvent si on prend plus d'eau que le débit naturel du cours d'eau, il va baisser fortement et de mettre à sec votre bief et donc vous risquez un procès. Quand le niveau baisse la puissance diminue et elle diminue fortement, très fortement. Donc moralité en réalité il faut travailler en niveau constant et donc je recommande que le marnage (la variation du niveau) ne soit que de quelques centimètres 10 centimètres maximum sur le bief. Il faut faire une mesure de niveau et cette mesure de niveau agit au niveau de l'électronique qui va régler la puissance absorbée par la machine si c'est une turbine on réduit l'admission d'eau si le niveau baisse et au contraire on ouvre l'admission d'eau si le niveau remonte. C'est vite dit, ce n'est pas vite fait. C'est quand même délicat mais cela peut se faire.

Il faut le faire et en particulier lorsque l'on est couplé au réseau EDF. Mais même pour une production autonome il le faut. Il le faut parce que autrement vous êtes toujours à surveiller votre niveau. Le niveau a baissé, il faut que j'arrête ma turbine. Au minimum, il faut installer un flotteur, un contact tout ou rien qui arrête au niveau bas. Si vous arrêtez le niveau augmente et cela remarque avec un marnage de dix centimètres. C'est le minimum. C'est ce que l'on appelle le fonctionnement en l'éclusée. Le fonctionnement par éclusée est-il autorisé ou pas ? Comme personne ne dit rien, je le fais chez moi et si un

jour les pêcheurs se plaignent peut être que je serai obligé de ne pas le faire.

- Alain Forsans

Qu'est ce que vous appelez marcher à l'éclusée?

- Michel Pierre

Chez les anciens, Ils faisaient fonctionner leur rouet. Ils turbinaient. Ils utilisaient l'eau. Le niveau du bief baissait et quand le niveau de l'eau avait baissé de 50 centimètres ils arrêtaient le moulin en fermant les vannes. Ils le faisaient à l'œil. Maintenant il faut le faire avec de l'électronique car vous n'êtes pas toujours en train de surveiller le niveau d'eau.

- Dans la salle

Il y a aussi le niveau amont et aussi le niveau aval. Dans les turbines munies d'un aspirateur quand le niveau augmente. Quand l'eau monte dans l'aspirateur cela diminue la chute il faut réguler la turbine.

- Michel Pierre

Cela diminue la puissance et lorsqu'on fait de la régulation il faut agir sur l'organe de régulation de telle sorte que la machine continue à fournir la puissance désirée si c'est possible.

- Benoît Huot

Je voudrai préciser quelque chose sur les turbines. Il faut savoir que dans les années 1920 1940, les moulins marchaient pratiquement tous par éclusée donc en fait les turbines qui les équipaient ne sont pas adaptées pour faire de l'électricité 24h/24. Si vous voulez relancer la turbine d'un moulin ancien, n'engagez pas de réparations sur une turbine ancienne qui va prendre trop d'eau et qui ne pourra pas vous fournir de l'électricité en continu.

- Dans la salle

J'ai une question qui complète un peu votre remarque, il y a encore des turbines qui reposent dans l'eau. Est ce que le fait de récupérer ces turbines peut en apprendre beaucoup sur le type de matériel que l'on peut éventuellement remettre derrière.

- Michel Pierre

Je n'ai pas très bien compris la question.

- Dans la salle

J'ai un moulin qui a des turbines qui n'ont pas fonctionné depuis longtemps et qui sont dans l'eau. Le fait de sortir ces turbines peut-il permettre d'en apprendre beaucoup ?

- Michel Pierre

On peut vous identifier la turbine. On peut vous dire si c'est une Francis. Estimer sa puissance.

- Désiré Le Gourières

La connaissance des dimensions de votre turbine permettra de préciser le débit qu'elle absorbera et la puissance qu'elle produira sous une chute donnée.

- Michel Pierre

Tout est indiqué dans le livre de Désiré Le Gourières. Rires de la salle.

- Benoît Huot

Il y a aussi un document qui est très important. Ce sont les annuaires de la meunerie française. Vous avez pratiquement tous les moulins qui ont été équipés de turbines. Même si tout le matériel a disparu on sait le nombre de quintaux qu'ils écrasaient par an. Un moulin qui écrasait de 8000 à 10 000 quintaux devait pouvoir bénéficier d'un moteur de 20 à 30 chevaux et ainsi de suite un moulin de 20 000 quintaux devait avoir une turbine de 30 à 35 chevaux. Ainsi on peut déterminer effectivement la force générale du moulin.

- Alain Forsans

Par rapport au matériel turbine y a-t'il toujours des constructeurs?

- Michel Pierre

Il y a des constructeurs.

- Désiré Le Gourières

On peut construire de nouvelles turbines.

- Alain Forsans

Et ça coûte combien?

- Michel Pierre

Les turbines neuves valent très cher. J'ai omis de vous dire que j'ai fait un document qui répertorie les entreprises qui font du matériel pour ces applications là. Il n'est pas exhaustif, c'est une base, je ne les connais pas tous. On peut mettre du neuf et l'on peut mettre de l'occasion rénovée. Le neuf marche très bien mais c'est plus cher.

- Alain Forsans

C'est à dire grosso modo?

- Michel Pierre

Il faut compter 20 000 euros pour une petite turbine neuve.

- Désiré Le Gourières

Cela dépend de la turbine. Il y a toutes sortes de turbine. Exemple une turbine Kaplan coûte très cher en raison de la complexité du moyeu alors qu'une turbine hélice à pâles fixes ne coûte pas trop cher. Tout le monde peut en fabriquer une.

- Alain Forsans

Combien peut coûter une turbine Francis de 20 chevaux?

- Désiré Le Gourières

La turbine Francis est une turbine qui est très difficile à construire. J'ai un ami qui avait acheté une turbine Fran-

cis dont la roue mobile était en mauvais état. Il a refait la roue mobile en mécano soudé. Les deux extrémités ont été tournées sur tour et ensuite un chaudronnier a formé les pâles comme l'ancienne turbine. La réalisation de la nouvelle turbine en mécano soudé est remarquable.

- Michel Pierre



Turbine Kaplan avec des pales orientables

La turbine Kaplan est très efficace mais très chère, car les pales sont orientables. La mécanique est très délicate. Il faut en avoir les moyens pour l'acheter mais cela marche très bien. Le constructeur est la société NTM dans la Vienne. J'ai consulté cette société qui m'a envoyé ces photos en m'indiquant qu'il n'y avait pas de production industrielle. Ils n'ont fait que des prototypes. Je pense que cela vaut le coup de les consulter car par réaction ils se mettront peut-être à en fabriquer. Les coordonnées de l'entreprise sont dans mon répertoire.

A nouveau présentation du synoptique de la conférence

- Dans la salle

Les graisses à utiliser pour l'entretien des turbines. Existe-t'il de nouvelles normes?

- Michel Pierre

Là, je ne suis pas compétent

- Dans la salle

Pour les microcentrales ils ont des graisses spéciales qui peuvent se mélanger à l'eau

- Michel Pierre

Je sais que maintenant il y a de nouvelles normes pour les stations hydrauliques : on ne peut pas mettre n'importe quoi. Il faut mettre des graisses biodégradables sinon on aura des ennuis avec l'Administration surtout les pêcheurs qui porteront plainte auprès de l'Administration. Je rappelle que je ne suis pas compétent en matière de graisse.

- Benoît Huot

Il existe des nouvelles turbines tout inox qui n'emploient aucune graisse.



Turbine tout inox couplée directement à un moteur asynchrone

- Dans la salle

Les turbines Kaplan cela existe depuis un certain temps

On a dit qu'en Asie il y avait des constructeurs de turbines

- Michel Pierre

On voit apparaître des micro turbines qui sont vraisemblablement fabriquées en Chine. (Présentation d'une photo)

C'est un ensemble compact. Il y a la turbine, un tube et le générateur en haut. C'est un ensemble compact facile à installer et ce n'est pas cher du tout. Franchement je ne sais pas ce que cela vaut ? Mais ça existe à des prix défiant toute concurrence. Dans mon répertoire des entreprises, je vous ai donné le nom d'une entreprise

FFAM

Reproduction intégrale vivement conseillée avec mention d'origine

Zénith qui distribue ce type de matériel mais il y en a certainement d'autre il suffit d'aller sur le net.



Alternateur 25 kW



Turbine Francis en chambre d'eau axe vertical

- Désiré Le Gourières

La photo qui vient de passer?

- Michel Pierre

C'est une Francis



Turbine Francis en chambre d'eau axe horizontal



Turbine Francis en bache spirale



C'est une Kaplan

- Désiré Le Gourières

Les Kaplan tournent vite et le multiplicateur est de faibles dimensions.

- Dans la salle

Question sur le bruit d'une génératrice et d'un moteur asynchrone : y'a-t-il une grosse différence ? Est ce que cela fait beaucoup de bruit ?

- Désiré Le Gourières

Cela ne fait pas tellement de bruit.

- Dans la salle

Je veux parler du sifflement électrique ce n'est pas tellement un bruit de roulement.

- Désiré Le Gourières

Tout dépend où est situé votre chambre à coucher par rapport au matériel. S'il n'y a qu'un mur de séparation, il vaut mieux prévoir des supports élastiques pour atténuer le niveau des vibrations.

- Michel Pierre

A propos du dégrilleur, c'est un problème important. Beaucoup de gens me disent, je fais cela avec un râteau. On commence comme cela et cela devient une

corvée. A l'époque des feuilles, il faut le faire toutes les deux heures. Lorsque vous avez fait une saison au râteau, la saison suivante vous vous équipez d'un dégrilleur. Vous pouvez vous équiper vous-même d'un dégrilleur qui travaillera 24 heures sur 24 et vous utiliserez tranquillement votre chauffage.

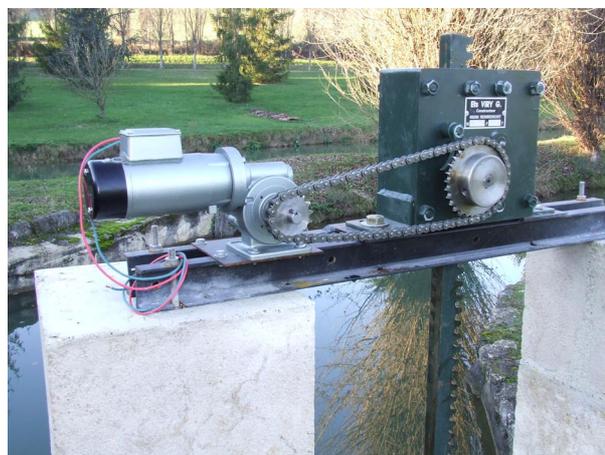
- Désiré Le Gourières.

J'ai un ami qui a inventé un dégrilleur. Il est en instance de déposer son brevet pour l'exploiter. Il a fait quelque chose de vraiment simple animé d'un petit moteur. Il bascule automatiquement. L'installation est très légère.

- Michel Pierre

Il faudra nous laisser les coordonnées pour que tout le monde en profite. Il sera intégré à mon carnet d'adresse.

- Dans la salle



Entraînement à chaîne d'une vanne

On voit sur la photo un entraînement à chaîne. Est ce que c'est préconisé ?

- Michel Pierre

Sur la photo l'entraînement à chaîne est l'entraînement d'une vanne motorisée Je suis le constructeur de cette motorisation de vanne.

- Alain Forsans

Lorsque vous avez une route qui passe devant vos grilles et que sur le côté vous avez un parking, où pouvez vous dégriller ?

- Michel Pierre

Le dégrillage, c'est effectivement un problème.

- Dans la salle

Je reviens à l'histoire des entraînements. Tout à l'heure on a parlé des courroies et des chaînes sont-elles adaptables pour les multiplicateurs.

- Désiré Le Gourières

Pour le premier étage de multiplication on peut utiliser des chaînes à rouleaux sur les roues hydrauliques. Par

exemple en mettant des roues dentées adaptées à double ou à triple rangées de dents.

- Dans la salle

C'est rationnel.

- Désiré Le Gourières

Les chaînes à rouleaux supportent très bien la traction, peuvent transmettre de bons couples pour un premier étage et possèdent un bon rendement.

- Michel Pierre

Ce n'est plus du frottement c'est du roulement. Elles ont un bon rendement mais il faut les graisser.

- Désiré Le Gourières

Ou avoir un système qui les graissent automatiquement. C'est simple.

- Michel Pierre

Effectivement, comme les roues tournent à très basse vitesse le couple est énorme, de sorte que le multiplicateur au premier étage sur une roue c'est très délicat il faut vraiment le surdimensionner sinon il pète. Les gens qui veulent bricoler un multiplicateur avec une roue au premier étage souvent ils le sous-dimensionnent donc il casse.

- Désiré Le Gourières

Il faut surtout ne jamais mettre un système rigide à cet endroit. Vous aurez des ennuis. Il faut quelque chose de souple. Dans mon moulin, j'ai installé un système flottant sous le premier multiplicateur. Je n'ai pas d'ennuis depuis. Avant j'avais des problèmes d'alignement qui provoquaient la rupture des boulons de liaison par fatigue du métal au bout de 6 mois de fonctionnement. Avec le système flottant que j'ai mis en place, je n'ai plus de problèmes. Vous pouvez tourner ainsi pendant quatre ou cinq ans à l'aise. Évidemment dans la chaîne de transmission j'ai deux courroies pour réduire la fatigue des dents de multiplicateurs.

- Michel Pierre

La chaîne est un bon système de transmission mécanique. C'est silencieux et ça donne un bon rendement.

- Désiré Le Gourières

En plus une chaîne évite les problèmes d'alignement.

Par contre si vous êtes en bout d'arbre rigide et que vous installez directement un multiplicateur mécanique sans prendre de précaution, vous aurez des ennuis. J'ai vu chez un ami, un tel système qui avait été monté par Leroy Somer. Au niveau de l'accouplement de l'axe de la roue avec le multiplicateur mécanique la pièce était cassée. On aurait pu réparer la pièce. Elle aurait cassé au même endroit.

- Michel Pierre

Il faut savoir qu'il y a des chocs dans les roues hydrauliques parce que lorsque vous avez une variation brutale

de charge sur le générateur, par exemple lorsque l'on charge d'un seul coup un générateur, il se freine très brutalement comme un coup de frein. A ce moment là, cela fait un choc sur la transmission mécanique. Si vous avez un point faible sur la transmission mécanique à cet endroit là ça casse.

- Désiré Le Gourières

Je vais rajouter quelque chose à ce que dit - Michel Pierre. Mon installation fonctionne avec un alternateur triphasé sans bagues et balais. Avant ce système, j'avais essayé un moteur asynchrone excité par des condensateurs. Si le réseau de résistance qui constitue l'installation, est couplé au générateur avant le démarrage de la roue, on observe un choc mécanique important sur le multiplicateur mécanique lors de l'amorçage du générateur asynchrone. Pour éviter ce choc, on peut utiliser un petit système électronique comportant des triacs et un diac qui coupe la charge au moment du démarrage et la relie automatiquement au générateur dès que l'amorçage qui se produit alors à faible vitesse se réalise. On a alors un amorçage aussi doux qu'avec un alternateur dans le cas où on utilise une roue de moulin. Avec une turbine dont l'inertie est plus faible le phénomène est moins marqué, surtout si vous utilisez des courroies pour la multiplication de la vitesse et que le rapport de multiplication n'est pas trop élevé.

- Dans la salle

Il existe dans le commerce des coupleurs progressifs, des embrayages centrifuges progressifs est-ce que cela se fait dans nos moulins ?

- Michel Pierre

Non ça pourrait : mais à mon avis ce n'est pas justifié pour des très petites puissances à condition de prendre toutes les protections électriques et électroniques et qu'il n'y ait pas de chocs violents.

- Dans la salle

Il va falloir encore ajouter un système onéreux et complexe.

- Michel Pierre

Il y a toujours des chocs résiduels mais il faut que la mécanique soit conçue pour résister et mettre un embrayage progressif, un limiteur de couple. Pourquoi pas ? Tout est possible !

- Dans la salle

Avec un couplage réseau, est-ce que EDF impose une valeur ?

- Michel Pierre

EDF impose une compensation de l'énergie réactive. Ils font payer l'énergie réactive; il faut savoir que lorsque l'on produit de l'énergie sur le réseau EDF on produit ce que l'on appelle de l'actif qui est payé par EDF et on produit aussi du réactif, c'est une énergie qui sert à magnétiser les machines mais qui est pénalisante pour EDF. Pour éviter cette pénalité sur ses réseaux, EDF demande aux producteurs de compenser ce terme

réactif. Il faut mettre des condensateurs qui vont compenser ce réactif

- Dans la salle

Sur le terrain

- Michel Pierre

C'est un terme d'énergie. Il y a un compteur d'énergie réactive. EDF met un double comptage qui compte à la fois la production et la consommation, l'actif et le réactif. Si vous consommez trop du réactif et bien vous le payez. Ils vous le facturent. Ce n'est pas compliqué.

- Désiré Le Gourières

Si votre cosinus (phi) est trop bas, le courant en ligne est plus fort. Par conséquent les pertes par effet joule dans les lignes sont augmentées. C'est EDF qui les paye. C'est la raison pour laquelle EDF exige que vous ayez un cosinus phi suffisamment élevé. Vous devrez installer les condensateurs nécessaires.

- Dans la salle

Dans les centrales raccordées au réseau, EDF peut-elle s'imposer en coupant éventuellement votre installation?

- Michel Pierre

Ils ne s'occupent pas de vous.

- Dans la salle

Non mais parce que sur des centrales plus importantes ils vous donnent des sécurités sur votre production si quelqu'un de chez eux travaille sur les lignes.

- Michel Pierre

Ils imposent un interrupteur de sécurité. Il y a en tête d'installation un interrupteur à coupure visible cadenassable.

- Dans la salle

C'est eux ?

- Michel Pierre

Non ce n'est pas eux, c'est le propriétaire et eux peuvent venir et vous demander de poser un cadenas

- Désiré Le Gourières

Quand il n'y a pas de tension sur la ligne, il y a des relais qui coupent automatiquement la liaison de votre installation au réseau et vous ne pouvez plus débiter sur les lignes EDF. Heureusement, sinon il y aurait des accidents. Même avec 4 kW, vous pouvez produire du 20 000 volts sur les lignes à haute tension. Vous vous rendez compte ! Il vaut mieux avoir des sécurités car des

ouvriers pourraient travailler sur le réseau et être électrocutés. Les sécurités sont indispensables.

- Dans la salle

A la fin cela fait des grosses usines tout ça !

- Michel Pierre

Ils ne vous raccordent pas si vous n'avez pas votre installation en règle : vous ne débitez jamais sur le réseau.

- Dans la salle

Ca se comprend. Ils ont une grosse technologie. Vous n'allez pas vous amuser à débouler la dedans.

- Michel Pierre

Ils ont des normes de sécurité très rigoureuses.

- Dans la salle

Je comprends

- Dans la salle

On m'a proposé pour mon installation un dégrilleur avec des grilles obliques permettant aux feuilles de passer devant et de se pousser sur les côtés. La forme de la grille est oblique dans le fond de la rivière c'est à dire les feuilles sont poussées au fil de l'eau. et là on n'a pas besoin d'utiliser le râteau pour dégriller. Est-ce que c'est efficace ou avez-vous d'autres solutions?

- Michel Pierre



Dégrilleur à chaîne

Le classique, c'est un dégrilleur à chaîne. Sur des installations importantes, on a un système de grue (un vérin avec un bras). Pour nos petites installations, on a des dégrilleurs à chaîne. En général, si vous êtes un bon bricoleur, vous pouvez le faire vous-même. Si vous achetez cela à une entreprise cela coûte cher.

- Dans la salle

Pour en revenir aux petites turbines Francis à axe vertical, en mettant un volant sur l'arbre on a une meilleure

stabilité. J'avais des roues en fonte de l'ancien système et je les ai mis. Pensez-vous que cela apporte de la stabilité ?

- Michel Pierre

C'est un volant d'inertie.

- Désiré Le Gourières

Une grande poulie c'est important pour la multiplication.

- Michel Pierre

Ca peut faciliter au niveau de la régulation. Quand on fait une régulation par réglage des directrices s'il y a de l'inertie c'est plus favorable.

- Dans la salle

Il n'y a pas de directrices puisque c'est une cloche.

- Michel Pierre

Si tu veux, le problème quand tu fais une régulation avec des directrices ou une cloche, c'est pareil. Il faut un temps pour ajuster la cloche à la bonne valeur avec un moteur électrique ou un vérin, peu importe. Il faut un certain temps, s'il y a surcharge la vitesse s'écroule alors tu ouvres cela dure un certain temps et pendant tout ce temps tu es en sous-vitesse. Donc s'il y a de l'inertie ce phénomène là a moins d'importance mais il existe toujours. C'est le temps de réaction.

- Dans la salle

Je voudrais apporter une petite précision sur le dégrilleur. Cela à quelques petits inconvénients pour ceux qui voudraient le faire eux-mêmes. Il faut déjà temporiser les moteurs parce que vous avez toujours des branches qui se mettent dedans. Si ce n'est pas temporisé ça casse la chaîne et il faut que les grilles soient suffisamment serrées car parfois il arrive que des roseaux verticaux rentrent dans les grilles et se mettent dans la turbine ce qui obligent tous les 6 mois à descendre dans la turbine car il y a des roseaux, des bouts de petites branches, des bouts de plastique qui arrivent à colmater les rotors de turbine.

- Michel Pierre

Quelques soient les principes des dégrilleurs, il y en a des pneumatiques des hydrauliques c'est le problème de la mécanique. C'est un problème compliqué le dégrillage, le plus simple c'est le râteau mais c'est très contraignant.

- Benoît Huot

Dans chaque moulin il y a des réseaux d'eaux différents et effectivement il faut adapter chaque chose. Je voudrai vous faire remarquer, mais tout le monde le connaît, à Toulouse le Bazacle. Ils ont un dégrilleur qui dépose sur le quai et des ouvriers ne se chargent pas de mettre dans un container les déchets mais les rejettent plus bas

dans la Garonne. C'est d'une intelligence extraordinaire.

- Michel Pierre

C'est ce qui se fait partout. Je ne suis pas sûr que cela durera longtemps mais cela se passe comme cela.

- Dans la salle

Actuellement sur la Garonne à Toulouse sur le pont Neuf vous découvrez le plan d'eau formé par la retenue du Bazacle. Mais prochainement avec l'arasement des digues vous découvrirez ce qu'il y a aujourd'hui en dessous du Bazacle quelques rochers et des herbes et le niveau de l'eau va baisser de telle façon que l'on verra les anciennes fondations du pont. La destruction du Bazacle et du radier, affaire à suivre attention des associations sont favorables à leurs destructions.

- Benoît Huot

En Bretagne, c'est la destruction du Canal de Nantes à Brest ! la suppression de toutes les écluses ! On arrive à un début de dialogue entre les gens passionnés de patrimoine et les pêcheurs.

- Michel Pierre

Je suis allé récemment à une réunion à Agen pour parler du barrage de Beaugard. C'est un barrage sur la Garonne à Agen. Ce n'est pas un barrage de moulin c'est un barrage qui servait à alimenter le canal latéral à la Garonne et ce barrage a fonctionné jusqu'à vers les années 1950. Puis il est tombé en désuétude parce que l'on alimentait le canal autrement. Alors il ne sert plus et il est tombé quasiment en ruine. Alors on s'est demandé ce que l'on allait pouvoir en faire. C'est la Garonne un volume d'eau de 400 à 500 m3s. Il y a une réunion à la quelle je participais un comité de pilotage pour le devenir de ce barrage. Je suis intervenu parce que je sentais bien que les affaires dérivaient. Il y a beaucoup de gens qui veulent le détruire. Quand celui-là va disparaître, cela va entraîner la disparition des autres. Donc j'ai élevé la voix et je peux vous dire que j'étais minoritaire, j'étais le seul et que en face de moi j'avais les pêcheurs, l'Administration, la Préfecture, tous contre moi et on a une bataille à donner. Ce n'est pas facile mais il faut la mener cette bataille là et c'est à nous, responsables d'association, tous les amis des moulins. Il faut se mobiliser là-dessus et se serrer les coudes.

- Dans la salle

Il y a 30 ans ils ont fait enlever toutes les vannes

- Michel Pierre

Il y a une chose que je voudrai vous dire la tendance actuelle c'est à l'effacement. Il y a des directives européennes qui sont pour la continuité écologique. L'Administration s'appuie la dessus et veut supprimer le maximum de retenues de moulins. Donc moi je dis que pour qu'un moulin soit sauvé il faut que le moulin fonctionne. Si vous avez un moulin qui fonctionne vous pouvez justifier d'une activité économique. Ca peut être une turbine qui fonctionne, une scierie, n'importe quoi mais que

votre moulin, il ait une activité économique. Il sera sauvé. Mais si un moulin n'a aucune activité économique. Et s'il n'y a rien, on supprime !

- Dans la salle

Il n'y aura plus de moulin que des maisons de campagne.

Avec un peu de droit. Ces barrages, ils nous appartiennent : c'est notre patrimoine donc on doit pouvoir porter plainte pour destruction du matériel nous appartenant.

- Michel Pierre

En l'occurrence, le barrage de Beauregard dont je vous parlais est la propriété de l'Etat. Le préfet qui est le représentant de l'Etat dit qu'il faut le détruire. Que voulez vous faire?

- Dans la salle

Et pour les particuliers

- Michel Pierre

C'est votre propriété donc il faut se battre bec et ongles pour le conserver. C'est votre propriété !

- Dans la salle

Moi j'essaie vis-à-vis des associations de pêche, des pêcheurs en particulier, de les mettre de mon côté, de dire que cela ne les gêne pas. C'est ce que je fais.

- Michel Pierre

Il faut se battre pas tout seul mais avec vos associations. C'est à travers les associations que l'on pourra continuer.

- Dans la salle

Et quand l'association ne fait rien qu'est ce que l'on fait?

- Denise Prigent

Vous touchez là le coeur du problème car en touchant à l'eau, on parle de la suppression des barrages. Il me semble que dans le futur l'énergie qui manquera sera l'eau, l'énergie principale étant l'eau.

D'autre part, on nous vante les énergies propres pour sauver la planète et d'autres qu'ils soient élus ou non il ne faut pas les écouter. Ils nous feraient marcher sur la tête !

- Michel Pierre

Bien sûr, il me semble que dans cette salle nous sommes tous convaincus par cela.

- Denise Prigent

Pourrez-vous émettre un voeu avec la Fédération qu'avec les projets des uns et des autres on ait moins de difficultés avec l'EDF...

- Michel Pierre

Je crois que la Fédération est très sensibilisée sur cette question, sur ce problème là et Dimanche matin pen-

dant l'Assemblée Générale ce seront des questions qui seront certainement soulevées.

- Dans la salle

Pour vous donner une idée de l'air ambiant dans notre secteur un groupement de communes a fait une étude sur la rivière et fait des crois sur la rivière pour restaurer entre guillemets; ils ont invités des kayakistes, des pêcheurs, des associations de jeunes, mais n'ont pas invité les forestiers, les propriétaires des bords de la rivière, les premiers concernés les riverains; ils n'ont pas invités les propriétaires de droit d'eau. Voilà comment on gère les choses actuellement. Il a fallu que j'aie me battre pour. C'est quand même insensé que pour restaurer la rivière, on ne prenne pas contact avec les premiers concernés.

- Michel Pierre

Il y a une autre bagarre actuellement. Ceux sont les passes à anguilles. Ils sont partout à vouloir construire des passes à canoës. En plus les passes à poissons les passes à canoës on va avoir les passes à anguilles.

- Dans la salle

La pêche des civelles?

- Michel Pierre

Alors là je leur dis C'est un dialogue de sourds. Ils sont sûrs de leur bon droit. Ce sont les moulins, les barrages qui empêchent les pêcheurs de pêcher en rond donc il faut détruire les seuils ou alors faire des passes dans des barrages.

- Dans la salle

Les seuils de moulins existaient, il y avait des anguilles. Actuellement il y en a beaucoup moins pour de multiples raisons. Premièrement une surpêche au niveau des estuaires. Il y a la pêche des civelles ou ciballes. Vu le prix de la petite anguille, la disparition vient beaucoup plus de la pollution que de tout le reste. Alors si vous regardez sur Internet, c'est un animal qui va respirer par ses branchies mais uniquement 30% de sa respiration; le reste se fait par la peau. Donc l'anguille qui arrive dans la vase va récupérer tous les polluants qui s'y trouvent.

La petite anguille va monter dans les cours d'eau, va devenir adulte et va redescendre pour aller pondre. Le problème est que dans les cours d'eau, elle récupère tous les polluants. Je ne vais pas vous faire la liste des PCB, des antibiotiques, et les hormones qu'on utilise chez l'homme et chez l'animal et que l'on retrouve dans les eaux et dans les vases. Des études ont été faites, en particulier en Angleterre, sur les colonies de poissons qui se trouvent en dessus et en dessous des stations d'épuration. On voit sur ces poissons, qui vivent en dessous des stations d'épuration, des modifications sexuelles. Ils n'arrivent plus à se reproduire.

L'état favorisant le tourisme, la pratique du canoë et la pêche en rivière, en nous incriminant d'être à l'origine de ces problèmes, justifie le fait de nous faire payer les infrastructures de ces loisirs.

En tant que propriétaires de moulins vous êtes isolés. Si vous ne voulez pas disparaître à terme vous n'avez pour

solution que de vous regrouper dans les associations et fédérations de défense des moulins.

- Michel Pierre

Les photos qui suivent sont des installations de vérins hydrauliques pour des vannes et des directrices :



Vanne automatisée



Commande de vannage petite turbine Francis



Vérin de commande des directrices turbine Francis

- Dans la salle

Dites-le aux voisins qu'il y a aussi les médicaments.

- Michel Pierre

La réunion se termine à peu près parce que je voudrais vous présenter quelques coffrets que j'ai réalisés moi-même modestement sur quelques équipements. Ce que vous voyez là c'est un petit coffret pour un rouet, avec une faible chute de 1,20 mètre seulement dans un puits, cela produit un kilowatt et la régulation comme je vous l'ai expliqué tout à l'heure par permutation de charge :

* deux convecteurs de 500 watts et deux charges auxiliaires de 500 watts; lorsque l'un d'eux coupe son thermostat propre ce n'est pas de l'électronique, c'est quelque chose de très simple et sur les charges équivalentes c'est celle là.

- Dans la salle

Qu'est ce que vous utilisez comme charge?

- Michel Pierre

Ce sont des radiateurs, d'autres radiateurs.

- Désiré Le Gourières

et combien cela coûte ?

- Michel Pierre

C'est simple mais il faut quand même toutes les sécurités : comptez 1 000 € !

- Désiré Le Gourières

Est-ce que le prix du coffret dépend de la puissance ?

- Michel Pierre

Pas beaucoup, c'est quand même de l'ordre de 1 000 €.

Désiré Le Gourières

Le prix sans compter les radiateurs ?

- Michel Pierre

Il y a des éléments de départ et on peut faire ce qu'il a de mieux : c'est trois départs, un par phase.



Coffret pour la roue du moulin de LUGY

- Michel Pierre

C'est un coffret dont on a parlé tout à l'heure, celui de la roue de M. Delrue dans le Nord. Voilà c'est le coffret que

j'ai fait pour lui; ça régule à la fois et effectue les opérations de couplage et de découplage, toutes les sécurités et ça ouvre et ferme la vanne.

- Dans la salle

Combien cela lui a coûté?

- Michel Pierre

Alors là, c'est une installation qui revient à peu près à 4 000 €, le coffret avec tous ses accessoires.



Coffrets électrique et automatisme 5 kW

- Michel Pierre

Ca, c'est une petite installation sur un alternateur entraîné par une turbine Francis 5 kW donc il y a deux coffrets: un coffret électronique qui fait la régulation par ouverture ou fermeture des directrices et puis un coffret électrique qui fait la distribution sur les appareils utilisateurs.



Ca, c'est une installation dans les Deux-Sèvres qui fait 25 kW, c'est une turbine à cloche l'électronique de régulation qui ouvre plus ou moins la cloche en fonction du

besoin avec toutes les sécurités qui vont avec et, à côté, le coffret électrique qui assure la distribution.

- Dans la salle

Combien ça coûte?

- Michel Pierre

Alors là ça coûte un peu plus cher 7 à 8 000 euros.



Là, c'est une installation de 50 kwatts avec une turbine Francis. L'appareillage est couplé au réseau, un générateur de 55 kwatts. Il y a deux coffrets : un petit pour la régulation électronique et toutes les sécurités couplage découplage et un coffret électrique avec toutes les fonctions dévolues à l'EDF.

- Alain Forsans

Quel coût ?

- Michel Pierre

Là c'est plus cher 10 000 €, plus même, car il y a ce coffret là et avec toutes les sécurités qu'exige EDF. Je crois que l'ensemble de l'installation posée est de l'ordre de 20 000 € pour 50 kwatts.

Bon est-ce qu'il y a encore des questions? On ne s'ennuie pas, moi je suis prêt à répondre à vos questions quand vous voulez.

- Dans la salle

Est-ce qu'il faut qu'une personne habite dans la maison ou dans le moulin pour surveiller ?

- Michel Pierre

A mon avis non. Tout marche tout seul. Il y a toutes les sécurités et si, à un moment donné, quelque chose ne va pas une sécurité positive est activée et tout s'arrête. C'est ma conception, ça peut marcher absolument sans surveillance. On peut même faire de la télésurveillance. Vous envoyer un message par téléphone même pour des très petites installations. Mais tout a un coût plus on rajoute des choses et plus ça coûte.

Alors je ne sais pas si on a bien répondu à vos questions. Mais on est là tout le week-end. Mon collègue et moi-même sommes à votre disposition. Merci de nous avoir écoutés, je vous rappelle vous avez des documents au fond de la salle.

Applaudissements.