L'ÉLECTRIFICATION DES MAISONS FORESTIÈRES PAR ÉOLIENNE

Indice bibliographique : 82.1.

L'éloignement de la majorité de nos Maisons Forestières crée, dans les circonstances économiques actuelles, une impossibilité pratique absolue d'envisager leur électrification par l'Electricité de France.

En effet, les dépenses occasionnées par l'électrification des « écarts » se montent à un ou plusieurs millions dès que les distances sont de l'ordre de 1 à 2 km., ce qui représente cependant des éloignements courants pour des logements forestiers.

Il n'est donc plus possible de recourir à la solution couramment envisagée dans un passé récent.

L'électrification des maisons forestières doit donc être étudiée différemment, car cette amélioration des conditions d'habitat devient, à notre époque, de plus en plus sollicitée, et reconnaissons qu'elle est utile et nécessaire.

Nous nous sommes attaché à rechercher, parmi les solutions d'électrification en dehors du secteur, celles qui pourraient être réalisées aux meilleures conditions.

Deux solutions sont en effet possibles, ce sont :

— la production d'électricité par groupe électrogène,

— la production d'électricité par éolienne.

La première solution a été adoptée par certains services (1).

Notre attention fut alors attirée sur la solution éolienne, par un de nos agents qui eut l'initiative de procéder à l'installation d'une éolienne sur son logement (Maison forestière appartenant aux Hôpitaux-Unis de Châlons-sur-Marne).

Réalisée à l'époque pour une dépense relativement peu élevée (70.000 francs en 1946), cette installation fonctionna un an avec la plus complète régularité. Il s'agissait d'une éolienne 12 volts du type « Enag », placée au sommet d'un épicéa de 32 à 35 m. de hauteur, équipée d'une simple batterie d'auto de 12 volts.

Encouragé par cette expérience, nous avons donc proposé et pu réaliser en 1948, 5 installations d'éolienne « Enag », en vue d'assurer l'électrification de 5 maisons forestières doubles ou simples.

(1) Elle sera exposée dans un autre article (N.D.L.R.).

Le type des appareils choisis fut:
— L'Enag 24 volts pour les maisons doubles,
— L'Enag 12 volts pour les maisons simples.

Appareil très simple, composé d'un bloc dynamo capoté entraîné par une hélice 3 pales à pas réglable permettant par grande tempête, une éclipse partielle des pales.

L'appareil est vendu avec un petit tableau de bord, comprenant un ampéremètre indiquant la charge et la décharge, un conjoncteur-disjoncteur, sur lequel sont fixées les différentes bornes du circuit (éolienne, batterie, installation).

Modalités d'installation

Trois éléments seront successivement étudiés :
— L'installation intérieure.
— Les batteries d'accumulateurs.
— L'éolienne et son support.

I. — *Installation intérieure*

Celle-ci sera réalisée dans les mêmes conditions que pour une installation intérieure alimentée par le secteur, sous baguettes ou de préférence sous tube plomb. Toutefois, les fils aluminium sont à proscrire de façon absolue; il conviendra de n'utiliser que du fil cuivre de gros diamètre, pour des bas voltages comme ceux utilisés. Ne pas descendre au-dessous de:

16/10 pour une ligne,
20/10 pour les lignes secondaires,
25/10 pour les lignes principales.

Les lampes de 12 volts ou 24 volts peuvent être facilement trouvées dans le commerce, auprès du premier magasin d'accessoires d'autos; celles-ci sont en effet les lampes utilisées dans les automobiles, sur l'alimentation de la batterie.

Le coût d'une installation, à l'heure actuelle, pour 8 à 10 lampes, est de l'ordre de 20 à 25.000 fr. 2.500 à 3.000 fr. par lampe).

II. — *Les Batteries d'accumulateurs*

Le constructeur de l'éolienne « Enag », M. Pierre Gane, Cité Kerguélen à Quimper (Finistère), exclut de façon absolue la batterie d'auto; je signalais cependant plus haut qu'une installation en maison forestière appartenant aux Hôpitaux-Unis de Châlons-sur-Marne avait été établie avec batterie d'auto; elle fonctionne depuis bientôt trois ans avec la plus completè régularité. Une installation similaire vient d'être réalisée, depuis trois mois, dans les mêmes conditions, sur une seconde maison forestière appartenant aux Hôpitaux-Unis de Châlons-sur-Marne.

Si nous excluons donc la batterie auto, nous nous tournerons vers la batterie au plomb en bac de verre, du type semi-fixe; c'est

la solution que nous avons adoptée pour les cinq maisons forestières domaniales ; elle est, disons-le de suite, beaucoup plus onéreuse.

Batterie semi-fixe d'une capacité de 200 à 250 ampères, des types Fulmen, Tudor...

La batterie semi-fixe au plomb est composée de bacs de 2 volts chacun, au prix actuel de 8 à 9.000 fr., soit

— pour une batterie de 12 volts : 48 à 54.000 fr.
— pour une batterie de 24 volts : 96 à 108.000 fr.

Ce sont des batteries assez volumineuses, lourdes, dont la durée de fonctionnement n'est garantie qu'un an. Elles constituent, à notre avis, le point faible de l'installation.

Nous avons envisagé un moment d'acheter des batteries au cadmium nickel, garanties 4 ans et pratiquement d'une durée de fonctionnement illimitée, mais leur prix d'achat nous a paru prohibitif, plus de 2 fois environ le prix d'une batterie au plomb.

Prix appliqué en septembre 1948 :

— Batterie plomb 24 volts ..... 78.000 fr.
— Batterie cd. Ni. 24 volts ..... 170.000 fr.

Les batteries doivent être surveillées ; aussi chaque maison doit-elle disposer d'un pèse-acide. Il est en effet recommandé de ne pas surcharger les batteries, ni d'exagérer la décharge.

La densité normale étant de 28° Baumé, on ne devra pas laisser cette densité descendre au-dessous de 19°. L'utilisation de l'installation lumière sera alors suspendue dès que la densité se révélera insuffisante, ce dont seul le pèse-acide permetta la constatation, et l'on attendra qu'une période de vent suffisant ait assuré une nouvelle charge aux batteries.

III. — *L'éolienne et son support*

Le montage de l'éolienne à la réception n'offre aucune difficulté, les instructions du constructeur, qui accompagnent l'envoi, permettent de réaliser un montage rapide.

Nous conseillons, avant montage, d'essayer la dynamo au banc, de façon à s'assurer de son bon fonctionnement. Il nous est en effet arrivé, faute d'avoir réalisé ce contrôle, d'être obligé de redescendre un appareil défectueux dont la réparation sur place fut rapidement exécutée, mais ces frais imprévus de dépose et repose constituent, au point de vue comptabilité, une source de difficultés réelles.

Le support. — C'est le point essentiel de l'installation ; on ne saurait trop recommander de prévoir des supports suffisamment élevés, 25 à 30 m. si possible, et tels que l'appareil domine toujours nettement la nappe forestière de quelque 4 ou 5 mètres ; c'est la condition essentielle d'un bon fonctionnement.

Le support pourra être de plusieurs types :

— Pylône métallique que le constructeur peut fournir en tronçons de 6 mètres, au prix de 3.750 francs le mètre, port et mise

en gare en sus, soit donc pour 24 mètres de hauteur : 90.000 fr. ou 110 à 120.000 francs y compris le montage, le haubannage et autres frais divers.

La solution nous paraît être plutôt de rechercher :

— soit l'utilisation d'un arbre proche de la maison forestière et suffisamment haut (chêne par exemple) au sommet duquel on fixera un pylône de 5 à 6 mètres.

— soit le pylône métallique à faire exécuter dans l'atelier de construction métallique le plus voisin. Nous connaissons une installation faite récemment sur pylône métallique de 28 mètres, dont le prix de revient s'est monté à 70.000 francs seulement;

— soit enfin vers le mât en tube d'acier fixé le long d'un des pignons du bâtiment.

Nos cinq installations ont été réalisées : l'une par utilisation d'un jeune moderne chêne, les quatre autres sur tube d'acier fixé aux pignons des maisons.

Tube d'acier de 5 à 6 m. de longueur et 13 cm. de diamètre extérieur (tube de pipe-line) sur lequel ont été soudées électriquement des barres d'acier formant échelons, et aux deux extrémités des plaques de joint. A l'extrémité supérieure une plaque soudée électriquement reçoit l'ensemble génératrice-hélice.

La jonction de deux éléments fut réalisée avant boulonnage des plaques de joint par introduction dans l'âme du tube d'une pièce cylindrique (manchon de 2 m. de longueur en acier), d'un diamètre extérieur égal au diamètre intérieur du tube (une broche lie ensuite le mât et le manchon) assurant ainsi la rectitude et la solidarité des éléments.

Le pylône est fixé au mur du pignon par 2 ou 3 étriers traversant le mur et distants de 1 m. les uns des autres. Les tiges filetées des étriers ont été vissées sur la paroi intérieure du mur, sur une tige plate de métal de 60 à 80 cm. de longueur et 5-6 cm. de largeur, assurant une répartition des efforts.

L'ensemble est ensuite haubanné en 1 ou 2 points à l'aide de 3 filins d'acier munis de tendeurs.

L'installation d'appareil éolienne doit, à l'heure actuelle, coûter environ 250.000 fr. en 12 volts, - 300.000 fr. en 24 volts.

	24 volts	12 volts
Achat appareil	80.000	80.000
Batteries	108.000	55 à 60.000
Pylône	20 à 70.000	50.000
Installation intérieure	25.000	25.000
Montage de l'ensemble avec échafaudage	20.000	20.000
	283.000	235.000

La technique de l'éolienne est celle connue en Amérique sous le nom de « Wind charger » qui a pris dans ce pays l'allure d'une véritable industrie nouvelle. Le record en la matière appartient à la Centrale Aéroélectrique de Grandpas Knob, dans les montagnes du Vermont.

La roue aérienne de cette gigantesque Centrale a un diamètre de 53 mètres (soit 8 m. de plus que la hauteur de l'Arc de Triomphe de l'Etoile). Les pales sont larges de 3 m. 70 et la vitesse de rotation de 29 tours minute, vitesse maintenue constante, quelle que soit la vitesse du vent, par un régulateur Kaplan. La vitesse réelle au but des pales est de 288 km. heure.

L'ensemble du mécanisme concentré au sommet du pylône accuse un poids total de 75 tonnes. Le courant est produit à 2.300 volts et représente une puissance de 1.000 KW. (Extrait d'un article paru dans un quotidien de la région).

C'est dire que nos installations ressortent davantage du domaine de l'amateurisme ou de l'artisanat, que de celui de l'industrie, et qu'en conséquence, si la marche de cet appareil est susceptible de donner satisfaction, il ne faut cependant pas exclure des irrégularités dans son fonctionnement. Ces à-coups doivent en partie être attribués à l'irrégularité des vents, bien que la Marne soit, d'après les chiffres de l'O.N.M., un département bénéficiant de plus de 300 jours de vent par an, la vitesse de ceux-ci n'est pas toujours suffisante pour assurer, sinon la rotation de l'éolienne, du moins une charge sensible ou utile. Ces périodes de vitesse de vent insuffisantes, jointes aux périodes de calme, peuvent entraîner des fluctuations importantes dans la densité de charge des batteries, surtout s'il s'agit d'une maison double avec des occupants quelque peu chargés de famille. La prudence, à notre avis, consisterait à doubler ces installations lorsqu'elles sont nombreuses, 4 ou 5 dans la même inspection, d'un petit groupe indépendant pour recharge de batterie. Mû par un moteur à essence de 1 à 2 CV, ce groupe, peu encombrant, peut alors être facilement transporté d'une maison dans l'autre et servir utilement à la recharge des batteries jugées insuffisamment chargées. La consommation d'essence est alors très faible.

L'utilisation d'un tel groupe s'avérera tout au plus nécessaire une ou deux fois par an dans chaque poste.

Le prix d'achat est assez variable; un tel ensemble provenant de stocks américains, dont nous venons de faire l'acquisition, nous est revenu à 10.000 francs.

Nous évitons ainsi la manipulation et le transport de bacs lourds et fragiles qui sont à éviter.

En terminant, nous donnerons quelques indications sur un nouveau type d'éolienne qui ressort d'une technique toute nouvelle, et sur laquelle nous avons pu obtenir, l'an dernier, des renseignements intéressants.

Le nouvel appareil (éolienne à turbine), que nous allons décrire, est également actionné par le vent. Il est étudié en vue de créer une dépression, donc appel d'air, qui actionne une turbine à air sur laquelle on branche la génératrice.

L'appareil comporte une hélice 3 pales tournant folle: ces pales ont, dans le plus petit modèle, 3 m. 50 de longueur, elles sont à pas variable et creuses (ce qui constitue la grande originalité de l'appareil). L'extrémité des pales est ouverte et cette ouverture se poursuit, du côté de l'axe, par la cavité intérieure

des pales et communique par un moyeu également creux, avec une conduite verticale de 35 cm. de diamètre servant de support.

Celle-ci est constituée d'éléments de 2 m. de longueur vissés. Le maintien vertical de l'ensemble est assuré par un haubannage. En tournant, l'air est chassé par les extrémités des pales sous l'action de la force centrifuge. Il se crée donc une dépression qui se fait sentir au bas de la colonne (porte-vent) au pied de laquelle est fixée la turbine à air; l'hélice n'ayant pratiquement aucune inertie, tourne donc à grande vitesse et se met en route avec des vents même très faibles, de l'ordre de 1 m. seconde.

L'ensemble pales, moyeu, colonne porte-vent, turbine à air, est évidemment étanche.

Un dispositif de pas variable donne la vitesse maximum aux pales pour un vent de 20 m. seconde; pour des vitesses de vent supérieures, les pales s'éclipsent partiellement jusqu'à la vitesse de 30 km. seconde, au-dessus de laquelle les pales s'éclipsent totalement. Ce dispositif permet d'obtenir une puissance à la poulie de la turbine de 5 CV. 5 (puissance sauvage) et de 2 CV. puissance moyenne par heure.

La poulie, fixée sur le moyeu de la turbine à air, actionne une génératrice productrice de courant.

Des statistiques de l'O.N.M., il ressort qu'il existe un vent moyen de 5 m seconde à 25 m. de hauteur, 363 jours 1/4 par an, donc pratiquement le système fonctionne toute l'année.

Mais la puissance disponible à la poulie d'entraînement (15.200 CH.M. par an) est très supérieure à la puissance nécessaire à une simple production d'électricité (2.300 CV. électriques par an); l'appareil est donc susceptible d'actionner tout autre moteur (sciage du bois, - pompage et distribution d'eau, - production de chaleur, de froid, - irrigation...).

C'est donc en réalité un moteur apte à tout emploi, susceptible d'une utilisation industrielle; c'est d'ailleurs dans ce sens que l'a retenu l'*Electricité de France* qui s'intéresse à cet appareil, en vue de réaliser des installations de production d'énergie électrique à grand rendement.

En ce qui concerne un projet d'électrification de nos maisons forestières, cet appareil nous paraît avantageux à plusieurs points de vue. Avant de faire l'exposé des avantages et inconvénients des deux systèmes venus à notre connaissance, « Eolienne Enag » - « Eolienne à turbine », voici le tableau schématique d'une installation complète d'électrification avec ce dernier appareil.

Il s'agit d'une production régularisée d'électricité.

L'appareil décrit succinctement comme comportant hélice, turbine à air et génératrice, n'est en effet susceptible que d'une production irrégulière d'électricité, cette production étant en effet directement fonction du vent, il n'y a pas de réserve. Le projet complet devrait comporter en outre un élément de réserve qui pourrait être, soit la batterie semi-fixe, soit le procédé (brevet allemand) dit de l'électrolyse à l'eau, dont le processus est le suivant:

La génératrice envoie le courant dans un bac d'eau, l'électrolyse de l'eau donne : à l'anode de l'oxygène, à la cathode de l'hydrogène. Ces deux gaz sont emmagasinés automatiquement sous pression. L'oxygène peut être vendu sur la base de 25 francs le mètre cube à la production; l'hydrogène sert à actionner un moteur à gaz pauvre qui, aux heures d'accalmie, entraîne la génératrice, assurant ainsi la continuité de la production de l'électricité.

Le courant fourni serait dans tous les cas un courant de bas voltage : 12 à 24 volts.

L'énergie disponible permettrait d'assurer, outre la lumière, la marche de tous appareils ménagers (radio, frigidaire, ventilateur, fer à repasser...).

Ainsi qu'on l'a vu, l'installation d'une éolienne « Enag » en 24 volts revient à 283.000 francs ; avec une éolienne turbine il faut compter :

— Eolienne, mât, turbine	250.000
— Génératrice	30.000
— Batterie 24 volts (75.000 dans le cas d'électrolyse).	98.000
Soit au total (ou 355.000 dans le cas d'électrolyse).	378.000

(Prix 1er trimestre 1949)

L'appareil Enag est donc sensiblement moins onéreux comme achat au départ.

Du point de vue utilisation, quels sont alors les avantages et inconvénients des deux appareils ?

Eolienne Enag	*Eolienne Turbine*
L'ensemble de l'appareil (génératrice) est à l'extrémité supérieure d'un mât de 6 m. au minimum, d'accès difficile en cas de panne ou de vérification.	Tout l'appareillage (turbine génératrice) est au pied du mât, d'accès très facile.
Il y a une inertie au départ, l'hélice actionnant directement la génératrice, donc sensibilité au vent légèrement réduite.	Aucune inertie, l'appareil est donc très sensible au moindre vent.
La seule production possible est celle d'électricité (lumière et radio) à l'exclusion de tout autre appareil ménager ; pour les appareils de 12 et 24 volts.	Permet la production de lumière et le fonctionnement de tout appareil ménager courant.
Enag construit des types d'appareils de 32, 55, 110 volts, d'un prix d'achat nettement supérieur et nécessitant l'achat d'accumulateurs à grande capacité, donc très chers.	Assure en outre la marche d'appareillage auxiliaire (scie à bûche, station de pompage).
Nécessite obligatoirement l'utilisation d'accumulateurs.	Peut être utilisé sans batterie grâce au procédé de l'électrolyse de l'eau, revenant à :
D'un prix de revient de 98.000 fr (pour l'appareil 24 volts) + plomb correspondant.	Moteur à gaz ..... 25.000 Electrolyseur ..... 30.000 2 bouteilles de 40 litres. 20.000 75.000

Les installations intérieures sont identiques pour les deux systèmes et d'un prix moyen de 20 à 25.000 francs pour un logement

comportant 8 lampes et 2 prises, soit *environ 2.500 à 3.000 francs par lampe.*

L'éolienne à turbine est donc plus sensible, d'un meilleur rendement ; elle nous paraît en outre d'un entretien plus facile, et doit être considérée comme une installation de caractère plus définitif que l'Enag ; elle serait à préconiser dans des projets mixtes un peu importants (électricité, pompage, voire même irrigation de pépinières ou autres).

L'inconvénient majeur de l'Enag est la présence des batteries qui exigent un entretien constant ; c'est un matériel délicat, nécessitant une surveillance régulière. Aussi, notre préférence irait-elle à l'adoption de l'éolienne à turbine avec électrolyse, dans tout projet d'électrification de maison double, et à fortiori à l'occasion d'installation plus importante.

Jean BOSSAVY.

Les règles d'assiette des coupes

Sous le titre « Les règles d'assiette des coupes », le numéro de novembre 1949 a reproduit, page 383, la « clef des coupes » de PHILIPP, dont notamment le Landesforstmeister KURZ fait application à Villingen en Forêt Noire. Par erreur, le schéma en forme d'octogone n'a pas reçu au tirage exactement l'orientation que lui donnait l'auteur. Pour rendre à la figure sa véritable orientation, il faut laisser en place les 4 lettres N, E, S et O, mais faire tourner le croquis de 45° dans le sens des aiguilles d'une montre.