

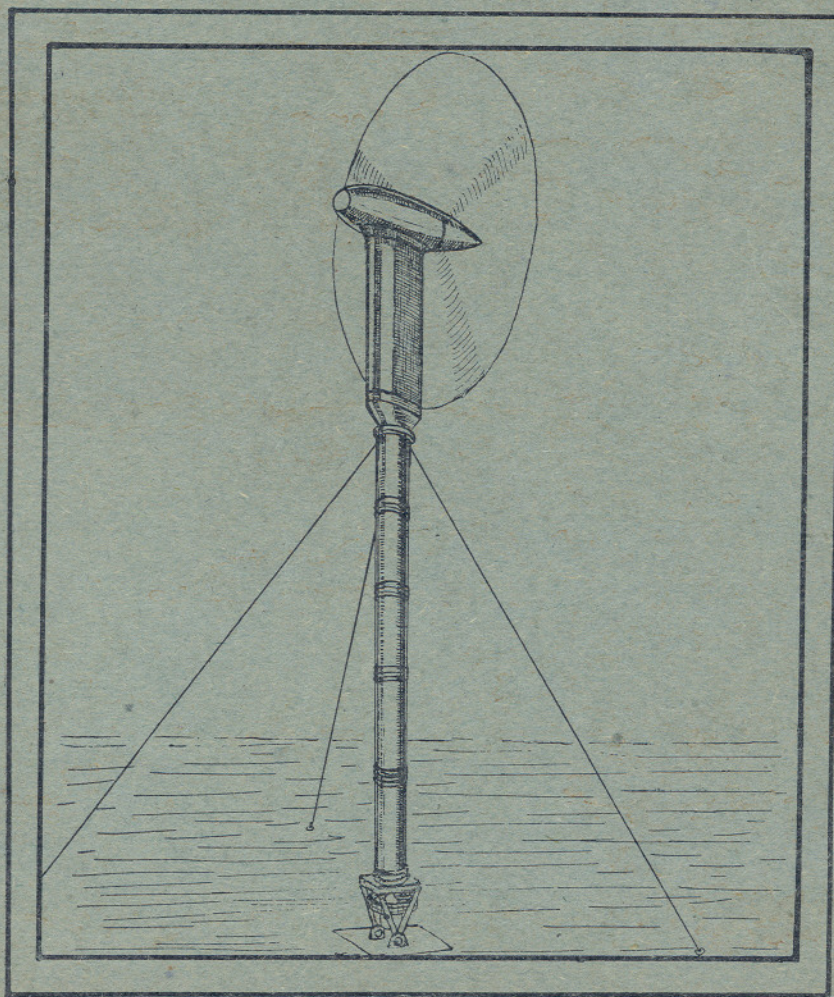
# **EOLIENNE**

## **de 7 mètres**

# **A DÉPRESSION**

---

**Système : J. ANDREAU**



S.E.B.I. - 12, Rue d'Alexandrie - PARIS 2<sup>e</sup>



NOTE sur L'EBOLIE NNE

de 7 METRES

-----

TABLE DES MATIERES

=====

	<u>Page</u>
Principe - Description - Fonctionnement	I
Régulation - Hauteur - Avantages	2
Caractéristiques	3
<u>Puissance sauvage</u> - Puissance à la turbine Elévation d'eau et Irrigation	4
Fourniture de chaleur - de froid - Fourniture électrique	5
Répartition de l'énergie dans le temps - Les prix - Prix du cheval heure	6
Prix du M <sup>3</sup> d'eau élevé - de la glace - de l'électricité	7
<u>Puissance régularisée</u> - Régularisation à 100 KWh par mois - Batterie	8
Régulation audelà de 100 KWh par mois	10
Régulation par l'hydrogène	11
Régulation à 100 KWh par mois	12
Régulation à 400 KWh par mois	13
Conclusion	15

----



## EOLIENNE DE 7 METRES

### PRINCIPE

Cette machine, du système ANDREAU à dépression, ne comporte aucune mécanique, et fournit la puissance du vent, au sol, par une turbine.

### DESCRIPTION

Elle est constituée par :

- I° - Une hélice trois pales, de 7m de diamètre, qui tourne folle sur un axe
- 2° - Un tube portevent qui conduit l'air, sert en même temps de pylone, et est maintenu par des haubans.
- 3° - Un cadre inférieur, sur lequel sont assemblés :
  - la turbine
  - la génératrice
  - la transmission

### FONCTIONNEMENT

L'hélice qui démarre toute seule grâce au choix convenable de ses profils, est à régime rapide. Elle est creuse, ainsi que le moyeu, qui vient coiffer un coude orientable, prolongé par le tube portevent.

Lorsque l'hélice tourne, la force centrifuge chasse l'air contenu dans les pales. Il se forme un vide qui descend au sol, et qui provoque une aspiration en arrière de la turbine.

L'air ambiant pénètre dans celle-ci par son distributeur, et la met ainsi en mouvement.

Donc pas de transmission, pas d'engrenages, aucune mécanique, marche silencieuse.

.../



## REGULATION

Entièrement automatique.

L'orientation se fait par l'hélice elle-même, qui est placée sous le vent du tube.

L'hélice est à pas variable automatique, c'est-à-dire que son pas s'adapte automatiquement à la vitesse du vent pour donner le meilleur rendement dans tous les cas.

**A partir** de 7m50 de vitesse de vent, la puissance reste maximum et constante, jusqu'à 30m/seconde.

**A partir** de 30m/seconde, l'hélice se met automatiquement en drapeau, et s'arrête.

C'est-à-dire qu'elle est à l'abri des ouragans.

Si le vent mollit, elle se remet toute seule au pas convenable et recommence à travailler.

On peut la mettre en drapeau depuis le sol, par une commande spéciale, si l'on désire l'arrêter.

## HAUTEUR

**La hauteur standard de l'axe au-dessus du sol est 25 M.**

C'est en moyenne la hauteur la plus avantageuse. Elle peut varier en plus ou en moins, selon les sites, en ajoutant ou en retranchant des éléments au portevent, par longueur unitaire de deux mètres.

## AVANTAGES

Les avantages de cette disposition sont immédiatement apparents.

**D'abord le prix**, qui peut être très abaissé par rapport aux machines classiques de même puissance, car la mécanique est chère, et se trouve éliminée.

**Pratiquement pas d'entretien.** Le joint de rotation est un labyrinthe, sans frottements, donc sans usure.

.../



Il existe en tout quatre roulements à billes, qui sont garnis de graisse une fois pour toutes.

**La puissance est au sol**, ce qui est d'une commodité évidente, comparé aux génératrices placées en l'air.

Cette puissance peut-être demandée, soit par l'intermédiaire de la génératrice, **en puissance électrique**, soit **directement à la poulie de la turbine** pour tous les appareils de la ferme : scie à bois, coupe racines, hache paille pompes ...etc.

**La turbine est un moteur idéal, extrêmement robuste et régulier, capable d'efforts bien plus élevés que le moteur à explosions de même puissance.**

#### CARACTERISTIQUES

La machine peut être équipée de génératrices de puissances différentes, selon le besoin purement électrique qui se présente.

En principe deux génératrices de puissance maximum

**1° - 1,75 Kw**

**2° - 3,5 Kw.**

Cette puissance est atteinte dès que le vent atteint 6 mètres pour la première et 7 mètres 50 pour la deuxième.

Les performances suivantes sont fournies **pour le vent moyen de France, qui est de 5 m/sec à 25 mètres de hauteur.**

Elles peuvent varier en plus ou moins selon que le vent du lieu est supérieur ou inférieur à cette valeur.

**S'il est inférieur**, on peut toujours atteindre la performance indiquée en allongeant le portevent de quelques éléments à petit prix. Le vent, en effet, augmente de vitesse avec la hauteur au-dessus du sol.-

.../



# I. PUISSANCE SAUVAGE

C'est-à-dire au fil du vent.

Cette puissance est à prendre quand elle se présente.

Elle suppose une utilisation pour laquelle une puissance continue n'est pas indispensable, comme :

Elévation d'eau.  
Irrigation.

Fournitures de chaleur (eau chaude ou vapeur)  
Séchages de bois ou déshydratation de légumes, distillation.

Production de glace.  
Chambres froides pour la conservation des denrées.

Chimie industrielle.  
Electricité.

## a)- Puissance à la turbine

Nominale, maximum 5,5 chevaux

Moyenne 2 chevaux

Il en résulte les valeurs suivantes :

### Puissance moyenne

Journalière	48	chevaux-heure
Hebdomadaire	336	-d°-
Mensuelle	1.440	-d°-
Annuelle	17.500	-d°-

## b)- Elévation d'eau et Irrigation

Entraînement direct de la pompe par la turbine de l'éolienne.

En admettant un rendement de pompe de 60%.

### Elévation d'eau à 15 mètres.

Journalière	520	mètres cubes
Hebdomadaire	3.640	- d° -
Mensuelle	15.600	- d° -
Annuelle	187.000	- d° -

.../



Si l'on admet une irrigation moyenne type Algérien, de

5.000 M3 par hectare et par an

la machine peut irriguer :

37 Hectares.

### c)- Fourniture de chaleur

par entraînement direct d'un moulinet travaillant dans une chaudière calorifugée et enterrée.

Calories fournies en eau chaude ou vapeur :

Jour	30.500	Calories
Semaine	214.000	- d° -
Mois	915.000	- d° -
Année	11.000.000	- d° -

### d)- Fourniture de froid

( Appareils de puissance moyenne 2 chevaux)

#### Frigoiries

#### Production de glace

Jour	130.000	500 Kg
Semaine	910.000	3.500 Kg
Mois	3.900.000	15.000 Kg
Année	46.700.000	180.000 Kg

La puissance frigorifique est 5.400 frigoiries / heure, obtenue par entraînement direct du compresseur et des pompes.

L'appareil peut entretenir une chambre froide de

200 Mètres cubes

### e)- Fourniture électrique

Dans certains cas, la fourniture irrégulière d'électricité n'est pas un inconvénient. On obtient alors :

Puissance maximum 3,5 Kw

Puissance moyenne 1,25 Kw

Production en Kilowatts-heure :

Jour	30	Kilowatts heure
Semaine	210	- d° -
Mois	900	- d° -
Année	11.000	- d° -

.../



### Répartition de l'énergie dans le temps

En prenant comme base la semaine de 168 heures, qui, dans l'ensemble est assez régulière au point de vue du vent au cours de l'année :

Pas de puissance pendant 30 heures ou 1 jour 1/4

Puissance comprise entre 0 et 5,5 ch. ou 3,5 Kw :  
114 heures ou 4 jours 3/4

Puissance constante égale à 5,5 ch. ou 3,5 Kw :  
24 Heures ou 1 jour

L'appareil travaille donc 138 Heures par semaine, c'est-à-dire 83 % du temps.

### Les Prix

Ces prix supposent une production de série suffisante et sont basés sur ceux d'Octobre 1948.

Ils sont fournis à titre indicatif et sans aucun engagement. Mais ils représentent un bon ordre de grandeur.

Prix de l'éolienne complète avec sa turbine : 250.000 Frs.

#### I°)- Prix du cheval-heure

Charges annuelles :

Amortissement	6%
Intérêt	5%
Entretien	1%

TOTAL 12% soit par an : 30.000 Frs.

Le prix du cheval heure ressort donc à 30.000 : 17.500 = 1 F.70

Nous rappelons pour mémoire que le prix du cheval-heure aux prix actuels des carburants est, à l'essence, de l'ordre de 16 F. , et de 10 F.70 au gazoil, pour des puissances de même ordre.

Donc le prix de l'Energie fournie par l'Eolienne est  
9 1/2 fois plus faible que celui de l'essence.  
6 fois plus faible que celui du gazoil.

.../



## 2°)- Prix du mètre cube d'eau élevé à 15 mètres

Installation :

Eolienne	250.000
Pompe	25.000
TOTAL	<u>275.000 F.</u>

Charges 12% soit 33.000 F. par an.

**Le prix du mètre cube élevé à 15 mètres est donc de l'ordre  
de 17 centimes (IF,50 à l'essence)**

Ceci représente un prix annuel à l'hectare, de :

$$33.000 : 37 = 900 \text{ Frs.} \quad \left( \begin{array}{l} 7.700 \text{ F à l'essence} \\ 5.800 \text{ F au gazoil} \end{array} \right)$$

## 3°)- Prix de la glace ( en énergie )

Si cette même quantité de glace (180.000 Kg) était produite avec de l'électricité provenant du secteur, par exemple, il faudrait :

$$\frac{11.000}{0,85} = 13.000 \text{ Kwh.}$$

Le Kwh étant à 12 F. pour ce genre d'emploi, la dépense en énergie serait :

$$13.000 \times 12 = 156.000 \text{ F.}$$

Or, avec l'éolienne, l'énergie coûte 30.000 Frs.

La différence : **125.000 F** représente le bénéfice supplémentaire que l'éolienne permettrait de réaliser sur cette fabrication.

**Elle se paie dans ces conditions en 2 ans.**

## 4°)- Prix de l'électricité

Installation		Charges	
Eolienne	250.000	12%	30.000
Génératrice	30.000	14%	4.200
	<u>280.000</u>		<u>34.200</u>
	$\frac{32.400}{11.000} = 3 \text{ Frs. le Kwh.}$		

.../



Contre en moyenne **15 F.** pour le secteur.

L'électricité produite est donc **5 fois moins chère** que celle du secteur.

## **II. PUISSANCE REGULARISEE**

---

Dans le cas général, on ne peut consommer directement l'énergie, et il faut pouvoir en disposer même pendant les périodes où le vent ne fournit rien ou peu : c'est-à-dire pendant 30 à 35% du temps selon la puissance moyenne que l'on veut obtenir.

Il faut donc mettre de l'énergie en réserve, lorsque le vent débite plus que la puissance moyenne demandée.

Jusqu'à présent, et pour de petites puissances, la batterie d'accumulateurs fournit une bonne solution, bien qu'onéreuse et que, pour cette raison, elle soit généralement insuffisante.

En outre son entretien est délicat, astreignant, et son amortissement est élevé.

Dans le cas de l'Eolienne de 7 m, **dont le diamètre a été choisi justement dans le but de diminuer l'importance de la réserve** il est possible, si l'on se contente de ne demander qu' **une partie de la puissance à l'électricité**, d'utiliser **l'autre partie directement à la poulie de la turbine**, pour les machines de la ferme par exemple, et l'on obtient ainsi une solution très intéressante.

### **I°)- Régularisation à 100 Kwh par mois - Batterie -**

Cette quantité est largement suffisante en moyenne

.../



pour assurer l'éclairage, l'appareillage électrique usuel :  
fer à repasser, grilloires, bouilloires, radio, frigidaire,  
ventilateurs, aspirateurs ... etc.

La moyenne générale ressort en effet à **75 Kwh par mois** pour une famille de 4 personnes.

Pratiquement, on admet que la puissance moyenne puisse être entièrement fournie par la réserve pendant **20 heures** c'est-à-dire 4 jours à raison de 5 heures par jour.

Si l'éolienne débite le courant en **24 Volts**

Il suffit alors de **12 éléments de 20 Ampères** heure de batteries à bacs de verre.

La batterie peut donc débiter **480 Watts.h.**  
**100 Kwh par mois** représentent **140 Watts moyens.**

Alors la batterie assure la marche moyenne pendant  
 $480 : 140 =$  **24 heures,**  
soit par exemple **5 jours 1/2** pendant **6 heures** par jour.

Ceci est tout à fait convenable, car les arrêts du vent durent très rarement plus de 3 jours consécutifs.

Le bilan est alors le suivant :

Charges annuelles.			
Prix Eolienne	250.000	12%	30.000
Génératrice I 3/4KWh	25.000	12%	3.000
Batterie	66.000	15%	10.000
	<b>341.000 F.</b>		<b>43.000 F.</b>

On utilise en électricité 1.200 Kwh.

Si le rendement de la génératrice est 0,8, celui des acus 0,9, ceci représente :

$$\frac{1.200}{0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,736} = \underline{2.300} \text{ chevaux heures absorbés.}$$

.../



Il reste donc disponible à la poulie :

$$17.500 - 2.300 = 15.200 \text{ chevaux heure}$$

On traduit en Kwh : 11.200 Kwh, directement en puissance.

On a donc utilisé en Kwh. 12.400 Kwh dont 1.200 électriques

$$\text{au prix de : } \frac{43.000}{12.400} = 3 \text{ F.60}$$

Donc, si l'on ramène le tout au Kwh. celui-ci coûte  
alors 3 F. 60

La production est :

1.200 Kwh régularisés

15.200 chevaux heure à la poulie

La même puissance, empruntée au secteur aurait coûté  
15 Frs. le Kwh.

$$12.400 \cdot 15 = 186.000 \text{ F.}$$

L'économie est alors :

$$186.000 - 43.000 = 143.000 \text{ Frs. par an}$$

L'économie amortit l'installation en 2 ans et 1/2

A titre d'indication, en adoptant les mêmes modes de  
calcul le Kwh; d'un groupe électrogène donnant la même puis-  
sance annuelle est : à l'essence 25 F, au gazoil 16,70

On a donc le tableau suivant :

à l'essence :	25 F le Kwh.
au gazoil :	16,70 le Kwh
Secteur :	15 F - d° -
Eolienne :	<u>3,60 F.</u>

## 2°)- Régulation par batterie au-delà de 100 Kwh par mois

L'Eolienne peut fournir jusqu'à 900 Kwh par mois, c'est-  
à-dire neuf fois plus que l'exemple précédent.

.../



Le prix de la batterie est alors proportionnel à la puissance régularisée demandée.

Il s'avère assez rapidement hors de proportion.

Déjà à 400 Kwh par mois il dépasse le prix de l'éolienne.

Pour 900 Kwh par mois il est environ deux fois et demi celui de l'éolienne (600.000 F)

Nous rappelons que les batteries envisagées sont relativement faibles et que pour avoir un bon service, il faudrait les doubler.

C'est la raison pour laquelle il a été nécessaire d'étudier d'autres solutions permettant de régulariser des quantités importantes d'énergie.

Parmi toutes celles qui ont été examinées, la régulation par l'hydrogène est de beaucoup la plus intéressante.

#### Régulation par l'hydrogène

Si l'on envoie le courant, par dérivation, dans un électrolyseur d'eau sous pression il se forme de l'hydrogène et de l'oxygène qui se compriment directement, sans compresseur, dans des bouteilles.

La quantité d'hydrogène comprimée constitue la réserve d'énergie, qui est alors utilisée dans un moteur ordinaire adapté, monté sur l'arbre turbo-dynamo.

L'ensemble mécanique, groupé sur un berceau, est entièrement automatique.

L'électrolyseur est, lui aussi, automatique.

.../ :



I°)- Eolienne régularisée à 100 Kwh par mois

<u>Prix de l'installation</u>		<u>Charges %</u>	<u>Charges Annuelles</u>
Eolienne	250.000	I2	30.000
Génératrice	35.000	I2	4.200
Moteur	25.000 : Equipement	I5	3.750
	75.000		
Electrolyseur	30.000 :	I4	4.200
Réserve :	:		
2 Bouteilles de			
40 litres	20.000 :	I0	2.000
<hr/>			<hr/>
Prix Global :	360.000	Total annuel	44.000

En dehors de l'hydrogène nécessaire pour la régularisation, ou en fabrique **2.560 m<sup>3</sup>** utilisables pour des besoins extérieurs, et **I.280 m<sup>3</sup>** d'oxygène qu'on peut perdre ou vendre.

L'hydrogène s'utilise parfaitement bien dans les moteurs normaux munis d'un équipement analogue à l'équipement pour le gaz. Il existe des bouteilles en métaux légers frettés en cables d'acier, qui permettent un transport facile. L'utilisation de ce gaz présente même de nombreux avantages par rapport à l'essence.

L'hydrogène fournit **2.440** calories par M<sup>3</sup> compté à 15° et 760 m/m

Un moteur marchant à l'hydrogène fournit le cheval heure avec **0,8 m<sup>3</sup>** d'hydrogène ou **2.000** calories contre **2.670** calories à l'essence. Son rendement est donc équivalent à celui d'un Diesel.

**2,3 m<sup>3</sup> d'hydrogène** représentent donc **I litre d'essence** utilisée dans un moteur.

Avec l'électrolyse sous pression, il faut **3,5 Kwh** pour obtenir **I m<sup>3</sup>** d'hydrogène et **500 litres** d'oxygène.

.../



Si l'on prend comme exemple une voiture consommant 6 litres aux 100 Km , elle pourra parcourir 18.000 Km par an avec les 2.560 M<sup>3</sup> produits par l'éolienne.

Il existe un besoin mondial d'oxygène qui va en croissant très rapidement et qui ne peut-être actuellement satisfait et de loin, à cause précisément du manque d'énergie.

Le prix français est de l'ordre de 50 F. le M<sup>3</sup>

En le vendant 25 F à la production l'écoulement en sera considérable, pour longtemps.

Le bilan annuel s'établit alors comme suit :

1° - 2.560 M <sup>3</sup> H <sup>2</sup> équivalent à 1.100 litres d'essence à 42 F.	:	46.200 F
2° - 1.280 -- O à 25 F .....	:	32.000 F
3° - 1.200 Kwh à 15 F .....	:	18.000 F
Total		96.200 F

alors que les charges annuelles sont 44.000 F.

L'opération se solde donc par **une économie ou un bénéfice de 52.000 F.** par an, par rapport au prix qu'ont coûté le même service, rendu par les moyens habituels.

2°)- Eolienne régularisée à 400 Kwh par mois ( 550 Watts moyens )

Le jeu des rendements successifs et de la réserve, fait que, si toute la production d'hydrogène est utilisée pour la régulation, la puissance moyenne électrique atteint **400 Kwh par mois.**

Le prix de l'installation est le même sauf que la réserve est de 8 bouteilles d'hydrogène au lieu de deux, et passe de ce fait à 80.000 F au lieu de 20.000.

Ces chiffres sont à comparer avec ceux des batteries.

Le prix total est alors de 460.000 F et les charges annuelles de 50.000 F.

.../



Le bilan de la production devient :

1° 1.110 m <sup>3</sup> d'oxygène à 25 F	27.800 F
2° 4.800 Kwh à 15 F	72.000 F
	<hr/>
Total	99.800 F

Le bénéfice est encore de l'ordre de 50.000 F comme dans le cas précédent.

On pourrait presque dire qu'avec ce mode de régulation l'électricité devient le sous produit de l'opération.

La régulation peut-être comprise entre les deux valeurs indiquées, et son bénéfice est sensiblement constant.

La puissance moyenne régularisée ne dépend que du nombre de bouteilles en réserve.

Ces bouteilles, sont du type standard de 40 litres de capacité et contiennent 10 m<sup>3</sup> d'hydrogène comprimé.

Il est donc facile et à prix modique, de modifier la capacité de la réserve selon les besoins en électricité, et le vent du lieu où se trouve placée l'éolienne.

Cette solution est en cours et verra le jour industriellement, en son temps.



## CONCLUSION

-----

Il résulte de cette note, que les Eoliennes de ce modèle sont à même d'apporter de grandes améliorations à l'utilisation du vent, par rapport à tous les procédés connus.

Elles sont capables de **fournir l'énergie à des prix imbattables** et de fournir des **bénéfices importants** pour un grand nombre d'opérations.

Le fait qu'elles sont une addition d'énergie nouvelle à celles qui existent déjà, **a une importance économique considérable**, soit au point de vue de la production, soit même et indirectement, en permettant de faire rouler des véhicules; sur les questions de devises et de change, en passant par les carburants - c'est-à-dire, **sur notre balance économique**.

Elles n'utilisent en effet que des produits nationaux dont nous sommes bien munis :

le VENT ... et un peu d'eau

---

---