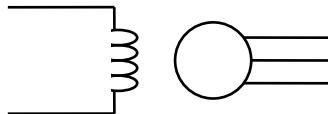
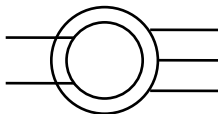


# La machine synchrone

## 1. Constitution

1.1.Principe de fonctionnement : voir chapitre sur le champ tournant

1.2.Symboles



.....

1.3.Le stator :

fréquence des courants .....

en triphasé .....

en monophasé : .....

1.4.Le rotor ou la roue polaire :

alimenté par .....

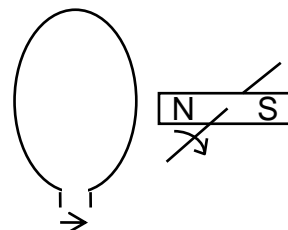
soit à pôles .....

soit à pôles .....

## 2. La force électromotrice induite dans un enroulement statorique

2.1.La f.é.m. théorique

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....



2.2.la formule de Kapp

le facteur de distribution ( ou le coefficient de bobinage )  $K_D$  .....

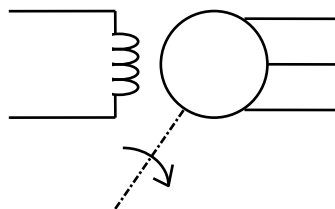
et le facteur de forme  $K_f$  .....

le coefficient de Kapp  $K$  .....

.....la formule de Kapp  $E = K N f \Phi$

.....

2.3.La caractéristique à vide d'un alternateur

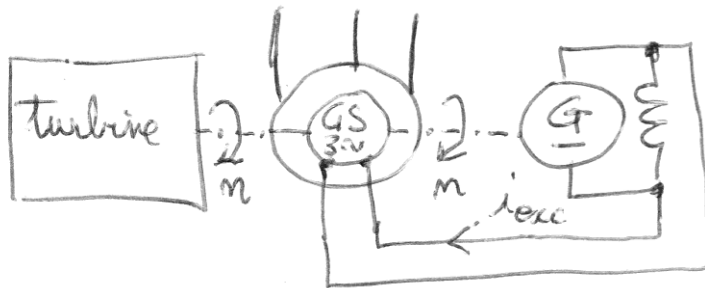


.....  
 .....  
 .....  
 .....



### 3. L'excitation de la machine synchrone

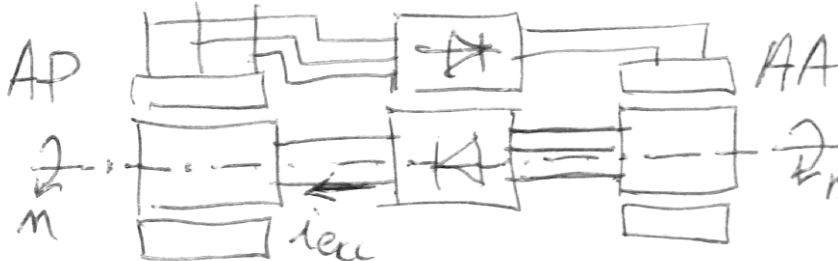
3.1. par génératrice à courant continu en bout d'arbre



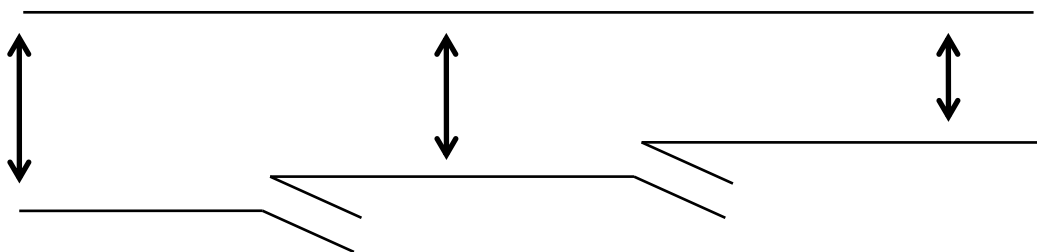
3.2. par auto-excitation



3.3. par système dit "à diodes tournantes"

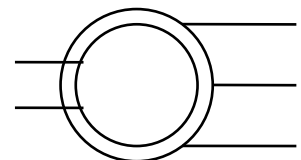


### 4. Le rendement d'un alternateur



4.1. La puissance utile

.....  
 .....



4.2. La puissance absorbée

.....

4.3. Les pertes

.....  
 .....  
 .....

4.4. Les pertes collectives (ou « constantes »)

.....  
 déterminées par un essai à vide par la méthode du moteur taré  
 ( avec  $i_{exc} = i_{en\ charge}$ ,  $P_v = p_f + p_m$  et avec  $i_{exc} = 0$ ,  $P_v = p_m$  ).

4.5. Le rendement

$$\eta = \frac{P_{ut}}{P_{abs}} = \frac{\sqrt{3} U I \cos \varphi}{\sqrt{3} U I \cos \varphi + p_{jr} + p_{js} + p_c}$$

**5. La réaction d'induit de l'alternateur en charge**

5.1. Les hypothèses simplificatrices de Behn-Eschenburg

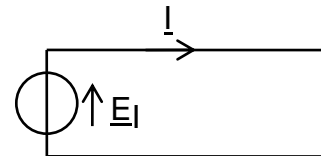
Le circuit magnétique n'est pas saturé.  
 Le courant débité produit à son tour un flux  $\Phi_I$ , modifiant le flux utile  $\Phi_{total}$  dans l'entrefer.

$$\Phi_{rotor} + \Phi_I = \Phi_{total}$$

si la charge est inductive,  $\Phi_I < 0$  action démagnétisante du flux utile  
 si la charge est capacitive,  $\Phi_I > 0$  réaction transversale modifiant les lignes de champ

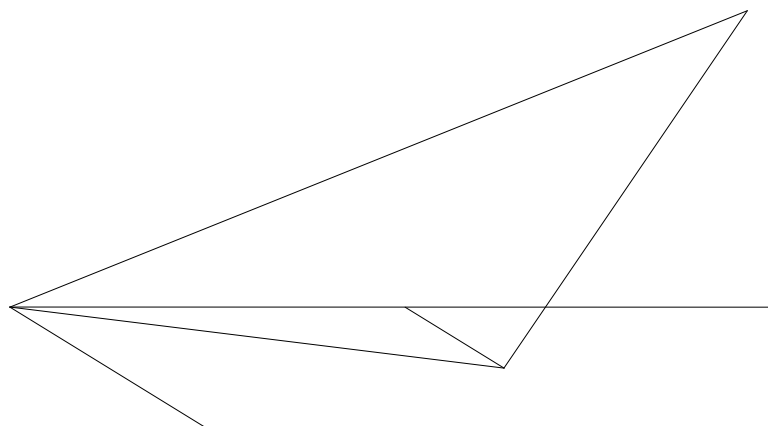
5.2. la réactance synchrone ou cyclique

.....  
 cyclique : .....



5.3. le diagramme de Behn-Eschenburg

..... schéma équivalent pour une phase :  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 le décalage angulaire  $\theta$  : .....  
 .....

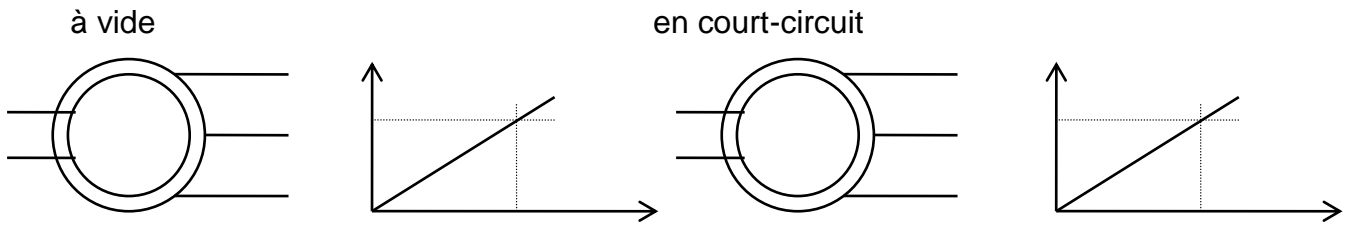


on vérifie la relation  $E^2 = V^2 + (R I)^2 + (X I)^2 + 2 V R I \cos \varphi + 2 V X I \sin \varphi$

### 5.4.détermination de la réactance synchrone $X = L\omega$

par des essais de l'alternateur à vide et en court-circuit

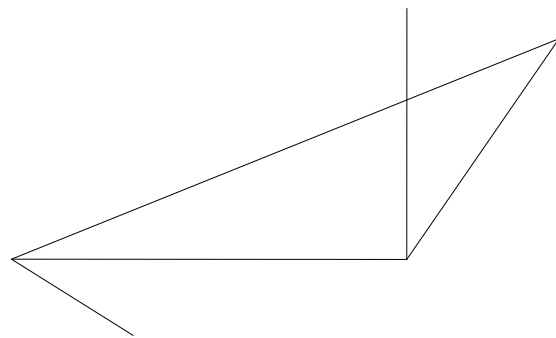
.....  
.....



.....  
.....

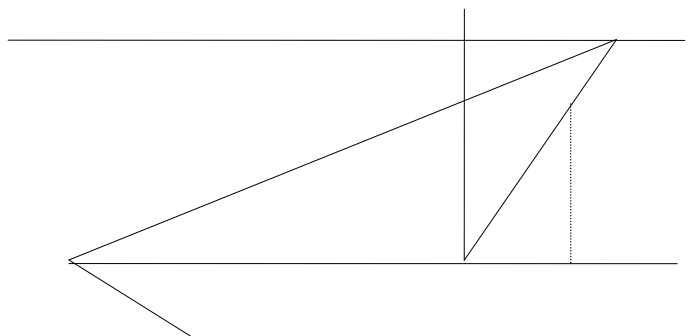
### 5.5.le diagramme simplifié

.....  
.....  
.....  
.....



### 5.6.fonctionnement à puissance active constante sous tension constante

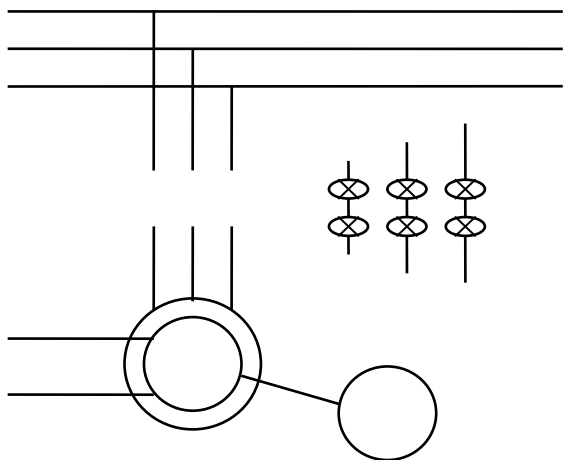
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



## 6. Réversibilité de la machine synchrone : le moteur synchrone

### 6.1. Le couplage de l'alternateur sur un réseau « infini » (ou « puissant »)

montage



les 4 conditions nécessaires au couplage

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

fréquence de rotation : .....

.....

### 6.2. existence et calcul du couple moteur

.....

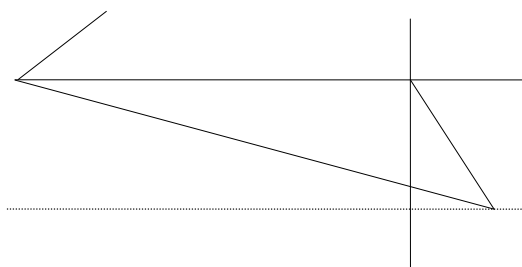
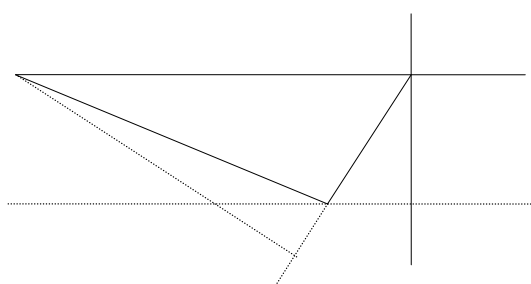
.....

.....

$$C = \frac{3 V J \cos \varphi}{\Omega}$$

### 6.3. le diagramme de Blondel

relation vectorielle : .....



.....

### La centrale de Rhinau sur le Rhin.

La centrale comporte quatre alternateurs de 42 000 kVA chacun :  
vitesse,  $75 \text{ tr.mn}^{-1}$  avec turbines Kaplan à axe vertical,  
débit  $350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Les groupes turbine-alternateurs sont implantés dans le barrage qui barre complètement le cours du fleuve.

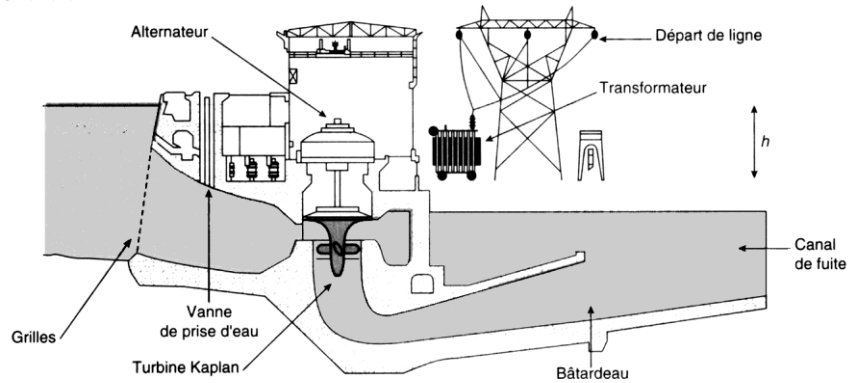


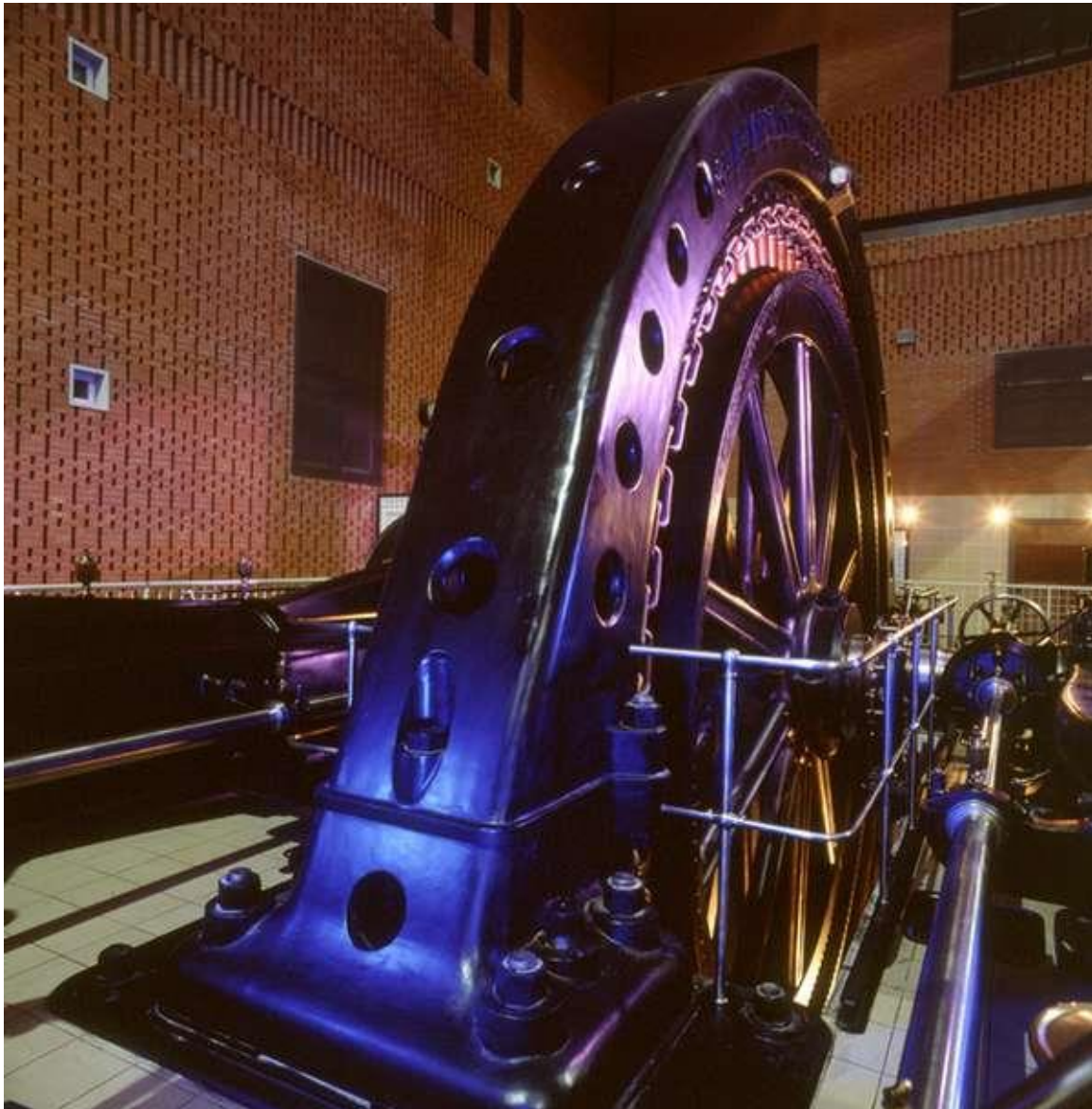
fig. 6. Disposition d'une centrale de basse chute (au fil de l'eau).

### **Exemple : centrale de Grand-Maison en Isère**

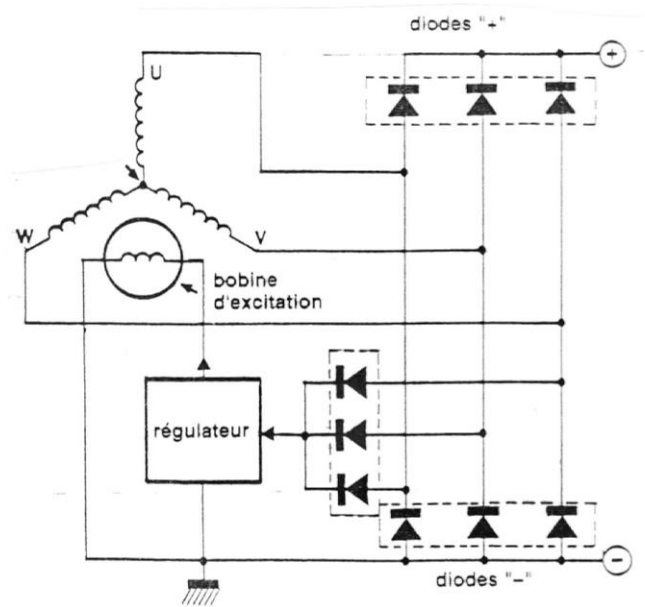
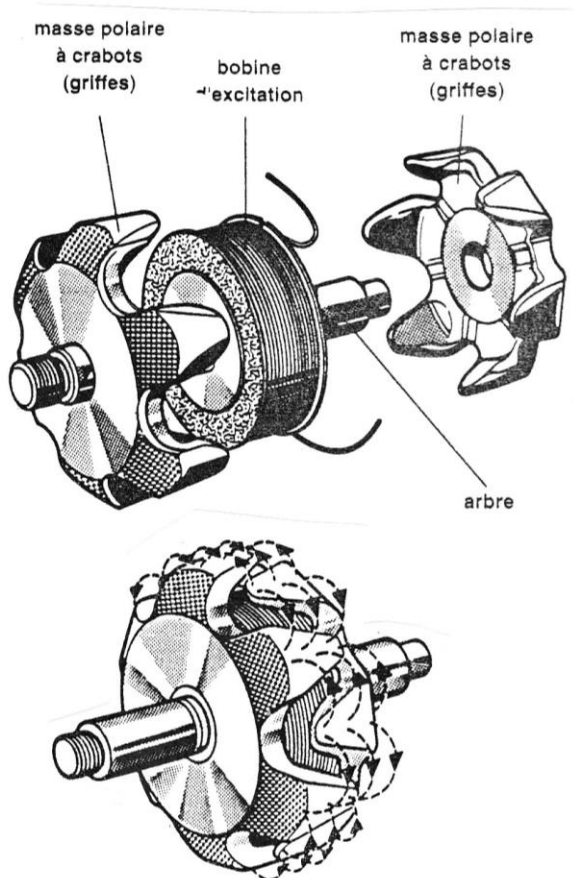
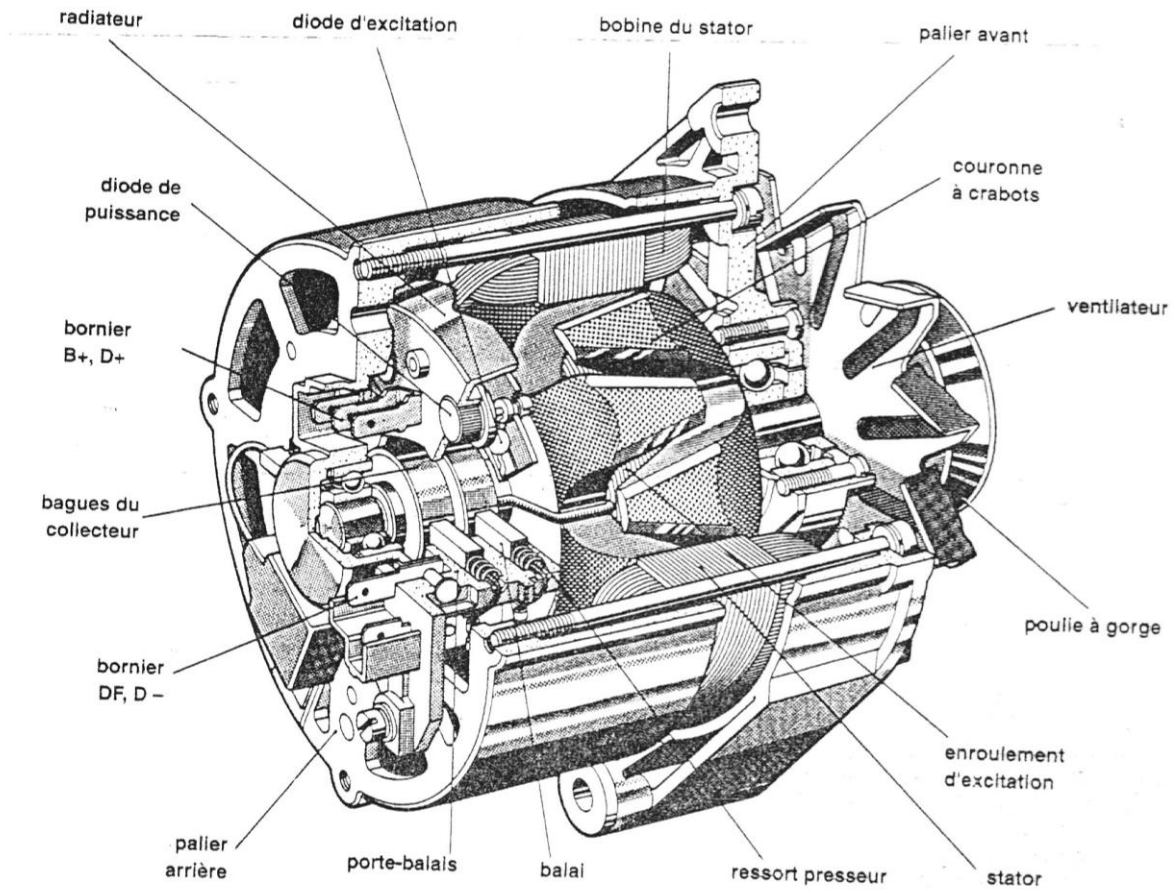
Vitesse de synchronisme :  $428,6 \text{ tr.mn}^{-1}$   
Puissance active nominale : 153 MW  
Tension nominale : 15,5 kV  
Intensité nominale : 6333 A  
Masse du rotor : 235 t  
Masse du stator : 166 t  
Excitation statique par soutirage au stator  
Puissance d'excitation : 323 kW  
Rendement en régime nominal : 98,5%

**L'alternateur** SULZER-BBC (DMC Mulhouse) exposée dans le musée ELECTROPOLIS

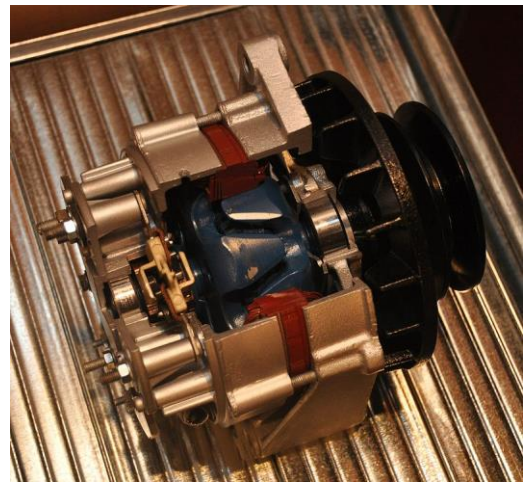
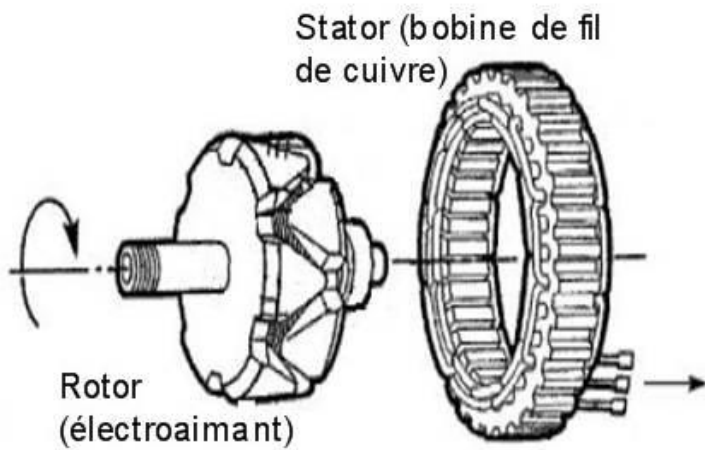
il a une roue polaire 72 électroaimants :



### annexe 3 : l'alternateur embarqué







annexe 4 : l'alternateur de bicyclette

