

CHOIX, DEPARASITAGE, MONTAGE ET CABLAGE D'UN MOTEUR ELECTRIQUE POUR MODELE DE CHALUTIER

I. CHOIX DU MOTEUR

Je me limiterai ici aux modèles à déplacement «lent» de 0,60 m à 1 m alimentés en 6V, tels que chalutiers, remorqueurs, cargos, péniches, baleinières etc... Pour les Racers, OffShores, il y a des sites spécialisés sur internet.

LONGUEUR	0.60 m	0.70 m	0.80 m	1 m
MOTEUR 6 V à 7,2V	Série 380	Série 400	Série 550	Série 700

Pour les modèles de taille supérieure à 1 m, il est préférable de monter un moteur en 12 V.

II. ANTI-PARASITAGE D'UN MOTEUR

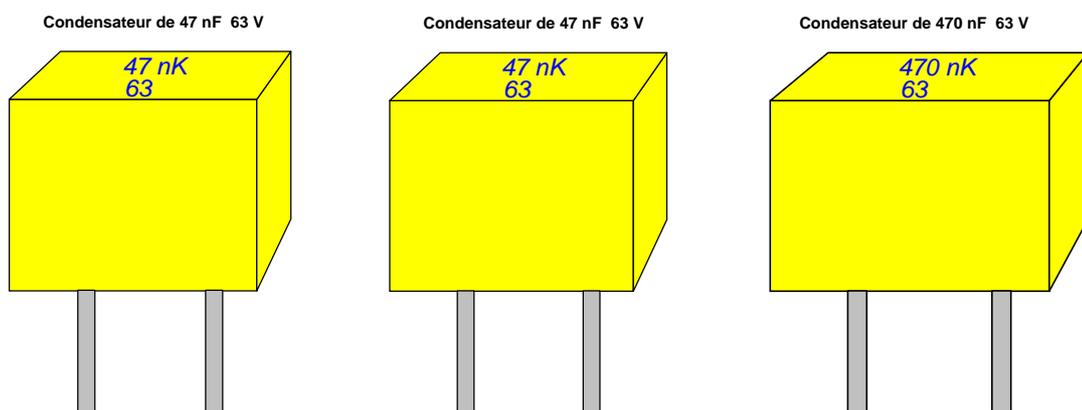
Afin d'éviter de perturber la réception du signal de l'émetteur, le moteur doit être anti-parasité.

Ceci se fait à l'aide de condensateurs soudés entre les bornes et la carcasse métallique du moteur.

Certains moteurs sont livrés déjà équipés de condensateurs de déparasitage : le boulot est déjà fait !

II.1. Condensateurs de déparasitage

Personnellement, j'utilise avec succès les condensateurs MKT type « Milfeuil » que l'on trouve très facilement chez Conrad®, Sélectronic® et dans tout magasin d'électronique qui se respecte.



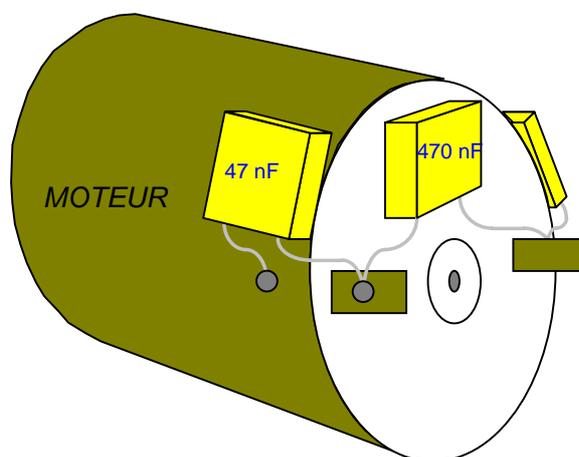
Il suffit de 3 condensateurs pour déparasiter efficacement un moteur :

- 2 de 47 nF (prononcer nano Farad)
- 1 de 470 nF (prononcer nano Farad)

Leur tension de service sera choisie à au moins 63 Volts (la plus courante).

Les condensateurs de ce type ne sont pas polarisés, autrement dit, ils n'ont pas de sens de montage.

II.2. Position des Condensateurs de déparasitage sur le Moteur



- Le condensateur de 470 nF est soudé entre les 2 bornes du moteur.
- Un condensateur de 47 nF est soudé entre la carcasse du moteur et une des bornes du moteur
- Le 2nd condensateur de 47 nF est soudé entre la carcasse du moteur et l'autre borne du moteur

ATTENTION, il est préférable d'étamer la carcasse du moteur avant, car il faut chauffer beaucoup et les condensateurs, comme tout composant électronique, n'aiment pas être surchauffés.

Pour que le déparasitage soit efficace, il faut que les condensateurs aient les liaisons les plus courtes et soient placés au plus près des bornes du moteur.

L'assemblage présenté ci-dessus est parfait.

III. MONTAGE MECANIQUE DU MOTEUR

Pour monter mécaniquement moteur, il y a essentiellement 2 montages :

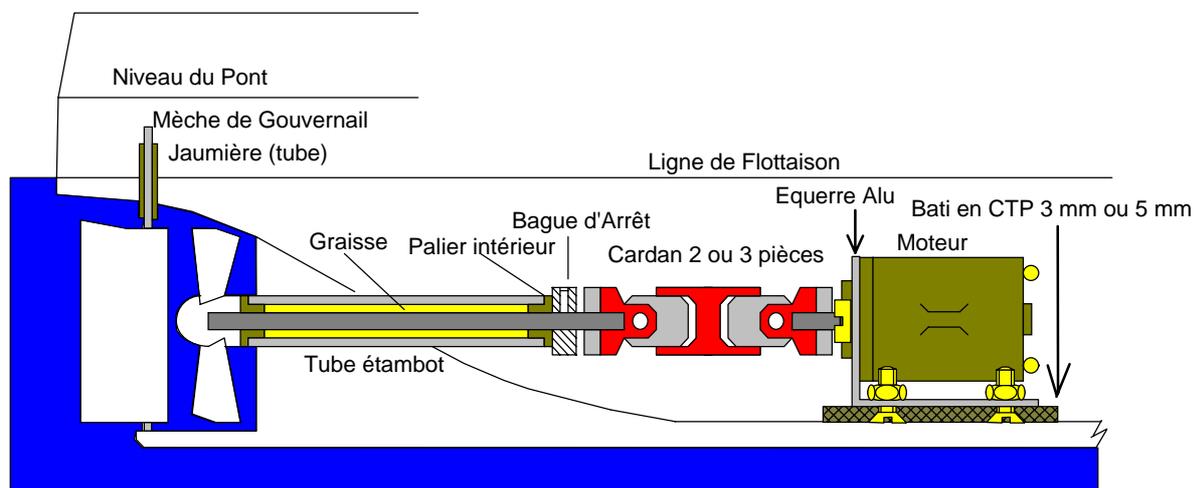
- Le montage « en direct »
- Le montage avec réducteur

III.1. Montage du Moteur « en direct »

Le moteur est relié directement à l'arbre d'hélice.

En général, et c'est fortement conseillé, un cardan 2 ou 3 pièces est intercalé entre l'arbre moteur et l'arbre d'hélice.

Celui-ci évite les « points durs » en corrigeant les légers désalignements.



Le moteur sera fixé sur un bâti en contre-plaqué de 3 ou 5 mm par l'intermédiaire d'une équerre en aluminium.

III.2. Montage du Moteur avec Réducteur

III.2.1 Rôle du Réducteur

Le rôle du Réducteur est, comme son nom l'indique, de réduire la vitesse de rotation de l'arbre d'hélice.

Ceci a plusieurs avantages :

- Une hélice ayant « beaucoup » de pas et tournant lentement a un meilleur rendement qu'une hélice ayant peu de pas et tournant rapidement,
- Le moteur subit moins d'effort qu'en prise directe, il consomme donc moins, l'autonomie de la batterie de propulsion est plus grande
- Assemblage « compact » : (pas de cardan à insérer)

...et quelques inconvénients :

- Le rendement d'un réducteur n'est pas de 100 %
- Un réducteur peut être « bruyant »

Cependant, les inconvénients sont « ridicules » (négligeables) par rapport aux avantages.

Avec un réducteur, l'autonomie peut être plus que doublée.

Le bruit pourra être limité en enfermant le réducteur dans une boîte dont les parois seront recouvertes de mousse ou de plaques de liège.

En général, si l'alignement des pignons et le jeu inter-dents sont corrects, le bruit du réducteur est raisonnable.

III.2.1 Rapport de réduction du Réducteur

La formule de calcul du rapport de réduction d'un réducteur pour modèle réduit est donnée par la formule suivante:

$$R = \frac{P.M_{(r/min)}\sqrt{Ech.(100-G(\%))}}{3858.V_{(Nd)}}$$

La démonstration complète est donnée en annexe à la fin de ce dossier.

Avec :

- R : Rapport de réduction du Réducteur du modèle (ce que l'on cherche)
- P : Pas de l'hélice du modèle. En général, $P=1,4.\varnothing$ (\varnothing =Diamètre hélice)
- M : Vitesse de rotation du moteur du modèle en t/min en charge
- Ech : Echelle du modèle
- G : Glissement de l'hélice (30 à 40 %) pour les coques de chalutiers
- V : Vitesse en Nœuds du chalutier réel

Exemple :

Soit un chalutier réel se déplaçant à 10 Nœuds et dont le modèle est construit au $1/35^e$:

Paramètres du chalutier réel :

- V = 10
- Ech = 35

Paramètres du chalutier modèle réduit :

- $\varnothing = 60$ mm, soit $P = 1,4 \times 0,06 = 0,084$ m
- M = 2500 t/min (en charge, pas à vide)
- G = 40, soit 40% de glissement, ce qui est courant pour ce type de coque

Application numérique :

$$R = \frac{0,084 \cdot 2500 \sqrt{35} \cdot (100 - 40)}{3086 \cdot 10}$$

$$R = 2,4$$

Dans la pratique, on prendra $R=2$, c'est-à-dire une réduction au 1/2.

On constate que pour les chalutiers, le calcul donne toujours une valeur voisine de 2 ou 3.

Je minore toujours un peu la valeur calculée, histoire d'avoir un peu de réserve de vitesse : pour lutter contre les forts courants marins, par exemple.

C'est pourquoi j'utilise toujours des réducteurs au 1/2 sur mes chalutiers.

III.3. Réalisation du Réducteur

Personnellement, je réalise mes réducteurs à l'aide d'engrenages en matière synthétique. Je m'approvisionne chez « Motor Model » à Montreuil.

Le réducteur se compose tout simplement de 2 pignons qui forment un engrenage, le plus petit étant monté sur l'arbre du moteur et le plus grand sur l'arbre d'hélice. Si on fait l'inverse, on fait un sur-multiplieur !

Personnellement, côté arbre moteur, j'utilise un pignon 16 dents et côté arbre d'hélice un pignon 32 dents. Remarquez que le rapport de réduction correspond au rapport du nombre de dents soit: $32 / 16 = 2$.

Remarque: le rapport de réduction correspond également au rapport des diamètres des pignons.

III.4. Montage du Réducteur dans la coque du Chalutier

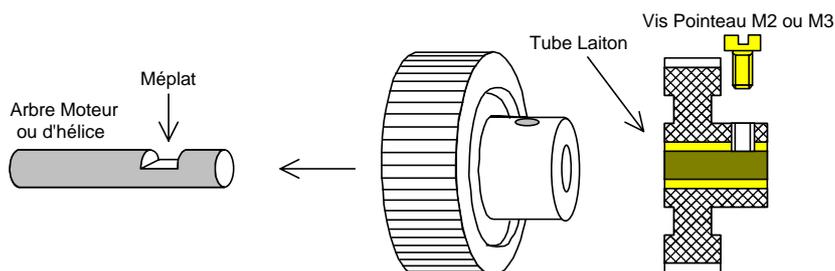
En général, il est nécessaire de « baguer » les pignons par des tubes laitons du diamètre qui vont bien pour s'adapter au diamètre de l'arbre moteur et d'hélice.

Ces pignons disposent d'une partie lisse (sans dent, comme mémé), qu'il va falloir percer (en même temps que le tube adaptateur de diamètre) :

- Côté moteur : percer le pignon à 1,5 mm de diamètre pour ensuite tarauder à 2 mm (pas M2).
- Côté arbre d'hélice : percer le pignon à 2,5 mm de diamètre pour ensuite tarauder à 3 mm (pas M3).

Une vis pointeau viendra ensuite immobiliser les deux pignons sur leur arbre respectif.

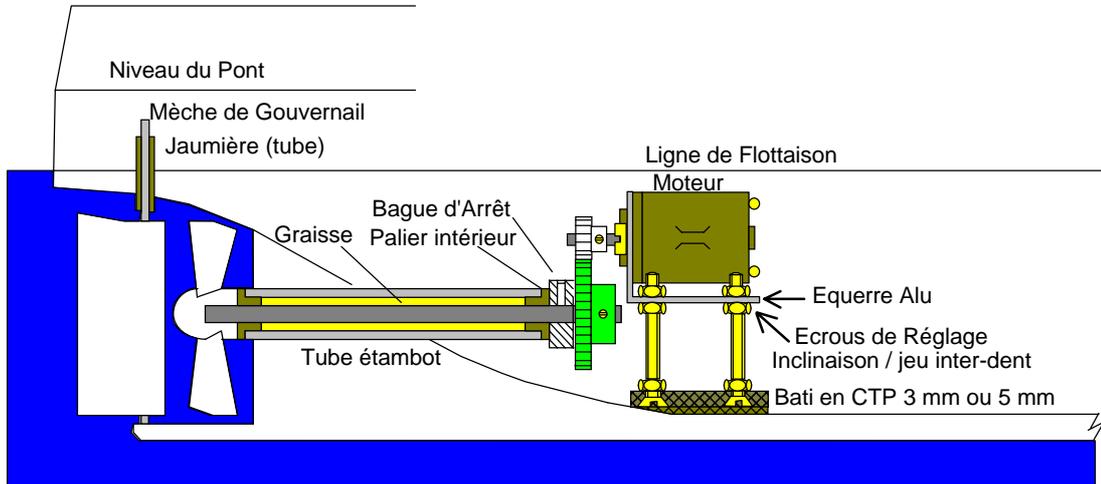
Il ne faudra pas oublier de faire un méplat à la petite meule sur chaque arbre pour être certain que la vis pointeau remplisse bien son rôle.



III.4.1. Montage classique du Réducteur

Le moteur se trouve en avant de la bague d'arrêt de l'arbre d'hélice.

Montage du Réducteur et du Moteur: Classique



Avantages :

- Montage toujours possible quel que soit l'entraxe des 2 arbres
- Réglage assez facile de l'inclinaison et du jeu inter-dent
- Possibilité de placer un palier en bout d'arbre d'hélice (non représenté sur la figure ci-dessus) pour limiter le flambage.

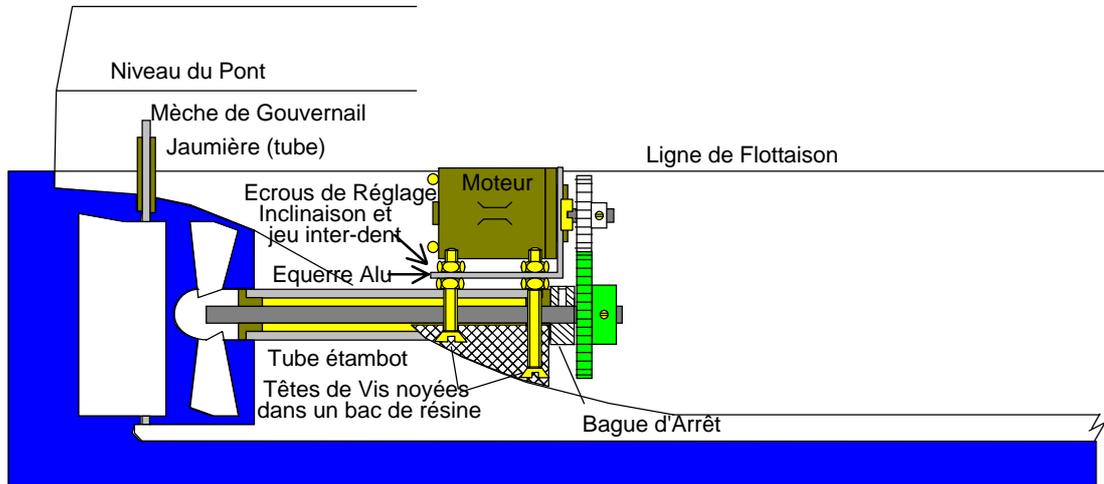
Inconvénients :

- Colonnnettes (Vis) assez longues, d'où sensibilités aux vibrations. Il est cependant possible de noyer les têtes de vis dans un petit caisson en CTP rempli de résine pour diminuer ce risque de vibration.
- La vis pointeau du pignon moteur se trouve côté moteur : l'effort de transmission se fait « loin » du palier de l'arbre moteur risque supplémentaire de vibrations

III.4.2. Montage inversé du Réducteur (Le meilleur Montage)

Le moteur se trouve en arrière de la bague d'arrêt de l'arbre d'hélice.

Montage du Réducteur et du Moteur: inversé (le meilleur)



Avantages:

- Montage très compact
- Possibilité de placer le moteur plus en arrière : d'où des colonnettes (Vis) assez courtes, d'où une sensibilité limitée aux vibrations
- Sur chaque arbre, l'effort est concentré au plus près du palier, d'où une sensibilité limitée aux vibrations
- Il n'est pas nécessaire de placer un palier en bout d'arbre d'hélice pour limiter le flambage.

Inconvénients:

- Montage pas toujours possible si l'entraxe des 2 arbres est trop faible (moteur de trop grand diamètre): dans ce cas, il faut prendre des pignons plus grand diamètre (si possible).
- Réglage moins facile de l'inclinaison et du jeu inter-dent

C'est le montage que je conseille à tout constructeur de modèle réduit.

IV. CABLAGE MOTEUR / VARIATEUR / BATTERIE

Pour un chalutier de 0,6 m à 1 m, son moteur électrique va consommer en moyenne entre 2 et 6 A selon son poids, le pas de son hélice, la présence d'un réducteur, les « points durs », etc...

Par contre, au démarrage, il va consommer plusieurs fois son courant nominal de fonctionnement.

Il est donc nécessaire que les fils d'alimentation du moteur aient une assez forte section. En effet, si les fils sont trop « fins », ils vont chauffer et risquent même de mettre le feu dans votre modèle !

De plus, les fils « fins » se comportent comme des résistances qui vont faire chuter la tension aux bornes du moteur : il ne pourra pas donner le meilleur de lui-même.

Il faut au minimum du fil de section $0,75 \text{ mm}^2$ qui peut supporter 12 A en permanence sans risquer de mettre le feu.

IV.1. Section des fils d'alimentation du Moteur

Voici un petit tableau indiquant les courants supportés en permanence en fonction de la section des fils :

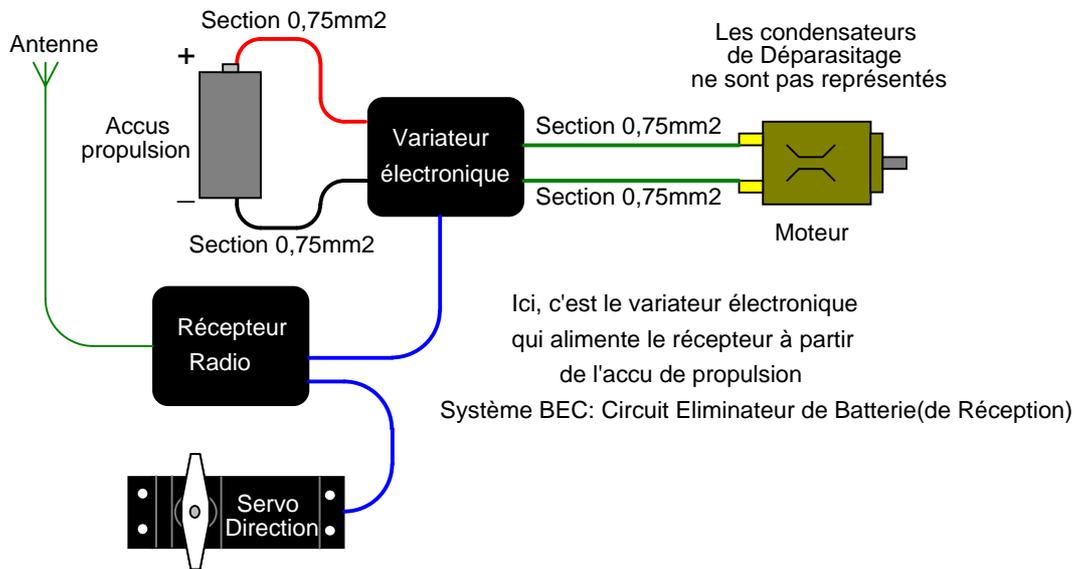
Section du Fil	$0,75 \text{ mm}^2$	$1,00 \text{ mm}^2$	$2,5 \text{ mm}^2$
Courant Max	12 A	15 A	36 A

Bien sûr, tous ces câbles supportent beaucoup plus de courant pendant un temps assez court : le pic de courant de démarrage d'un moteur, par exemple.

Une section de $0,75 \text{ mm}^2$ est un minimum, mais vous pouvez monter plus gros si vous le voulez.

L'idéal étant d'utiliser du fil extra souple multibrins dont l'isolant (la gaine) est en caoutchouc de silicone. Malheureusement, ce fil est assez cher.

IV.2. Câblage d'un Moteur sur Variateur Electronique



Les fils d'alimentation du moteur auront la longueur la plus courte possible afin de limiter sa résistance: ainsi, la tension aux bornes du moteur sera maximale.

Un interrupteur peut être placé entre le + de la Batterie et le variateur.

La connectique :

- Côté moteur, les fils seront directement soudés sur ses bornes, car il y a toujours des pertes au niveau des cosses, d'où perte de puissance du moteur.
- Côté Batterie, on n'a malheureusement pas le choix, il faut utiliser des cosses si l'on veut pouvoir démonter celle-ci du navire. On utilisera des cosses «Faston» que l'on sertira avec soin. C'est une source de panne.

V. CONCLUSIONS

Avec toutes ces informations, la motorisation d'un chalutier n'a plus de secret pour vous. Avec le montage à réducteur, un chalut peut être traîné sans faire chauffer exagérément le moteur du chalutier.

Vous pourrez ensuite vous occuper de son animation: les feux, le chalut, la fumée, la sortie de la pompe à eau, les cris des mouettes, l'odeur du poisson...

Ces techniques sont bien sûr utilisables pour tous les type de bateau à déplacement «lent» tels que remorqueurs, cargos, péniches, baleinières, etc...

ANNEXE

DETERMINATION DU RAPPORT DE REDUCTION D'UN REDUCTEUR DE MODELE REDUIT

1. Abréviations :

VNd :	Vitesse en Nœud du bateau grandeur
VKm/h :	Vitesse en Km/h du bateau grandeur
vKm/h :	Vitesse en Km/h du bateau modèle réduit
vm/min :	Vitesse en m/min du bateau modèle réduit
P :	Pas de l'hélice en m du modèle réduit
G :	Pourcentage de glissement de l'hélice
Ech :	Echelle du modèle réduit
Mt/min :	Vitesse de rotation moteur en t/min du bateau modèle
St/min :	Vitesse de rotation en sortie de réducteur du modèle
R :	Rapport de réduction réducteur du modèle

2. Calcul de la vitesse du bateau modèle en fonction de celle du bateau grandeur et de l'échelle de réduction :

$$V(Km/h) = V(Nd) \cdot 1,852$$

$$v(Km/h) = \frac{V(Km/h)}{\sqrt{Ech}} = 1,852 \cdot \frac{V(Nd)}{\sqrt{Ech}}$$

$$v(m/min) = \frac{1000}{60} \cdot v(Km/h) = \frac{1852}{60} \cdot \frac{V(Nd)}{\sqrt{Ech}}$$

La vitesse en mètre par minute du modèle réduit est donc :

$$\boxed{v(m/min) = \frac{1852}{60} \cdot \frac{V(Nd)}{\sqrt{Ech}}}$$

Relation N° 1

3. Calcul de la vitesse du bateau modèle en fonction du pas de l'hélice et de la vitesse de rotation de celle-ci :

$$v(m/min) = S(t/min) \cdot P'$$

P' est le pas réel qui tient compte du glissement G , on a :

$$P' = \frac{(100 - G(\%))}{100} \cdot P \quad (G \% \text{ de glissement : si } G=0, P'=P)$$

d'où :

$$v(m/min) = S(t/min) \cdot P' = \frac{M(t/min)}{R} \cdot P' = \frac{M(t/min) \cdot (100 - G(\%))}{100 \cdot R} \cdot P$$

$v(m/min) = \frac{M(t/min) \cdot (100 - G(\%))}{R} \cdot P$	Relation N° 2
---	---------------

4. Calcul du rapport de réduction du réducteur du bateau modèle en fonction de l'échelle, du pas de l'hélice, de sa vitesse de rotation et de la vitesse d'avancement du bateau grandeur

Pour cela, nous devons avoir : Relation N° 1 = Relation N° 2

$\frac{1852}{60} \cdot \frac{V(Nd)}{\sqrt{Ech}} = \frac{M(t/min) \cdot (100 - G(\%))}{100 \cdot R} \cdot P$

d'où :
$$R = \frac{60}{1852} \cdot \frac{P \cdot M(t/min) \cdot \sqrt{Ech} \cdot (100 - G(\%))}{100 \cdot V(Nd)}$$

soit :

$R = \frac{P \cdot M(t/min) \cdot \sqrt{Ech} \cdot (100 - G(\%))}{3086 \cdot V(Nd)}$
--

 (Formule générale pour tout modèle)